

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ESTRUTURAS

Carla Cristiane Silva

**Momento Fletor Resistente à Flambagem Lateral com
Distorção de Vigas Casteladas Mistas de Aço e Concreto**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ESTRUTURAS

MOMENTO FLETOR RESISTENTE À FLAMBAGEM LATERAL COM DISTORÇÃO
DE VIGAS CASTELADAS MISTAS DE AÇO E CONCRETO

Carla Cristiane Silva

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como parte dos requisitos necessários a obtenção do título de “Doutora em Engenharia de Estruturas”.

Orientador: Rodrigo Barreto Caldas

Coorientador: Ricardo Hallal Fakury

Belo Horizonte

2021

S586m	<p>Silva, Carla Cristiane. Momento fletor resistente à flambagem lateral com distorção de vigas casteladas de aço e concreto [recurso eletrônico] / Carla Cristiane Silva. - 2021. 1 recurso online (663 f. : il., color.) : pdf.</p> <p>Orientador: Rodrigo Barretos Caldas. Coorientador: Ricardo Hallal Fakury.</p> <p>Tese (doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia.</p> <p>Apêndices: f. 243-663. Bibliografia: f. 235-242.</p> <p>Exigências do sistema: Adobe Acrobat Reader.</p> <p>1. Engenharia de estruturas - Teses. 2. Construção Mista – Teses. 3. Vigas – Teses. I. Caldas, Rodrigo Barretos. II. Fakury, Ricardo Hallal. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. IV. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU: 624(043)</p>
-------	--



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ESTRUTURAS



ATA DA DEFESA DE TESE DE DOUTORADO EM ENGENHARIA DE ESTRUTURAS Nº: 82 DA ALUNA CARLA CRISTIANE SILVA

Às **08:30** horas do dia **29** do mês de **novembro** de **2021**, reuniu-se, totalmente por videoconferência para atender aos novos protocolos de distanciamento social adotados pelo Governo Federal e pela Prefeitura de Belo Horizonte, que integram medidas para combater o avanço da pandemia de Covid-19, provocada pelo novo coronavírus, a Comissão Examinadora indicada pelo Colegiado do Programa em 15 de outubro de 2021, para julgar a defesa da Tese de Doutorado intitulada "**Momento Fletor Resistente à Flambagem Lateral com Distorção de Vigas Casteladas Mistas de Aço e Concreto**", cuja aprovação é um dos requisitos para a obtenção do Grau de DOUTOR EM ENGENHARIA DE ESTRUTURAS na área de Estruturas.

Abrindo a sessão, o Presidente da Comissão, **Prof. Dr. Rodrigo Barreto Caldas**, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares passou a palavra à candidata para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa da candidata. Logo após, a Comissão se reuniu, sem a presença da candidata e do público, para julgamento e expedição do resultado final.

Prof. Dr. Rodrigo Barreto Caldas - DEES - UFMG (Orientador)

Prof. Dr. Ricardo Hallal Fakury - DEES - UFMG (Coorientador)

Prof. Dr. Hermes Carvalho - DEES - UFMG

Profa. Dra. Arlene Maria Cunha Sarmanho - UFOP

Prof. Dr. Gustavo de Souza Veríssimo - UFV

Prof. Dr. Eduardo de Miranda Batista - COPPE - UFRJ

Após reunião, a Comissão considerou a candidata APROVADA, conforme pareceres em anexo.

O resultado final foi comunicado publicamente a candidata pelo Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora.

Belo Horizonte, 29 de novembro de 2021.

Observações:

1. A aprovação da candidata na defesa da Tese de Doutorado não significa que a mesma tenha cumprido todos os requisitos necessários para obtenção do Grau de Doutor em Engenharia de

Estruturas;

- Este documento não terá validade sem a assinatura do Coordenador do Programa de Pós-Graduação.



Documento assinado eletronicamente por **Rodrigo Barreto Caldas, Membro de comissão**, em 29/11/2021, às 12:14, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Arlene Maria Cunha Sarmanho, Usuário Externo**, em 29/11/2021, às 17:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Eduardo de Miranda Batista, Usuário Externo**, em 29/11/2021, às 18:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo Hallal Fakury, Membro de comissão**, em 30/11/2021, às 11:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Hermes Carvalho, Professor do Magistério Superior**, em 30/11/2021, às 15:51, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Gustavo de Souza Veríssimo, Usuário Externo**, em 02/12/2021, às 22:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcelo Greco, Coordenador(a) de curso de pós-graduação**, em 06/12/2021, às 11:24, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1098177** e o código CRC **34E441D3**.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e por me dar forças para seguir adiante e realizar este trabalho, em meio a diversos acontecimentos e perdas.

Ao orientador deste trabalho, Professor Rodrigo Barreto Caldas, pela orientação competente, dedicação e apoio técnico.

Ao professor Ricardo Hallal Fakury, coorientador, sempre disposto a contribuir.

Ao meu pai Carlos, que, apesar de não estar mais entre nós, mantém-se vivo em meus pensamentos e, pelo seu exemplo, me ensinou a ser uma pessoa esforçada e determinada a buscar meus sonhos.

À minha mãe Elena, por sua alegria e alto astral, que tornam meus dias mais leves, por entender e apoiar minhas decisões, pelo amor incondicional.

Ao meu esposo André, por ser meu porto seguro e me dar forças e carinho em todos os momentos.

Às minhas irmãs, Paula e Laisa, pelo carinho e amizade.

Aos companheiros de pós-graduação, sem os quais eu jamais teria chegado até aqui. Em especial, ao colega João Victor F. Dias, que possui uma inteligência excepcional, por compartilhar conhecimento, pelas discussões e contribuições ao longo de todo trabalho e, também, à colega Janaína P. S. de Oliveira, pela disponibilidade em discutir diversos assuntos sobre o trabalho.

Aos demais professores do Departamento de Engenharia de Estruturas da UFMG, aos quais atribuo responsabilidade por grande parte de meu desenvolvimento intelectual durante o Doutorado.

Aos meus colegas do IFMG pelo incentivo.

A todos os outros colaboradores do Departamento de Engenharia de Estruturas e da UFMG.

RESUMO

Vigas de aço casteladas são elementos estruturais com aberturas hexagonais padronizadas na alma, fabricadas a partir da expansão da alma de perfis de alma cheia que concede maior inércia à seção transversal, aumentando a resistência e a rigidez à flexão. Essas vigas podem ser biapoiadas, contínuas ou semicontínuas e podem ser projetadas como mistas quando existir uma conexão de cisalhamento entre o perfil de aço e a laje de concreto. Em vigas mistas contínuas e semicontínuas, o deslocamento lateral e giro da mesa inferior, mediante a distorção ocorrida na alma do perfil, na região de momentos negativos, em que parte do perfil de aço está comprimida, pode causar um modo de instabilidade denominada flambagem lateral com distorção (FLD). No presente estudo, um novo procedimento de cálculo para a determinação do momento crítico elástico e do momento fletor resistente à flambagem lateral com distorção de vigas casteladas mistas de aço e concreto foi desenvolvido. Para isso, equações foram produzidas para o cálculo da rigidez da alma castelada, momento crítico elástico e momento fletor resistente. Aproximadamente 20000 modelos numéricos de elementos finitos foram processados com o uso do *software* ANSYS e validados com resultados experimentais da literatura e, finalmente analisados para o desenvolvimento do procedimento de cálculo proposto. Os resultados obtidos, segundo o procedimento proposto para o momento crítico elástico, apresentaram coeficiente de variação de 1,4% para momento fletor uniforme e de 2,7% para momento fletor não uniforme, em relação aos modelos numéricos. No caso do momento fletor resistente, o coeficiente de variação foi de 5,3%. Logo, os resultados utilizando o procedimento analítico proposto indicam excelente correspondência com resultados numéricos.

Palavras-chave: Vigas Casteladas Mistas de Aço e Concreto. Flambagem Lateral com Distorção. Momento Crítico Elástico. Momento Fletor Resistente.

ABSTRACT

Castellated steel beams are structural elements with standard hexagonal web openings, manufactured from the web expansion of solid-web profiles which gives greater inertia to the cross-section, increasing the strength and bending stiffness. These beams can be simply supported, continuous and semicontinuous and can be designed as composite when there is a shear connection between the steel profile and the concrete slab. In continuous and semicontinuous composite beams, the lateral displacement and rotation of the bottom flange, through the web distortion, in the hogging moments region, where part of the steel profile is compressed, can cause a type of instability known as lateral-distortional buckling (LDB). In the present study, a new calculation procedure to determine the elastic critical moment and the resistant bending moment to lateral-distortional buckling of composite steel-concrete castellated beams was developed. For this, equations were produced to calculate the web stiffness, elastic critical moment and resistant bending moment. Approximately 20000 numerical finite element models were processed using ANSYS software and validated with experimental results from the literature and finally analyzed for the development of the proposed calculation procedure. The results obtained according to the proposed procedure for the elastic critical moment, presented a coefficient of variation of 1.4% for uniform bending moment and 2.7% for non-uniform bending moment, in relation to the numerical models. In the case of the resistant bending moment, the coefficient of variation was 5.4%. Therefore, the results using the proposed analytical procedure indicate excellent suitability with numerical results.

Keywords: Composite Castellated Steel-Concrete Beam. Lateral-Distortional Buckling. Elastic Critical Moment. Resistant Bending Moment.

LISTA DE SÍMBOLOS

Letras Romanas

A	Área da seção transversal da viga mista
A_a	Área da seção transversal da viga de aço
A_{ac}	Área comprimida da seção do perfil de aço
A_{at}	Área tracionada da seção do perfil de aço
A_s	Área da armadura longitudinal dentro da largura efetiva da laje de concreto
A_{sl}	Área da armadura negativa na região do apoio interno
C_{dist}	Coefficiente que depende da distribuição de momentos fletores no comprimento L da viga mista
C_w	Constante de empenamento do perfil de aço
$C_{w,d}$	Constante de empenamento do perfil de aço calculada com o polo no centro da mesa superior do perfil
E_a	Módulo de elasticidade do perfil de aço
E_s	Módulo de elasticidade da armadura
D	Rigidez à flexão da placa por unidade de comprimento
E_a	Módulo de elasticidade longitudinal do perfil de aço
$(EI)_2$	Rigidez à flexão da seção mista homogeneizada
F	Força total aplicada
G_a	Módulo de elasticidade transversal do perfil de aço
I_a	Momento de inércia da seção transversal do perfil de aço de alma cheia
$I_{af,y}$	Momento de inércia da mesa do perfil de aço em relação ao eixo y da mesa
I_{ax}	Momento de inércia em relação ao eixo x do perfil de aço
I_x	Momento de inércia em relação ao eixo x da seção mista
I_{ay}	Momento de inércia em relação ao eixo y do perfil de aço
J_a	Constante de torção do perfil de aço
L	Comprimento total da viga
L_1	Menor comprimento do trecho de momento negativo
L_2	Maior comprimento do trecho de momento negativo

L_b	Comprimento destravado
L_{cr}	Comprimento crítico de meia onda da viga mista
L_F	Distância entre as cargas aplicadas
L_{neg}	Comprimento trecho de momento negativo
L_y	Comprimento de flexão em torno do eixo y
M_0	Momento fletor máximo considerando a viga como biapoiada
M_a	Momento fletor no perfil de aço
$M_{a,prop}$	Momento fletor no perfil de aço proposto
$M_{a,num}$	Momento fletor no perfil de aço numérico
$M_{b,Rk}$	Momento fletor resistente nominal de FLD
M_{cast}	M_{pl} , para seções de classe 1 e 2, ou momento de início de escoamento, M_y , para seções de classe 3
M_{cr}	Momento crítico elástico
$M_{cr,0}$	Momento crítico elástico sem deslocamento da linha neutra
$M_{cr,FLT}$	Momento crítico elástico de flambagem lateral com torção
$M_{cr,an}$	Momento crítico analítico
$M_{cr,num}$	Momento crítico numérico
$M_{dist,Rd}^-$	Momento fletor resistente de cálculo da FLD de vigas mistas casteladas
$M_{dist,Rk}^-$	Momento fletor resistente característico da FLD de vigas mistas casteladas
M_{ini}	Momento fletor no apoio para estágio inicial de FLD
M_{max}	Momento fletor máximo
M_{pl}	Momento fletor de plastificação
M_{Rd}	Momento fletor resistente de cálculo
M_{Rk}	Momento fletor resistente característico
M_{Rd}^-	Momento fletor resistente de cálculo na região de momento negativo
M_{Rk}^-	Momento fletor resistente nominal na região de momento negativo
M_y	Momento fletor de início de escoamento
N_a	Força axial de compressão no perfil de aço de alma cheia
$N_{ey,an}$	Força crítica analítica de flambagem por flexão
$N_{ey,num}$	Força crítica numérica de flambagem por flexão
$N_{ez,an}$	Força crítica analítica de flambagem por torção
$N_{ez,num}$	Força crítica numérica de flambagem por torção

P	Força concentrada
V_h	Força cortante horizontal
V_r	Coefficiente de variação global
V_{rt}	Coefficiente de variação do modelo de resistência teórico
V_{sd}	Força cortante vertical
V_δ	Coefficiente de variação
W_u	Força distribuída máxima
a	Distância entre as vigas paralelas
a_0	Largura da abertura da viga castelada
b	Comprimento da projeção horizontal da face inclinada da abertura hexagonal
b_f	Largura da mesa do perfil de aço
b_w	Largura do montante de alma da viga castelada
c	Altura do perfil de aço submetida a tensões de tração e compressão
d	Altura total do perfil de aço de alma cheia
d_c	Altura da alma comprimida do perfil de aço de alma cheia
d_0	Altura da abertura do perfil celular
d_g	Altura total da seção transversal alveolar
f_{ck}	Resistência à compressão do concreto
f_{ctm}	Resistência à tração média do concreto
$f_{r,t}$	Tensão residual constante na alma
f_y	Resistência ao escoamento do aço
f_{yk}	Resistência de característica ao escoamento do perfil de aço
f_{yd}	Resistência de cálculo ao escoamento do perfil de aço
f_{ys}	Resistência ao escoamento das barras de armadura
f_{sd}	Resistência de cálculo ao escoamento do aço da armadura
h	Altura do perfil celular
h_0	Altura entre os centros geométricos das mesas do perfil de aço
h_a	Altura total da abertura
h_c	Altura da laje de concreto
h_w	Altura da alma do perfil de aço
h_p	Dobro da altura da parte comprimida da alma do perfil de aço de alma cheia
i_{yc}	Raio de giração da mesa comprimida
k	Rigidez da mola no centro da face superior da mesa

k_1	Rigidez rotacional da laje de concreto armado
k_2	Rigidez rotacional da alma do perfil de aço de alma cheia
$k_{2,f}$	Rigidez rotacional da alma celular
$k_{2,an, cheia}$	Rigidez rotacional analítica da alma cheia
$k_{2,cast}$	Rigidez rotacional da alma do perfil de aço castelado
$k_{2,num, cast}$	Rigidez rotacional numérica da alma castelada
k_3	Rigidez rotacional da conexão de cisalhamento
k_g	Coefficiente que considera a influência do deslocamento da linha neutra e a parcela de momento absorvida pela armadura negativa para perfil de aço de alma cheia
$k_{g,0}$	Coefficiente que considera a influência do deslocamento da linha neutra para perfil de aço de alma cheia
$k_{g,0,cast}$	Coefficiente que considera a influência do deslocamento da linha neutra para perfil de aço castelado
$k_{g,cast}$	Coefficiente que considera a influência do deslocamento da linha neutra e a parcela de momento absorvida pela armadura negativa para perfil de aço castelado
k_r	Rigidez rotacional
l	Comprimento do vão
l_c	Prolongamento da armadura de aço
n	Número de semiondas
n_{id}	Número de semionda para o qual o momento crítico é mínimo
n_{lim}	Número limite de semiondas
p	passo, distância entre duas aberturas sequenciais
q	Força distribuída
r	Raio de concordância entre mesa e alma dos perfis laminados
r_d	Resistência de cálculo
r_e	Resistência experimental/numérica
r_k	Resistência característica
r_t	Resistência teórica/analítica
s_e	Distância entre a primeira e última abertura
t_f	Espessura da mesa do perfil de aço
t_w	Espessura da alma do perfil de aço
y_c	Distância entre o centro geométrico do perfil de aço de alma cheia até a metade da altura da laje de concreto armado

y_{cg}	Posição do centro geométrico da seção mista
y_t	Distância entre a borda inferior da mesa inferior e o centro de gravidade da parte comprimida do perfil
\bar{y}	Distância do centro de gravidade da seção mista ao centro de gravidade da seção do perfil de aço de alma cheia

Letras Gregas

α	Coefficiente que depende da posição da viga
α_g	Fator relacionado à geometria da seção transversal da viga mista
α_u	Propriedade plástica da viga
β_{cast}	Fator de correção da resistência característica e de cálculo
γ	Coefficiente de ajuste da rigidez rotacional
γ_M	Coefficiente de ponderação da resistência
γ_c	Fator parcial do material
γ_{mr}	Coefficiente de ponderação da resistência do concreto
γ_s	Coefficiente de ponderação da resistência do aço
γ_{simp}	Coefficiente de ajuste da rigidez rotacional simplificado
δ	Deslocamento lateral da mesa inferior do perfil de aço
δ_o	Magnitude da imperfeição geométrica
δ_2	Deslocamento da alma
$\delta_{2,cent}$	Deslocamento da placa central
$\delta_{2,ext}$	Deslocamento da placa de extremidade
δ_i	Erro de cada valor de resistência
ε_{c2}	Deformação específica de encurtamento do concreto no início do patamar plástico
ε_{cu}	Deformação específica de encurtamento do concreto na ruptura
η_B	Fator de rigidez
θ	Torção da mesa inferior do perfil de aço
θ_2	Rotação da alma
λ	Parâmetro de esbeltez

λ_{LT}	Índice de esbeltez reduzido
λ_{dist}	Parâmetro de esbeltez da flambagem lateral com distorção
$\lambda_{dist,prop}$	Parâmetro de esbeltez da flambagem lateral com distorção proposto
$\lambda_{dist,simp}$	Parâmetro de esbeltez da flambagem lateral com distorção simplificado
ν_a	Coefficiente de Poisson do perfil de aço
ξ	Fator de influência da distribuição do diagrama de momento fletor
ρ	Coefficiente de momento
ϕ	Diâmetro das barras de armadura
χ_{dist}	Fator de redução da flambagem lateral com distorção
$\chi_{dist,prop}$	Fator de redução da flambagem lateral com distorção proposto
$\chi_{dist,num}$	Fator de redução da flambagem lateral com distorção numérico
χ_{LT}	Fator de redução associado à flambagem lateral com torção
ψ	Razão entre os momentos de extremidade da viga e o máximo momento fletor, considerando a viga como biapoiada

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APDL	<i>Ansys Parametric Design Language</i>
ELU	Estado-limite último
EN	<i>Standart European</i>
FC	Flambagem por compressão
FLA	Flambagem local da alma
FLD	Flambagem lateral com distorção
FLM	Flambagem local da mesa
FLT	Flambagem lateral com torção
FMAC	Flambagem do montante da alma por compressão
FMAV	Flambagem do montante da alma por cisalhamento
FMP	Formação de mecanismo plástico
FT	Flambagem por torção
GUI	<i>Graphical User Interface</i>
MEF	Método dos elementos finitos
NBR	Norma Brasileira
PROPEEs	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas
PTV	Princípio dos trabalhos virtuais
RSM	Ruptura na região da solda no montante de alma
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFV	Universidade Federal de Viçosa

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	5
RESUMO	6
ABSTRACT	7
LISTA DE SÍMBOLOS	8
LISTA DE ABREVIATURAS	14
1. Introdução	20
1.1 Considerações Gerais	20
1.2 Vigas Mistas de Aço e Concreto	21
1.3 Vigas Casteladas	24
1.4 Vigas Mistas de Aço e Concreto com Perfis Castelados.....	25
1.5 Flambagem Lateral com Distorção	26
1.6 Objetivos	28
1.7 Justificativa	29
1.8 Metodologia	30
1.9 Estrutura deste Trabalho	32
2. Revisão Bibliográfica.....	34
2.1 Considerações Gerais.....	34
2.2 Generalidades sobre Vigas Casteladas.....	35
2.2.1 Padrões Geométricos de Vigas Casteladas.....	35
2.2.2 Modos de Falha	37
2.2.2.1 Formação do Mecanismo Plástico.....	38
2.2.2.2 Ruptura na Solda no Montante de Alma	39
2.2.2.3 Flambagem do Montante da Alma por Cisalhamento.....	40
2.2.2.4 Flambagem do Montante da Alma por Compressão	42
2.2.2.5 Flambagem Lateral com Torção.....	42
2.3 Métodos Normativos	43
2.3.1 Considerações Iniciais.....	43
2.3.2 Mecanismo “U” Invertido	44
2.3.3 Rigidez Rotacional	45
2.3.4 Cálculo do Momento Resistente segundo a EN 1994-1-1:2004	49
2.3.5 Cálculo do Momento Resistente segundo a ABNT NBR 8800:2008	54
2.4 FLD de Vigas Mistas com Perfis Alveolares	57
2.4.1 Trabalho de Salah e Gizejowski (2008a)	58

2.4.2	Trabalho de Salah e Gizejowski (2010a)	59
2.4.3	Trabalho de Salah e Gizejowski (2010b)	62
2.4.4	Trabalho de Piassi <i>et al.</i> (2018)	63
2.5	Estudos Relevantes	64
2.5.1	Trabalho de Chen (1992)	64
2.5.2	Trabalho de Dias <i>et al.</i> (2019)	70
2.5.3	Trabalho de Oliveira (2018)	72
2.5.4	Trabalho de Nery <i>et al.</i> (2021)	76
2.6	Fatores que Influenciam o Momento Resistente à FLD	77
2.6.1	Distribuição de Momento Fletor	78
2.6.2	Tensões Residuais	78
2.6.2.1	Perfis I Laminados	79
2.6.2.2	Perfis Alveolares	80
2.6.3	Imperfeições Geométricas	85
3.	Determinação da Rigidez Rotacional da Alma	87
3.1	Considerações Gerais	87
3.2	Sobre o Programa Computacional de Análise	87
3.3	Modelo Numérico	88
3.4	Teste de Convergência do Modelo Numérico	89
3.5	Validação do Modelo Numérico	89
3.6	Estudo Paramétrico	90
3.7	Resultados e Discussão	90
3.8	Conclusões	92
4.	Modelo Numérico para o Momento Crítico Elástico	93
4.1	Considerações Gerais	93
4.2	Modelos Numéricos	94
4.2.1	Considerações Iniciais	94
4.2.2	Elementos Utilizados	96
4.2.3	Propriedades dos Materiais	97
4.2.4	Carregamento e Condições de Contorno	97
4.2.4.1	Momento Uniforme	98
4.2.4.2	Momento Não Uniforme	99
4.2.5	Malha de Elementos Finitos	100
4.2.6	Análise das Condições de Contorno do Modelo de Momento Não Uniforme	102
4.2.7	Aferição da Modelagem Numérica	103

4.2.7.1	Considerações Iniciais.....	103
4.2.7.2	Flambagem Lateral com Torção com Perfil de Alma Cheia.....	103
4.2.7.3	Flambagem por Flexão com Perfil de Alma Cheia.....	104
4.2.7.4	Flambagem por Torção com Perfil de Alma Cheia.....	105
4.2.7.5	Flambagem Lateral com Distorção com Perfil de Alma Cheia.....	107
4.2.7.6	Flambagem Lateral com Torção com Perfil de Alma Castelada.....	108
4.2.7.7	Flambagem por Flexão com Perfil de Alma Castelada.....	109
4.2.7.8	Flambagem por Torção com Perfil de Alma Castelada.....	110
4.2.7.9	Consideração Final.....	111
5.	Modelo Numérico para o Momento Resistente à FLD.....	112
5.1	Considerações Gerais.....	112
5.2	Aferição do Modelo Numérico com os Ensaios Experimentais Realizados por Chen (1992).....	113
5.2.1	Considerações sobre os Modelos.....	113
5.2.2	Elementos Utilizados.....	114
5.2.3	Considerações Iniciais sobre os Materiais.....	117
5.2.3.1	Aço.....	117
5.2.3.2	Concreto Armado.....	118
5.2.3.3	Características do Contato entre o Perfil de Aço e o Concreto Armado.....	119
5.2.4	Malha de Elementos Finitos.....	119
5.2.5	Análise de Sensibilidade da Distribuição das Tensões Residuais.....	128
5.2.6	Análise de Sensibilidade da Imperfeição Geométrica.....	130
5.2.7	Formulação da Análise Numérica e Método de Solução.....	132
5.2.8	Resultados da Calibração.....	133
5.2.9	Descrição do Modelo Numérico.....	135
5.2.9.1	Resultados Numéricos da Calibração do Modelo U4A.....	139
5.2.9.2	Resultados Numéricos da Calibração Modelo U5B.....	143
5.2.9.3	Considerações.....	146
5.3	Aferição do Modelo Numérico com os Ensaios Experimentais Realizados por Sonck (2013) 146	
5.3.1	Considerações Iniciais.....	146
5.3.2	Imperfeições Iniciais.....	147
5.3.3	Modelo Numérico.....	147
5.3.4	Tensões Residuais.....	149
5.3.5	Resultados dos Modelos Numéricos.....	156
5.3.6	Considerações Relevantes.....	159

5.4	Aferição do Modelo Numérico com os Ensaios Experimentais Realizados por Salah e Gizejowski (2010a)	160
5.4.1.1	Considerações Relevantes	162
5.5	Considerações Finais.....	162
6.	Determinação do Momento Crítico Elástico à Flambagem Lateral com Distorção.....	163
6.1	Generalidades.....	163
6.2	Estudo da Situação de Momento Fletor Uniforme.....	163
6.2.1	Estudo Paramétrico com a Rigidez de Laje Infinita e Linha Neutra Elástica Passando pelo Centro Geométrico do Perfil de Aço.....	165
6.2.2	Análise da Influência da Rigidez à Flexão da Laje	167
6.2.3	Análise da Influência do Deslocamento da Linha Neutra Elástica	168
6.2.4	Avaliação da Equação Proposta para o Momento Uniforme	171
6.3	Coefficiente de Variação do Diagrama de Momento Fletor, C_{dist}	172
6.4	Estudo da Situação de Diagrama de Momento Fletor Não Uniforme.....	177
6.4.1	Situação de Momento Não Uniforme com Vãos Iguais	177
6.4.1.1	Análise da Situação de Momento Não Uniforme para a Rigidez de Laje Infinita e sem Deslocamento da Linha Neutra	178
6.4.1.2	Análise da Influência da Rigidez da Laje.....	179
6.4.1.3	Análise da Influência do Deslocamento da Linha Neutra Elástica	181
6.4.2	Análise da Situação de Momento Não Uniforme com Vãos Desiguais	182
6.4.2.1	Análise da Situação de Momento Não Uniforme para a Rigidez de Laje Infinita e sem Deslocamento da Linha Neutra	182
6.4.2.2	Análise da Influência da Rigidez da Laje.....	184
6.4.2.3	Análise da Influência do Deslocamento da Linha Neutra Elástica	186
6.4.3	Avaliação da Equação Proposta para Momento Não Uniforme.....	187
6.5	Considerações Finais.....	189
7.	Determinação do Momento Fletor Resistente à Flambagem Lateral com Distorção.....	190
7.1	Considerações Gerais.....	190
7.2	Generalidades dos Modelos Numéricos.....	190
7.2.1	Vigas Casteladas Mistas.....	191
7.2.2	Imperfeições Geométricas e de Material e Tensões Residuais	197
7.3	Modelos para o Estudo Paramétrico.....	197
7.4	Resultados Numéricos.....	199
7.5	Procedimento Proposto	208
7.5.1	Expressão para o Índice de Esbeltez	208
7.5.2	Expressão para o Fator de Redução da FLD	211

7.5.3	Comparação entre os Resultados Numéricos e Propostos.....	215
7.6	Comparação entre os Resultados do Momento Fletor Resistente à FLD de Vigas Casteladas Mistas e Vigas Mistas de Alma Cheia	217
7.7	Determinação dos Valores Característicos e de Cálculo.....	219
7.8	Síntese do Procedimento Proposto e Exemplo de Aplicação.....	220
7.8.1	Procedimento Proposto para a Determinação do Momento Resistente à FLD	220
7.8.2	Exemplo de Aplicação	224
7.8.2.1	Considerações iniciais	224
7.8.2.2	Descrição do Caso Estudado	224
7.8.2.3	Determinação do Momento Crítico Elástico	225
7.8.2.4	Determinação do Momento Resistente.....	229
8.	Considerações Finais.....	231
8.1	Conclusões	231
8.2	Sugestões para Trabalhos Futuros.....	234
9.	Referências Bibliográficas	235
A.	Modelos Numéricos da Rigidez da Alma.....	243
B.	Modelos Numéricos do Momento Crítico.....	244
C.	Desenvolvimento do Modelo de Cálculo	246
	Referências Bibliográficas	231
	Apêndice A - Modelos Numéricos da Rigidez da Alma	243
	Apêndice B - Modelos Numéricos do Momento Crítico	253
	Apêndice C - Desenvolvimento do Modelo de Cálculo.....	658

1

INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Gerais

Vigas mistas de aço e concreto são usadas em edifícios e pontes, em geral, com o componente de aço constituído por um perfil I de alma cheia fletido em relação a seu eixo perpendicular à alma. Para a determinação do momento fletor resistente, essas vigas podem ser divididas em duas regiões distintas, a de momento positivo e a de momento negativo. O momento resistente positivo depende da resistência última da seção transversal mista, na qual o perfil de aço é majoritariamente tracionado e a laje de concreto comprimida, podendo sofrer influência de instabilidade local de eventual parte comprimida da alma próxima à laje, mas sempre sem a ocorrência de fenômenos ligados à instabilidade global. Na região de momento negativo, o concreto da laje fissa, sua armadura trabalha à tração e a maior parte do perfil de aço fica comprimida. Assim, esse perfil pode apresentar colapso por instabilidade, em um fenômeno referido usualmente como flambagem lateral com distorção (FLD), conforme denominação da norma brasileira ABNT NBR 8800:2008, e descrito com detalhes na Seção 1.5. Salienta-se aqui que essa denominação será utilizada neste trabalho, independentemente de discussões sobre a correção do termo “flambagem”. Ressalta-se ainda que, na mesma direção, diversos fenômenos de instabilidade local ou global muitas vezes serão mencionados com as denominações de flambagem local (casos, por exemplo, de flambagem local da alma e flambagem local da mesa) ou flambagem global (caso, por exemplo, de flambagem lateral com torção), seguindo a nomenclatura da norma brasileira.

Perfis de aço cada vez mais esbeltos têm sido usados em vigas mistas. Essa tendência resulta em vigas mistas contínuas e semicontínuas mais susceptíveis a modos de colapso envolvendo instabilidades locais e flambagem lateral com distorção (FLD). Segundo Johnson (2004), a consideração da continuidade da viga permite maiores esbeltezes, reduz a vibração do piso, possibilita melhor controle de fissuras na superfície das lajes próximas aos pilares internos e

faz com que a estrutura seja mais robusta, o que melhora a capacidade resistente ao incêndio e à explosão. No entanto seu dimensionamento se torna mais complexo em razão de instabilidades que podem ocorrer pela variação de rigidez da viga, ao longo do vão, causada pela fissuração do concreto, o que dificulta ainda mais a análise estrutural.

Uma possibilidade, ainda pouco explorada é a utilização de perfis I castelados no lugar dos perfis de alma cheia. Essa substituição pode conduzir a uma condição mais econômica, no que tange ao consumo de aço dos perfis, pois, numa avaliação inicial simplista, com o mesmo dispêndio de um perfil de alma cheia, obtém-se uma inércia mais elevada. É evidente que somente estudos rigorosos permitirão uma conclusão mais assertiva a esse respeito, até porque, as vigas casteladas apresentam comportamentos diferentes das vigas de alma cheia. Mas um modo de falha importante permanece sendo a flambagem lateral com distorção e sua possível interação com outros modos. Contudo poucos estudos referentes a esse assunto encontram-se disponíveis na literatura e não existem procedimentos de cálculo para a determinação do momento fletor resistente à flambagem lateral com distorção das vigas mistas com perfil castelado de aço.

1.2 Vigas Mistas de Aço e Concreto

A construção mista de aço e concreto foi introduzida no Brasil na década de 1960, mas apenas a partir da década de 1990 despertou-se o interesse de pesquisadores (NARDIN, 2013). Segundo Ferreira *et al.* (2021a), estruturas mistas de aço e concreto são elementos nos quais a seção transversal é formada por concreto estrutural e perfil de aço, ambos trabalhando juntos para resistir ao carregamento aplicado. Os autores afirmam que a maior vantagem desse trabalho conjunto, no caso de viga mista, é que o concreto resiste fundamentalmente à compressão enquanto o aço resiste à tração, o que resulta na economia de aço pela contribuição de uma largura efetiva da laje. Segundo Rossi *et al.* (2020), um alto desempenho é obtido, pois as melhores características de cada material são utilizadas. O projeto de vigas mistas permite uma economia significativa na redução de material, alturas de pisos menores e uma construção mais rápida (QUEIROZ *et al.*, 2006).

A norma brasileira ABNT NBR 8800:2008 aborda as vigas mistas de aço e concreto formadas por um componente de aço simétrico em relação ao plano de flexão com uma laje de concreto acima de sua face superior. A laje de concreto pode ser maciça moldada no local, com fôrma

de aço incorporada (laje mista) ou com pré-laje de concreto pré-moldada. Deve haver ligação mecânica, por meio de conectores de cisalhamento entre o componente de aço e a laje de tal forma que ambos funcionem como um conjunto para resistir à flexão. A norma destaca ainda que o componente de aço pode ser um perfil I (outros perfis, como caixão ou tubular retangular, podem ser usados, desde que sejam feitas as devidas adaptações nas prescrições) ou uma treliça.

As vigas mistas de aço e concreto podem ser projetadas como biapoiadas, semicontínuas ou contínuas. As biapoiadas são aquelas com um só vão em que as ligações nos apoios podem ser consideradas como rótulas – essas vigas são as mais usadas e de comportamento mais conhecido. As contínuas são aquelas com dois ou mais vãos em que o perfil de aço e a armadura longitudinal da laje têm continuidade total nos apoios internos ou o perfil de um vão é unido ao perfil do vão adjacente por meio de ligações rígidas e de resistência total. As semicontínuas são aquelas, também, com dois ou mais vãos, em que o perfil de aço não tem continuidade total nos apoios internos, ou seja, possuem ligação de resistência parcial, isto é, uma ligação mista obtida, a partir de uma ligação metálica flexível ou semirrígida, segundo definições da ABNT NBR 8800:2008. Essa ligação deve ter capacidade de rotação suficiente para não sofrer colapso antes que a viga atinja um estado-limite último (ELU), como, por exemplo, formação de rótulas plásticas nas ligações mistas e desenvolvimento de momento próximo ao de plastificação total no vão da viga mista.

As vigas biapoiadas estão submetidas apenas ao momento fletor positivo, no qual o perfil de aço fica totalmente ou quase totalmente tracionado e, como a mesa superior encontra-se continuamente unida à laje pelos conectores de cisalhamento, não existe possibilidade de ocorrência de instabilidade global e há melhor aproveitamento de cada material.

Nas regiões de momentos positivos das vigas mistas contínuas e semicontínuas, a laje fica, pelo menos em parte, comprimida e a mesa superior e parte da alma do perfil podem sofrer compressão também, conforme indica a Figura 1.1. Isso dependerá da posição do eixo de deformação nula, que pode estar na laje de concreto, na mesa superior ou na alma do perfil de aço. Nesse caso, a flambagem lateral com torção (FLT) será impedida, pois a laje de concreto irá restringir completamente o deslocamento lateral da mesa superior do perfil de aço. A flambagem local da mesa comprimida (FLM) não representa um estado-limite último.

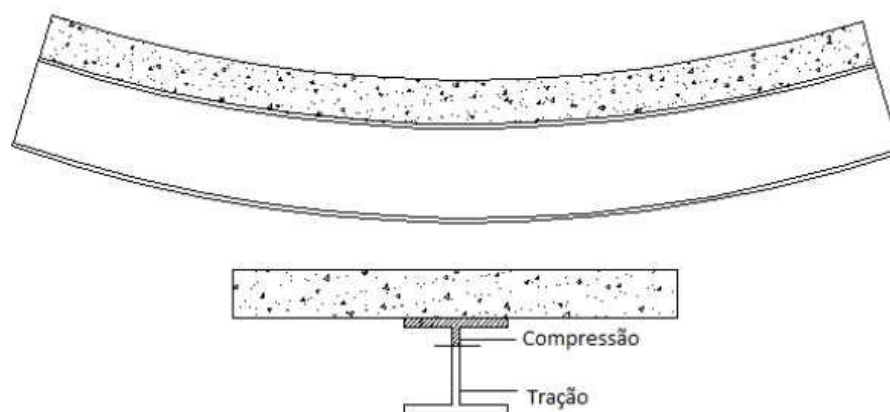


Figura 1.1 – Atuação do momento positivo.

As vigas mistas contínuas e semicontínuas são solicitadas ao momento negativo na região dos apoios internos (Figura 1.2), o que provoca uma redução do momento positivo solicitante máximo, em relação às vigas biapoiadas, contribuindo para a utilização de um perfil de aço com menores dimensões. Entretanto os momentos negativos fazem com que a parte inferior desse perfil se torne comprimida (Figura 1.3), o que pode causar algumas situações de instabilidade que influenciam no momento fletor resistente da viga. Uma dessas situações é a flambagem lateral com distorção (FLD), fenômeno abordado no presente trabalho.

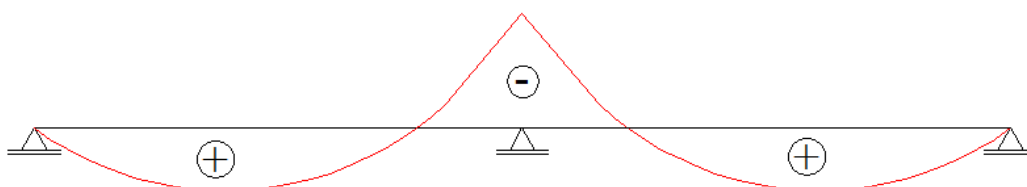


Figura 1.2 – Distribuição de momento fletor na viga mista contínua e semicontínua.

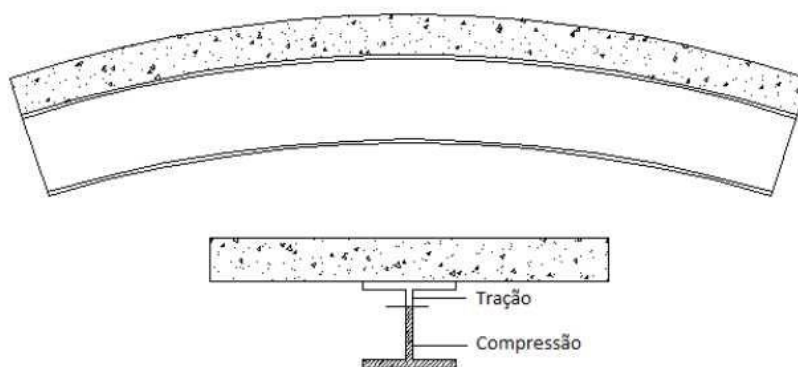


Figura 1.3 – Atuação do momento negativo.

1.3 Vigas Casteladas

Vigas alveolares de aço são elementos estruturais com múltiplas aberturas de mesmo formato, regularmente espaçadas, presentes na alma de um perfil de aço. Essas vigas são tipicamente fabricadas a partir de um perfil original I de alma cheia, laminado ou soldado, que é recortado, ao longo de sua alma no sentido longitudinal, segundo um padrão que varia conforme o formato da abertura. Em seguida, as duas metades são deslocadas e soldadas pelo eixo, de forma a gerar aberturas em sequência ao longo da alma e acréscimo na altura da seção transversal. A Figura 1.4 ilustra os padrões de corte específicos para a fabricação dos dois tipos de vigas alveolares mais comuns: o castelado (aberturas hexagonais) e o celular (com aberturas circulares) (TEIXEIRA, 2017).

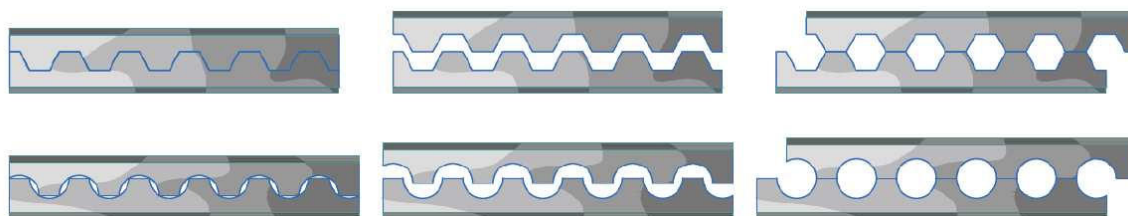


Figura 1.4 – Esquema de fabricação de vigas casteladas e celulares (TEIXEIRA, 2017).

Vigas alveolares monossimétricas (utilizando-se dois perfis originais distintos para as metades superior e inferior da viga), de seção transversal com altura variável (realizando-se o corte na alma em ângulo oblíquo ao eixo longitudinal do perfil original) ou encurvada (calandrando os T's superior e inferior antes de soldá-los) podem ser obtidas por meio de pequenas alterações no processo de fabricação.

O interesse pelos perfis alveolares no segmento da construção em aço decorre, principalmente, das vantagens técnicas e estéticas que esses elementos oferecem. O acréscimo de altura, decorrente do processo de expansão da alma dos perfis originais, confere à viga alveolar maior capacidade resistente à flexão e maior rigidez aos deslocamentos verticais. Outros motivos para a utilização de vigas alveolares são:

- elementos mais leves que um perfil de alma cheia de mesma altura, o que reduz o peso médio das vigas;

- vãos livres maiores (considerando o mesmo perfil original), reduzindo o número de pilares e fundações, levando a uma montagem mais rápida e mais econômica;
- condução de tubulações pelas aberturas, o que reduz a altura do pé direito das edificações;
- ganho estético, já que as aberturas incorporam ao ambiente uma aparência moderna.

No entanto, as principais desvantagens na utilização de vigas casteladas são:

- menor capacidade resistente à força cortante;
- pequena eficiência na resistência a forças localizadas;
- necessidade de reforço na alma, em alguns casos, como, por exemplo, quando a viga está sujeita a elevadas forças localizadas (caso dos apoios e na ligação com outras vigas) ou a esbeltez da viga é alta (maior vulnerabilidade à flambagem).

As vigas casteladas são ideais para estruturas com requisitos de espaços abertos, como estacionamentos, indústrias, armazéns, fábricas, ginásios de esportes, escolas e hospitais.

1.4 Vigas Mistas de Aço e Concreto com Perfis Castelados

O aumento da demanda por vãos longos e altura de piso reduzida, em construções de edifícios modernos, levaram ao desenvolvimento de vários sistemas de elementos mistos. No sistema de piso misto convencional, a altura do perfil de aço normalmente aumenta com o comprimento do vão, o que resulta em vigas mistas com perfil de alma cheia mais altos e pesados (CHEN *et al.*, 2015). Vigas mistas com perfis alveolares (aberturas sequenciais na alma) têm sido desenvolvidas para solucionar esse problema, pois permitem a utilização de vãos maiores com perfis de aço mais leves que os usuais, como já explicitado anteriormente.

Adicionando-se o potencial das vigas casteladas de aço à construção mista, o efeito na economia de material é ainda mais promissor, visto que as vigas mistas de aço e concreto formam um sistema de piso bastante eficaz, dado o aumento considerável na rigidez do piso, a redução no peso dos perfis de aço e a menor altura da seção viga-laje (Queiroz *et al.*, 2001). Com o aumento da rigidez e capacidade resistente à flexão, as vigas casteladas mistas se mostram uma alternativa para vencer vãos ainda maiores que os das vigas mistas convencionais, considerando o mesmo perfil de aço, pois as vigas casteladas têm maior altura que os perfis originais. Segundo

Lawson *et al.* (2006), vigas alveolares são projetadas para atuar de forma mista em lajes de pisos, nos quais o vão e a capacidade de carga aumentam consideravelmente.

Vigas casteladas são dimensionadas da mesma forma que vigas de alma cheia, isto é, considerando apenas a resistência do perfil de aço, se não houver ligação mecânica entre a laje de concreto e o perfil de aço, Figura 1.5. Quando se associa o perfil à laje de concreto, por meio de conectores de cisalhamento, a viga castelada pode ser dimensionada como uma viga mista, considerando a participação do concreto na determinação do momento resistente, Figura 1.6.

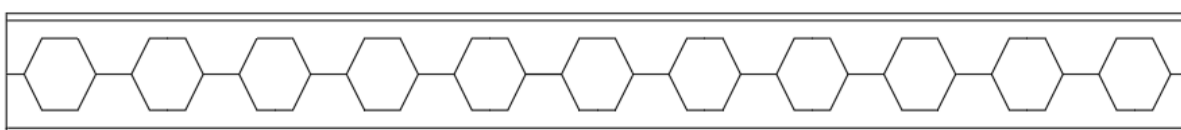


Figura 1.5 – Viga castelada de aço.

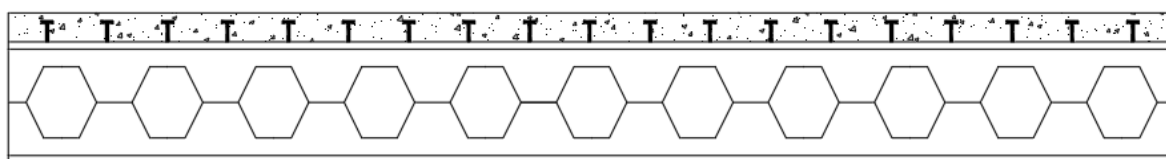


Figura 1.6 – Viga castelada mista de aço e concreto.

1.5 Flambagem Lateral com Distorção

Em vigas mistas contínuas e semicontínuas, nas regiões de momento negativo, a mesa inferior fica comprimida, o que a torna suscetível à flambagem em relação ao seu eixo de maior inércia (eixo situado no plano de flexão da viga), já que a flambagem em relação ao seu eixo de menor inércia é impedida pela alma. Caso a alma não tenha rigidez suficiente à flexão lateral, ela flete (distorce) e a mesa comprimida sofre um deslocamento lateral acompanhado de uma torção (Figura 1.7), caracterizando um estado-limite último denominado flambagem lateral com distorção (FLD).

Em geral, o deslocamento lateral e a torção da mesa inferior (comprimida) na FLD consistem de uma semionda em cada lado do apoio interno, com deslocamento e giro nulo nos apoios, Figura 1.8. O ponto de deslocamento lateral máximo encontra-se afastado do apoio entre duas e três vezes a altura da seção transversal do perfil de aço (JOHNSON, 2004).

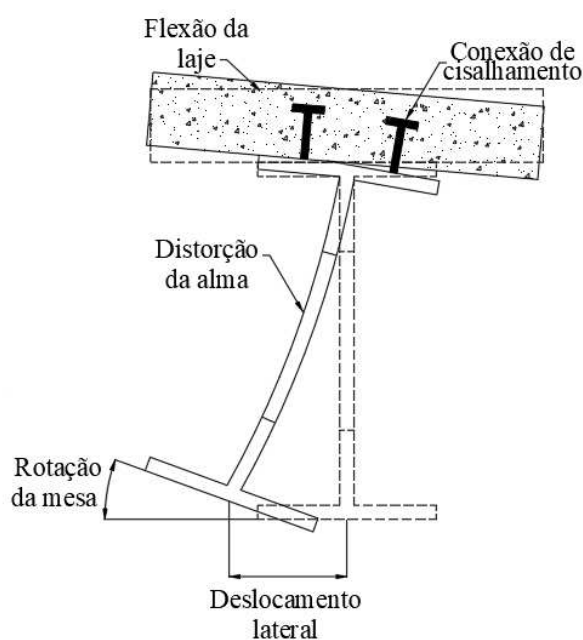


Figura 1.7 – Flambagem lateral com distorção.

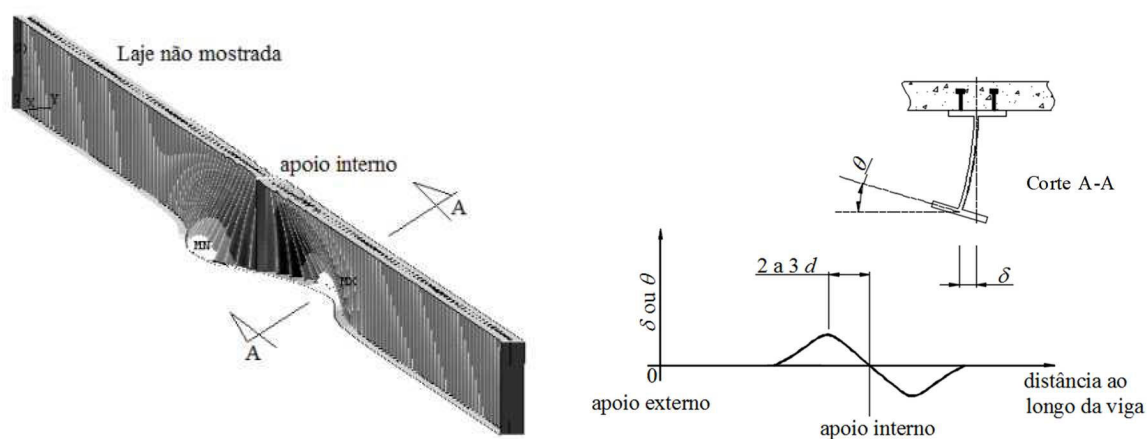


Figura 1.8 – Deformação típica da mesa inferior na FLD (JOHNSON, 2004 – figura da direita).

Diversos fatores podem influenciar na flambagem lateral com distorção, com destaque para a geometria da seção transversal da viga mista, a distribuição de momento fletor ao longo do comprimento da viga, o tipo e a posição do carregamento atuante, as esbeltezes da alma e da mesa inferior, o comprimento da região de momento negativo, as imperfeições iniciais e a rigidez transversal fornecida pelo conjunto formado pela laje de concreto, armadura e conexão de cisalhamento.

Destaca-se que a flambagem lateral com distorção (FLD) se distingue da flambagem local da mesa (FLM), pois, nesta última, o deslocamento é essencialmente vertical (Figura 1.9), não lateral, com o máximo deslocamento da seção transversal distante do apoio de uma distância igual à largura da mesa. A FLM pode ocorrer, quando a razão entre a largura e a espessura da mesa inferior (b_f/t_f) é alta, já a FLD quando essa relação é pequena.

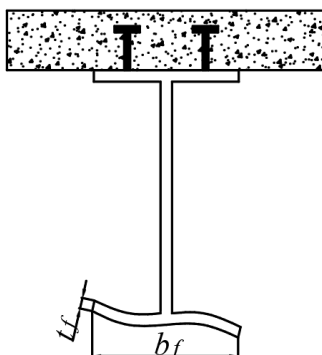


Figura 1.9 – Flambagem local da mesa inferior comprimida.

A norma europeia EN 1994-1-1:2004 e brasileira ABNT NBR 8800:2008 fornecem métodos de cálculo para a determinação do momento fletor resistente na região de momentos negativos, que inclui a verificação do estado-limite de flambagem lateral com distorção, entretanto o procedimento é aplicável somente às vigas mistas com perfis de alma cheia. Não há procedimento normativo que trata da FLD em vigas casteladas mistas de aço e concreto.

1.6 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo principal propor um procedimento de cálculo para a determinação do momento fletor resistente à FLD de vigas casteladas mistas de aço e concreto com perfil I duplamente simétrico de aço submetidas à atuação de força uniformemente distribuída.

Para alcançar o objetivo principal, são definidos os seguintes objetivos específicos:

- a) propor um coeficiente de ajuste para o cálculo da rigidez rotacional da alma, k_2 , considerando o mecanismo “U” invertido para vigas mistas casteladas (ver Capítulo 3), utilizado para o cálculo do momento crítico elástico;
- b) propor um procedimento de cálculo para determinar o momento crítico elástico à flambagem lateral com distorção;

- c) propor uma equação simplificada para a determinação do índice de esbeltez;
- d) propor uma equação para a determinação do fator de redução da FLD.

O momento fletor resistente pode ser obtido, a exemplo das normas brasileira ABNT NBR 8800 e europeia EN 1994-1-1:2004 (ver Subseção 2.3.1), no qual, com o valor do índice de esbeltez, entra-se na curva de resistência e obtém-se o fator de redução. O índice de esbeltez pode ser obtido por meio do momento crítico elástico ou por uma equação simplificada. Uma curva de resistência à FLD de perfis castelados é utilizada para determinar o fator de redução.

1.7 Justificativa

A busca por racionalização e otimização no projeto de estruturas de aço e mistas de aço e concreto tem levado à utilização de soluções estruturais que proporcionem continuidade entre os elementos. Em particular, vigas mistas contínuas e semicontínuas conduzem à melhor distribuição de momento fletor. Outra solução estrutural é a utilização de perfis alveolares, que apresentam maior rigidez que o perfil original e possibilitam a passagem de tubos e dutos pelas aberturas. Com isso, a utilização de vigas casteladas mistas proporcionam a redução da altura do pavimento e estruturas mais leves, o que representa vantagem especialmente importante em edifícios altos.

Na literatura existem poucos estudos experimentais e numéricos de vigas casteladas mistas contínuas e semicontínuas, e esses estudos avaliaram, de forma geral, a influência da esbeltez da viga (razão entre o comprimento e a altura da viga) e do material (resistência ao escoamento do aço) no comportamento da flambagem lateral com distorção. Nenhum desses estudos avaliou de forma sistemática e com abrangência necessária as influências das propriedades geométricas, distribuição do momento fletor, rigidez da laje, deslocamento da linha elástica, imperfeições geométricas e rigidez rotacional na flambagem lateral com distorção.

As normas ABNT NBR 8800:2008 e EN 1994-1-1:2004 fornecem um método de cálculo aproximado para a determinação do momento fletor resistente à flambagem lateral com distorção para a viga mista com perfil de aço de alma cheia. No entanto, nessas normas e em nenhuma outra, não há procedimentos de cálculo para viga castelada mista.

Com base nas justificativas aqui apresentadas, conclui-se que este trabalho pode contribuir de forma relevante para expandir o uso de vigas casteladas mistas de aço e concreto com a

proposição de um procedimento de cálculo para determinar o momento fletor resistente à flambagem lateral com distorção.

1.8 Metodologia

Para alcançar os objetivos deste trabalho, são cumpridas as seguintes atividades, descritas sucintamente a seguir e ilustradas na Figura 1.10:

- 1) revisão bibliográfica rigorosa a respeito da flambagem lateral com distorção (FLD) de vigas casteladas mistas;
- 2) revisão bibliográfica dos procedimentos de determinação do momento fletor resistente à flambagem lateral com distorção das normas brasileira ABNT NBR 8800:2008 e europeia EN 1993-1-1:2005;
- 3) desenvolvimento de um modelo numérico, por meio do método dos elementos finitos (MEF), com a utilização do programa ANSYS 19.0 (ANSYS, 2019), chamado doravante apenas de ANSYS, para determinar um coeficiente de ajuste à rigidez rotacional da alma, para a consideração do mecanismo “U” invertido de vigas casteladas mistas de aço e concreto;
- 4) desenvolvimento de um modelo numérico, para a análise linearizada de flambagem, por meio do método dos elementos finitos (MEF), com a utilização do programa ANSYS, para determinar o momento crítico elástico da viga castelada mista de aço e concreto;
- 5) validação do modelo numérico desenvolvido na atividade anterior, por meio da comparação dos seus resultados com aqueles obtidos analiticamente da flambagem lateral com torção, flambagem por flexão e flambagem por torção, considerando primeiramente apenas um perfil de aço de alma cheia; posteriormente, restrições na mesa superior do perfil de aço foram impostas para simular a laje de concreto tracionada e os resultados comparados com a formulação analítica de Dias *et al.* (2019); e por fim, aberturas na alma foram inseridas e os resultados comparados com resultados de Teixeira (2017), para flambagem lateral com torção, flambagem por flexão e flambagem por torção, e também com resultados numéricos da flambagem lateral com torção de Bezerra *et al.* (2011);

- 6) desenvolvimento de um modelo numérico para análise não linear, por meio do método dos elementos finitos (MEF), com a utilização do programa ANSYS, para a obtenção do comportamento e do momento fletor resistente de vigas casteladas mistas à flambagem lateral com distorção;
- 7) validação do modelo numérico desenvolvido na atividade precedente, por meio de comparação com resultados experimentais de Chen (1992), para viga mista com perfil de alma cheia. Um estudo com vigas casteladas foi realizado com resultados experimentais de Sonck (2013), para verificar a influência das tensões residuais nesses tipos de viga. Por fim, os resultados obtidos com o modelo numérico de Chen (1992), alterando o perfil para castelado e as condições de contorno, foram comparados com os resultados experimentais de Salah e Gizejowski (2010a) para confirmar a validade do modelo para vigas casteladas mistas;
- 8) desenvolvimento de um estudo paramétrico para a avaliação dos parâmetros que influenciam o momento crítico elástico à FLD;
- 9) definição de um procedimento de cálculo para o momento crítico elástico de flambagem lateral com distorção de vigas casteladas mistas;
- 10) desenvolvimento de um estudo paramétrico no qual são estabelecidas as variações dos valores dos diversos parâmetros que influenciam no momento fletor resistente;
- 11) definição de um procedimento de cálculo para o momento resistente à flambagem lateral com distorção de vigas casteladas mistas com proposição de equações para o índice de esbeltez e fator de redução.

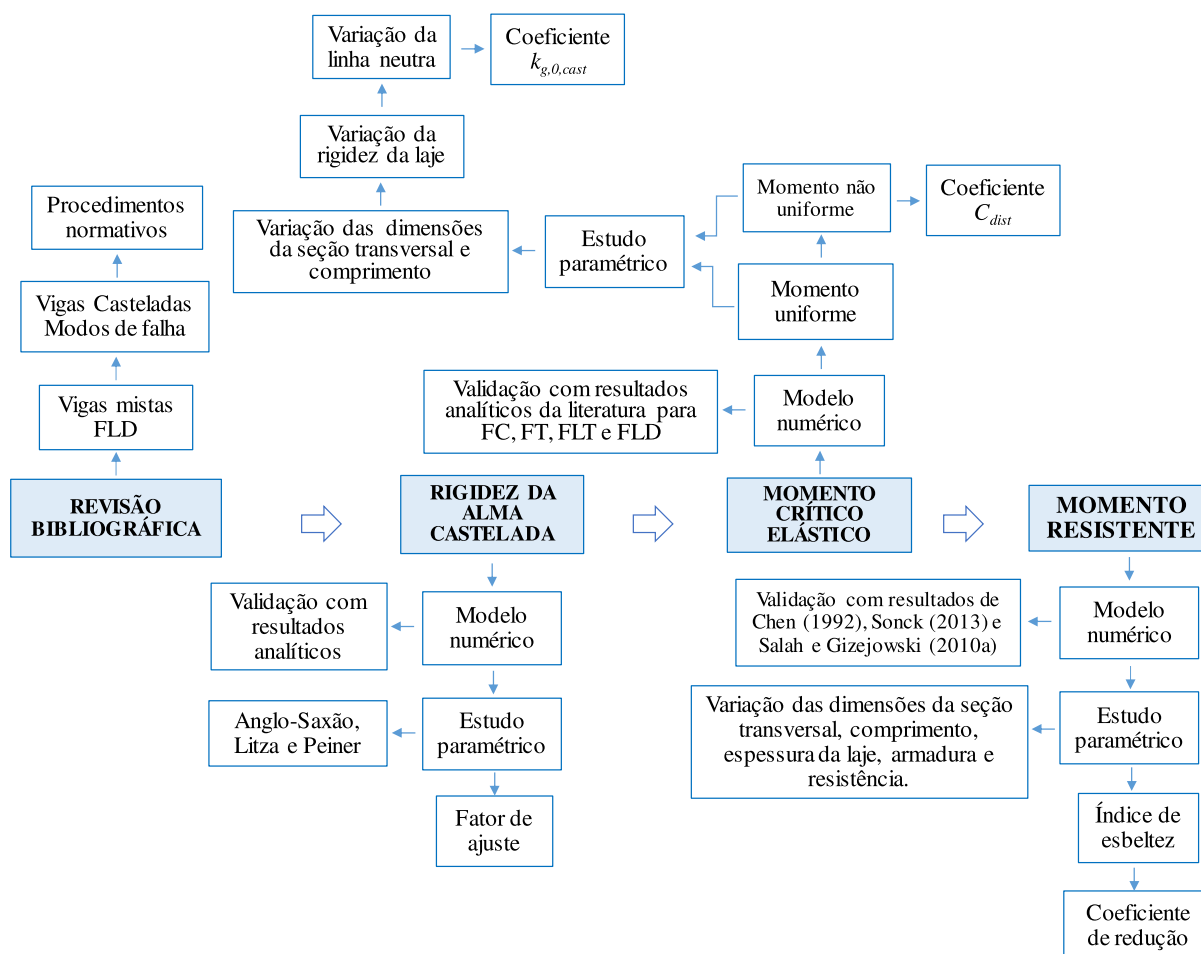


Figura 1.10 – Metodologia.

1.9 Estrutura deste Trabalho

Este trabalho é composto por oito capítulos. Neste primeiro capítulo, apresenta-se uma breve introdução sobre as vigas casteladas, vigas mistas de aço e concreto com perfil de alma cheia, vigas casteladas mistas de aço e concreto, além de conceitos necessários à apresentação do fenômeno de flambagem lateral com distorção (FLD). Neste capítulo também são apresentados os objetivos, a metodologia e a justificativa deste trabalho.

O Capítulo 2 apresenta generalidades sobre vigas alveolares e considerações de cálculo para a determinação do momento resistente à FLD das vigas mistas de aço e concreto com perfil de alma cheia, incluindo a descrição dos métodos de cálculo desse momento fletor negativo segundo a ABNT NBR 8800:2008 e a EN 1994-1-1:2004. Uma revisão da literatura, com base em artigos científicos, dissertações e teses, é apresentada para a assimilação de conceitos fundamentais ao entendimento do comportamento de vigas casteladas mistas de aço e concreto

na região de momento negativo. Também são destacados e discutidos os fatores que podem influenciar no momento fletor resistente à FLD.

No Capítulo 3 é apresentada a definição e aferição da modelagem numérica para a determinação da rigidez rotacional da alma do perfil castelado, além da proposição de um fator de ajuste para a definição da rigidez da alma castelada.

Os Capítulos 4 e 5 apresentam os modelos numéricos para determinação do momento crítico elástico e do momento resistente à FLD, respectivamente.

O Capítulo 6 apresenta um estudo paramétrico com o modelo numérico desenvolvido no Capítulo 4 e a determinação de um procedimento de cálculo para a obtenção do momento crítico à FLD de vigas casteladas mistas de aço e concreto.

O Capítulo 7 apresenta um estudo paramétrico com o modelo numérico desenvolvido no Capítulo 5 e um procedimento de cálculo para a determinação do momento resistente à FLD de vigas casteladas mistas de aço e concreto, bem como as equações do índice de esbeltez e fator de redução.

No Capítulo 8 são apresentadas as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

2

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Considerações Gerais

Neste capítulo, na Seção 2.2, são apresentadas algumas generalidades a respeito dos perfis alveolares, bem como os modos de colapso desses elementos estruturais.

Na Seção 2.3, são apresentados os procedimentos de cálculo do momento fletor resistente à FLD de vigas mistas de aço e concreto com perfil de alma cheia preconizados pelas normas brasileira ABNT NBR 8800:2008 e europeia EN 1994-1-1:2004. A nomenclatura e as definições utilizadas às diversas grandezas que fazem parte das formulações dessas normas baseiam-se, na medida do possível, sempre na norma brasileira, com alguns ajustes e simplificações para facilitar o entendimento e melhorar a fluência do texto. Ressalta-se que não existem procedimentos normativos de cálculos do momento fletor resistente à FLD de vigas casteladas mistas e que o objetivo deste trabalho é propor um procedimento de cálculo para esse tipo de viga mista. Por isso, como referência, foi apresentado o procedimento de cálculo para vigas mistas com perfil I de alma cheia.

Na Seção 2.4 são detalhadas as pesquisas relacionadas com a FLD das vigas mistas com perfis celulares e castelados em temperatura ambiente, uma vez que esses dois tipos de perfis apresentam comportamento semelhante. Essas pesquisas são escassas, com a maioria envolvendo os perfis celulares. É importante mencionar que existem várias pesquisas sobre a flambagem lateral com distorção (FLD) das vigas mistas com o uso de perfis de aço de alma cheia e alma senoidal.

Ainda são descritos, na Seção 2.5, os estudos de Chen (1992), que foram utilizados para calibração do modelo numérico não linear deste trabalho, e os estudos de Dias *et al.* (2019), Oliveira (2018) e Nery *et al.* (2021), que, apesar de serem desenvolvidos a vigas mistas de alma

cheia em temperatura ambiente, apresentam aspectos relevantes relacionados à FLD e à proposição de novos procedimentos de cálculo para a obtenção do momento crítico elástico e do momento resistente referente à FLD.

Finalmente, na Seção 2.6, são discutidos detalhadamente os possíveis fatores que influenciam no valor do momento resistente à FLD.

2.2 Generalidades sobre Vigas Casteladas

As vigas casteladas possuem quatro subdivisões geométricas de utilidade para o entendimento do seu comportamento estrutural: o T superior, o T inferior, o montante e a abertura (também chamada de alvéolo). A Figura 2.1 ilustra cada uma dessas regiões.

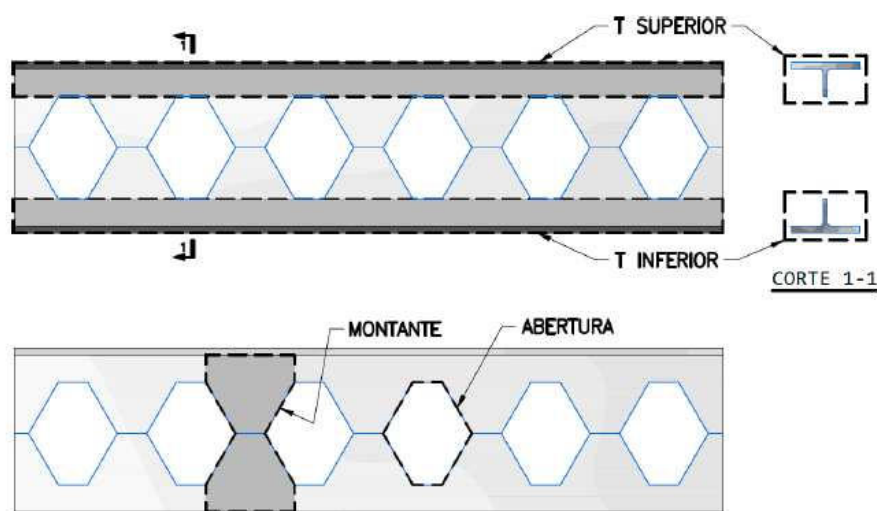


Figura 2.1 – Subdivisões geométricas dos perfis castelados (TEIXEIRA, 2017).

2.2.1 Padrões Geométricos de Vigas Casteladas

As vigas casteladas podem apresentar diversas combinações de abertura e distância entre centros das aberturas. Os padrões de abertura mais difundidos são o Anglo-Saxão (Figura 2.2), o Peiner (Figura 2.3) e o Litzka (Figura 2.4). O padrão Anglo-Saxão tem passo (p), que é a distância entre centros de aberturas, de 1,08 vezes a altura do perfil original (d) e ângulo de abertura hexagonal igual a 60° . O padrão Peiner tem passo (p) igual à altura original do perfil (d); ângulo de abertura hexagonal igual a $63,4^\circ$. O padrão Litzka possui as mesmas características do Peiner, porém, com ângulo da abertura hexagonal de 60° , o que leva a alvéolos hexagonais com todos os lados iguais. Há uma semelhança importante nesses dois últimos

padrões: os montantes e os alvéolos possuem relações tais que o passo pode ser dividido em seis partes iguais. Com isso, os braços de alavanca considerados, nos equilíbrios de momentos, são os mesmos para os dois tipos e as equações de resistência para os dois padrões são as mesmas. O elemento distintivo entre os padrões geométricos citados é a relação a_0/h_a (razão entre a largura da abertura da viga castelada e a altura da abertura). Segundo Galambos *et al.* (1975), a taxa de expansão ótima é de 1,5, pois conduz ao maior ganho de resistência para o perfil alveolar. O uso de taxa de expansão superior a 1,5 resulta em peças menos resistentes.

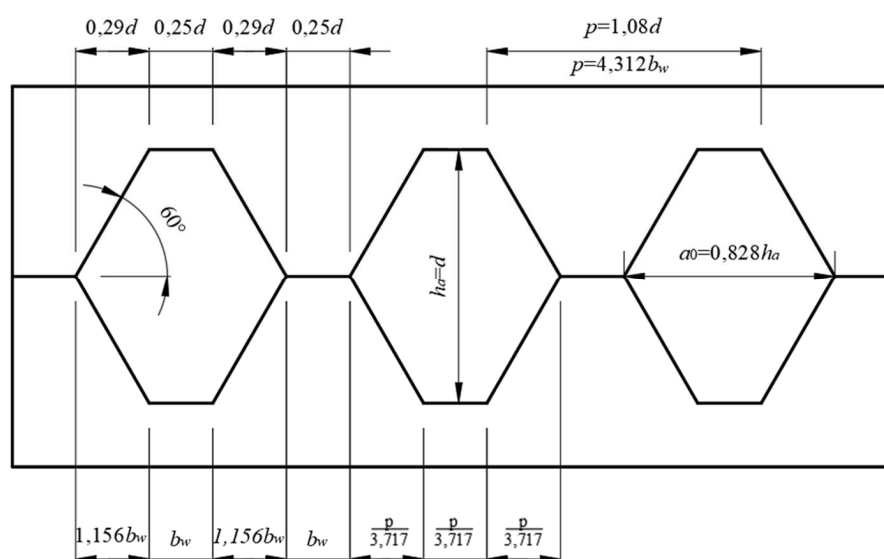


Figura 2.2 – Geometria do padrão Anglo-Saxão.

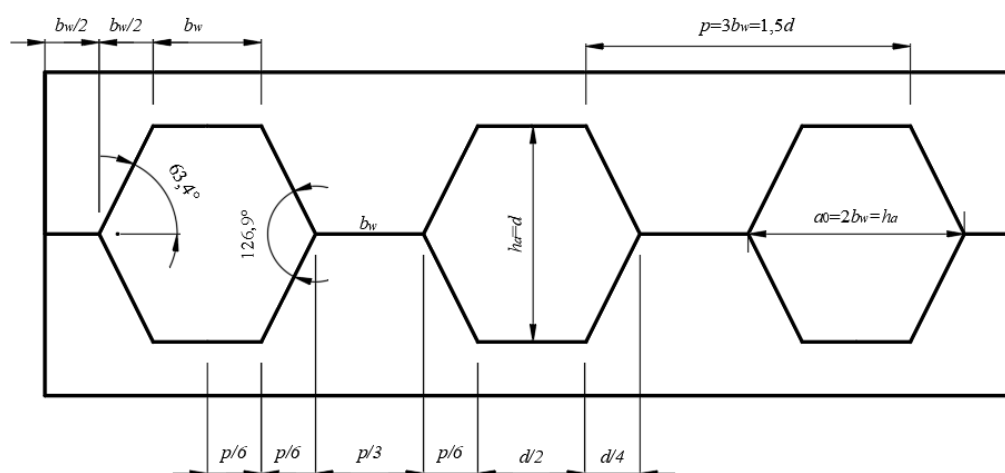


Figura 2.3 – Geometria do padrão Peiner.

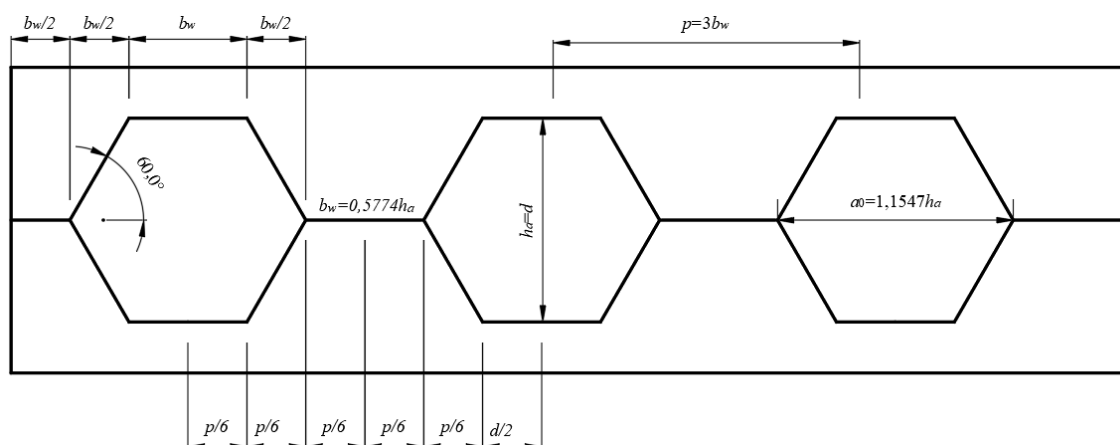


Figura 2.4 – Geometria do padrão Litzka.

Com a possibilidade de se variar o passo e o tamanho das aberturas, há flexibilidade à aplicação das vigas casteladas, permitindo configurações mais apropriadas para coberturas ou para sistemas de piso e maior liberdade de projeto, possibilitando definir a posição dos alvéolos de modo a reduzir os detalhes associados às ligações com outras vigas. Em todos os padrões de vigas casteladas citados, é possível a introdução de chapas expansoras soldadas entre as metades superior e inferior, de forma a aumentar a altura final da seção transversal, conforme mostra a Figura 2.5.

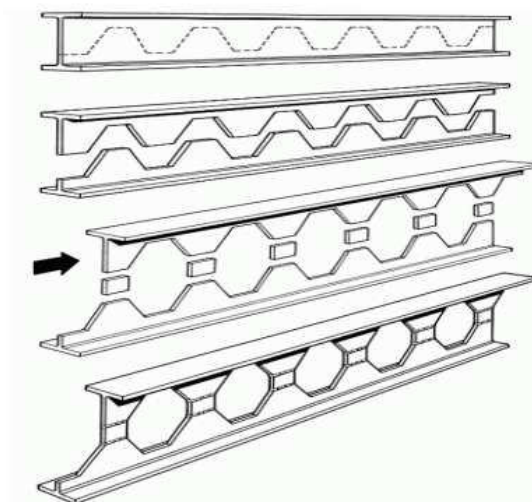


Figura 2.5 – Vigas casteladas com chapas expansoras (GRUMBAUER, 2019).

2.2.2 Modos de Falha

O que torna as vigas alveolares (casteladas e celulares) objetos de atenção especial é a influência que as aberturas na alma têm sobre os modos de falha. O comportamento estrutural dessas vigas

é diferenciado com relação aos perfis I de alma cheia. A presença de aberturas na alma não somente altera os modos de colapso das vigas de alma cheia, como também possibilita o aparecimento de novos modos (KERDAL e NETHERCOT, 1984), causado pela expansão da altura da seção transversal, e ao fato de as bordas das aberturas criadas ficarem livres.

Considerando a atuação de momento fletor e força cortante, os modos de falha que podem ocorrer nas vigas alveolares são:

- formação de mecanismo plástico (FMP);
- ruptura na região da solda no montante de alma (RSM);
- flambagem do montante da alma por cisalhamento (FMAV);
- flambagem do montante da alma por compressão (FMAC);
- flambagem lateral com torção (FLT).

Uma breve descrição desses modos de falha é apresentada nos tópicos seguintes.

2.2.2.1 Formação do Mecanismo Plástico

Vigas esbeltas, geralmente com razão vão pela altura (L/d_g) superior a 20, submetidas ao momento fletor, podem apresentar um modo de falha por plastificação, conforme ilustra a Figura 2.6. Esse modo de falha é caracterizado pelo escoamento causado pela tensão normal de flexão dos Ts superior e inferior, na região de momento fletor máximo, quando a força cortante é nula ou quase nula, levando à formação da rótula plástica. Estudos numéricos recentes mostraram que esse modo de falha raramente ocorre em vigas com razão vão pela altura (L/d_g) inferior a 15 (SILVEIRA, 2011).

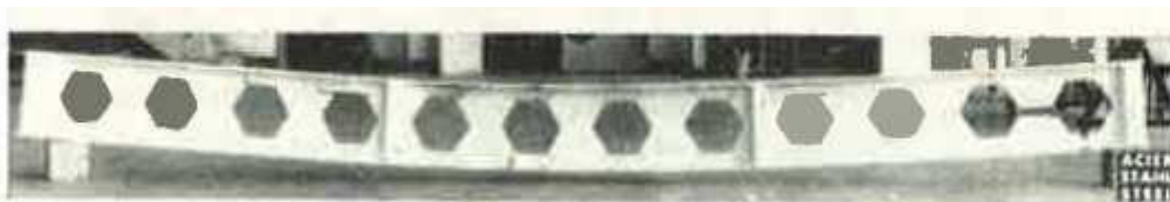


Figura 2.6 – Formação de rótula plástica (HALLEUX, 1967; *apud* SONCK, 2013).

O efeito simultâneo do momento fletor e da força cortante pode ocasionar a formação de quatro rótulas plásticas, nos cantos das aberturas, caracterizando o mecanismo Vierendeel, com

distorção da região como um paralelogramo, conforme ilustra a Figura 2.7. Esse modo de falha depende da geometria da viga e da magnitude do momento fletor e da força cortante produzidos pelo carregamento. A variação da inércia conduz a uma variação da rotação da seção, o que resulta numa deformação diferencial que caracteriza a deformada mostrada na Figura 2.7. Os vértices plastificados sofrem rasgamento (diagonal tracionada – setas vermelhas) ou esmagamento (diagonal comprimida – região verde).

O mecanismo Vierendeel ocorre pela interação dos momentos secundários, que surgem na região do alvéolo como resultado da força cortante atuando nas aberturas, com momento fletor global e força de cisalhamento localizadas (PANEDPOJAMAN *et al.*, 2014). O momento fletor global produzido pelo carregamento é chamado de momento primário. Os momentos secundários, também conhecidos como momento Vierendeel, são consequências do cisalhamento nas seções em tês nas extremidades das aberturas, e têm relação direta com o comprimento das aberturas (DEMIRDJIAN, 1999).

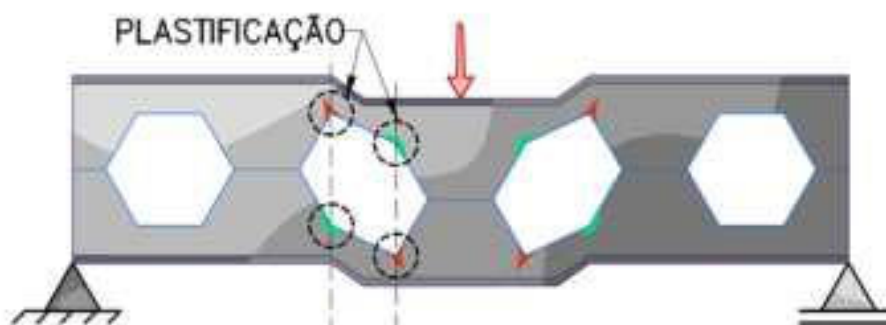


Figura 2.7 –Mecanismo Vierendeel (TEIXEIRA, 2017).

2.2.2.2 Ruptura na Solda no Montante de Alma

A seção mínima do montante de alma (menor largura) é aquela na qual se encontra o cordão de solda que une as metades superior e inferior da viga castelada. A ruptura na junção das duas metades do perfil ocorrerá quando a força horizontal de cisalhamento nessa região exceder a força resistente de solda (Figura 2.8). Esse modo de falha depende do comprimento entre as aberturas (quanto menor o comprimento, maior a possibilidade de ocorrência).



Figura 2.8 – Ruptura da solda (KERDAL e NETHERCOT, 1984).

2.2.2.3 Flambagem do Montante da Alma por Cisalhamento

A alta força cortante atuante na viga pode causar a flambagem do montante da alma por cisalhamento. A força cortante horizontal, V_h , atuando ao longo da solda, produz um momento no montante da alma, que é equilibrado pela força cortante vertical $V_{sd}/2$, conforme ilustra a Figura 2.9. Assim, tomando a metade superior do montante de alma, a face AB fica tracionada e a face CD comprimida. A flambagem do montante de alma é, portanto, caracterizada pelo deslocamento transversal (em sentidos opostos) da metade superior e inferior da diagonal comprimida na borda das aberturas e pela torção da seção de montante.

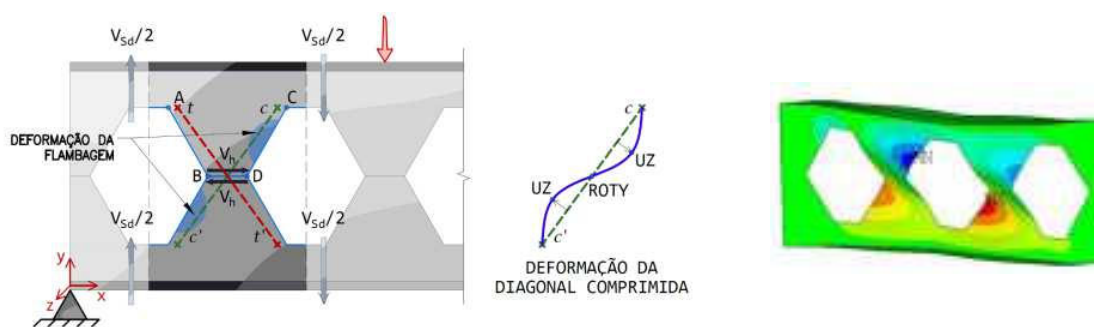


Figura 2.9 – Flambagem do montante da alma pela força cortante (TEIXEIRA, 2017).

O montante de alma pode sofrer instabilidade ou plastificação por cisalhamento, dependendo da esbelteza, pelo efeito da força cortante $V_{sd}/2$. A força de cisalhamento horizontal e o momento, indicados na Figura 2.10, são consequência secundária da ação da força cortante $V_{sd}/2$.

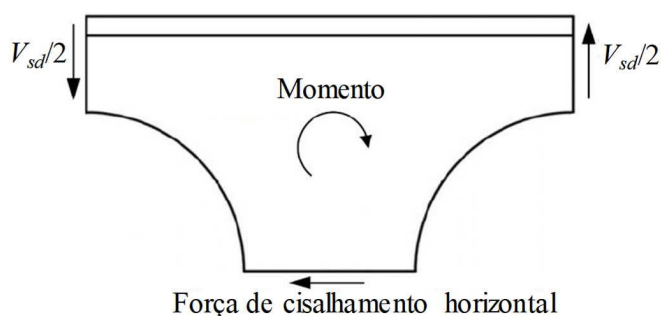


Figura 2.10 – Momento causado pela força de cisalhamento (adaptado de GRILO, 2018).

Observa-se que cada metade da seção, acima e abaixo da linha de solda do montante, fica sujeita a uma força cortante constante e a um momento fletor que cresce com a distância do eixo da viga, conforme mostra a Figura 2.11-a. Porém a seção resistente varia, de modo que se tem um efeito combinado de tensões normais e de cisalhamento, que, em função da variação da seção do montante ao longo da altura, atingem um valor crítico em algum ponto intermediário entre o centro e o topo da extremidade do montante. Na Figura 2.11-b, é mostrada uma distribuição de tensões de von Mises, no montante da alma celular, decorrente do efeito combinado de tensões normais e de cisalhamento no montante de alma. É possível perceber a formação de duas rótulas plásticas, uma acima e outra abaixo da emenda do montante, evidenciando que as tensões máximas de von Mises, nesse caso, não acontecem na região da emenda (VALENTE, 2018).

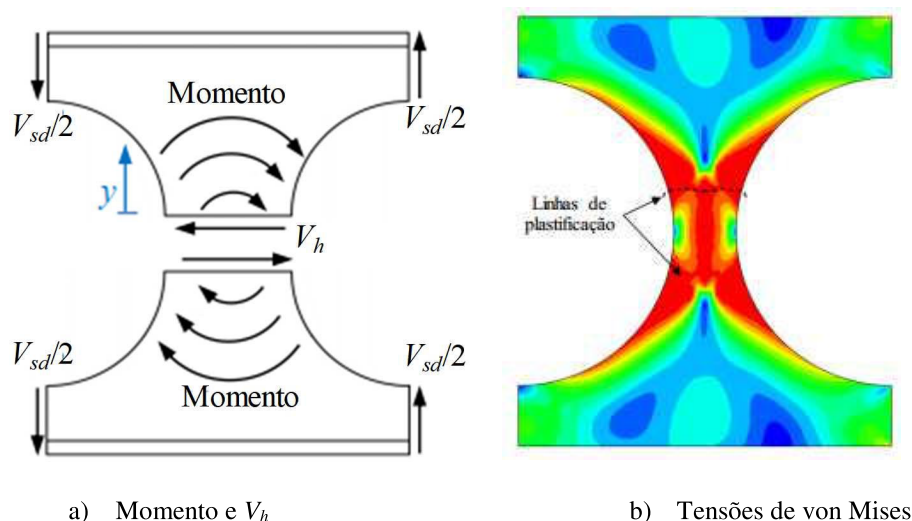


Figura 2.11 – Esforços atuantes no montante de alma em decorrência do efeito da força cortante (adaptado de GRILO *et al.*, 2018).

Diversos estudos recentes, tais como, Tsavdaridis e Mello (2011), Panedpojaman *et al.* (2014) e Grilo *et al.* (2018) abordaram o tema para perfis somente de aço e Ferreira *et al.* (2021a, b e c) para vigas alveolares mistas.

2.2.2.4 Flambagem do Montante da Alma por Compressão

A flambagem por compressão do montante da alma é causada pelo momento fletor e pode ocorrer em determinados casos em que a alma é comprimida pelas mesas. Nessa flambagem o montante da alma sofre um deslocamento para fora do plano da viga sem que ocorra torção (Figura 2.12), conforme descrito anteriormente em 2.2.2.3. Esse modo de falha ocorre, em geral, em vigas sujeitas a força concentrada sem a presença de enrijecedores, mas pode, em algumas situações, ser observado em vigas com carregamento uniformemente distribuído (TEIXEIRA, 2017; VIEIRA, 2011 e VALENTE, 2018).

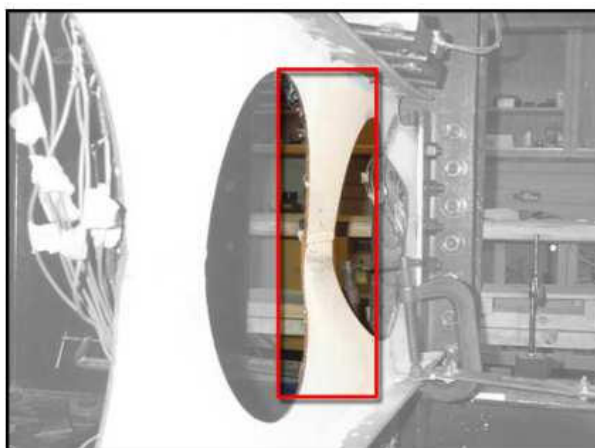


Figura 2.12 – Flambagem por compressão do montante da alma (adaptado de HOFFMAN *et al.*, 2006).

2.2.2.5 Flambagem Lateral com Torção

A flambagem lateral com torção (FLT) de vigas alveolares se dá de forma muito similar àquela observada em perfis de alma cheia. O fenômeno é causado pelo momento fletor atuante em relação ao eixo de maior momento de inércia da seção transversal e caracterizado pela translação lateral e torção combinadas (Figura 2.13). Sucintamente, esses dois movimentos podem ser explicados pelo efeito desestabilizante da parte comprimida da seção transversal que tende a se movimentar lateralmente e é parcialmente contida pela parte tracionada. Embora a FLT de perfis de aço com seção transversal do tipo I seja fundamentalmente influenciada pela inércia em relação ao eixo que passa pela linha média da alma, estudos recentes demonstram

que a presença das aberturas na alma afeta a capacidade das vigas alveolares nesse modo de falha (ABREU, 2011; BEZERRA *et al.*, 2011; SONCK e BELIS, 2016).

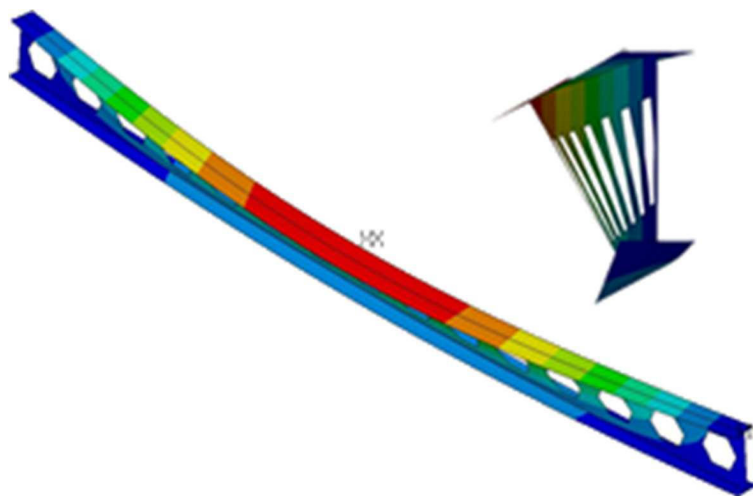


Figura 2.13 – Flambagem lateral com torção (TEIXEIRA, 2017).

2.3 Métodos Normativos

2.3.1 Considerações Iniciais

A norma brasileira ABNT NBR 8800:2008 fornece um método para a determinação do momento fletor resistente à flambagem lateral com distorção (FLD) das vigas mistas de aço e concreto similar ao da norma europeia EN 1994-1-1:2004, que consiste nas seguintes etapas:

- a) determinação do momento crítico elástico (M_{cr}) por intermédio do mecanismo “U” invertido (ver Subseção 2.3.2) e considerando a rigidez rotacional desse mecanismo (ver Subseção 2.3.3);
- b) determinação de um parâmetro de esbeltez, dado por:

$$\lambda_{dist} = \sqrt{\frac{M_{Rk}^-}{M_{cr}}} \quad (2.1)$$

em que M_{Rk}^- é o momento fletor resistente nominal, na região de momento negativo, considerando a seção transversal constituída pelo perfil de aço e a armadura longitudinal (na direção do eixo da viga) da laje de concreto (momento resistente da seção transversal);

c) com o valor de λ_{dist} , entra-se na curva de resistência à compressão axial da norma e obtém-se o fator de redução χ_{dist} ;

d) com χ_{dist} chega-se ao momento resistente de cálculo por meio da expressão:

$$M_{dist,Rd}^- = \chi_{dist} M_{Rd}^- \quad (2.2)$$

em que M_{Rd}^- é o momento fletor resistente de cálculo da seção transversal, na região de momento negativo (determinado de forma similar a M_{Rk}^- , com a introdução dos coeficientes de ponderação da resistência para reduzir as resistências ao escoamento dos aços do perfil e da armadura longitudinal da laje).

2.3.2 Mecanismo “U” Invertido

A norma brasileira ABNT NBR 8800:2008 e a norma europeia EN 1994-1-1:2004 adotam o mecanismo “U” invertido para a determinação do momento crítico elástico de FLD, no qual se considera que a laje de concreto esteja sobre duas ou mais vigas de aço paralelas, conforme ilustrado na Figura 2.14 para dois perfis.

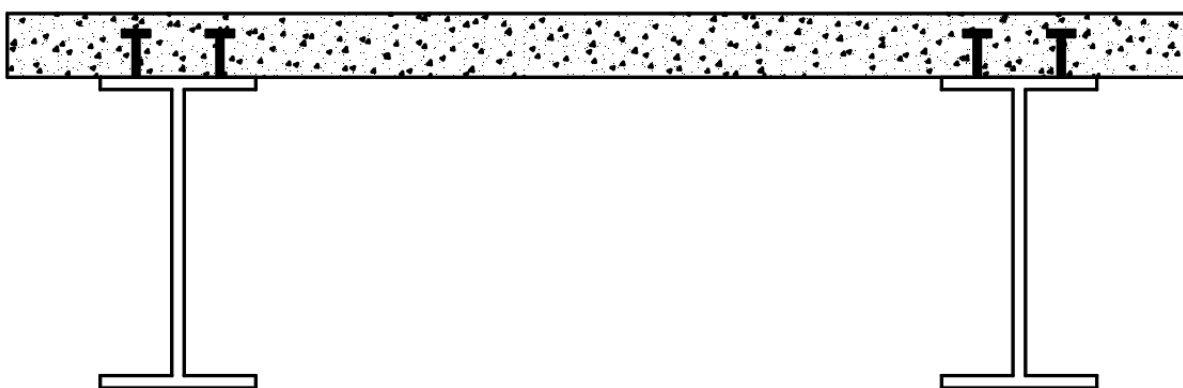
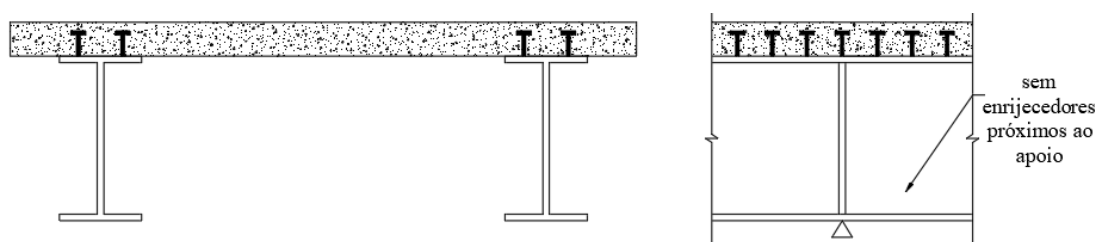


Figura 2.14 – Mecanismo “U” invertido com duas vigas de aço.

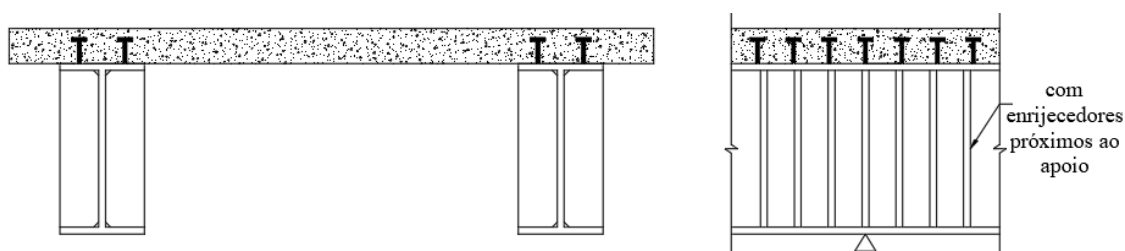
Segundo Fan (1990), o mecanismo “U” invertido é mais adequado para representar o comportamento à FLD, se comparado ao modelo de uma viga mista composta por um único perfil de aço sobreposto por uma laje de concreto (seção transversal “T”), pois retrata de forma mais apropriada as restrições ao deslocamento lateral e a torção impostas ao perfil de aço pela laje de concreto e pela conexão de cisalhamento. O mecanismo “U” tem ainda relação direta

com as situações usuais, uma vez que, em boa parte das construções, utilizam-se sistemas de pisos compostos por vigas de aço paralelas igualmente espaçadas sob a laje de concreto.

Na literatura constam dois tipos de mecanismo “U” invertido, o contínuo (Figura 2.15-a), que possui enrijecedores verticais somente nos apoios internos, e o discreto (Figura 2.15-b), que possui enrijecedores transversais regularmente espaçados em toda a região de momento negativo, o que contribui para a restrição à FLD.



a) Mecanismo “U” contínuo com duas vigas



b) Mecanismo “U” discreto com duas vigas

Figura 2.15 – Tipos de mecanismo “U” invertido.

As normas ABNT NBR 8800:2008 e EN 1994-1-1:2004 somente apresentam formulações considerando o mecanismo “U” contínuo para a verificação de vigas mistas. De modo similar, neste trabalho, o mecanismo de interesse foi o mecanismo “U” contínuo.

2.3.3 Rigidez Rotacional

Uma grandeza fundamental ao cálculo do momento crítico elástico (M_{cr}) é a rigidez rotacional da viga mista, k_r , também conhecida como rigidez rotacional do mecanismo “U” invertido. Essa rigidez, considerada simplificada, por meio de uma mola de rotação situada na mesa superior de um perfil de aço, permite reproduzir a influência do mecanismo “U” no momento fletor resistente à FLD, considerando a flexão da laje, a distorção da alma e a deformação da conexão de cisalhamento (Figura 2.16 – ver também Figura 1.7). Segundo Johnson (2004), essa

rigidez é obtida por unidade de comprimento da viga, relacionando o momento ao ponto A, situado no centro geométrico da mesa superior, causado por forças de perturbação F de sentidos opostos aplicadas nas mesas inferiores das vigas paralelas do mecanismo “U”, com a rotação correspondente a θ dessas mesas. Essa rotação é obtida pela razão entre o deslocamento lateral da mesa inferior (δ) e a distância entre os centros geométricos das mesas do perfil de aço (h_0). Já o momento fletor no ponto A é o produto entre a força F e a distância h_0 . Tomando uma das vigas, a rotação no ponto A será igual a δ/h_0 e, como o momento em A é dado pelo produto Fh_0 , obtém-se a seguinte expressão geral para a rigidez rotacional:

$$k_r = \frac{F h_0}{\delta / h_0} \quad (2.3)$$

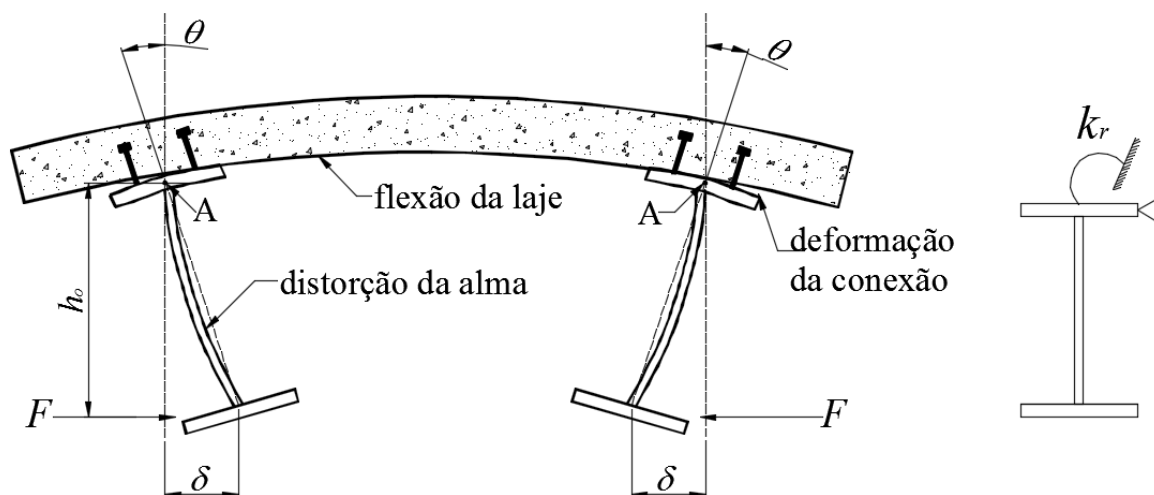


Figura 2.16 – Rigidez rotacional de uma viga mista (OLIVEIRA, 2018).

A rigor, para determinar de forma precisa o valor da rigidez rotacional k_r , é necessário realizar análises experimentais ou numéricas. Alternativamente à execução dessas análises, essa grandeza pode ser obtida como resultante da associação em série da rigidez à flexão da laje fissurada (k_1), da rigidez à flexão transversal da alma do perfil de aço (k_2) e da rigidez da conexão de cisalhamento (k_3), conforme segue:

$$k_r = \left(\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3} \right)^{-1} \quad (2.4)$$

Para o cálculo da rigidez à flexão da laje, k_1 , considera-se a laje como uma viga engastada nos perfis. Essa rigidez é caracterizada pelos momentos fletores que surgem ao aplicar rotações unitárias nos engastes (Figura 2.17) e, de forma generalizada, pode ser obtida como:

$$k_1 = \frac{\alpha (EI)_2}{a} \quad (2.5)$$

em que a é a distância entre as vigas paralelas do mecanismo “U” invertido e α é um coeficiente que depende da posição da viga em consideração. Se a viga estiver na extremidade da laje, α é igual a 2 e, se a viga é interna, α é igual a 3 (para vigas internas com quatro ou mais vigas similares, pode-se adotar α igual a 4) e o termo $(EI)_2$ representa a rigidez à flexão da seção mista homogeneizada da laje por unidade de comprimento da viga, desconsiderando o concreto tracionado, tomada como o menor valor entre as rigidezes no meio do vão e no apoio interno.

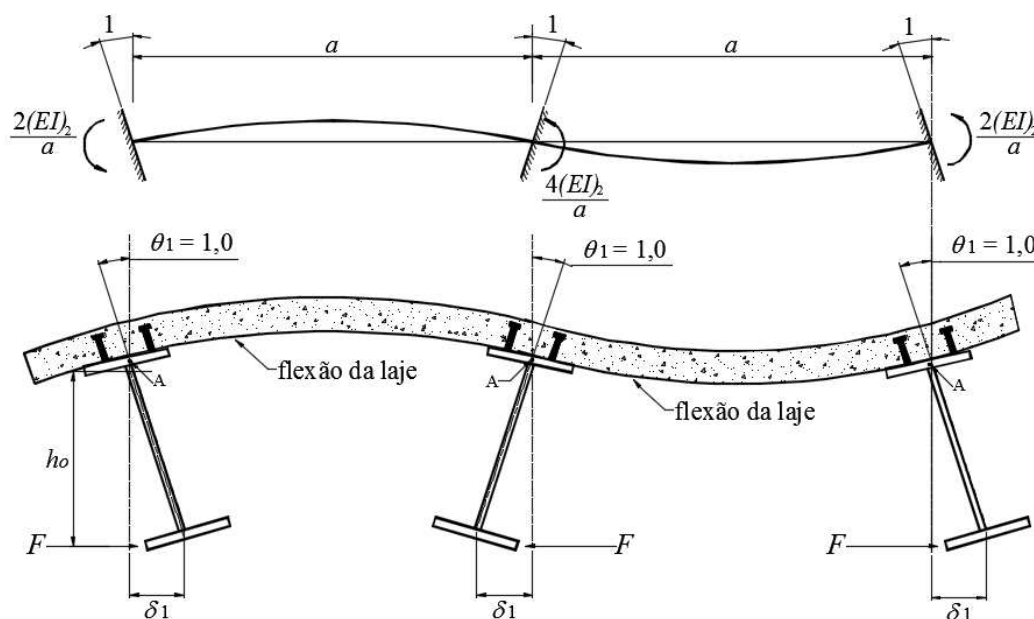


Figura 2.17 – Rigidez à flexão da laje fissurada (CALENZANI, 2008).

A rigidez à flexão da alma cheia do perfil de aço, k_2 , é obtida considerando-se a alma como uma placa engastada no centro geométrico da mesa superior e livre no centro geométrico da mesa inferior, em que atua uma força F , conforme ilustra na Figura 2.18.

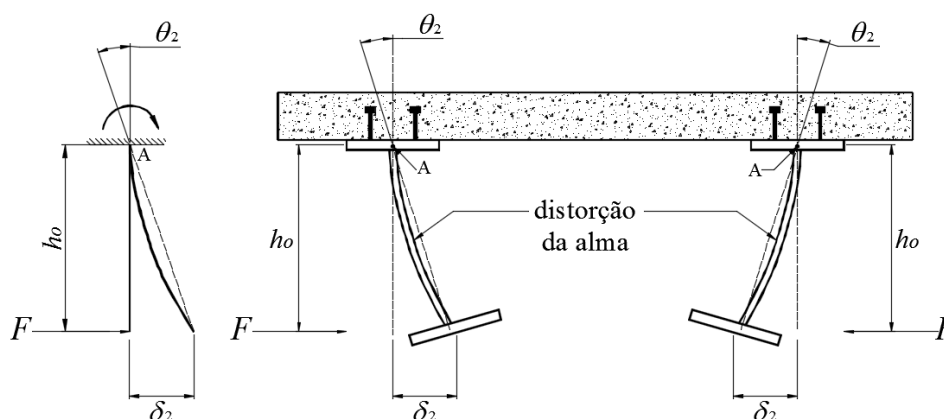


Figura 2.18 – Rigidez à flexão da alma do perfil de aço (CALENZANI, 2008).

A relação entre a força F e o deslocamento δ_2 é dada pela expressão:

$$\frac{F}{\delta_2} = \frac{3D}{h_0^3} \quad (2.6)$$

em que D é a rigidez à flexão da placa por unidade de comprimento.

De acordo com a Equação (2.3) e reorganizando a Equação (2.6), obtém-se:

$$k_2 = \frac{3D}{h_0} \quad (2.7)$$

A rigidez rotacional da placa por unidade de comprimento pode ser calculada, segundo Timoshenko e Gere (1961), por:

$$D = \frac{E_a t_w^3}{12(1 - \nu_a^2)} \quad (2.8)$$

em que E_a e ν_a são, respectivamente, o módulo de elasticidade longitudinal e o coeficiente de Poisson do aço do perfil e t_w é a espessura da alma do perfil de aço. Substituindo a Equação (2.8) na Equação (2.7), o valor de k_2 por unidade de comprimento é obtida por:

$$k_2 = \frac{E_a t_w^3}{4h_0(1 - \nu_a^2)} \quad (2.9)$$

É importante destacar que a rigidez à flexão transversal da alma, k_2 , determinada para placa sem aberturas, descrita na Equação (2.9), deve ser adaptada, no caso de vigas alveolares, para a consideração dos alvéolos, sendo seu cálculo proposto neste trabalho.

A rigidez à flexão da conexão de cisalhamento (k_3) representa o momento atuante no centro geométrico da mesa superior quando se impõe uma rotação unitária para a ligação entre o perfil de aço e a laje de concreto armado (Figura 2.19). A determinação analítica dessa rigidez é bastante complexa. De acordo com Johnson e Molenstra (1990) *apud* Calenzani (2008) e Dietrich *et al.* (2017), ela costuma ter valor muito elevado, quando o perfil I de aço é de alma cheia, influenciando em menos de 1% a rigidez rotacional k_r , para o caso de conexão de cisalhamento com dois conectores de cisalhamento soldados na seção transversal e em menos de 5%, para o caso de conexão de cisalhamento com um conector de cisalhamento soldado na seção transversal. Por essa razão, a rigidez k_3 geralmente é desconsiderada nos cálculos. Nos casos de almas alveolares, em que a presença da abertura reduz a rigidez da alma, a influência da conexão de cisalhamento obviamente se torna ainda menos relevante.

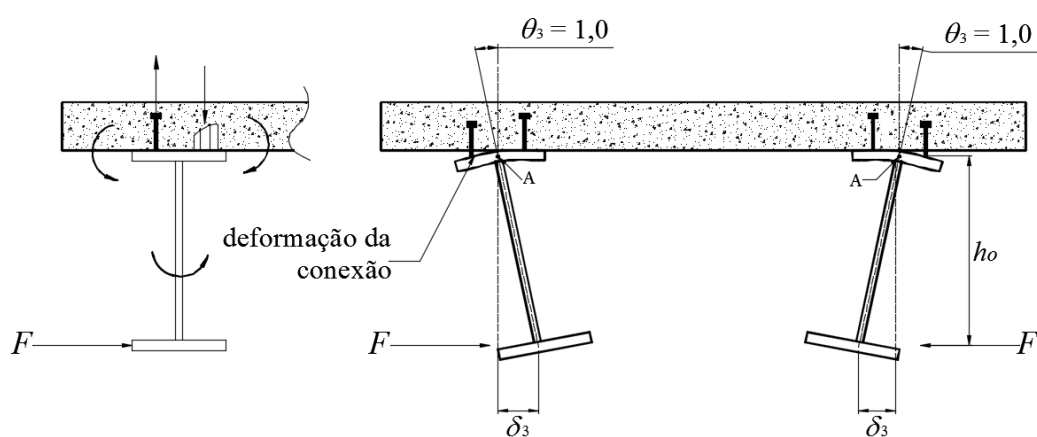


Figura 2.19 – Rigidez da conexão de cisalhamento (CALENZANI, 2008).

2.3.4 Cálculo do Momento Resistente segundo a EN 1994-1-1:2004

A norma europeia EN 1994-1-1:2004 prescreve um método de cálculo para a obtenção do momento resistente à FLD em vigas mistas de aço e concreto apenas para perfil de aço com seção transversal I de alma cheia que pertença à classe 1, 2 ou 3, ou seja, perfil que não sofre flambagem local em regime elástico.

As seções de classes 1 e 2 atingem o momento plástico e podem ser dimensionadas considerando a distribuição plástica ou elástica de tensões. Ao dimensionar as seções, considerando a distribuição plástica das tensões, obtém-se maior momento resistente. As seções de classe 3 não atingem o momento de plastificação e podem ser dimensionadas apenas considerando a distribuição elástica de tensões.

A classificação do perfil é feita de acordo com a razão entre a largura do elemento submetido a tensões de compressão (c) e sua espessura, conforme a Tabela 2.1. Segundo Dujmovic *et al.* (2015), para levar em conta que apenas parte da alma do perfil de aço está submetida à tensão de compressão na região de momento negativo, deve-se calcular o parâmetro α para a classificação da alma (Figura 2.20) pela seguinte equação:

$$\alpha = \frac{1}{c} \left[\frac{d}{2} + \frac{1}{2} \frac{A_{sl} f_{sd}}{t_w f_{yd}} - (t_f + r) \right] \quad (2.10)$$

em que t_w e t_f são a espessura da alma e da mesa do perfil de aço, respectivamente, d é a altura do perfil de aço, r o raio de concordância entre a mesa e a alma nos perfis laminados (caso seja perfil soldado, r é igual a zero), f_{yd} e f_{sd} são a resistência de cálculo ao escoamento do perfil de aço e da armadura, respectivamente e A_{sl} a área da armadura negativa na região do apoio interno. O valor de c corresponde à altura total da alma do perfil de aço submetida a tensões de tração e compressão, descontando-se os raios de concordância entre as mesas e a alma do perfil laminado ou os lados dos filetes de solda nos perfis soldados, indicados por r , sendo calculada como:

$$c = h - 2t_f - 2r \quad (2.11)$$

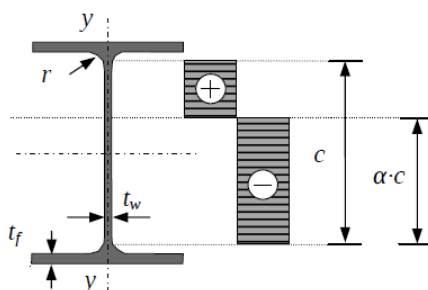


Figura 2.20 – Distribuição da tensão na região de momento negativo para perfil de classe 1 e 2 (DUJMOVIC *et al.*, 2015).

A largura c , quando a mesa do perfil é comprimida, é igual à metade da largura total desse elemento (comprimento medido entre a extremidade da mesa e o eixo y), descontando-se a semiespessura da alma e o raio de concordância entre as mesas e a alma nos perfis laminados ou o lado do filete de solda nos perfis soldados.

Tabela 2.1 – Classificação da seção transversal do perfil de aço de acordo com a norma europeia EN 1993-1-1:2005.

Classificação da esbeltez	Classe 1 (Plástica)	Classe 2 (Compacta)	Classe 3 (Semicompacta)	
Análise da seção transversal	plástica	plástica	elástica	
Máxima razão c/t_f para mesa do perfil	$9\sqrt{\frac{235}{f_y}}$	$10\sqrt{\frac{235}{f_y}}$	$14\sqrt{\frac{235}{f_y}}$	
Máxima razão c/t_w para alma do perfil	se $\alpha > 0,5$	$\frac{396}{(13\alpha - 1)}\sqrt{\frac{235}{f_y}}$	se $\psi > 1$	$\frac{42}{(0,67 + 0,33\psi)}\sqrt{\frac{235}{f_y}}$
	se $\alpha \leq 0,5$	$\frac{36}{\alpha}\sqrt{\frac{235}{f_y}}$	se $\psi \leq 1$	$62(1 - \psi)\sqrt{\psi}\sqrt{\frac{235}{f_y}}$

Para os perfis de classe 3 da Tabela 2.1, o parâmetro ψ corresponde à parcela comprimida em regime elástico, conforme mostra a Figura 2.21, sendo dado por:

$$\psi = \frac{y_{cg}}{d - y_{cg}} \quad (2.12)$$

em que d é a altura total do perfil de aço e y_{cg} é a posição do centro geométrico da seção mista.

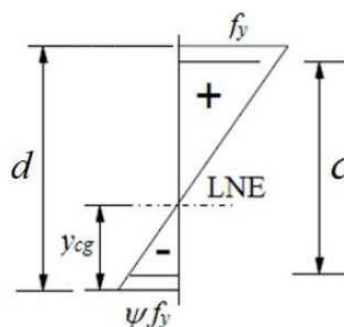


Figura 2.21 – Distribuição da tensão na região de momento negativo para perfil de aço classe 3 ilustrado pela norma EN 1993-1-1:2005.

O momento fletor resistente à FLD de vigas mistas de aço e concreto com perfil de aço com seção transversal de classe 1, 2 ou 3 é obtido pela Equação (2.2), segundo a EN 1994-1-1:2004, na qual M_{Rd}^- é o momento resistente de cálculo de plastificação, na região de momentos negativos para as seções de classes 1 e 2, envolvendo o perfil de aço e a armadura da laje de concreto e considerando interação completa entre o perfil de aço e a laje. Para o perfil de aço com seção transversal de classe 3, a norma prescreve a adoção do momento resistente de cálculo correspondente ao início do escoamento.

Na literatura existem poucos trabalhos sobre a influência das imperfeições geométricas iniciais e das tensões residuais e de escoamento do aço na FLD. A norma EN 1994-1-1:2004 adota quatro curvas de resistência à compressão axial, fornecidas na EN 1993-1-1:2005, para a obtenção do fator de redução χ_{dist} . Essas curvas, denominadas a, b, c e d, estão mostradas na Figura 2.22, sendo que a norma fornece as expressões para cada uma delas. A seleção entre elas depende do tipo de fabricação do perfil, das dimensões da seção transversal e do tipo de aço, conforme mostra a Tabela 2.2.

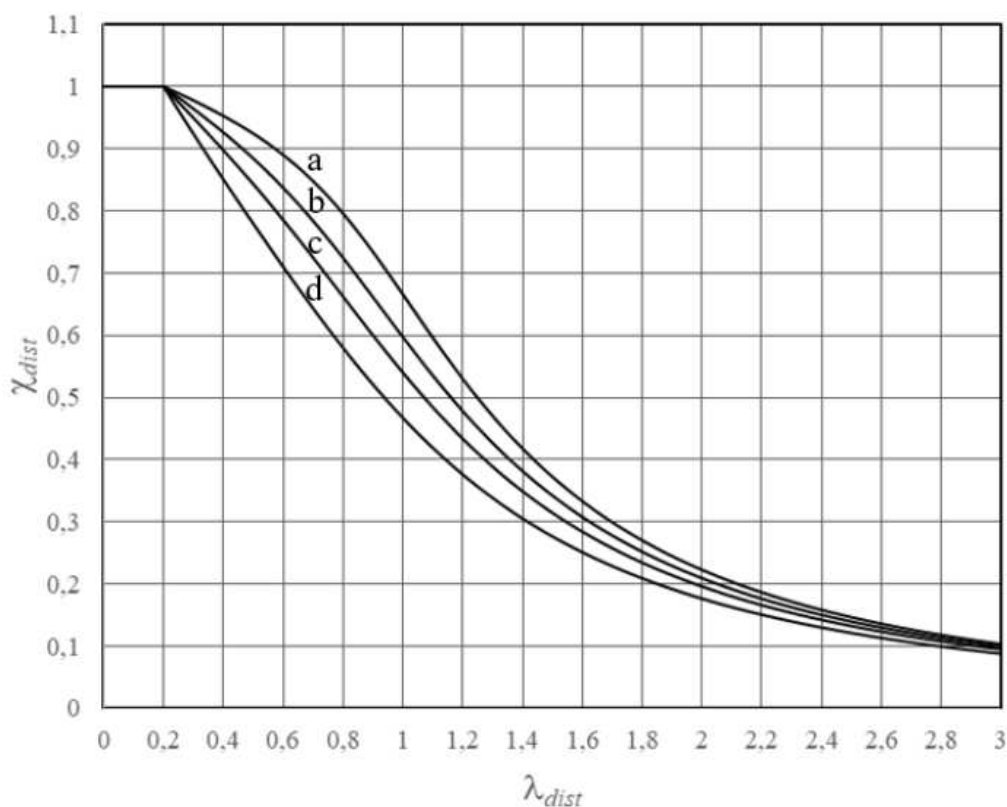


Figura 2.22 – Curvas de resistência à compressão (adaptadas da EN 1993-1-1:2005).

Tabela 2.2 – Seleção da curva de resistência à compressão para FLD conforme a EN 1993-1-1:2005 para seção transversal constante.

Perfil I fletido em relação ao eixo perpendicular à alma	Razão entre altura do perfil (d) e a largura das mesas (b_f)	Curva de flambagem
Laminado	≤ 2	a
	> 2	b
Soldado	≤ 2	c
	> 2	d
Outros	-	d

O parâmetro de esbeltez λ_{dist} deve ser calculado pela Equação (2.1), sendo M_{cr} o momento crítico elástico e M_{Rk}^- o momento fletor resistente nominal, calculado como momento de plastificação para seções de classes 1 e 2 e, como momento correspondente ao início do escoamento para seções da Classe 3 e ambos na região de momento negativo.

A EN 1994-1-1:2004, diferentemente da ABNT NBR 8800:2008, não fornece uma expressão para a determinação do momento crítico, mas recomenda adotar o mecanismo “U” invertido, conforme mostra a Figura 2.23. A norma despreza a influência da conexão de cisalhamento, k_3 e utiliza as fórmulas de k_1 e k_2 dadas pelas equações (2.5) e (2.9), respectivamente, para o cálculo da rigidez rotacional da viga mista, k_r , calculada conforme Equação (2.4) sem a parcela $1/k_3$. Adicionalmente, a norma recomenda adotar o efeito favorável da torção de Saint-Venant, $G_a J_a$, na seção do perfil de aço para o cálculo do M_{cr} .

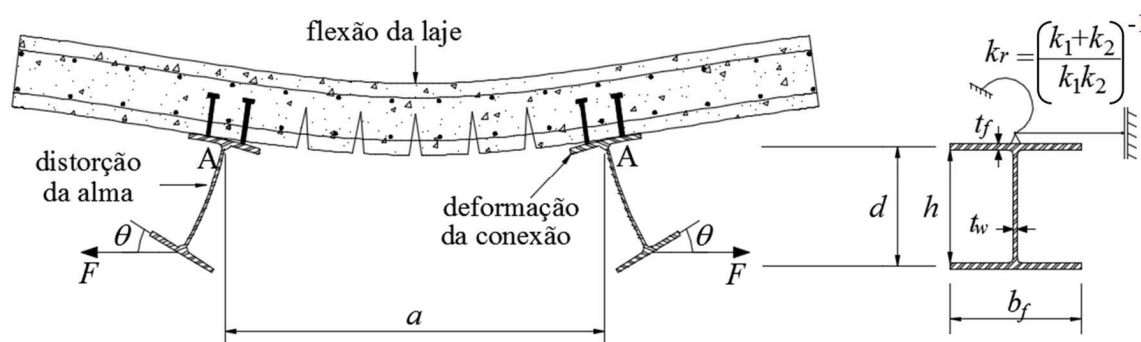


Figura 2.23 – Mecanismo “U” invertido para resistência à FLD da EN 1994-1-1:2004.

2.3.5 Cálculo do Momento Resistente segundo a ABNT NBR 8800:2008

O procedimento de cálculo da norma brasileira ABNT NBR 8800:2008 para a determinação do momento fletor resistente à FLD em vigas mistas de aço e concreto, na região de momento negativo, é similar ao da EN 1994-1-1:2004, introduzindo algumas particularidades. A primeira delas é não permitir a possibilidade de flambagem local da alma e da mesa, mesmo em regime inelástico. Para isso, a norma exige a adoção de um perfil de aço compacto, com os limites da razão entre largura e espessura da alma e da mesa comprimida apresentados na Tabela 2.3, em que h_p é o dobro da altura da parte comprimida da alma, subtraído de duas vezes o raio de concordância entre a mesa e a alma nos perfis laminados, e b_f é a largura da mesa.

Tabela 2.3 – Limites para o dimensionamento pela ABNT NBR 8800:2008.

Alma	Mesa
$\frac{h_p}{t_w} = 3,76 \sqrt{\frac{E_a}{f_y}}$	$\frac{b_f}{2t_f} = 0,38 \sqrt{\frac{E_a}{f_y}}$

A ABNT NBR 8800:2008 recomenda obter o momento resistente de plastificação com a distribuição de tensões dada na Figura 2.24 para a determinação do momento fletor resistente de cálculo de vigas compactas, M_{Rd}^- , por meio da equação:

$$M_{Rd}^- = A_s f_{sd} d_3 + A_{at} f_{yd} d_4 + A_{ac} f_{yd} d_5 \quad (2.13)$$

em que A_{at} é a área tracionada da seção do perfil de aço, A_{ac} a área comprimida da seção do perfil de aço, A_s a área da armadura longitudinal dentro da largura efetiva da laje de concreto e f_{sd} e f_{yd} são as resistências de cálculo ao escoamento do aço da armadura e do perfil (resistências nominais divididas pelos coeficientes de ponderação da resistência), respectivamente. As distâncias d_3 , d_4 e d_5 estão ilustradas na Figura 2.24.

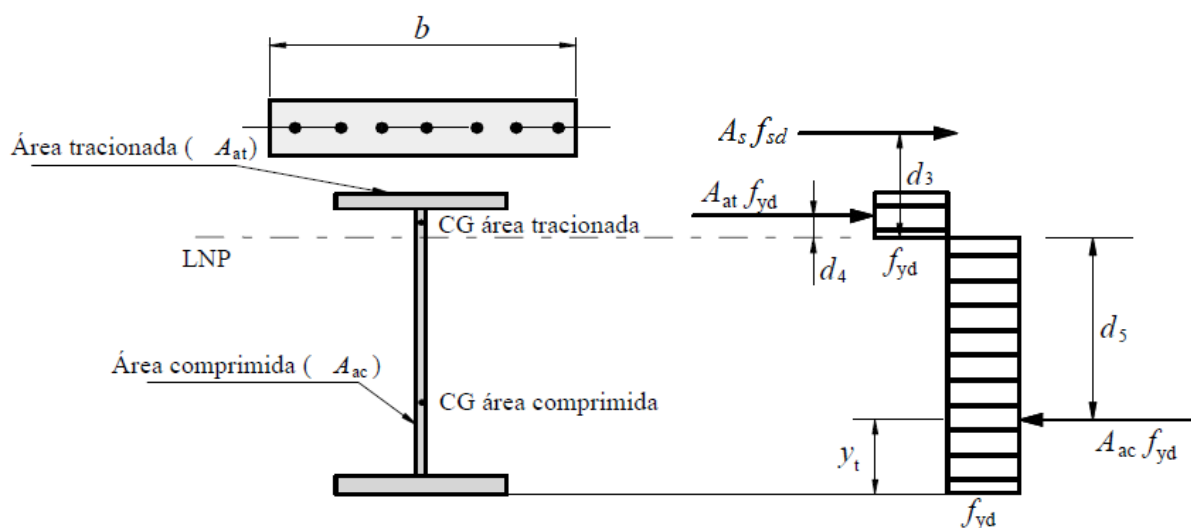


Figura 2.24 – Distribuição de tensões para momento fletor negativo da ABNT NBR 8800:2008.

O momento crítico elástico, M_{cr} , de FLD é obtido de acordo com a ABNT NBR 8800:2008 pela Equação (2.14) (apresentada também na versão anterior da norma europeia, ENV 1994-1-1:1992), proposta inicialmente nos estudos de Roik *et al.* (1990).

$$M_{cr} = \frac{C_{dist} \alpha_g}{L} \sqrt{G_a J_a + k_r \frac{L^2}{\pi^2} E_a I_{afy}} \quad (2.14)$$

Observa-se, nessa equação, que M_{cr} é influenciado pela distribuição do momento fletor no vão considerado, sendo essa influência levada em consideração pelo coeficiente C_{dist} . A norma ABNT NBR 8800:2008 adota os valores de C_{dist} propostos por Roik *et al.* (1990) para vigas mistas de aço e concreto, apresentados na Tabela 2.4 para o caso em que há força uniformemente distribuída. Na determinação da rigidez rotacional da viga mista, k_r , do mecanismo “U”, as mesmas expressões descritas na Subseção 2.3.3 são fornecidas pela ABNT NBR 8800:2008, desprezando também a rigidez da conexão de cisalhamento, k_3 .

De modo análogo à EN 1994-1-1:2004, o fator de redução para a flambagem lateral com distorção da seção transversal, χ_{dist} , é obtido da curva de resistência à compressão axial (Figura 2.25) em função do parâmetro de esbeltez λ_{dist} , obtido pela Equação (2.1). Porém destaca-se que a curva de resistência à compressão da ABNT NBR 8800:2008 é única e diferente de todas as curvas da norma europeia.

Tabela 2.4 – Valores de C_{dist} , em vigas mistas contínuas de alma plana para vãos, com força transversal uniformemente distribuída, obtidos por Roik *et al.* (1990).

Condições de carreg. e apoio	Diagrama de momento fletor ¹⁾	C_{dist}									
		$\psi=0,50$	$\psi=0,75$	$\psi=1,00$	$\psi=1,25$	$\psi=1,50$	$\psi=1,75$	$\psi=2,00$	$\psi=2,25$	$\psi=2,50$	
		41,5	30,2	24,5	21,1	19,0	17,5	16,5	15,7	15,2	
		33,9	22,7	17,3	14,1	13,0	12,0	11,4	10,9	10,6	
		28,2	18,0	13,7	11,7	10,6	10,0	9,5	9,1	8,9	
		21,9	13,9	11,0	9,6	8,8	8,3	8,0	7,8	7,6	

NOTA:

¹⁾ M_0 é o momento máximo solicitante de cálculo, considerando o tramo analisado como biapoiado.

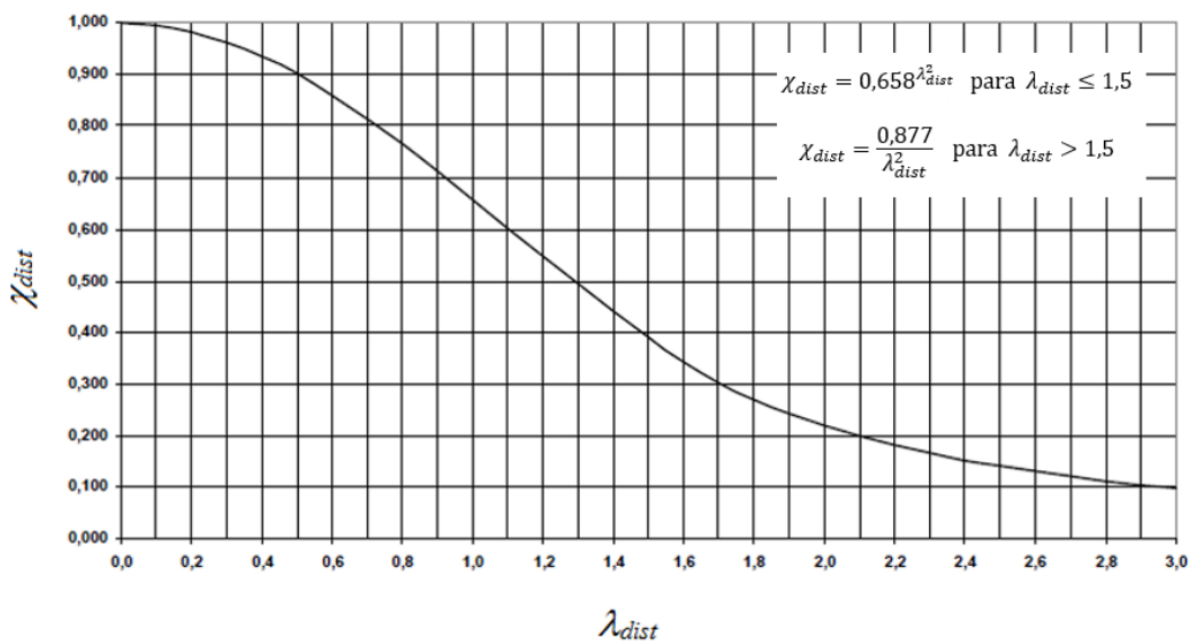


Figura 2.25 – Valor de χ_{dist} em função de λ_{dist} (adaptada da ABNT NBR 8800:2008).

Caso λ_{dist} seja inferior a 0,4, pode-se adotar χ_{dist} igual a 1, pois resultados de pesquisas indicam que a FLD não reduz o momento fletor resistente da seção mista. Para a determinação do parâmetro λ_{dist} de seções duplamente simétricas, a ABNT NBR 8800:2008 permite a utilização da seguinte equação simplificada:

$$\lambda_{dist} = 5,0 \left(1 + \frac{t_w h_o}{4b_f t_f} \right) \left[\left(\frac{f_y}{E_a C_{dist}} \right)^2 \left(\frac{h_o}{t_w} \right)^3 \left(\frac{t_f}{b_f} \right) \right]^{0,25} \quad (2.15)$$

em que t_w é a espessura da alma do perfil de aço, h_o é a distância entre os centros geométricos das mesas do perfil de aço, b_f e t_f é a largura e espessura da mesa do perfil de aço, respectivamente, f_y é a resistência ao escoamento do perfil de aço, E_a é o módulo de elasticidade longitudinal do perfil de aço e C_{dist} é um coeficiente que depende da distribuição de momentos fletores no comprimento L do vão analisado da viga mista.

Essa expressão foi obtida por meio de várias simplificações conservadoras, descritas em Johnson e Anderson (2004). De acordo com Johnson (2004), sua utilização fornece um cálculo mais simples e rápido sem que haja perda considerável de economia.

2.4 FLD de Vigas Mistadas com Perfis Alveolares

Diversas pesquisas sobre FLD de vigas mistas com perfis de alma cheia são encontradas na literatura. Chen (1992) realizou ensaios experimentais de vigas mistas com mecanismos “U” invertidos contínuo e discreto. O autor também realizou diversas análises numéricas para estudar o comportamento de vigas mistas com enrijecedores transversais submetidas a momento uniforme. Dekker *et al.* (1995) apresentaram um modelo teórico para determinar a influência da rigidez da alma e a restrição da mesa superior na FLD. Hanswille *et al.* (1998) apresentaram um novo modelo, usando teoria de fundação elástica, similar ao procedimento proposto por Roik *et al.* (1990) para calcular o momento crítico elástico de FLD. Ye e Chen (2013) também desenvolveram um procedimento de cálculo para determinar o momento crítico utilizando a mesma teoria. Chen e Wang (2012) estudaram a influência dos enrijecedores na região de momento negativo. Wang (2014) estudou o comportamento das mesmas vigas considerando a flexibilidade dos conectores. Zhou *et al.* (2015) desenvolveram uma equação para determinar o momento crítico elástico de FLD, que foi simplificada posteriormente por Zhou *et al.* (2016).

Amaral *et al.* (2016) realizaram análises numéricas para avaliar o coeficiente C_{dist} , que depende da distribuição de momento na viga mista e é utilizado para determinar o momento crítico elástico de FLD da ABNT NBR 8800:2008. Dietrich *et al.* (2017) desenvolveram modelos numéricos para avaliar o procedimento de cálculo da rigidez rotacional de vigas mistas com

perfis de alma cheia, com estudo similar ao desenvolvido por Calenzani (2008) e Calenzani *et al.* (2012) para perfis de alma senoidal. Oliveira *et al.* (2016) também realizaram estudos sobre FLD com perfis de alma senoidal.

Recentemente, Dias *et al.* (2019) desenvolveram um procedimento para determinar o momento crítico elástico de FLD de vigas mistas com perfis de alma cheia submetidas a momento uniforme. Oliveira (2018) e Nery *et al.* (2021) desenvolveram procedimentos para vigas mistas de alma cheia submetidas a momento não uniforme. E, ainda, Oliveira (2018) também realizou análises para determinar o momento fletor resistente a FLD.

Estudos como de Hartono e Chiew (1996), Megharief (1997), Afefy *et al.* (2012), Ismail *et al.* (2014), Li *et al.* (2015), Badke Neto (2015) e Frans *et al.* (2017) abordam o tema de vigas mistas com aberturas (hexagonal, circular ou retangular) em temperatura ambiente, e Bihina *et al.* (2013) em situação de incêndio, mas não o fenômeno da FLD.

Com foco nos objetivos deste trabalho, a seguir, nesta subseção, são tratados com mais detalhes apenas os estudos relacionados à FLD de vigas mistas com perfis alveolares em temperatura ambiente.

2.4.1 Trabalho de Salah e Gizejowski (2008a)

Salah e Gizejowski (2008a) conduziram diversos estudos numéricos com vigas celulares mistas e indicaram que essas vigas são mais suscetíveis a diferentes modos de flambagem lateral com distorção em zonas de momentos negativos que as vigas mistas com perfis de alma cheia.

As análises paramétricas foram realizadas no programa ABAQUS, com vigas mistas contínuas com dois vãos submetidas à força uniformemente distribuída, representando vigas com vãos pequenos e vigas com vãos grandes, conforme a Figura 2.26. Os modelos foram calibrados com resultados experimentais da literatura, considerando a viga mista biapoiada com perfil de alma cheia, e apresentaram uma boa concordância.

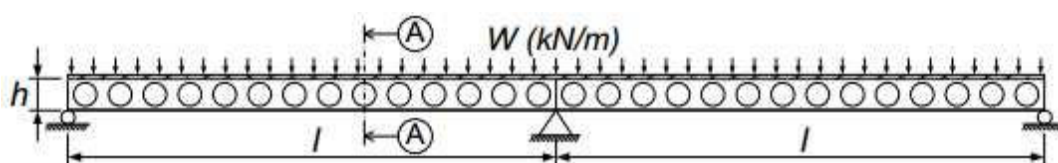


Figura 2.26 – Viga mista contínua celular com dois vãos (SALAH e GIZEJOWSKI, 2008a).

Os testes mostraram que todos os modos de falha estavam associados com a FLD e que as deformadas diferem de acordo com a esbeltez da viga. Para vigas menos esbeltas (esbeltez definida pela razão l/h), o modo de flambagem é acoplado, constituído por uma torção da mesa inferior com distorção da alma, sem deslocamento lateral significativo dessa mesa e vai mudando para as formas típicas da FLD, com deslocamento lateral mais pronunciado à medida que a esbeltez da viga aumenta. Uma ilustração desse efeito é apresentada na Figura 2.27.

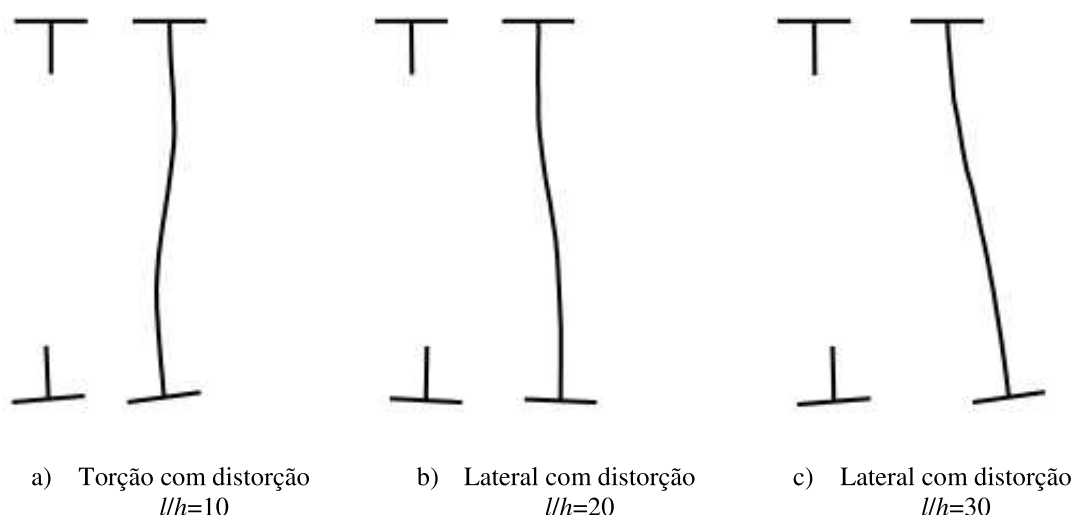


Figura 2.27 – Modo de distorção da seção para diferentes razões l/h (comprimento do vão pela altura do perfil de aço) (SALAH e GIZEJOWSKI, 2008a).

2.4.2 Trabalho de Salah e Gizejowski (2010a)

Salah e Gizejowski (2010a) realizaram análises experimentais e numéricas em vigas mistas alveolares contínuas submetidas a momento negativo. Doze protótipos foram testados e divididos em dois grupos, seis protótipos de vigas esbeltas (esbeltez definida pela razão entre vão e altura do perfil de aço), que representam casos em que a flexão controla o comportamento da viga, e seis protótipos de vigas com pequena esbeltez, para as quais o efeito do cisalhamento é importante. Três grupos com seis vigas com aberturas na alma retangular, hexagonal e circular, idênticas duas a duas, foram testadas em cada grupo, conforme mostrado na Tabela 2.5. Cada protótipo possuía dois vãos iguais, um vão com alma cheia apoiada (para evitar deslocamento vertical e lateral) e o outro vão com aberturas na alma e livre para se mover na vertical (movimento lateral impedido por dois apoios laterais na laje – apoios laterais indicados com X vermelho), conforme a Figura 2.28. Uma força é aplicada na extremidade direita do balanço de forma que ambas as metades estejam submetidas a momento negativo.

Os testes mostraram que todos os modos de falha estavam associados com a FLD. Algumas variações nesses modos foram detectadas, sendo que um modo com pouca torção foi dominante nas vigas esbeltas com aberturas circulares e hexagonais na alma.

A Figura 2.29 apresenta os resultados típicos de força aplicada *versus* deslocamento vertical na extremidade. Vigas com elevada esbeltez apresentaram menor rigidez inicial e menor força máxima comparada com vigas menos esbeltas. Isso é entendido pelo fato de a viga esbelta ter uma região de momento negativo maior, desencadeando FLD mais cedo. Além disso, a força máxima não depende significativamente da resistência do aço da seção transversal, para qualquer esbeltez. Esse fato é atribuído à flambagem com distorção que ocorre antes do começo do escoamento na mesa inferior. No entanto a rigidez de vigas mais esbeltas feitas com aços menos resistentes se reduz mais rapidamente, pós-flambagem, que daquelas com aço com maior resistência.

Tabela 2.5 – Protótipos das vigas mistas testadas (SALAH e GIZEJOWSKI, 2010a).

Protótipo	Comprimento destravado (mm)	Forma da abertura	Número de aberturas	Tipo de aço
C4S355	2116	Circular	4	S355
C4S420	2116	Circular	4	S420
H4S355	2116	Hexagonal	4	S355
H4S420	2116	Hexagonal	4	S420
R4S355	2116	Retangular	4	S355
R4S420	2116	Retangular	4	S420
C2S355	1058	Circular	2	S355
C2S420	1058	Circular	2	S420
H2S355	1058	Hexagonal	2	S355
H2S420	1058	Hexagonal	2	S420
R2S355	1058	Retangular	2	S355
R2S420	1058	Retangular	2	S420

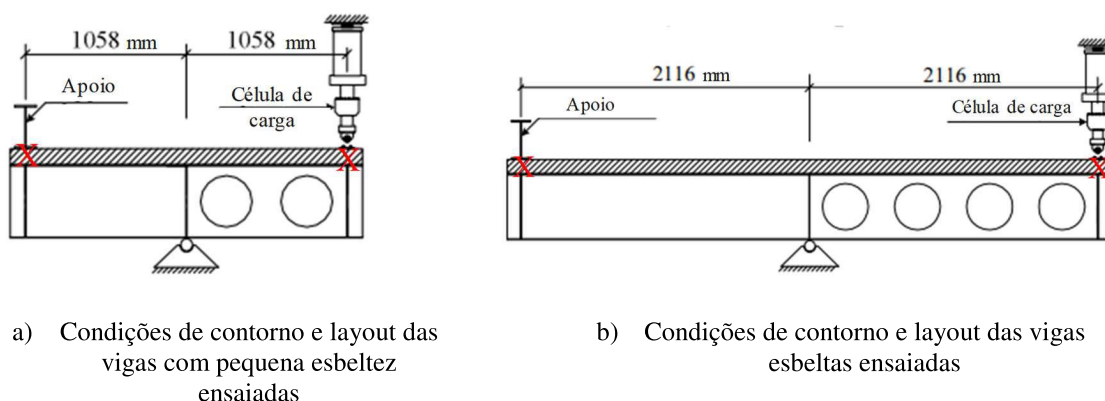


Figura 2.28 – Layout dos protótipos com aberturas circulares (adaptado de SALAH e GIZEJOWSKI, 2010a).

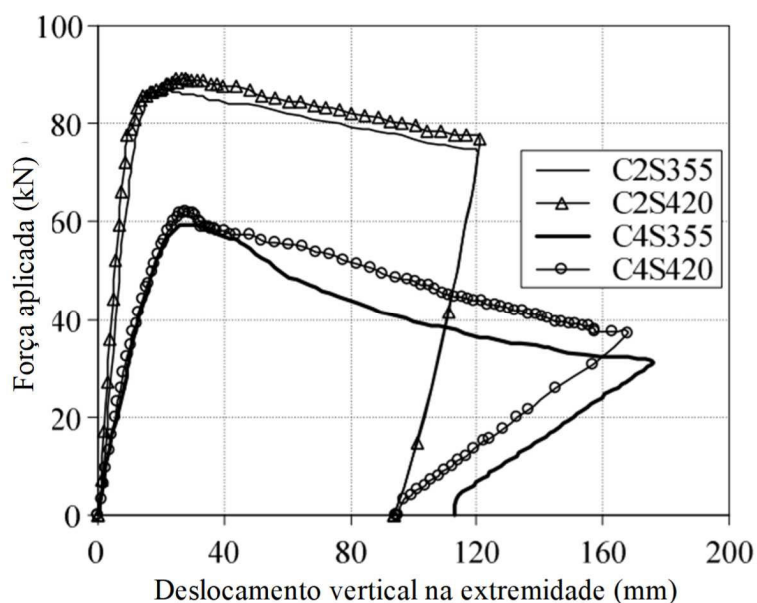


Figura 2.29 – Força *versus* deslocamento vertical na extremidade de vigas celulares mistas (adaptado de SALAH e GIZEJOWSKI, 2010a).

O comprimento das vigas afeta não somente o modo de falha, a força máxima e a resposta pós-flambagem, mas também o desenvolvimento de fissuras no concreto da laje. Padrões de fissuras perpendiculares ao eixo da viga, formadas em um estágio primário de força na laje de vigas esbeltas testadas e propagadas no estágio de pós-flambagem, atingiram aberturas de grandes magnitudes ao final dos testes. Isso foi indicativo de resposta à flexão das vigas mistas. Padrões com fissuração diagonal foram observados em vigas pouco esbeltas, indicando a contribuição do concreto na transferência de força por cisalhamento.

Os autores desenvolveram um modelo numérico no programa ABAQUS e utilizaram elementos de casca fina, S4R5, para a viga de aço, e elementos de casca grossa, S4R, para o concreto.

Imperfeições geométricas e de material foram introduzidas no modelo. Os resultados dos modelos numéricos foram comparados com os resultados obtidos experimentalmente e obtiveram excelente concordância.

A Tabela 2.6 resume os resultados dos testes relativos às forças máximas obtidas numérica e experimentalmente. As diferenças referentes à flambagem lateral com distorção são no máximo de 7%, com exceção do modelo R2S420, para o qual a fratura da alma ocorre muito antes que para as outras vigas com aberturas retangulares. Para essa viga, a diferença foi de aproximadamente 14%.

Tabela 2.6 – Comparação entre as forças máximas dos modelos numéricos e experimentais (SALAH e GIZEJOWSKI, 2010a).

Protótipo	Força máxima (kN) Experimental	Força máxima (kN) Numérica	Diferença (%)
C4S355	59,6	59,6	1,00
C4S420	62,3	63,7	1,02
H4S355	62,0	59,3	0,96
H4S420	62,5	63,5	1,02
R4S355	50,2	51,7	1,03
R4S420	53,1	57,1	1,08
C2S355	86,7	86,2	0,99
C2S420	89,4	95,7	1,07
H2S355	87,6	85,9	0,98
H2S420	88,9	95,3	1,07
R2S355	73,4	78,3	1,07
R2S420	74,9	85,7	1,14

2.4.3 Trabalho de Salah e Gizejowski (2010b)

Salah e Gizejowski (2010b) avaliaram a aplicabilidade do método da rigidez direta, desenvolvido por Salah e Gizejowski (2008b) para vigas mistas de alma cheia. Os autores compararam os resultados experimentais (representados por símbolos) com o método (representado pela linha sólida), conforme mostra a Figura 2.30, e concluíram que o método pode ser utilizado para prever a resistência à flambagem lateral com distorção de vigas mistas com aberturas na alma, sujeitas a momento negativo.

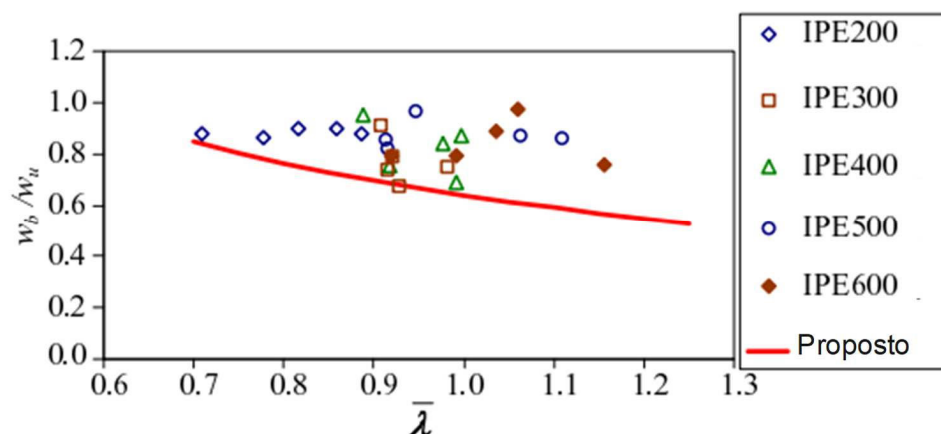


Figura 2.30 – Validação da aplicabilidade do método da rigidez direta para vigas celulares mistas (SALAH e GIZEJOWSKI, 2010b).

2.4.4 Trabalho de Piassi *et al.* (2018)

Piassi *et al.* (2018) desenvolveram um modelo analítico para a obtenção da expressão de rigidez à flexão da alma com o objetivo de determinar a rigidez rotacional de vigas celulares mistas contínuas. Os resultados da rigidez da alma celular, utilizando a expressão proposta pelos autores foram comparados com os obtidos pela modelagem numérica desenvolvida no programa ANSYS.

A expressão analítica, para a rigidez da alma celular foi obtida considerando uma estrutura de placa engastada em uma extremidade e livre na outra, com abertura circular centralizada. A placa é submetida a uma força horizontal, F , na sua extremidade inferior livre, distribuída ao longo da largura. A teoria dos elementos lineares, juntamente com o Princípio dos Trabalhos Virtuais (PTV), foi utilizada para determinar o deslocamento transversal no modelo simplificado de barra engastada e livre com comprimento igual à distância h_0 entre os centros geométricos das mesas superior e inferior do perfil de aço. A seção transversal do modelo simplificado varia pela presença da abertura. Logo, a equação da rigidez rotacional da alma celular por unidade de comprimento desenvolvida por Piassi *et al.* (2018) foi:

$$k_{2,f} = \frac{Fh_o^2}{2(s_e + 0,5d_o + 0,5s)\delta_{2,ext} + (n-2)s\delta_{2,cen}} \quad (2.16)$$

em que s_e é a distância entre a primeira e última abertura das extremidades, s é a distância entre aberturas, n é o número de aberturas, $\delta_{2,ext}$ é o deslocamento da placa de extremidade, $\delta_{2,cen}$ é o deslocamento da placa central e d_0 é a altura da abertura.

Modelos numéricos foram definidos para simular o comportamento da alma do perfil celular em regime elástico por meio do programa ANSYS. Os resultados numéricos de deslocamento lateral da placa da alma e, conseqüentemente, da sua rigidez, foram comparados com os resultados analíticos da Equação (2.16) e concluiu-se que ela pode ser usada com uma redução de 10%.

2.5 Estudos Relevantes

2.5.1 Trabalho de Chen (1992)

Chen (1992) realizou ensaios experimentais em duas vigas mistas de alma cheia com mecanismo “U” invertido em escala real, designadas como U4 e U5. O protótipo U4 compõe o mecanismo “U” contínuo (com enrijecedores transversais apenas sobre o apoio central) e o protótipo U5 compõe o mecanismo “U” discreto (com enrijecedores distribuídos na região de momento negativo).

O protótipo U4 é formado por duas vigas, U4A e U4B, com enrijecedores verticais duplos de 10 mm de espessura soldados na alma nos apoios (Figura 2.31). Contraventamentos internos no apoio central foram colocados para prevenir o movimento lateral e vertical de cada viga, mas sem restrição de rotação no plano. A laje de concreto armado do protótipo possui armadura dupla nas direções longitudinais e transversais, com barras de 10 mm de diâmetro e espaçamento entre as barras de 150 mm. A espessura da laje foi de 110 mm e largura de 2000 mm. Os conectores tinham 13 mm de diâmetro e altura nominal, depois da soldagem, de 65 mm. Duas linhas de conectores espaçados longitudinalmente de 200 mm foram soldadas na mesa superior de cada viga com espaçamento transversal de 85 mm. A conexão de cisalhamento forneceu interação completa entre o aço e a laje de concreto.

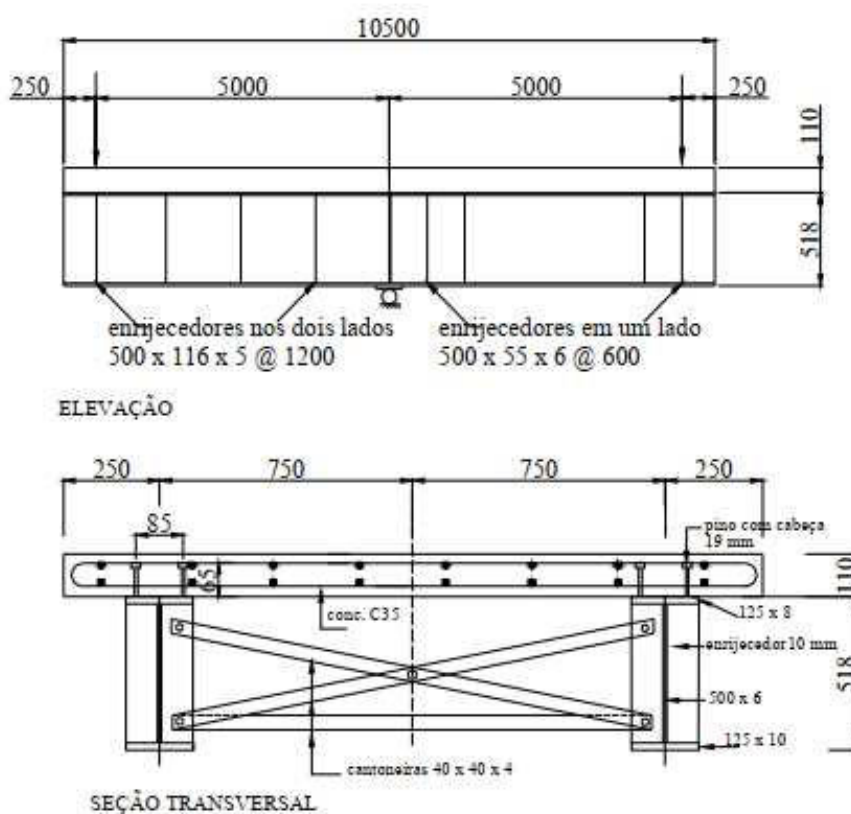


Figura 2.32 – Geometria e seção transversal do modelo U5 (CALENZANI, 2008).

A Tabela 2.7 mostra os valores dos momentos nos apoios obtidos experimentalmente (primeira fase indicado por 1 e segunda fase indicado por 2), para o estágio inicial de FLD, M_{ini} , e para o estágio final de carregamento, M_{max} . Também é fornecido o momento fletor de início de escoamento, M_y .

Tabela 2.7 – Resultados obtidos por Chen (1992).

Modelo	M_y (kN.m)	M_{ini} (kN.m)	M_{max} (kN.m)
U4A-1	362	218,4	317,9
U4B-1	356	217,7	316,8
U4A-2	362	382,6	405,7
U4B-2	352	377,7	405,4
U5A-1	362	*	362,0
U5B-1	351	315,9	358,7
U5A-2	362	412,7	434,4
U5B-2	351	315,9	407,2

* neste ensaio não ocorreu FLD na viga U5A

A Figura 2.33 mostra as duas fases do ensaio de Chen (1992). Observa-se que o momento fletor em que teve início a flambagem lateral com distorção foi muito inferior ao momento de escoamento da seção para as duas vigas, na primeira fase do ensaio do protótipo U4. Já na segunda fase do ensaio, o momento máximo das vigas foi governado por uma interação complexa entre FLD e flambagem local da alma, sendo o momento máximo levemente superior ao momento de escoamento do perfil. A flambagem local da alma foi observada perto da região dos apoios nas vigas após o início da FLD.

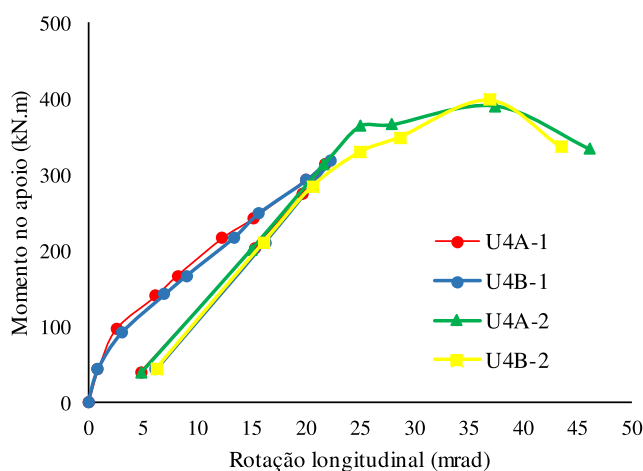


Figura 2.33 – Curva do momento *versus* rotação longitudinal do protótipo U4 de Chen (1992).

A Figura 2.34 ilustra as curvas de momento no apoio *versus* rotação da mesa superior e inferior (em y) do perfil de aço e da laje de concreto armado obtidas por Chen (1992), na primeira fase do ensaio do protótipo U4, quando havia contraventamento apenas no apoio interno. Observa-se que as rotações transversais (em y) na mesa superior do perfil de aço e na laje de concreto foram muito menores que as rotações transversais (em y) na mesa inferior do perfil. Quando a viga está sem restrição, na primeira fase, as mesas iniciam um grande aumento de rotações transversais (em y) no momento de apoio entre 200 e 250 kN.m.

Chen (1992) mediu os deslocamentos laterais da mesa inferior do perfil de aço na primeira fase do ensaio, conforme observado na Figura 2.35. Essas curvas se mostraram as deformadas óbvias de FLD, que têm a forma de S e são aproximadamente simétricas em relação à seção central. Na etapa 12, o momento fletor era igual a, aproximadamente, 220 kN.m e o deslocamento lateral começou a ter o formato da FLD. A etapa 16 correspondeu ao final da primeira fase do ensaio, com um momento próximo a 315 kN.m.

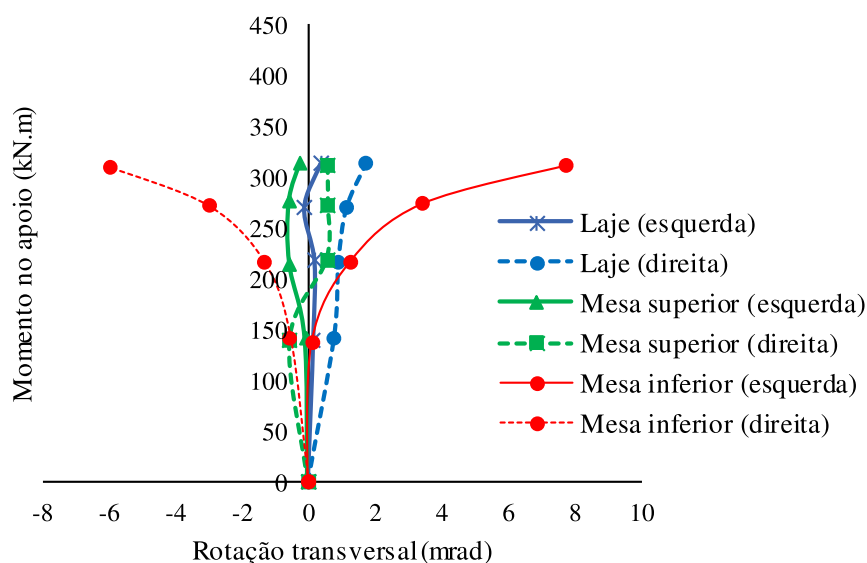


Figura 2.34 – Rotação transversal da viga U4A na primeira fase do ensaio de Chen (1992).

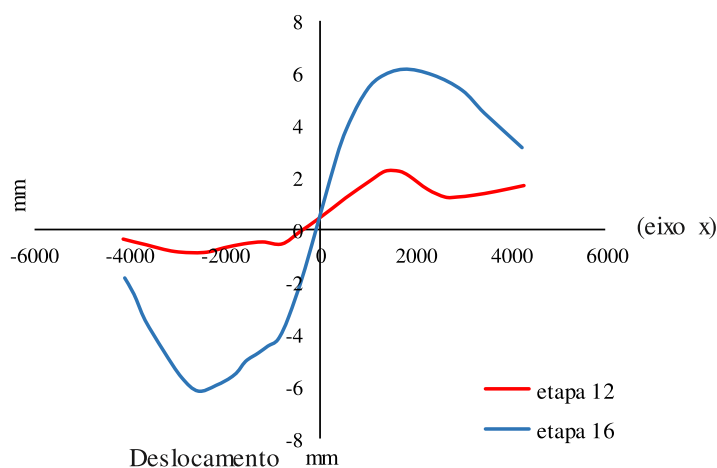


Figura 2.35 – Deslocamento lateral da mesa inferior do perfil da viga U4A na primeira fase do ensaio de Chen (1992).

Chen (1992) observou que, na primeira fase do ensaio do protótipo U5 (mecanismo “U” discreto), ocorreu flambagem local da alma do perfil de aço próximo ao apoio interno, não sendo constatada a FLD na viga U5A. Entretanto, na segunda fase do ensaio, em razão do enrijecimento adicional dos painéis, com a introdução de cantoneiras na alma do perfil de aço, não ocorreu flambagem local, mas sim escoamento das seções do perfil de aço próximo ao apoio interno. A FLD foi constatada nas duas etapas do ensaio da viga U5B, com momento fletor máximo próximo a 403 kN.m, acompanhada por um severo deslocamento fora do plano do painel de alma enrijecido perto do apoio (Figura 2.36).

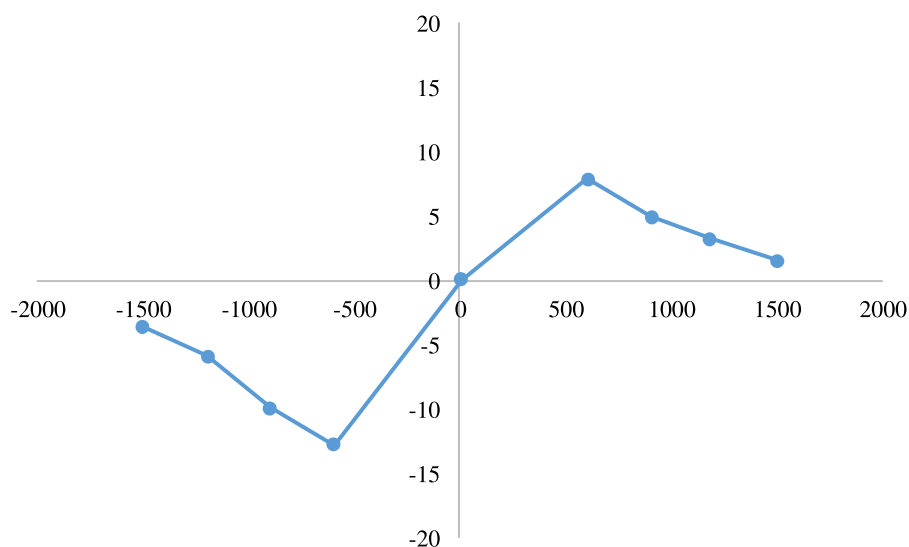


Figura 2.36 – Deslocamento lateral da mesa inferior do perfil de aço do modelo U5B na segunda fase do ensaio de Chen (1992).

Resumindo, três modos de flambagem lateral da mesa inferior do perfil de aço foram observados (Figura 2.37) por Chen (1992) nos ensaios. Os deslocamentos laterais das vigas, na primeira fase do ensaio do modelo U4, mostraram os modos óbvios de FLD, que é a forma senoidal aproximada, simétrica em relação à seção central, sobre todo o comprimento da região de momento negativo (Figura 2.37-a). Na segunda fase do ensaio do modelo U4 (mecanismo “U” contínuo com contraventamentos), foram observadas quatro regiões de deslocamento lateral separadas por três seções contraventadas (Figura 2.37-b). Na primeira e segunda fase do ensaio do modelo U5 ocorreram deslocamentos laterais concentradas próximas à região do apoio. Basicamente, quando travamentos transversais são introduzidos, a viga pode ser dividida em vários segmentos, e então o seu comprimento efetivo é reduzido. O modo de flambagem envolve deformações em todos os segmentos, e a interação entre os modos de flambagem pode ocorrer entre os segmentos adjacentes.

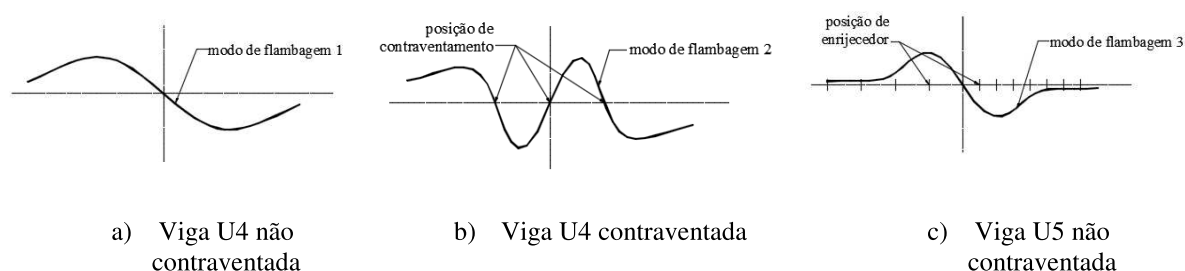


Figura 2.37 – Tipos de deslocamentos laterais (1992).

No ensaio do protótipo U4, foi observada uma concentração de fissuras paralelas na laje (perpendiculares ao perfil de aço) com espaçamento de, aproximadamente, 150 mm (espaçamento entre as barras da armadura da laje), indicando que a formação e a posição das fissuras estão relacionadas ao arranjo da armadura.

2.5.2 Trabalho de Dias *et al.* (2019)

Dias *et al.* (2019) e Dias (2018) propuseram um novo procedimento de cálculo para a determinação do momento crítico elástico de vigas mistas de alma cheia submetidas a momento fletor uniforme, avaliando diversos fatores que influenciam no fenômeno. Segundo os autores, a ABNT NBR 8800:2008 não considera adequadamente o deslocamento da linha neutra causado pela armadura presente no concreto.

Por meio das equações básicas da resistência dos materiais e da flexo-torção, foi deduzida a seguinte equação para o momento crítico elástico à FLD:

$$M_a = \frac{1}{h_0} \left\{ G_a J_a + \frac{E_a C_{w,d}}{L^2} \left[(n\pi)^2 + \left(\frac{\eta_b}{n\pi} \right)^2 \right] \right\} \quad (2.17)$$

em que

$$\eta_b = \sqrt{\frac{k_r L^4}{E_a C_{w,d}}} \quad (2.18)$$

sendo h_0 a distância entre os centros geométricos das mesas do perfil de aço, G_a o módulo de elasticidade transversal, J_a a constante de torção do perfil de aço, E_a o módulo de elasticidade do aço, L o comprimento da viga entre apoios, $C_{w,d}$ a constante de empenamento do perfil de aço calculada com o polo no centro geométrico da mesa superior do perfil, n o número de semiondas na configuração deformada de flambagem, k_r a rigidez de mola no centro geométrico da mesa superior e η_b um parâmetro adimensional.

Os autores observaram que, conforme varia-se η_b , também ocorre alteração no número de semiondas da configuração deformada. Analiticamente, foi determinado o número de semiondas (n) que será formado. Para isso, inicialmente, derivou-se o momento crítico com respeito a n para se obter o valor de n para o qual o momento crítico é mínimo, como segue:

$$n_{id} = \frac{\sqrt{\eta_b}}{\pi} \quad (2.19)$$

e

$$n_{lim} = \sqrt{n_1 n_2} \quad (2.20)$$

Na sequência, calculou-se o valor de n_{id} segundo a Equação (2.19) e determinaram-se os dois números inteiros mais próximos a ele (n_1 e n_2). Determinou-se também a média geométrica desses dois valores (Equação (2.20)). O valor de n foi então obtido como:

$$n = \begin{cases} n_1 & \text{se } n_{id} \leq n_{lim} \\ n_2 & \text{se } n_{id} > n_{lim} \end{cases} \quad (2.21)$$

Dias *et al.* (2019) desenvolveram e validaram modelos numéricos de elementos finitos pelo programa ANSYS. Com o modelo calibrado, os autores avaliaram as influências da rigidez da laje e da posição da linha neutra no momento crítico. Os autores observaram uma forte tendência para a redução do momento crítico com o aumento da altura comprimida da alma e recomendaram o uso do coeficiente denominado $k_{g,0}$:

$$k_{g,0} = 0,31 + 0,69 \times 0,05^{\bar{y}/h_0} \quad (2.22)$$

sendo \bar{y} a distância do centroide do perfil de aço ao centroide da seção mista.

Para considerar a parcela de momento absorvida pela armadura negativa não simulada, os autores indicaram multiplicar o fator $k_{g,0}$ pela razão entre I_x (momento de inércia da seção mista em relação ao eixo x) e I_{ax} (momento de inércia do perfil de aço em relação ao eixo x) denominado k_g .

Logo, a equação proposta por Dias *et al.* (2019) para o momento crítico à FLD foi:

$$M_{cr} = \frac{k_g}{h_0} \left\{ G_a J_a + \frac{E_a C_{w,d}}{L^2} \left[(n\pi)^2 + \left(\frac{\eta_b}{n\pi} \right)^2 \right] \right\} \quad (2.23)$$

O novo procedimento apresentou excelente concordância com valores numéricos, com desvios inferiores a 10% em 97,29% dos modelos analisados e desvio médio de 2,33%. As formulações de Roik *et al.* (1990) e Hanswille *et al.* (1998) apresentaram desvios inferiores a 10% em 26,88% e 41,04% dos modelos analisados e desvios médios de 12,41% e 16,51%, respectivamente. A formulação de Roik *et al.* (1990) foi deduzida considerando-se apenas uma única semionda para a deformada, motivo pelo qual ela pode apresentar desvios maiores quando os modelos não apresentam as deformadas iguais às assumidas. A equação de Hanswille *et al.* (1998) indica boa representatividade do fenômeno, porém é necessário ajuste, que pode estar associado ao fato desses pesquisadores terem considerado uma única função para determinado parâmetro que varia conforme o número de semiondas.

2.5.3 Trabalho de Oliveira (2018)

Oliveira (2018) estudou a FLD de vigas mistas de aço e concreto com perfis de alma cheia no qual, a partir de uma análise paramétrica, determinou uma nova equação para o momento crítico elástico e para o momento fletor resistente. Análises elásticas e inelásticas, com o auxílio do *software* ANSYS, foram realizadas.

Oliveira (2018) estendeu a equação de Dias (2018), apresentada na subseção anterior e aplicável apenas para vigas mistas submetidas a momento fletor uniforme, para as situações de momento não uniforme. O processo consistiu primeiro da análise da influência da distribuição do diagrama de momento fletor, em seguida, da rigidez da laje e da posição da linha neutra, mostrando como esses efeitos podem ser tratados separadamente.

A equação do M_{cr} proposta por Oliveira (2018) foi:

$$M_{cr} = \xi \frac{k_g}{h_0} \left\{ G_a J_a + \frac{\rho E_a C_{w,d}}{L_{neg}^2} \left[(n\pi)^2 + \left(\frac{\eta_b}{n\pi} \right)^2 \right] \right\} \quad (2.24)$$

em que L_{neg} é o comprimento do trecho de momento negativo, h_0 é a distância entre os centros geométricos das mesas do perfil de aço, J_a é a constante de torção do perfil de aço e G_a e E_a são o módulo de elasticidade transversal e o módulo de elasticidade longitudinal do aço do perfil, respectivamente. O parâmetro n corresponde ao número de semiondas, sendo seu valor obtido conforme descrito por Dias *et al.* (2019) e apresentado na Subseção 2.5.2.

O fator ξ pode determinado pela seguinte expressão:

$$\xi = \begin{cases} 1 & \text{para diagrama de momento fletor uniforme} \\ 2,13\beta \left(\frac{L_{neg}}{h_0} \right)^{-0,1} & \text{para diagrama de momento fletor não uniforme} \end{cases} \quad (2.25)$$

Nessa equação, β é um coeficiente que leva em consideração a distribuição do diagrama de momento fletor, dado por:

$$\begin{aligned} \beta &= 1,0, \text{ para } \frac{L_1}{L_{cr}} \geq 1,0 \\ \beta &= -0,16 \left(\frac{L_1}{L_{cr}} \right) + 1,15, \text{ para } \frac{L_1}{L_{cr}} < 1,0 \end{aligned} \quad (2.26)$$

em que L_1 é o menor comprimento do trecho de momento negativo e L_{cr} o comprimento crítico de meia onda de uma viga mista, sendo sua equação descrita no trabalho de Zhou *et al.* (2016) como:

$$L_{cr} = 2,4 h_w \left[\frac{b_f^3 t_f (1 - \nu_a^2)}{t_w^3 h_w} \right]^{0,25} \quad (2.27)$$

Oliveira (2018) propôs que, para os casos em que o diagrama de momento fletor apresente um valor máximo negativo sobre o apoio, com decréscimo na direção do interior do vão da viga até que se anule, deve-se considerar a situação de diagrama de momento fletor não uniforme. Se o momento fletor variar, com qualquer distribuição, ao longo do vão, sem se anular, deve ser usada, de modo conservador, a equação para momento fletor uniforme, ou seja, $\xi = 1$.

Os parâmetros $C_{w,d}$ e η_B , da Equação (2.24), são calculados conforme segue:

$$C_{w,d} = I_{af,y} h_0^2 \quad (2.28)$$

$$\eta_b = \frac{1}{\rho} \sqrt{\frac{k_r L_{neg}^4}{E_a C_{w,d}}} \quad (2.29)$$

sendo $I_{af,y}$ o momento de inércia da mesa inferior do perfil de aço em relação ao eixo y (perpendicular ao eixo de flexão do perfil), ρ igual a 1,0 para diagrama de momento fletor uniforme e igual a 4,0, para diagrama de momento fletor não uniforme e k_r a rigidez rotacional da viga mista.

O procedimento proposto por Oliveira (2018) para a obtenção do momento crítico elástico de vigas mistas contínuas apresentou boa concordância com os valores numéricos, com desvios inferiores a 15% em 80,6% dos casos, sendo o desvio médio de 5%. Oliveira (2018) comparou, ainda, os resultados de seu procedimento com as equações mais relevantes da literatura científica, ou seja, as de Roik *et al.* (1990) e Hanswille (2002), e observou que os resultados desses autores divergem bastante dos numéricos, apresentando desvios médios de 50%. Os desvios maiores das formulações de Roik *et al.* (1990) e Hanswille (2002) são em razão dos mesmos problemas indicados na subseção anterior.

Segundo Oliveira (2018), a equação de Roik *et al.* (1990) forneceu resultados aceitáveis aos casos de vão interno de vigas mistas contínuas, mas seus resultados não são bons para os vãos extremos. Já a equação de Hanswille (2002) apresentou boa precisão para vigas mistas contínuas submetidas a momento fletor uniforme. Essa equação, no entanto, não forneceu bons resultados para as vigas mistas contínuas submetidas a diagrama de momento fletor não uniforme.

Oliveira (2018) propôs ainda um procedimento para a determinação do momento fletor resistente à flambagem lateral com distorção de vigas mistas contínuas de aço e concreto. Para isso, realizou análises não lineares considerando o mecanismo “U” invertido e validou os modelos utilizando os experimentos realizados por Chen (1992).

Determinando-se o M_{cr} , conforme Equação (2.24), pode-se obter o parâmetro de esbelteza, λ_{dist} pela Equação (2.1). Oliveira (2018) também propôs outra equação para λ_{dist} , caso não se queira determinar M_{cr} , descrita a seguir:

$$\lambda_{dist,prop} = 0,13 \left(\frac{h_w}{t_w} \right)^{0,22} \left(\frac{b_f}{2t_f} \right)^{-0,19} \left(\frac{L_{neg}}{h_0} \right)^{0,19} \left(\frac{L_{neg}}{b_f} \right)^{0,25} \left(\frac{L_1}{L_{cr}} \right)^{-0,21} \left(\frac{f_y}{E_a} \right)^{0,07} \quad (2.30)$$

em que h_w e t_w são a altura e a espessura da alma do perfil de aço, respectivamente, b_f e t_f são a largura e a espessura da mesa do perfil de aço, respectivamente, h_0 é a distância entre os centros geométricos das mesas do perfil de aço, L_{neg} é o comprimento do trecho de momento negativo da viga mista contínua, L_1 é o menor comprimento do trecho de momento negativo, L_{cr} é o comprimento crítico da viga mista, calculado pela Equação (2.27), e f_y e E_a são a resistência ao escoamento e o módulo de elasticidade do aço do perfil, respectivamente.

Com o valor de λ_{dist} , obtém-se o fator de redução à FLD, χ_{dist} . Oliveira (2018) propôs também uma nova expressão, para a determinação desse fator, apresentada a seguir:

$$\chi_{dist,prop} = 0,24 \lambda_{dist}^2 - 0,12 \lambda_{dist} + 1,01 \leq 1,0 \quad (2.31)$$

Ao se determinar o parâmetro χ_{dist} , chega-se ao momento resistente nominal por meio da equação:

$$M_{dist,R}^- = \chi_{dist} M_{Rk}^- \quad (2.32)$$

em que M_{Rk}^- é o momento fletor resistente da seção transversal na região de momento negativo.

As análises mostraram que a diferença obtida do momento fletor para os diferentes tipos de distribuição das tensões residuais estudadas, tensão residual linear nas mesas, tensão residual constante na alma e linear nas mesas e tensão residual linear na alma e nas mesas, corresponde a no máximo 2%. Isso demonstra que o tipo de distribuição das tensões residuais tem pouca influência no momento fletor resistente à FLD.

Com os resultados alcançados por sua pesquisa, Oliveira (2018) observou que a EN 1994-1-1:2004, independentemente do método adotado para o cálculo de M_{cr} , é bastante conservadora. Já com relação aos resultados obtidos pela ABNT NBR 8800:2008, observou-se maior aproximação entre seus resultados e os obtidos numericamente, sendo que, quando se adotava o momento crítico elástico proposto, o desvio contrário à segurança era menor. Oliveira (2018) comparou resultados numéricos (valores médios) com valores normativos (valores com tratamento estatístico), porém seria necessário aplicar um procedimento estatístico aos seus valores médios para obter os valores de cálculo e, só assim, fazer uma comparação justa.

2.5.4 Trabalho de Nery *et al.* (2021)

Nery *et al.* (2021) desenvolveram um estudo para determinar o coeficiente C_{dist} para diagramas de momento não uniforme, em vigas mistas de alma cheia, aplicado à formulação de Dias *et al.* (2019). Os autores analisaram primeiro a influência de vãos adjacentes para determinar quais condições de contorno utilizar. Modelos com dois e três vãos foram analisados com seus respectivos modelos simplificados, considerados biapoiados com momentos nas extremidades. Os resultados indicaram diferenças de 25% (valores do modelo simplificado inferiores aos valores do modelo completo) para vigas com pequenos vãos e 10% para vigas com vãos longos, indicando que a influência do vão adjacente é menor, à medida que o vão aumenta. Como vãos longos são mais utilizados na prática, os autores consideraram o modelo simplificado adequado para o estudo paramétrico.

O estudo paramétrico foi realizado para oito diferentes diagramas de momento linear, variando as dimensões da seção transversal e comprimento, resultando em 1152 modelos numéricos. Aproximadamente 3% dos resultados foram descartados por apresentar outros modos de flambagem, tais como flambagem por cisalhamento, flambagem local ou a interação desses com a FLD. O coeficiente C_{dist} foi obtido pela razão entre momento crítico elástico não uniforme e momento crítico elástico uniforme, ambos obtidos numericamente. Os autores observaram que esse coeficiente depende não somente da distribuição de momento, mas também do número ideal de semionda, n_{id} , Equação (2.19). A Figura 2.38 ilustra o comportamento do C_{dist} *versus* n_{id} . Os autores notaram que quanto maior o comprimento do vão, maior o número de semiondas e menor o valor de C_{dist} . Essa variação pode ser expressa pela seguinte equação exponencial:

$$C_{dist} = A + Be^{-C \times n_{id}} \quad (2.33)$$

Os valores dos parâmetros A, B e C dependem do tipo de diagrama de momento fletor e são identificados na Tabela 2.8.

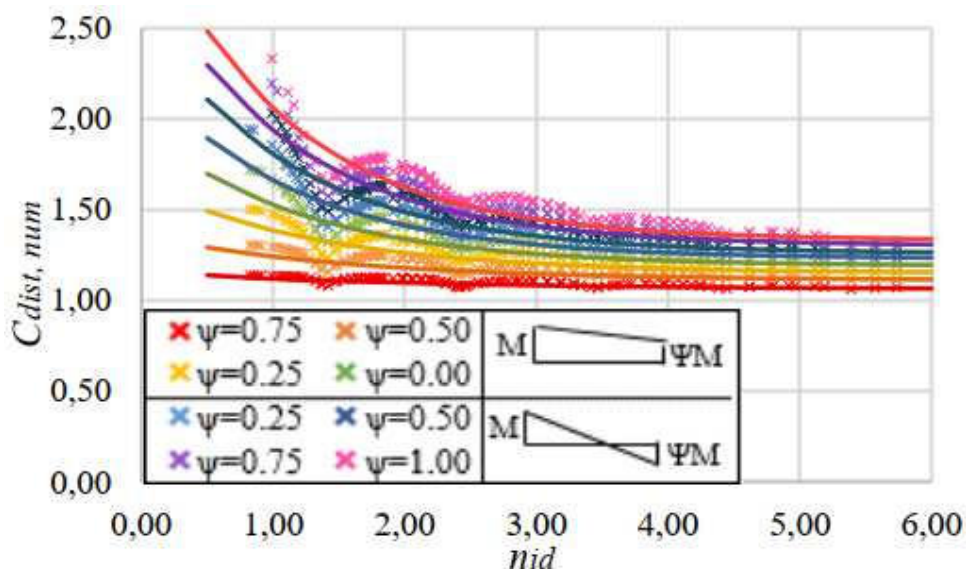


Figura 2.38 – C_{dist} versus n_{id} (NERY *et al.*, 2021).

O procedimento proposto por Nery *et al.* (2021) apresentou boa precisão, para a determinação do momento crítico elástico, com desvios menores que 10% em 96,6% dos casos, comparado com resultados numéricos. O coeficiente C_{dist} pode ser considerado simplificadamente e de forma conservadora como um único valor (coeficiente A), obtido quando o n_{id} tende ao infinito.

Tabela 2.8 – Parâmetros propostos para a equação de C_{dist} (adaptado de NERY *et al.*, 2021).

Condições de contorno	Diagrama de momento	Parâmetros					
		Ψ	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
		A	1,19	1,15	1,11	1,06	1,00
		B	0,765	0,495	0,25	0,10	0,00
		C	0,820	0,740	0,650	0,500	0,00
		A	1,19	1,23	1,26	1,30	1,33
		B	0,765	1,02	1,31	1,56	1,82
		C	0,820	0,856	0,872	0,892	0,914

2.6 Fatores que Influenciam o Momento Resistente à FLD

Com base no exposto na revisão bibliográfica, apresentada neste capítulo, pode-se concluir que o momento resistente à flambagem lateral com distorção de vigas mistas de aço e concreto pode ser influenciado por diversos fatores, entre eles, a rigidez rotacional, a distribuição de momento fletor, as tensões residuais e as imperfeições geométricas. Esses fatores são discutidos em detalhes nas próximas subseções.

2.6.1 Distribuição de Momento Fletor

A distribuição do momento fletor, ao longo da viga mista pode influenciar na ocorrência da flambagem lateral com distorção, havendo interação de comportamento entre os vãos, como destacado por diversos autores, tais como Salah e Gizejowski (2010b), Oliveira (2016) e Amaral *et al.* (2016). Quando o vão adjacente ao analisado está totalmente submetido a momento fletor negativo, como no caso da Figura 2.39-a, há maior tendência de ocorrência da FLD. Na situação, em que o vão adjacente encontra-se em sua maior parte submetido a momento fletor positivo (Figura 2.39-b), o vão adjacente propiciará um efeito estabilizador no vão analisado, reduzindo a propensão à FLD.

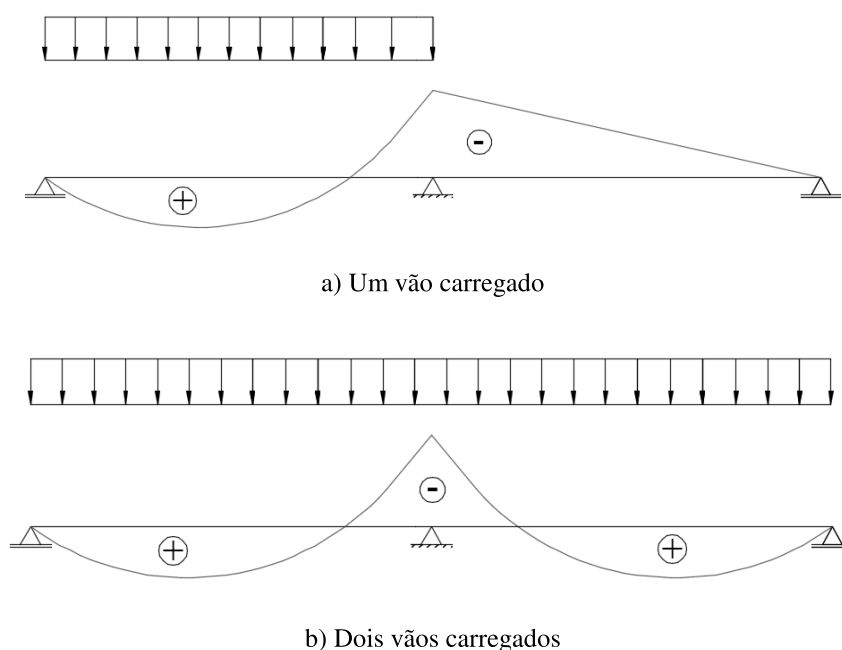


Figura 2.39 – Distribuição de momento fletor na viga mista.

2.6.2 Tensões Residuais

Um fator relevante no comportamento de barras sujeitas a fenômenos de instabilidade é a presença de tensões residuais. Essas tensões representam um estado interno autoequilibrado nos perfis de aço como consequência dos processos de produção industrial. Segundo Gomes (2006), se nenhuma força externa se opuser, as tensões residuais são sempre elásticas. A condição de deformação não homogênea cria as tensões residuais nas seções de aço pelos processos industriais térmicos (laminação a quente, soldagem e corte a maçarico) e mecânicos (laminação a frio, desempenho). Na literatura técnica e científica, as pesquisas acerca da distribuição de tensões residuais em perfis alveolares são escassas, devido a dificuldade experimental, não

existindo, ainda, um modelo consolidado para essa distribuição, fruto de uma análise probabilística.

Nesse contexto, são apresentados, a seguir, algumas generalidades das tensões residuais em perfis I laminados de alma cheia (usados normalmente na fabricação dos perfis alveolares) e, posteriormente, o estado da arte nos próprios perfis alveolares.

2.6.2.1 Perfis I Laminados

Em perfis laminados a quente, as tensões residuais são de grande relevância no comportamento estrutural. Nesses perfis, as tensões surgem por um processo de resfriamento não uniforme, ao longo da seção, sendo, portanto, tensões térmicas resultantes desse processo. Esse resfriamento gera um gradiente de temperatura, que faz com que cada parcela do material esteja submetida a uma temperatura diferente enquanto se resfria. O efeito da dilatação e contração térmica faz com que as partes que resfriam mais rapidamente se contraíam (extremidades das mesas e meio da alma), tracionando os trechos que são resfriados mais lentamente (encontro das mesas com a alma). O resultado desse fenômeno é um gradiente de tensões longitudinais autoequilibradas na seção transversal, que varia desde a compressão até a tração.

A distribuição de tensões residuais afeta a relação tensão *versus* deformação da seção transversal, uma vez que trechos da seção transversal iniciam o escoamento precocemente, fazendo com que a transição do trecho elástico para o plástico na curva média de tensão *versus* deformação seja suavizada, conforme mostrado na Figura 2.40. Esse comportamento não influencia o valor da resistência plástica da peça, que tenderá para o mesmo valor do material sem tensões residuais (BEEDLE e TALL, 1960).



Figura 2.40 – Influência das tensões residuais no diagrama tensão *versus* deformação (GRILO, 2018).

A variação das tensões residuais, ao longo do comprimento da peça, não é significativa em perfis laminados, sendo que a variação da velocidade de resfriamento, ao longo do perfil, é desprezível. Não há também relação entre a magnitude das tensões residuais e a resistência ao escoamento do aço (f_y), sendo os fatores de maior importância a geometria da seção e as condições de resfriamento (YOUNG, 1975 *apud* GRILO, 2018). Entretanto, em geral, utiliza-se a resistência ao escoamento do aço para definir as tensões residuais em diversos procedimentos normativos de cálculo, pela facilidade de se estabelecer as equações para cálculo da capacidade resistente.

2.6.2.2 Perfis Alveolares

A fabricação de perfis alveolares envolve o corte e a solda do perfil, posteriores à laminação a quente, para criar as aberturas na alma. Logo esses processos alteram a distribuição das tensões residuais, uma vez que o corte, ao longo do comprimento do perfil, faz com que haja alívio das tensões e sua consequente redistribuição na seção transversal. A solda que é realizada para unir as duas partes do perfil cortado também altera a distribuição de tensões, alterando as deformações residuais na seção, uma vez que causa um novo gradiente de temperatura e resfriamento no perfil. Como o perfil passa a ter a alma descontínua, além de ocorrer à soldagem em partes da alma, a distribuição das tensões residuais deixa de ser constante ao longo do perfil (GRILO, 2018).

Vieira (2011) propôs a utilização de um modelo simplificado para a distribuição de tensões residuais em simulações numéricas do comportamento estrutural de vigas sujeitas à flambagem do montante de alma, adotando uma tensão uniforme de compressão para a alma e uma tensão uniforme de tração para as mesas, de modo que a força resultante na alma e nas mesas seja equivalente à força cortante da distribuição parabólica de Young, conforme ilustra a Figura 2.41. Esse modelo foi validado por Vieira (2015), que chegou a bons resultados na análise de vigas sujeitas à flambagem do montante de alma. Foi observado que a magnitude das imperfeições iniciais pode influenciar no modo de falha da viga.

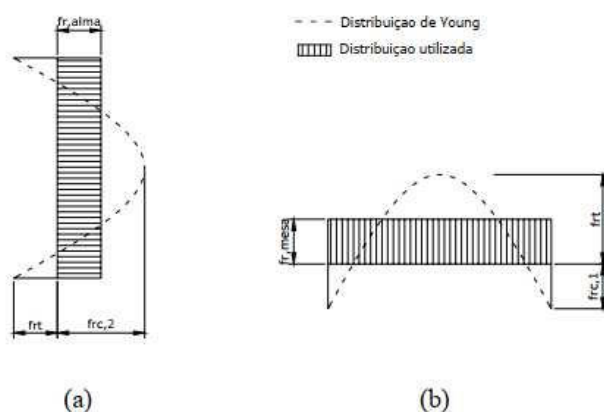


Figura 2.41 – Modelo simplificado de distribuição de tensões residuais adotada por Vieira (2011).

Sonck *et al.* (2014) apresentaram um trabalho no qual foram medidas experimentalmente as tensões residuais em perfis castelados e celulares. As tensões residuais de dois pares de perfis castelados e um par de perfis celulares foram medidas, conforme mostrado na Figura 2.42. A metodologia utilizada na medição está descrita detalhadamente em Sonck (2013). É importante destacar que o artigo com análise experimental de Sonck *et al.* (2014) é baseado na sua tese, Sonck (2013), e os seus estudos mais recentes Sonck e Belis (2015) e Sonck e Belis (2016) propõem modelos de tensões residuais simplificadas para a análise numérica baseada nessa mesma análise experimental. Logo, para vigas alveolares, que se tenha conhecimento até o momento, existem apenas os ensaios realizados por Sonck (2013) em sua tese.

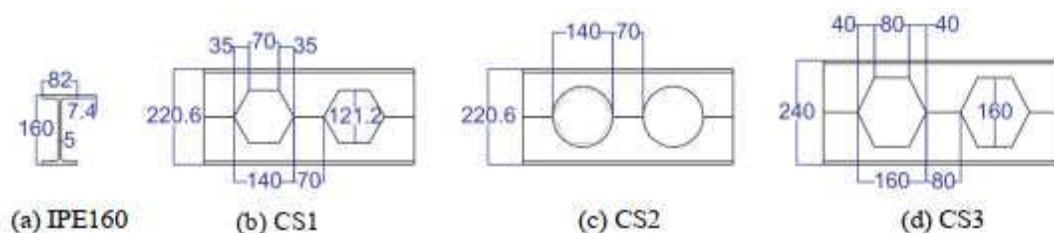


Figura 2.42 – Modelos ensaiados por SONCK *et al.* (2014).

As tensões residuais, medidas por Sonck *et al.* (2014), são apresentadas na Figura 2.43 e Figura 2.44. A autora também mediu o módulo de elasticidade do aço, porém os resultados foram insatisfatórios, possivelmente por erros na medição. A resistência ao escoamento média de seus modelos foi de 332 MPa na alma e 346 MPa nas mesas.

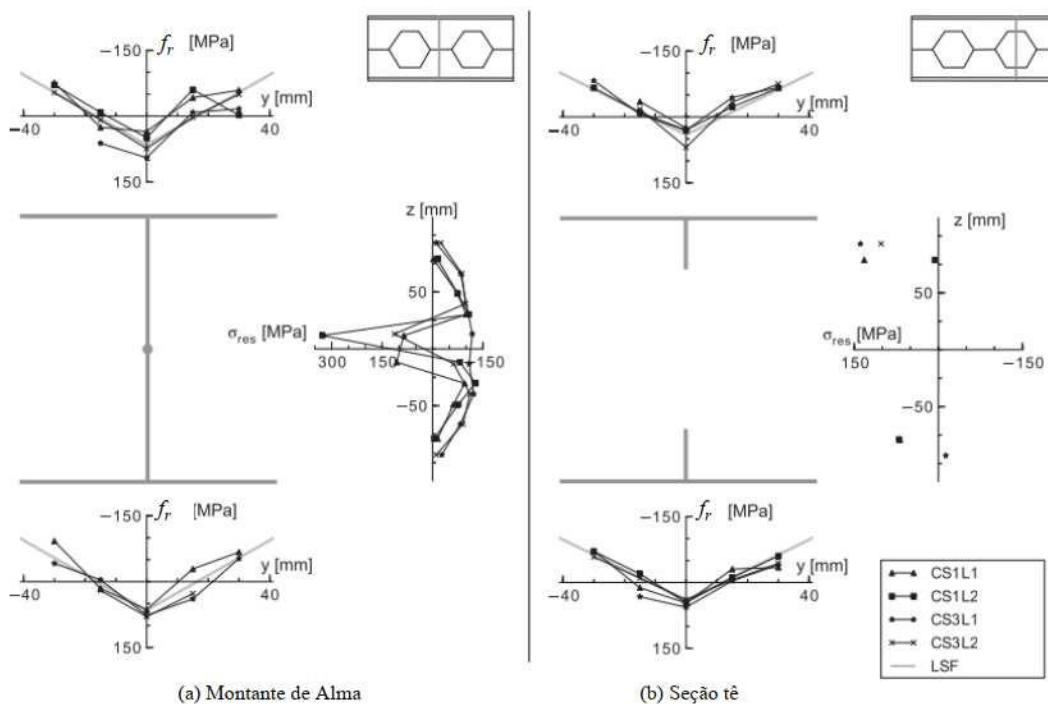


Figura 2.43 – Tensões medidas nos perfis castelados (adaptado de SONCK *et al.*, 2014).

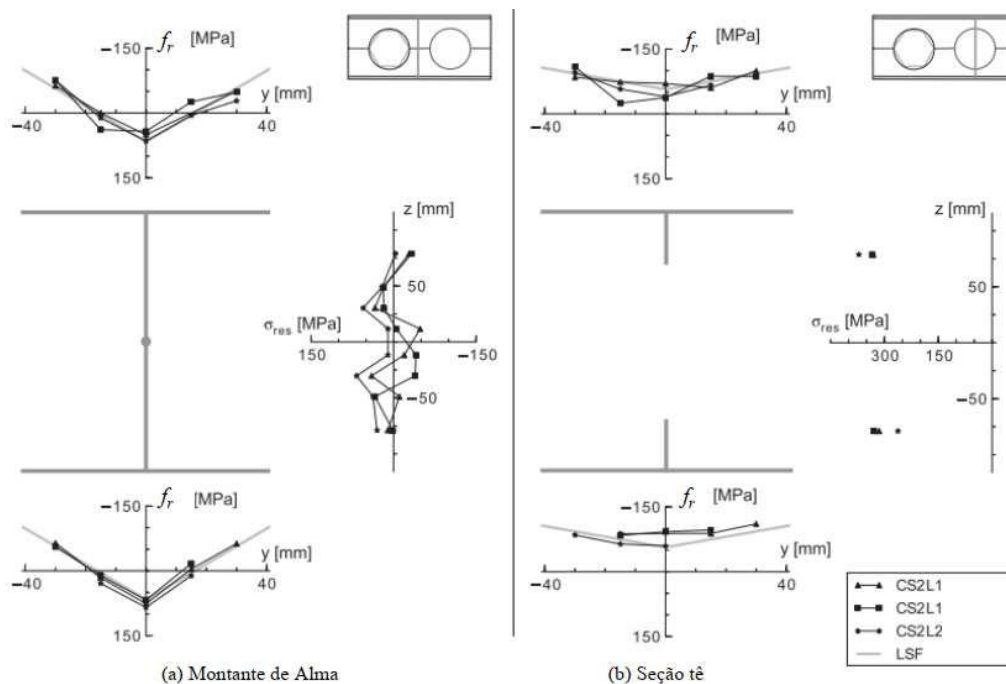


Figura 2.44 – Tensões medidas nos perfis celulares (adaptado de SONCK *et al.*, 2014).

Destaca-se que o processo de fabricação dos perfis celulares de Sonck *et al.* (2014) não foi o convencional. Eles foram fabricados a partir da abertura circular em perfis castelados. O corte realizado posteriormente à soldagem perturba as tensões residuais já existentes. Sonck *et al.* (2014) acreditam que as tensões residuais presentes em perfis celulares, fabricados

pelo processo convencional, no qual o corte é feito de forma circular e não há cortes posteriores à soldagem, sejam mais próximas das medidas nos perfis castelados que das medidas em perfis celulares fabricados da forma não convencional.

Qualitativamente, os resultados das medições das tensões residuais apresentados podem ser considerados coerentes. Nos perfis castelados, na região próxima à solda na alma, fica evidente uma concentração de tensões de tração, conforme era de se esperar, e consequente redistribuição de tensões ao longo da seção. Já nos perfis celulares, ocorre um alívio das tensões de tração na região central da alma, também esperado, pelo corte posterior à soldagem.

Os resultados obtidos, contudo se mostram incoerentes, em alguns casos, tendo sido estimado um valor de tensão residual de tração superior à resistência ao escoamento do aço na região da solda do primeiro modelo (Figura 2.43-a). Essa incoerência foi explicada pelos autores pela adoção de um valor nominal para o módulo de elasticidade. Como as tensões foram calculadas de forma indireta, utilizando a Lei de Hooke, o emprego de um módulo de elasticidade superestimado pode ter levado ao cálculo de tensões superiores aos reais (Sonck *et al.*, 2014).

Em estudos mais recentes, Sonck e Belis (2015; 2016) utilizaram uma distribuição de tensões residuais “simplificada”, para a modelagem numérica, baseada nos estudos experimentais de Sonck *et al.* (2014), conforme ilustra a Figura 2.45, em que a fabricação atípica se refere à viga celular produzida pelo corte da viga castelada. O modelo é dito como “simplificado”, pois considera uma tensão constante na alma e valores nas mesas “próximos” aos encontrados experimentalmente.

Apesar do padrão de tensão residual proposto por Sonck *et al.* (2014) apresentar bons resultados em seus modelos numéricos, sua aplicação é questionável pelos seguintes motivos: apenas um tipo de perfil (IPE 160) foi estudado; os autores recomendam que a distribuição de tensões proposta para a alma seja melhor avaliada; os autores não recomendam usar o padrão proposto em situações em que as tensões residuais na alma são relevantes; e os resultados são inconclusivos. Logo seus resultados não podem ser generalizados para todas as vigas alveolares.

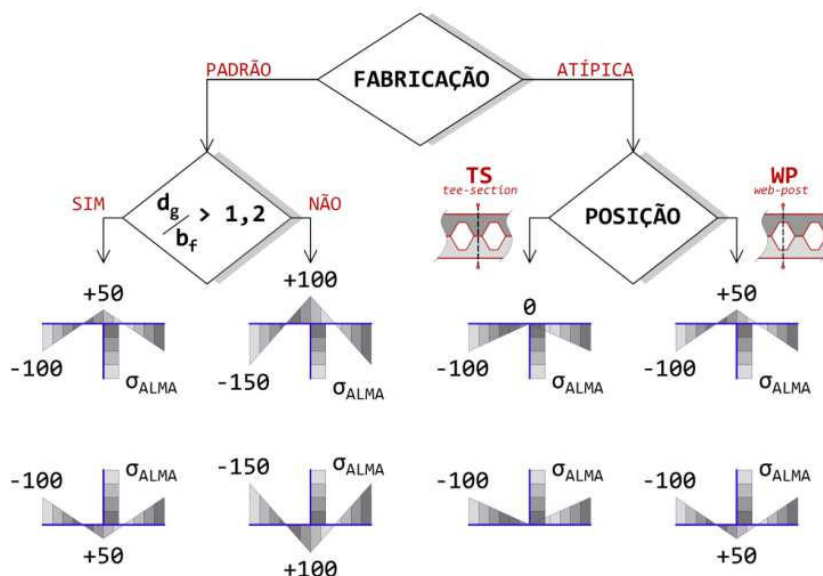


Figura 2.45 – Tensões residuais (TEIXEIRA, 2017).

Teixeira (2017) realizou uma série de análises numéricas com vigas alveolares pelo programa ANSYS 14.0 (ANSYS, 2011) para avaliar a proposição de tensões residuais de Sonck *et al.* (2014) e concluiu que são necessários estudos complementares a fim de determinar uma distribuição de tensões residuais com validade probabilística. Concluiu também que a introdução dessas tensões não alterou o tipo de falha ou o aspecto das curvas força *versus* deslocamento, sendo que a força resistente foi pouco reduzida (inferior a 5%) nos modelos sujeitos à falha global (flambagem lateral com torção e flexão em torno do eixo de maior e menor inércia). Teixeira (2017) concluiu ainda que, em razão da baixa confiabilidade das distribuições de tensões residuais de Sonck *et al.* (2014) e do baixo impacto que sua introdução causou sobre o modelo numérico, essas tensões podem ser desconsideradas inteiramente ou ter seus efeitos representados por uma redução de 5 a 10% no módulo de elasticidade do aço.

Nseir *et al.* (2012) não introduziram tensões residuais, alegando que sua distribuição em vigas alveolares é muito complexa em decorrência do processo de produção e que a não uniformidade e imprevisibilidade dos detalhes da técnica de fabricação de tais vigas elimina a possibilidade de prever cientificamente a distribuição das tensões residuais.

Diversos outros estudos, entre eles os de Warren (2001), Tsavdaridis e Mello (2011), Erdal (2011), Gonçalves (2015), Ferrari (2013), Teixeira (2017), Sakiyama (2018), Grilo *et al.* (2018) e o de Neves (2018) desconsideraram as tensões residuais pela baixa confiabilidade da

distribuição, por falta de análises experimentais com validade probabilística e pelo baixo impacto que sua introdução causa sobre o modelo numérico.

2.6.3 Imperfeições Geométricas

Um fator importante à determinação do momento fletor resistente são as imperfeições geométricas introduzidas pela fabricação do perfil alveolar que podem ser classificadas como globais e locais. Nos perfis I, as imperfeições locais são aquelas relacionadas a distorções na forma da seção transversal, como a falta de ortogonalidade nas ligações entre a alma e as mesas, desalinhamento do montante e a falta de planicidade na alma ou nas mesas. As imperfeições globais estão relacionadas a desvios na retilineidade da barra, como, por exemplo, a existência de uma curvatura inicial.


Nas análises numéricas, em geral, adota-se um dos modos de flambagem (normalmente o primeiro) da estrutura como forma da imperfeição geométrica inicial. Ou seja, realiza-se uma análise de flambagem elástica para obter a deformação e, então, é realizada a análise não linear para determinar a força resistente da peça. Essa abordagem é justificada com base no fato de que a forma do primeiro modo de flambagem está associada à menor força crítica da estrutura, que representa a situação mais desfavorável e leva à menor força resistente durante a análise não linear.

Teixeira (2017) afirma que essa abordagem é limitada e pode ser insuficiente para permitir a ocorrência de outros modos de falha associados à instabilidade. O autor estudou a introdução de imperfeições geométricas isoladas e diversas combinações dos tipos de imperfeições disponíveis foram propostas e investigadas. Os tipos de imperfeição geométrica propostos foram baseados nos desvios de geometria observados experimentalmente. No entanto, seus estudos mostraram que todos os modelos numéricos globais (vigas longas que falham por FLT) enquadram-se na categoria, em que a imperfeição geométrica, baseada nos desvios de geometria ou no conjunto de imperfeições geométricas, teve pouca ou nenhuma influência nos resultados, quando comparado com a imperfeição geométrica adotada como o primeiro modo de flambagem da análise elástica.

A norma brasileira ABNT NBR 5884:2013 trata da fabricação de perfis soldados e, de forma geral, preconiza as seguintes tolerâncias dimensionais para flecha da alma (imperfeição geométrica local) de perfis I, na qual o padrão de tolerância I deve ser utilizado para elementos

estruturais sujeitos a ações cíclicas, o padrão II para estruturas convencionais e o padrão III para estruturas secundárias e complementares, como estacas e postes, conforme mostrado na Tabela 2.9.

Tabela 2.9 – Tolerância dimensional (adaptado da ABNT NBR 5884:2013).

	Parâmetro	Padrão I	Padrão II	Padrão III
δ_w		$h/200$ ou 2 mm	$h/150$ ou 3 mm	$h/130$ ou 3 mm
δ_w		O que for maior, porém no máximo 6 mm	O que for maior, porém no máximo 8 mm	O que for maior, porém no máximo 9 mm

No catálogo disponibilizado pela fabricante europeia de vigas alveolares ArcelorMittal (ARCELORMITTAL, 2016), são preconizadas tolerâncias δ_w de, no máximo, 4 mm para vigas com altura d_g de até 600 mm e de, no máximo, um centésimo de d_g para vigas com d_g igual ou superior a 600 mm. Adicionalmente, o catálogo também apresenta uma tolerância para o desalinhamento transversal na região da solda do montante de alma máxima de 2 mm.

De acordo com Vieira (2015), foi observado que vigas casteladas laminadas, com controle de fabricação razoável produzidas no Brasil, apresentam imperfeições iniciais na alma (δ_w) da ordem de $d_g/200$, enquanto em vigas com pouco controle de fabricação apresentam imperfeições da ordem de $d_g/100$. Sakiyama (2018) obteve imperfeições geométricas da mesma ordem de grandeza que Vieira (2015) para vigas casteladas soldadas.

De acordo com a ABNT NBR 5884:2013, a tolerância de fabricação de um perfil estrutural de aço soldado, no que tange à flecha longitudinal (imperfeição geométrica global), para o Padrão II, é igual ao menor valor entre $L/1000$ ou 10 mm, sendo L o vão da viga mista (aqui considerado entre dois apoios da viga contínua). Adicionalmente, para perfis com comprimento L maior que 12 m, admite-se uma tolerância adicional de 1,0 mm para cada metro excedente. Destaca-se que a norma europeia EN 1993-1-5:2006 indica que a amplitude máxima para a imperfeição geométrica deve ser de 80% da tolerância de fabricação do perfil.

3

DETERMINAÇÃO DA RIGIDEZ ROTACIONAL DA ALMA

3.1 Considerações Gerais

As normas brasileira ABNT NBR 8800:2008 e europeia EN 1994-1-1:2004 fornecem um procedimento de cálculo para a verificação da FLD em perfis de alma cheia, pelo qual se obtém o momento fletor resistente à FLD, a partir do momento crítico elástico, determinado considerando o comportamento do mecanismo “U” invertido. Uma grandeza fundamental para a obtenção do valor desse momento é a rigidez rotacional da viga mista, que, por sua vez, depende da rigidez da alma. O procedimento das duas normas se restringe às vigas mistas de aço e concreto com perfis de alma cheia.

Neste capítulo, uma formulação para o cálculo da rigidez rotacional da alma de perfis castelados foi desenvolvida a partir de análise numérica, com vista à aplicação na determinação do momento crítico elástico à FLD.

3.2 Sobre o Programa Computacional de Análise

A análise numérica deste capítulo, assim como de todo este trabalho, foi realizada por meio do programa ANSYS, o qual possui uma interface gráfica (*Graphical User Interface*, GUI), que permite ao usuário criar seu modelo de maneira interativa. Diferentemente de outros programas computacionais de análise estrutural, o ANSYS oferece uma linguagem de programação chamada *Ansys Parametric Design Language* (APDL), que pode ser utilizada para criação do modelo, realizar a análise desejada e extrair resultados. As tarefas podem ser executadas com o uso do GUI e/ou com o código em APDL.

A linguagem APDL possibilita o uso de inúmeras operações matemáticas, de rotinas de repetição (*loops*) e de comandos para tomada de decisão (*if-then-else*) que facilitam a alteração do modelo numérico. Escrever rotinas em APDL requer ao usuário maior tempo de estudo e

boa familiaridade com o grande número de comandos. No entanto é vantajoso utilizar essa linguagem quando é necessário criar diversos modelos similares, pois permite resolver inúmeros problemas com códigos relativamente curtos, tornando a análise paramétrica mais rápida. Portanto, um código em APDL foi utilizado no estudo paramétrico deste trabalho.

3.3 Modelo Numérico

A rigidez rotacional depende substancialmente da rigidez à flexão da alma do perfil de aço (k_2), que pode ser determinada assumindo-a como uma placa engastada no centro geométrico da mesa superior e livre no centro geométrico da mesa inferior (Figura 2.18). Nessas condições, um modelo numérico simplificado foi desenvolvido para determinar a rigidez rotacional da alma de perfis de alma castelada.

O modelo representa uma placa (alma) de altura igual à distância entre os centros geométricos das mesas superior e inferior (h_0) e de comprimento variável pelas aberturas. Conforme descrito na Subseção 2.3.3, aplicando-se uma força horizontal F no centro geométrico da mesa inferior, o deslocamento lateral da alma (δ_2) é determinado e obtêm-se também os valores de rotação e rigidez da alma, θ_2 e k_2 , respectivamente, utilizando a Equação (2.3).

Modelos tridimensionais de elementos finitos simulados no programa computacional ANSYS foram implementados. Um desses modelos é ilustrado na Figura 3.1. Foram utilizados elementos de casca SHELL181 para representar o perfil de aço. Esse elemento é recomendado para modelar estruturas de espessura fina a moderadamente grossa e também para análises lineares e não lineares, de grandes rotações e/ou grandes deslocamentos. O módulo de elasticidade, E_a , e o coeficiente de Poisson, ν_a , do aço foram tomados com valores de 200000 MPa e 0,3, respectivamente.

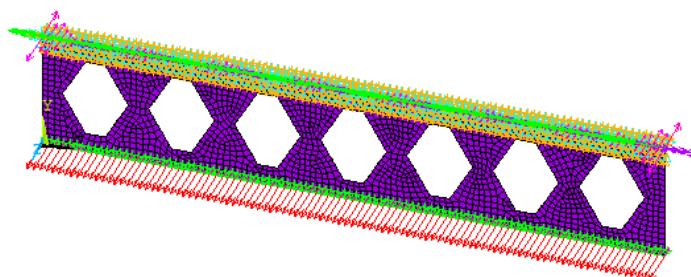


Figura 3.1 – Modelo de placa.

Para simular as condições de contorno, os deslocamentos e rotações nas três direções foram impedidos na extremidade superior. Na extremidade inferior, os deslocamentos dos nós foram acoplados, fazendo com que haja um deslocamento uniforme ao longo da porção inferior da alma em todo comprimento do modelo, condição que normalmente ocorre pela presença da mesa inferior. O carregamento foi uniformemente distribuído nos nós da extremidade inferior da placa.

3.4 Teste de Convergência do Modelo Numérico

A malha de elementos finitos foi gerada livremente pelo programa, resultando em uma malha não estruturada, o que não causa prejuízos pela simplicidade do tipo de análise em execução. Foi realizado um estudo de malha, variando-se o tamanho dos elementos desde valores maiores até valores muito reduzidos ($h/10$, $h/30$, $h/50$, $h/70$, $h/90$, $h/110$, onde h é a altura da placa). Ao final, a malha utilizada foi a de $h/90$, pois apresentou resultados com precisão adequada (a variação para malhas menores é menor que 0,05%) e pequeno tempo de processamento computacional.

3.5 Validação do Modelo Numérico

Para a validação do modelo numérico, foram modeladas placas com alma cheia, representando a alma, com as mesmas características apresentadas na seção anterior. Os modelos tinham altura entre os centros geométricos das mesas superior e inferior (h_0), espessura da alma (t_w) e comprimento da placa (L_{viga}) apresentados na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Características do modelo de validação.

h (mm)	t_w (mm)	L_{viga} (m)	δ_2 (m)	$k_{2,num}$ (kN.m/m)	$k_{2,an,cheia}$ (kN.m/m)	$k_{2,num,cheia}/$ $k_{2,an,cheia}$
260	6,4	2,85	4,28E-04	55393,01	55398,14	1,000
300	5,0	1,99	1,98E-03	22893,71	22818,77	0,997
600	7,5	4,85	1,93E-03	38543,48	38633,24	0,998
900	10	11,17	1,19E-03	61113,43	61050,06	1,001
1200	15	14,89	6,25E-04	154755,51	154532,97	1,001

A rigidez à flexão da alma numérica ($k_{2,num,cheia}$) foi calculada conforme Equação (2.3), considerando a força aplicada (F) de 1 kN e o deslocamento máximo da placa (δ_2) obtido da análise numérica. A rigidez analítica à flexão da alma ($k_{2,an,cheia}$) foi calculada conforme a Equação (2.9). Os resultados da análise numérica foram comparados com os resultados

analíticos, indicados na Tabela 3.1, e observou-se que a diferença máxima entre os dois resultados foi menor que 0,3%. Logo considera-se que o modelo numérico desenvolvido é adequado para as simulações da rigidez à flexão da alma.

3.6 Estudo Paramétrico

As placas avaliadas neste estudo tinham padrões de tipologia Anglo-Saxão, Litzka e Peiner com razão de expansão de 1,5, recomendado por Galambos *et al.* (1975) como a taxa de expansão ótima, que conduz ao maior ganho de resistência para o perfil alveolar e utilizado em diversos trabalhos (ZAAROUR e REDWOOD, 1996; BEZERRA *et al.*, 2011; VIEIRA, 2011).

O estudo paramétrico, para analisar a influência da rigidez rotacional da alma, foi realizado considerando quatro alturas em relação ao centro das mesas, h_0 , 300, 600, 900 e 1200 mm, abrangendo alturas grandes e pequenas. Foram analisadas esbeltezes da alma (h_0/t_w) iguais a 20, 40, 60 e 80, abrangendo valores de esbeltez maiores e menores que os usuais, e número de aberturas, n , de 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19 e 21 para verificar se ocorreria variação na rigidez com o aumento do vão. Foram analisados 432 modelos, com as combinações de propriedades apresentadas na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 – Modelos para análise da rigidez rotacional da alma.

Parâmetros	Valores
h_0 (mm)	300; 600; 900; 1200
Padrão	Anglo-Saxão; Litzka; Peiner
h_0/t_w	20; 40; 60; 80
n° aberturas	5; 7; 9; 11; 13; 15; 17; 19; 21

O Apêndice A apresenta todos os parâmetros dos modelos numéricos analisados, bem como os resultados obtidos para os padrões Anglo-Saxão, Litzka e Peiner.

3.7 Resultados e Discussão

A Figura 3.2 mostra a relação entre os resultados da análise numérica de placas com aberturas hexagonais e os valores obtidos segundo as formulações analíticas de placas de alma cheia (considerando as mesmas dimensões), para os padrões Anglo-Saxão, Litzka e Peiner, respectivamente, sendo a rigidez da alma castelada numérica, $k_{2,num,cast}$, calculada conforme

Equação (2.3) e a rigidez da alma cheia analítica, $k_{2,an,cheia}$, calculada pela Equação (2.9). Observa-se pelas figuras uma relação linear entre os resultados de $k_{2,num,cast}$ e $k_{2,an,cheia}$ para os três padrões de tipologia estudados, sendo que a média da razão $k_{2,num,cast}/k_{2,an,cheia}$ foi igual a aproximadamente 0,53, 0,53 e 0,54 para os padrões Anglo-Saxão, Litzka e Peiner, respectivamente.

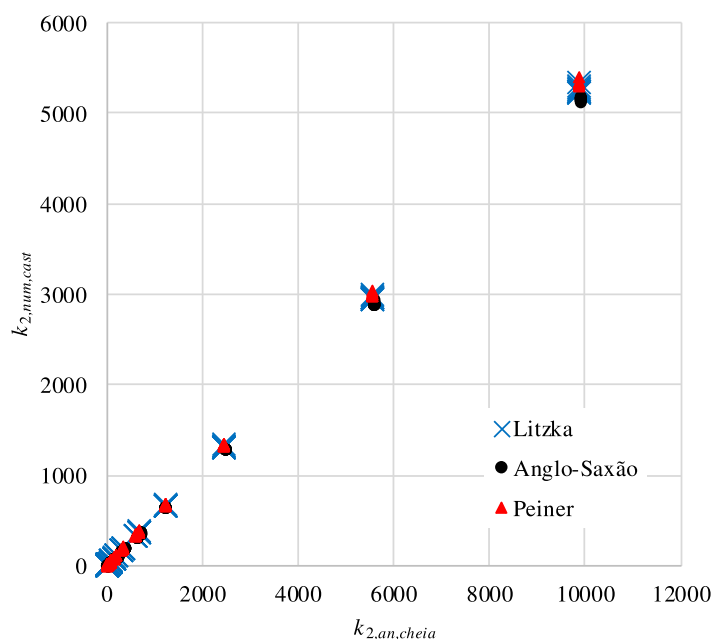


Figura 3.2 – Comparação entre rigidez da alma numérica e analítica.

Adotando um coeficiente de ajuste, γ , a Equação (2.9) pode ser adaptada para a determinação da rigidez rotacional de almas casteladas, como apresentado a seguir:

$$k_{2,cast} = \gamma \frac{E_a t_w^3}{4h_0(1-\nu_a^2)} \quad (3.1)$$

na qual γ vale:

$$\gamma = \begin{cases} 0,53 & \text{Anglo-Saxão} \\ 0,53 & \text{Litzka} \\ 0,54 & \text{Peiner} \end{cases} \quad (3.2)$$

sendo E_a o módulo de elasticidade do perfil de aço, t_w a espessura da alma, h_0 a altura entre os centros das mesas e ν_a o coeficiente de Poisson.

Observou-se que os valores obtidos, segundo as formulações para os três padrões de abertura, apresentaram desvios inferiores a 2% e média das razões da rigidez da alma analítica e rigidez da alma numérica igual a 1,0. Análises de variação dos resultados foram realizadas para as três formulações propostas, conforme descrito na norma europeia EN 1990:2002, e os coeficientes de variação, V_{δ} , foram inferiores a 0,73%, o que indica muito baixa variação e resultados homogêneos.

Adotando um único coeficiente de ajuste simplificado, γ_{simp} , igual a 0,53 para a Equação (2.9), pode-se determinar a equação da rigidez da alma castelada para os padrões Anglo-Saxão, Peiner e Litzka, na qual o desvio máximo obtido foi de 5%, a média das razões da rigidez da alma analítica e rigidez da alma numérica foi de 0,99 e o coeficiente de variação, V_{δ} , igual a 1,3%.

Destaca-se que o comprimento, ou número de aberturas, não influenciou na rigidez rotacional da alma com abertura hexagonal.

3.8 Conclusões

Neste capítulo foram obtidos dois diferentes coeficientes de ajuste a ser aplicado à Equação (2.9) para a determinação da rigidez à flexão da alma de perfis castelados, um igual a 0,53 para os padrões Anglo-Saxão e Litzka e outro igual a 0,54 para o padrão Peiner, obtidos a partir de análise numérica realizada por meio do programa computacional ANSYS.

Os coeficientes propostos proporcionaram excelente ajuste entre os resultados obtidos numericamente e os obtidos a partir da formulação clássica da teoria de placas. O desvio máximo entre os resultados numéricos e a metodologia proposta foi de 2%, considerando coeficientes de ajuste diferentes para cada padrão de abertura.

Finalmente, constatou-se a possibilidade de se utilizar, sem prejuízo significativo para os resultados, o coeficiente de ajuste igual a 0,53 para os três padrões de abertura, resultando em um desvio máximo de 5% dos resultados numéricos.

4

MODELO NUMÉRICO PARA O MOMENTO CRÍTICO ELÁSTICO

4.1 Considerações Gerais

Na determinação do momento fletor resistente à FLD, tem-se como etapa fundamental o cálculo do momento crítico elástico, M_{cr} . As equações propostas na literatura para esse momento (Roik *et al.*, 1990, adotada pela ABNT NBR 8800:2008; Hanswille, 2002; Dias *et al.*, 2019; Oliveira, 2018) são apenas para vigas mistas de aço e concreto com perfil de alma cheia e, por consequência, não aplicáveis a vigas casteladas mistas de aço e concreto.

Neste capítulo foi realizada análise linearizada de flambagem no programa ANSYS a fim de se obter o momento crítico elástico. Nessa análise foram estudadas as influências dos parâmetros da seção transversal, comprimento do vão, diagrama de momento fletor uniforme e não uniforme, rigidez da laje e posição da linha neutra elástica. Nas análises é obtido o autovalor relacionado ao momento fletor crítico e o autovetor associado fornece o correspondente modo de flambagem. Realizou-se a modelagem numérica por meio do código APDL, com o intuito de reduzir o tempo requerido durante a modelagem e possibilitar a criação de um grande número de modelos.

Os modelos analisados foram compostos por três partes principais: as chapas representando a alma e as mesas dos perfis, chapas perpendiculares às mesas e à alma, representando os enrijecedores de alma colocados nos apoios, e elementos de mola, utilizados para simular a restrição rotacional imposta pela laje e pela conexão de cisalhamento ao perfil de aço da viga mista.

Ressalta-se que, nos modelos numéricos, a rigidez rotacional da alma não é introduzida por meio de uma mola, mas representada diretamente pela deformação dos elementos que compõem

a alma do perfil. Assim, as molas introduzidas referem-se apenas à rigidez da laje e da conexão de cisalhamento.

É importante destacar que dois modelos estruturais foram concebidos para estudo do momento crítico elástico, um modelo biapoiado para análise de momento fletor uniforme e, outro modelo, com balanço para representar o momento fletor não uniforme.

4.2 Modelos Numéricos

4.2.1 Considerações Iniciais

Para a determinação do momento crítico elástico à FLD de vigas mistas, prescrições normativas recomendam desprezar o concreto tracionado. Para simplificar os modelos numéricos e permitir um número expressivo de análises, foi utilizado neste trabalho um modelo numérico simplificado, conforme ilustra a Figura 4.1, em que a laje de concreto armado é substituída por uma mola de rigidez rotacional k_1 e somente o perfil de aço é simulado.

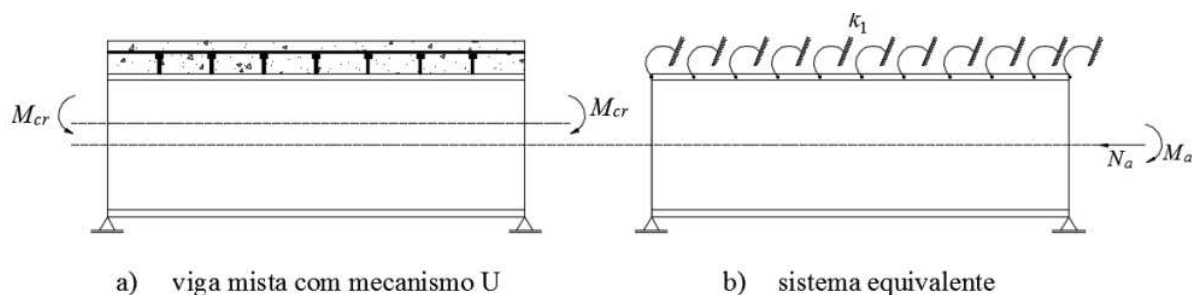


Figura 4.1 – Modelo numérico simplificado.

A distribuição das tensões na seção mista e no perfil de aço é representada na Figura 4.2.

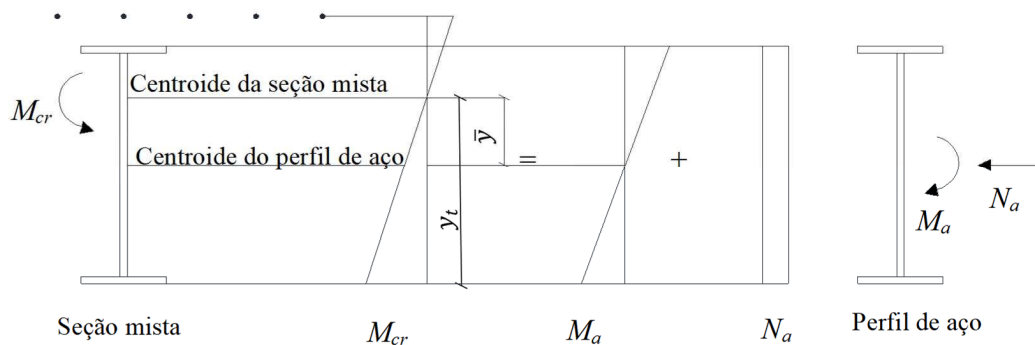


Figura 4.2 – Distribuição das tensões na seção mista e no perfil de aço.

Para se obter a relação entre os esforços internos no perfil de aço, ou seja, a força axial de compressão (N_a) e o momento fletor (M_a) do modelo equivalente, com o momento crítico elástico do modelo com a laje, observa-se que, no centro geométrico do perfil de aço, tem-se:

$$-\frac{N_a}{A_a} = -\frac{M_{cr}}{I_x} \bar{y} \quad (4.1)$$

Explicitando N_a , chega-se à seguinte relação:

$$N_a = M_{cr} \frac{\bar{y} A_a}{I_x} \quad (4.2)$$

Na mesa inferior do perfil de aço, tem-se:

$$-\frac{N_a}{A_a} - \frac{M_a}{I_{ax}} (y_t - \bar{y}) = -\frac{M_{cr}}{I_x} y_t \quad (4.3)$$

Simplificando a Equação (4.3), obtém-se a seguinte expressão:

$$M_a = M_{cr} \frac{I_{ax}}{I_x} \quad (4.4)$$

Substituindo a Equação (4.4) na Equação (4.2) chega-se à seguinte relação de N_a com M_a :

$$N_a = \frac{M_a \bar{y} A_a}{I_{ax}} \quad (4.5)$$

em que I_{ax} e I_x são os momentos de inércia, em relação ao eixo x do perfil de aço e da seção mista (tomada como o perfil de aço mais a seção da armadura negativa), respectivamente, e \bar{y} é a distância do centro geométrico da seção mista ao centro geométrico do perfil de aço. A excentricidade da força axial no perfil de aço, e , pode ser definida como:

$$e = \frac{M_a}{N_a} = \frac{I_{ax}}{\bar{y} A_a} \quad (4.6)$$

Portanto a determinação do momento crítico de FLD é feita considerando-se a laje de concreto fissurada, isto é, levando-se em conta apenas a contribuição da armadura na largura efetiva da laje na região de momento negativo. Essa armadura absorve parte do momento fletor, reduzindo as tensões atuantes na viga e deslocando a linha neutra do centroide do perfil de aço para uma posição entre esse e a laje de concreto. Ambos esses efeitos podem ser tratados no perfil de aço, sem que se realize uma consideração explícita da armadura de aço, incluindo-se uma força normal no modelo numérico calculada segundo a Equação (4.5). Para que essa equação e também a Equação (4.4) possam ser utilizadas, é necessário que a distribuição de tensões seja linear e contínua ao longo da seção transversal, o que só ocorre quando a interação entre laje e perfil é completa, ou seja, considera-se que não há deslizamento entre a laje de concreto e o perfil de aço. Essa situação é usual na prática, induzida pelo fato de que as normas de projeto exigem que haja interação completa nas regiões de momento negativo da viga mista.

Quanto ao fenômeno da distorção, supõe-se inicialmente que ele possa ser representado por meio de uma mola que restringe a rotação do perfil, colocada no centro da mesa superior da viga. Deve-se salientar que a rigidez da conexão é muito alta, de maneira que a rigidez da mola é geralmente igual ou muito próxima à da laje e, portanto, a partir desse ponto, o estudo a descreverá apenas como rigidez da laje. É importante comentar que, caso a rigidez da conexão seja baixa, sua flexibilidade pode ser incluída à mola aqui simulada, não havendo qualquer prejuízo ao modelo proposto.

As análises foram feitas apenas para o padrão Anglo-Saxão, pois os resultados ao momento crítico elástico dos diferentes tipos de padrões de abertura não apresentaram diferenças significativas (SILVA e CALDAS, 2019). Além disso, o padrão Anglo-Saxão possui a menor rigidez à flexão da alma, conforme visto no capítulo anterior.

4.2.2 Elementos Utilizados

O modelo numérico desenvolvido é constituído por um perfil de aço e enrijecedores, modelados com elementos de casca. Dessa forma, a representação do fenômeno da distorção da alma do perfil se dá de maneira mais fiel que por meio da simples consideração de uma mola de rigidez k_2 . O elemento adotado foi o SHELL181 da biblioteca do ANSYS, um elemento com quatro nós e seis graus de liberdade por nó (deslocamentos e rotações nos três eixos). A restrição à torção do perfil, que é imposta pela laje e pela conexão de cisalhamento, foi simulada por meio de elementos de mola COMBIN14 (Figura 4.3) dispostos em cada um dos nós do centro da

mesa superior do perfil. Esses elementos já foram testados e validados em diversos estudos (AMARAL *et al.*, 2016; OLIVEIRA *et al.*, 2016; OLIVEIRA, 2018; DIAS *et al.*, 2019). Ressalta-se que, por mais que na prática a restrição seja imposta ao centro da face superior da mesa, aqui ela foi introduzida no seu centro geométrico, resultando em uma pequena simplificação. Como no elemento de placa a espessura é degenerada, confundem-se as posições geométricas das faces e do seu centro, o que não permite a consideração precisa da disposição da restrição.

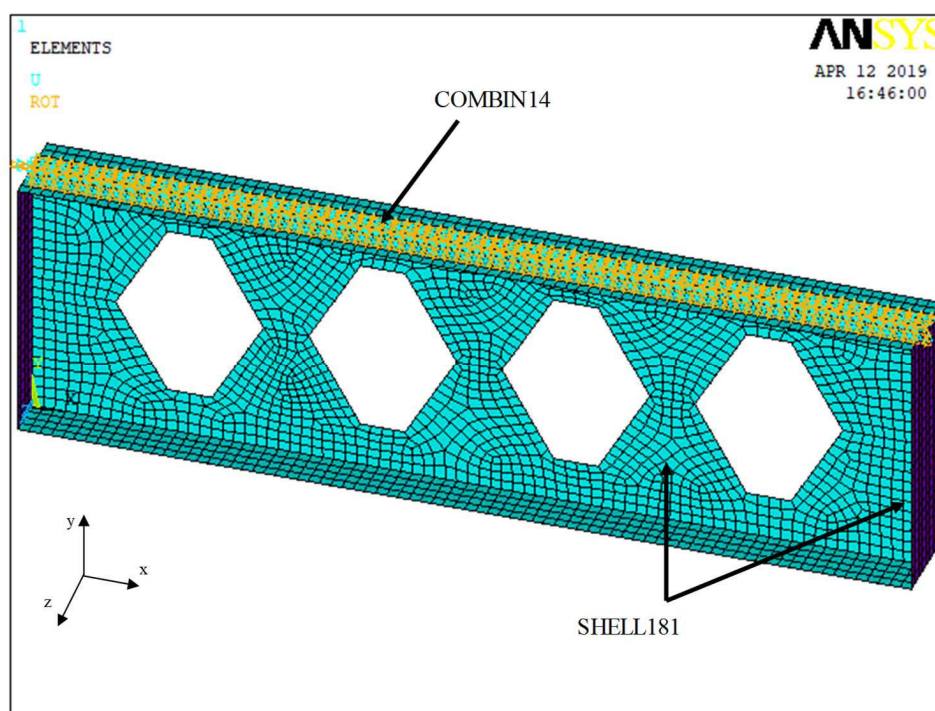


Figura 4.3 – Tipos de elementos adotados no modelo numérico.

4.2.3 Propriedades dos Materiais

Na análise de flambagem elástica somente as propriedades do material em regime elástico foram utilizadas. O módulo de elasticidade longitudinal do aço, E_a , foi assumido como igual a 200000 MPa e o coeficiente de Poisson, ν , igual a 0,3.

4.2.4 Carregamento e Condições de Contorno

Os modelos numéricos adotados, para a determinação do momento crítico elástico representam apenas trechos de momento negativo da viga castelada mista, sendo, por isso, denominados modelos simplificados. Dois modelos estruturais foram concebidos. Um modelo biapoiado com momentos nas extremidades, para a análise do momento fletor uniforme, apresentado em

4.2.4.1, e outro modelo com balanço e força concentrada aplicada na extremidade esquerda para representar o momento fletor não uniforme, descrito em 4.2.4.2.

4.2.4.1 Momento Uniforme

Para simular o caso de momento uniforme, o modelo foi constituído de um vão biapoiado com binários de forças aplicadas nas duas extremidades, conforme a Figura 4.1, resultando em um momento fletor uniforme de 1kN.m que comprime a mesa inferior. Ao se deslocar a linha neutra (para representar a armadura de aço não simulada diretamente), a proporção entre essas duas forças se altera, e a força de compressão na mesa inferior passa a ser maior que a de tração da mesa superior, de maneira que se mantém o momento de 1 kN.m, mas uma compressão é introduzida ao modelo (OLIVEIRA, 2018; DIAS *et al.*, 2019). Essa situação é apresentada esquematicamente na Figura 4.4-a. A Figura 4.4-b apresenta esse binário aplicado em uma das extremidades do modelo numérico.

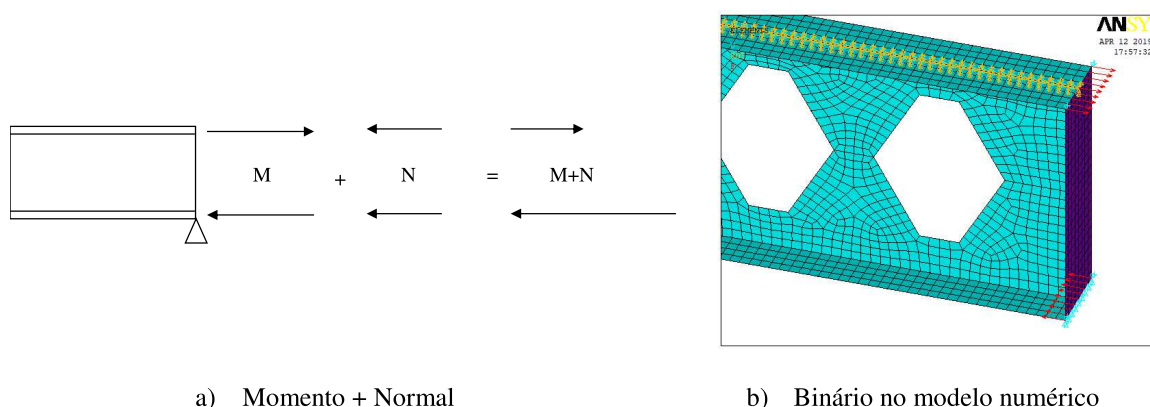


Figura 4.4 – Aplicação de binário em uma das extremidades da viga.

Para simular as condições de contorno nos apoios da viga, o deslocamento na direção global y é restringido na mesa inferior nas extremidades e o deslocamento na direção global x no centro da mesa inferior em uma das extremidades. Para simular o vínculo de garfo e impedir o giro da seção transversal do apoio interno, os deslocamentos na direção z foram restringidos nos nós extremos das mesas superior e inferior em ambas as extremidades. Enrijecedores transversais foram modelados nas seções transversais dos apoios para anular qualquer influência de deformações locais nessa região (Figura 4.5).

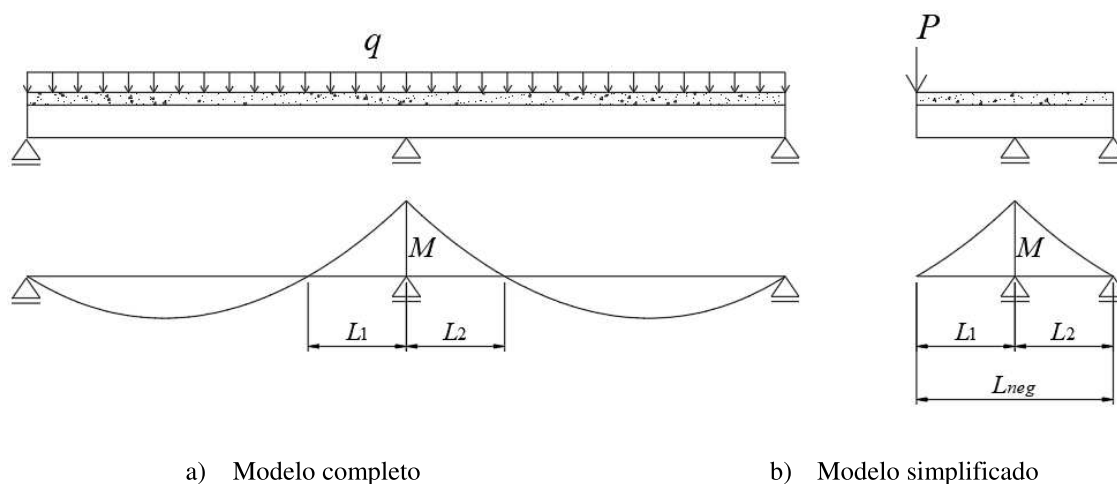


Figura 4.6 – Carregamento aplicado no modelo simplificado.

Para considerar o deslocamento da linha neutra elástica que ocorre pela presença da armadura não simulada diretamente, uma força axial distribuída foi aplicada aos nós da seção transversal (Figura 4.7), de forma similar ao estudo de Oliveira (2018).

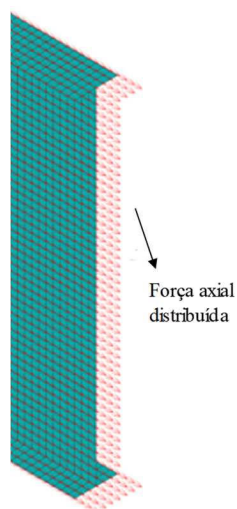


Figura 4.7 – Aplicação da força axial distribuída.

As restrições para o momento não uniforme seguem o mesmo padrão descrito anteriormente para o momento uniforme, destacando-se que o apoio esquerdo não está na extremidade da viga (Figura 4.6-b) e na extremidade livre um enrijecedor foi inserido.

4.2.5 Malha de Elementos Finitos

Para definir o tamanho do elemento do perfil de aço, foi realizado um estudo de malha composto por elementos de dimensões, variando da metade da largura da mesa até um vigésimo dessa

largura, totalizando 10 modelos (Tabela 4.1). A viga mista do estudo submetida a um momento fletor uniforme era de perfil de aço com altura de 400 mm, largura da mesa de 200 mm, espessura da mesa de 16,7 mm e espessura da alma de 6,7 mm e comprimento do trecho de momento fletor negativo igual a 12 m.

Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 4.1 e na Figura 4.8.

Tabela 4.1 – Resultados da análise de densidade de malha.

Nº de divisões da mesa	Dimensão do elemento (mm)	Momento M_a (kN.m)	Desvio com relação à malha seguinte (%)
2	100	453,93	12,82
4	50	520,71	2,94
6	33,33	536,47	1,06
8	25	542,22	-0,31
10	20	540,55	0,85
12	16,67	545,18	-0,82
14	14,29	540,75	0,03
16	12,5	540,91	0,3
18	11,11	542,53	1
20	10	547,94	-

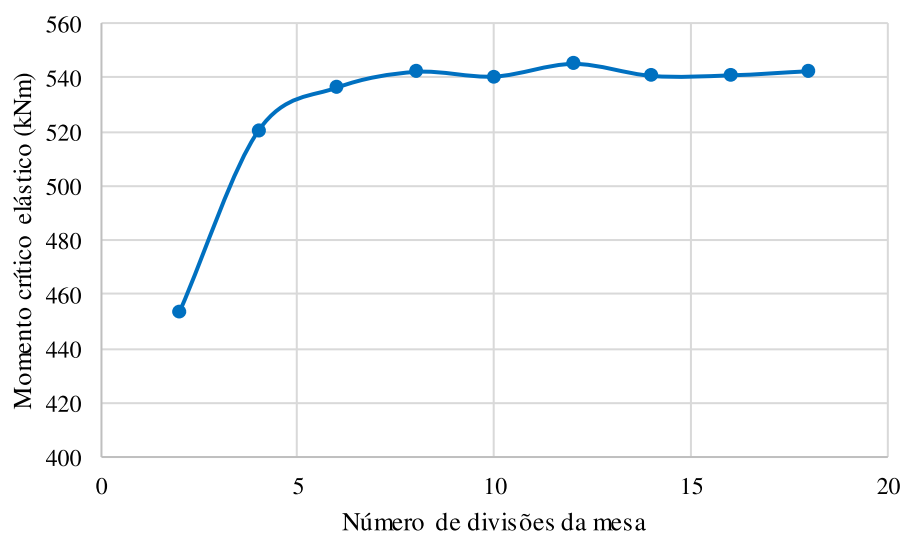


Figura 4.8 – Estudo de densidade da malha.

Concluiu-se, por meio desse estudo de malha, que elementos com dimensão igual a um oitavo da largura da mesa geram resposta suficientemente boa, desvio menor que 1%.

4.2.6 Análise das Condições de Contorno do Modelo de Momento Não Uniforme

Conforme descrito em 4.2.4.2, um modelo simplificado para o momento não uniforme foi adotado. Para verificar o impacto dessa simplificação, foi realizada uma análise comparativa entre uma viga em que a extremidade do balanço tem os deslocamentos laterais totalmente restringidos, simulando um vínculo de garfo nessa região (Figura 4.9-a), e outra em que essa extremidade tem rotação livre (Figura 4.9-b). A Tabela 4.2 mostra as características dos quatro modelos analisados e os resultados obtidos para o momento crítico, sendo o valor do momento crítico elástico para a situação da extremidade do balanço com vínculo de garfo simbolizado por $M_{cr,R}$ e o valor do momento para a condição de extremidade do balanço com rotação livre por $M_{cr,L}$.

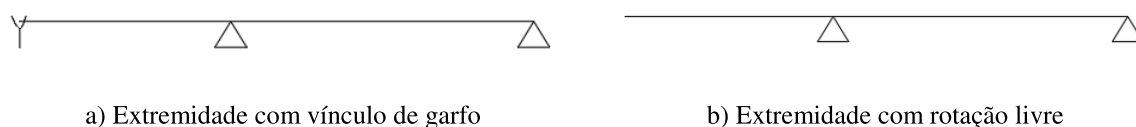


Figura 4.9 – Análise das condições de contorno.

Tabela 4.2 – Descrição dos modelos para a análise das condições de contorno e resultados obtidos.

Modelo	d (mm)	b_f (mm)	t_w (mm)	t_f (mm)	L (m)	$M_{cr,R}$ (kN.m)	$M_{cr,L}$ (kN.m)	$\frac{M_{cr,R}}{M_{cr,L}}$
1	300	100	6,3	9,5	6	233,61	233,37	1,0010
2	400	100	6,3	9,5	8	203,27	202,92	1,0017
3	500	200	9,5	12,5	10	1082,10	1082,06	1,0000
4	600	200	9,5	12,5	12	958,89	958,61	1,0003

Observa-se, na Tabela 4.2, que a diferença máxima entre os resultados obtidos com extremidade do balanço com vínculo de garfo ou com rotação livre corresponde a 0,17%, o que demonstra que a consideração do balanço na extremidade esquerda no modelo numérico, para o momento não uniforme, não influencia nos resultados. Esse fato já era esperado, pois a viga se deforma quase que exclusivamente na região de momento negativo (como não há deformação na região de momento positivo, é razoável analisar somente a região de momento negativo). Oliveira (2018) também utilizou um modelo simplificado similar para perfis com alma cheia, e a diferença foi de 0,5%. Nery *et al.* (2021) também utilizou modelos simplificados e concluiu que o vão adjacente tem pouca influência no valor do momento crítico de FLD para vigas com vãos longos.

4.2.7 Aferição da Modelagem Numérica

4.2.7.1 Considerações Iniciais

Como na literatura não constam exemplos ou procedimentos que forneçam valores confiáveis do momento crítico de flambagem lateral com distorção (M_{cr}) de vigas casteladas mistas de aço e concreto (vigas mistas de alma cheia está em 4.2.7.5), para aferição do modelo numérico foram utilizados os resultados de vigas de alma cheia puramente de aço. Inicialmente, foram tomadas vigas submetidas a momento fletor uniforme sob flambagem lateral com torção (FLT), um modo de flambagem que guarda semelhança com a FLD e que possui resultados analíticos reconhecidos, nas quais foram retiradas as restrições da laje. Posteriormente, removeu-se o binário de forças e as vigas foram submetidas a força axial de compressão sob situações de flambagem por flexão pura e flambagem por torção pura, também modos de flambagem que possuem resultados analíticos reconhecidos. Finalmente, para assegurar a confiabilidade da aferição do modelo, as vigas foram submetidas à FLD e os resultados comparados com os de Dias *et al.* (2019). Aferido o modelo numérico com a viga de alma cheia, foram introduzidas aberturas na alma conforme perfil castelado a ser estudado e os resultados comparados com os resultados do modelo numérico parametrizado de Teixeira (2017) para FLT, que foi calibrado com base em diversas análises experimentais, e com os resultados numéricos de Bezerra *et al.* (2011).

4.2.7.2 Flambagem Lateral com Torção com Perfil de Alma Cheia

Conforme descrito em 2.2.2.5, a flambagem lateral com torção (FLT) é causada pelo momento fletor atuante no eixo de maior momento de inércia (eixo x) e caracterizada por deslocamento lateral e torção combinados. Segundo Timoshenko e Gere (1961), a equação clássica para o cálculo do momento crítico elástico em perfis I duplamente simétricos fletidos em relação ao eixo paralelo às mesas (eixo x) para a situação de vínculo de garfo nos apoios e momento fletor uniforme atuante, é:

$$M_{cr,FLT} = \frac{\pi}{L_b} \sqrt{E_a I_{ay} G_a J_a + \left(\frac{\pi E}{L_b}\right)^2 I_{ay} C_w} \quad (4.7)$$

em que E_a e G_a são o módulo de elasticidade longitudinal e transversal, respectivamente, I_{ay} é o momento de inércia do perfil em relação ao eixo y (eixo que passa pelo plano médio da alma),

L_b é o comprimento destravado, C_w é a constante de empenamento e J_a é a constante de torção do perfil de aço.

A Tabela 4.3 mostra os quatro modelos utilizados para a validação e os resultados obtidos pela Equação (4.7), $M_{cr,an}$, e os obtidos numericamente, $M_{cr,num}$, ao passo que a Figura 4.10 ilustra o modo de flambagem do modelo 4, típico de todos os outros modelos analisados.

Tabela 4.3 – Descrição do modelo de FLT e resultados obtidos.

Modelo	d (mm)	b_f (mm)	t_w (mm)	t_f (mm)	L_b (m)	$M_{cr,an}$ (kN.m)	$M_{cr,num}$ (kN.m)	$\frac{M_{cr,num}}{M_{cr,an}}$
1	150	100	4,3	4,9	3,0	18,55	17,79	0,96
2	260	100	6,4	10	6,0	27,80	26,34	0,95
3	360	170	6,9	9,8	6,5	93,73	89,42	0,95
4	530	210	10,9	17,4	10,0	243,60	230,43	0,95

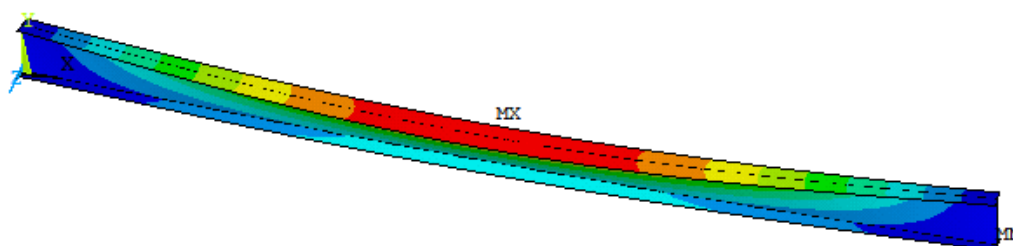


Figura 4.10 – Flambagem lateral com torção do modelo 4.

Os resultados analíticos foram superiores aos numéricos em no máximo 5%. Essa diferença se justifica pelo fato da Equação (4.7) ter sido desenvolvida a partir da hipótese de que a seção transversal se deforma como corpo rígido, ou seja, que a alma não pode sofrer distorção. No entanto constata-se o fenômeno da distorção da alma nos modelos analisados que causa uma redução no momento crítico elástico à FLT. Esse fenômeno foi estudado por Silva *et al.* (2017), que também constatou desvios da mesma ordem de grandeza para perfis com mesma esbeltez da alma.

4.2.7.3 Flambagem por Flexão com Perfil de Alma Cheia

A flambagem por flexão é caracterizada pelo encurvamento de uma barra causada por uma força de compressão axial. A força crítica analítica desse modo de flambagem é dada por:

$$N_{ey,an} = \frac{\pi^2 E_a I_{ay}}{L_y^2} \quad (4.8)$$

em que E_a é o módulo de elasticidade longitudinal do aço, I_{ay} é o momento de inércia do perfil em relação ao eixo y e L_y é o comprimento de flexão em torno do eixo y (eixo de menor inércia).

De maneira similar ao que foi feito em 4.2.7.2, foram analisadas quatro barras submetidas à compressão com extremidades rotuladas. A Tabela 4.4 mostra os modelos analisados e os resultados obtidos para a força crítica analítica, $N_{ey,an}$, e a força crítica numérica, $N_{ey,num}$.

Tabela 4.4 – Descrição do modelo de flambagem por flexão e resultados obtidos.

Modelo	D (mm)	b_f (mm)	t_w (mm)	t_f (mm)	L_y (m)	$N_{ey,an}$ (kN.m)	$N_{ey,num}$ (kN.m)	$\frac{N_{ey,num}}{N_{ey,an}}$
1	150	100	4,3	4,9	3,0	179,33	171,83	0,96
2	260	100	6,4	10	6,0	91,7	88,83	0,97
3	360	170	6,9	9,8	6,5	375,37	357,61	0,95
4	530	210	10,9	17,4	10,0	531,26	511,29	0,96

A Figura 4.11 ilustra o modo de flambagem por flexão do modelo 1.

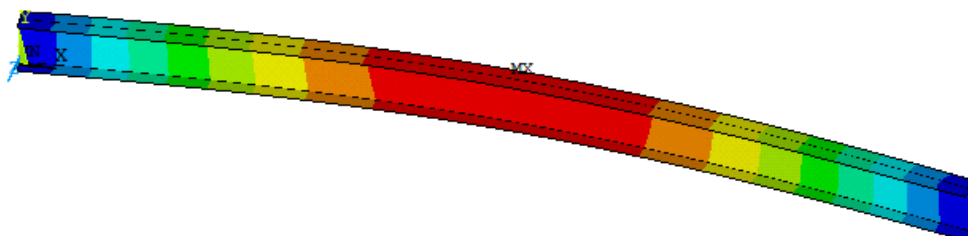


Figura 4.11 – Flambagem por flexão do modelo 1.

Os desvios obtidos foram da mesma ordem de grandeza dos modelos analisados para FLT. O motivo também é a distorção da alma, que se manifesta nos modelos numéricos.

4.2.7.4 Flambagem por Torção com Perfil de Alma Cheia

Com o mesmo modelo usado em 4.2.7.3, foi possível obter a força crítica de flambagem por torção e os resultados comparados com a equação analítica:

$$N_{ez,an} = \frac{1}{r_0^2} \left(\frac{\pi^2 E_a C_w}{L_z^2} + G_a J_a \right) \quad (4.9)$$

em que E_a e G_a são o módulo de elasticidade longitudinal e transversal do aço, respectivamente, r_0 é o raio de giração polar da seção em relação ao seu centro de torção, J_a é a constante de torção, C_w é a constante de empenamento e L_z é o comprimento de flambagem por torção.

Os resultados para a força de torção analítica, $N_{ez,an}$, e a força de torção numérica, $N_{ez,num}$, são apresentados na Tabela 4.5. Salienta-se que os modos correspondentes à torção foram sempre o segundo ou o terceiro, após modos de flambagem correspondentes à flexão.

Tabela 4.5 – Descrição do modelo de flambagem por torção e resultados obtidos.

Modelo	d (mm)	b_f (mm)	t_w (mm)	t_f (mm)	L_y (m)	$N_{ez,an}$ (kN.m)	$N_{ez,num}$ (kN.m)	$\frac{N_{ez,num}}{N_{ez,an}}$
1	150	100	4,3	4,9	3	413,25	397,48	0,96
2	260	100	6,4	10	6	688,12	688,12	0,93
3	360	170	6,9	9,8	6,5	952,72	952,72	0,95
4	530	210	10,9	17,4	10	2165,45	2165,45	0,93

A Figura 4.12 apresenta o modo de flambagem por torção do modelo 1.

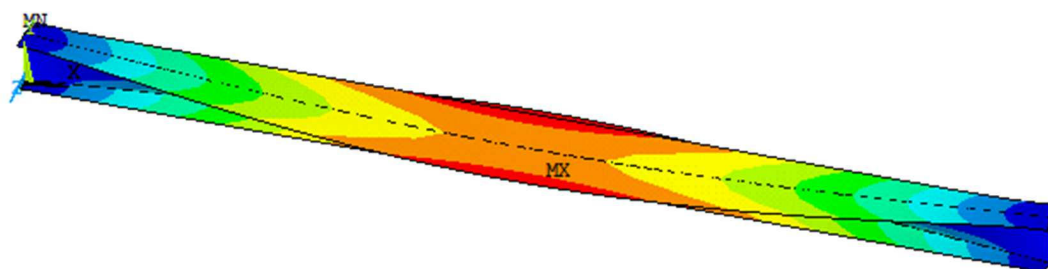


Figura 4.12 – Flambagem por torção do modelo 1.

Desvios de até 7% foram obtidos na flambagem por torção. É notório, na Figura 4.13, que a distorção da alma tem grande influência nessa flambagem, fato que não é levado em conta na Equação (4.9).

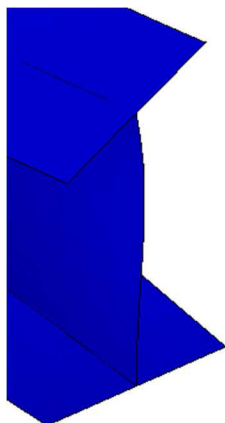


Figura 4.13 – Detalhe da extremidade do modelo 1.

4.2.7.5 Flambagem Lateral com Distorção com Perfil de Alma Cheia

A Equação (2.17), proposta por Dias *et al.* (2019), foi utilizada para a validação com relação à FLD. Destaca-se que foram inseridas restrições na mesa superior para simular a laje de concreto tracionada e um binário de forças foi aplicado para gerar um momento uniforme. Os quatro modelos testados são apresentados, na Tabela 4.6, assim como os resultados do momento crítico analítico, $M_{cr,an}$, e os resultados numéricos, $M_{cr,num}$.

Tabela 4.6 – Descrição do modelo de flambagem lateral com distorção e resultados obtidos.

Modelo	d (mm)	b_f (mm)	t_w (mm)	t_f (mm)	L (m)	$M_{cr,an}$ (kN.m)	$M_{cr,num}$ (kN.m)	$\frac{M_{cr,num}}{M_{cr,an}}$
1	300	100	5,0	5,55	9	99,38	100,15	1,01
2	600	150	10,0	12,5	15	564,28	575,99	1,02
3	900	300	11,25	15,0	18	1627,17	1638,44	1,01
4	1200	400	15,0	20,0	24	3857,01	3883,71	1,00

A Figura 4.14 ilustra a deformada característica da FLD referente ao modelo 3.

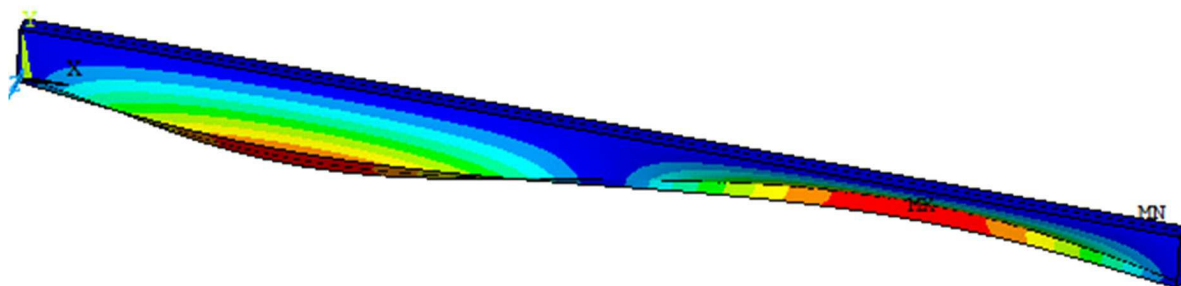


Figura 4.14 – Flambagem lateral com distorção do modelo 3.

Observa-se, pelos resultados, que o modelo numérico desenvolvido representa adequadamente a FLD.

4.2.7.6 Flambagem Lateral com Torção com Perfil de Alma Castelada

Nos tópicos precedentes a calibração foi realizada com perfil de alma cheia, e os resultados do modelo numérico mostraram-se bem representativos dos modos de falha. A partir de agora, são realizados os mesmos testes anteriores, porém em vigas com aberturas na alma conforme padrão castelado Anglo-Saxão.

O momento crítico de flambagem lateral com torção de vigas casteladas desenvolvida neste trabalho, $M_{cr,num}$, foi comparado com o resultados de momento crítico de Teixeira (2017), $M_{cr,T}$, que desenvolveu um código numérico parametrizado no ANSYS, que simula os diversos modos de falha dos perfis alveolares e que foi calibrado com diversos estudos experimentais. A Tabela 4.7 apresenta os modelos simulados e os resultados obtidos e a Figura 4.15 ilustra o modo de falha de característico da FLT do modelo 1.

Tabela 4.7 – Descrição do modelo de flambagem lateral com torção com perfil castelado e resultados obtidos.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_w (mm)	t_f (mm)	L (m)	$M_{cr,T}$ (kN.m)	$M_{cr,num}$ (kN.m)	$\frac{M_{cr,num}}{M_{cr,T}}$
1	150	100	4,3	4,9	3,0	23,40	23,40	1,0
2	260	100	6,4	10	6,0	30,51	30,66	1,0
3	360	170	6,9	9,8	6,5	117,05	119,37	0,98
4	530	210	10,9	17,4	10,0	277,76	284,69	0,98

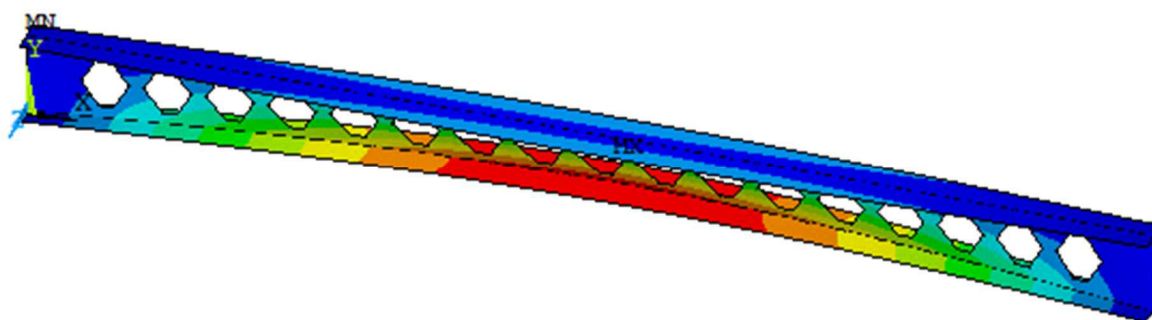


Figura 4.15 – Flambagem lateral com torção do modelo 1.

Também foram feitas comparações com os resultados numéricos de Bezerra *et al.* (2011), autores que realizaram estudos do momento crítico elástico de FLT de vigas casteladas. A Tabela 4.8 apresenta os modelos simulados e os resultados obtidos.

Tabela 4.8 – Descrição do modelo de flambagem lateral com torção com perfil castelado e resultados obtidos.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_w (mm)	t_f (mm)	L (m)	$M_{cr,B}$ (kN.m)	$M_{cr,num}$ (kN.m)	$\frac{M_{cr,num}}{M_{cr,B}}$
1	925,5	230,0	13,1	22,2	9,48	577,77	585,40	1,01
2	925,5	230,0	13,1	22,2	7,49	851,49	846,81	0,99
3	532,5	171,0	7,2	11,6	8,52	92,31	92,70	1,00
4	532,5	171,0	7,2	11,6	5,46	190,72	192,84	1,01
5	229,5	102,0	7,1	5,8	3,34	34,44	33,36	0,97
6	229,5	102,0	7,1	5,8	4,0	26,02	24,57	0,98

Os resultados apresentados mostram que o modelo numérico desenvolvido simulou com precisão adequada a FLT de vigas casteladas.

4.2.7.7 Flambagem por Flexão com Perfil de Alma Castelada

Neste tópico, os resultados para a flambagem por flexão com perfil de alma castelada são comparados com os resultados obtidos por Teixeira (2017).

A Tabela 4.9 apresenta os modelos analisados, em número de quatro, e os resultados obtidos para a força crítica de Teixeira (2017), $N_{ey,T}$, e a força crítica numérica, $N_{ey,num}$.

Tabela 4.9 – Descrição do modelo de flambagem por flexão com perfil castelado e resultados obtidos.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_w (mm)	t_f (mm)	L_y (m)	$N_{ey,T}$ (kN.m)	$N_{ey,num}$ (kN.m)	$\frac{N_{ey,num}}{N_{ey,T}}$
1	150	100	4,3	4,9	3,0	161,14	167,18	1,04
2	260	100	6,4	10	6,0	87,33	90,86	1,04
3	360	170	6,9	9,8	6,5	328,50	332,22	1,01
4	530	210	10,9	17,4	10,0	488,23	496,09	1,02

A Figura 4.16 ilustra o modo de flambagem por flexão do modelo 1.

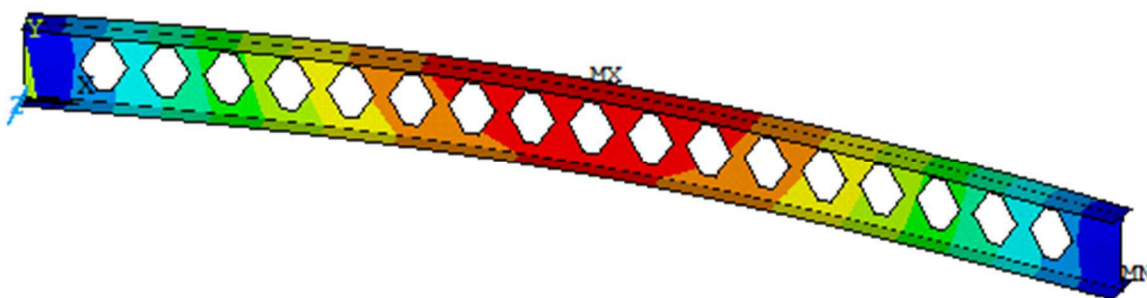


Figura 4.16 – Flambagem por flexão do modelo 1.

Observa-se, pelos resultados, que o modelo numérico desenvolvido representou bem a flambagem por flexão.

4.2.7.8 Flambagem por Torção com Perfil de Alma Castelada

Com o mesmo modelo, foi possível obter a força crítica de flambagem por torção, apenas alterando o modo de flambagem. Os resultados de Teixeira (2017), $N_{ez,T}$, e numéricos deste trabalho, $N_{ez,num}$, são apresentados na Tabela 4.10, destacando-se em que os modos de flambagem correspondentes à torção foram o segundo ou o terceiro.

Tabela 4.10 – Descrição do modelo de flambagem com torção com perfil castelado e resultados obtidos.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_w (mm)	t_f (mm)	L_y (m)	$N_{ez,T}$ (kN.m)	$N_{ez,num}$ (kN.m)	$\frac{N_{ez,num}}{N_{ez,T}}$
1	150	100	4,3	4,9	3,0	251,19	265,04	1,06
2	260	100	6,4	10	6,0	277,09	284,26	1,03
3	360	170	6,9	9,8	6,5	539,95	576,54	1,07
4	530	210	10,9	17,4	10,0	990,92	1004,21	1,01

A Figura 4.17 apresenta o modo de flambagem por torção do modelo 1.

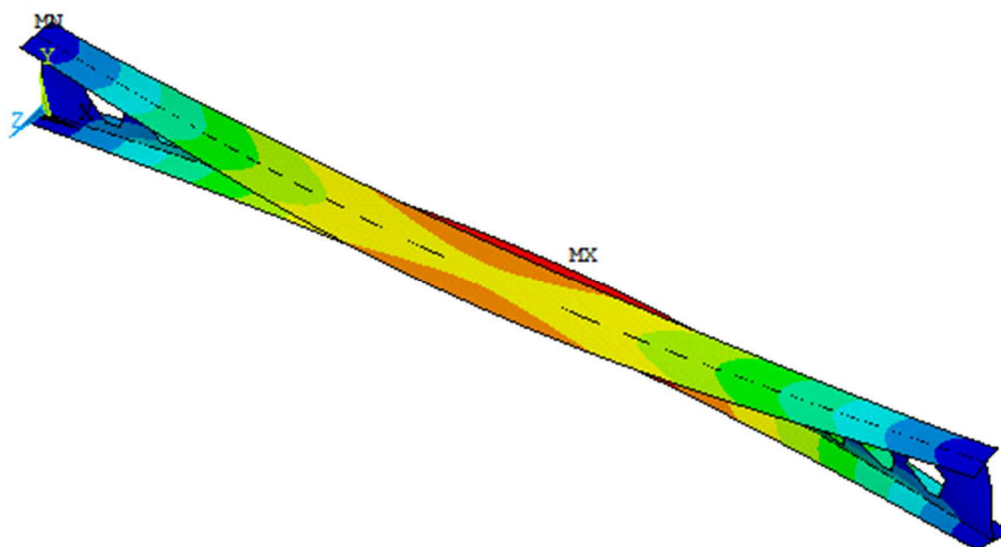


Figura 4.17 – Flambagem por torção do modelo 1.

Os resultados indicam que o modelo numérico desenvolvido representou adequadamente a flambagem por torção.

4.2.7.9 Consideração Final

Com base nos resultados apresentados e discutidos nos tópicos 4.2.7.2, 4.2.7.3, 4.2.7.4, 4.2.7.5, 4.2.7.6, 4.2.7.7 e 4.2.7.8, considera-se que o modelo numérico desenvolvido é adequado para prever o valor do momento crítico elástico de vigas casteladas mistas, podendo, assim, ser considerado como validado.

5

MODELO NUMÉRICO PARA O MOMENTO RESISTENTE À FLD

5.1 Considerações Gerais

Este capítulo descreve o modelo numérico adotado para a realização da análise não linear, via método dos elementos finitos, de vigas casteladas mistas de aço e concreto, utilizando o programa ANSYS. Observa-se uma escassez de estudos experimentais em relação ao fenômeno de flambagem lateral com distorção de vigas casteladas mistas, uma vez que esses ensaios são onerosos e de difícil execução. Portanto, inicialmente, utilizaram-se os ensaios experimentais realizados por Chen (1992) para a calibração da viga mista de aço e concreto com perfil de alma cheia (Seção 5.2). Posteriormente, modelos numéricos que representam os ensaios de Sonck (2013) com vigas casteladas foram implementados para avaliar as tensões residuais (Seção 5.3) nesse tipo de viga. Finalmente, os resultados dos ensaios realizados por Salah e Gizejowski (2010a) com vigas alveolares mistas foram utilizados para confirmar a validade do modelo numérico.

Em uma análise não linear, é possível obter a capacidade resistente de uma determinada estrutura. Para isso, devem-se levar em consideração, no modelo numérico, as não linearidades geométricas e de materiais. No ANSYS, assim como em outros programas que usam o MEF, a análise não linear, muitas vezes, é precedida de uma análise linearizada de flambagem. Por meio dessa análise, é possível obter a deformada do modelo, com deslocamentos normalizados, que pode ser usada na definição das imperfeições geométricas iniciais na estrutura analisada. Em seguida, podem-se inserir as demais não linearidades no modelo numérico, como as tensões residuais.

Após inserir as não linearidades, deve-se definir o método de resolução não linear a ser adotado. No ANSYS, pode-se optar pela aproximação de Newton-Raphson para a resolução das equações de equilíbrio não lineares, pela qual as forças aplicadas são subdivididas em uma série

de incrementos que podem ser aplicados em diversas etapas. Antes de cada solução, o método de Newton-Raphson avalia o vetor de forças desbalanceadas, considerando a diferença entre as forças internas e as forças aplicadas. O ANSYS executa então uma análise linear usando as forças desbalanceadas e verifica a convergência. Se os critérios de convergência adotados não forem satisfeitos, o vetor de forças desbalanceadas é reavaliado, sendo atualizada a matriz de rigidez e obtida uma nova solução. Esse procedimento iterativo prossegue até se obter a convergência do problema. Com o resultado da solução do sistema não linear, é possível obter o diagrama de força *versus* deslocamento da estrutura e, conseqüentemente, o valor da força última.

Após a calibração do modelo numérico, foi possível realizar simulações variando os parâmetros que influenciam no momento fletor resistente à flambagem lateral com distorção das vigas casteladas mistas de aço e concreto.

5.2 Aferição do Modelo Numérico com os Ensaaios Experimentais Realizados por Chen (1992)

5.2.1 Considerações sobre os Modelos

O modelo numérico não linear visa retratar o mecanismo “U” invertido de viga mista de aço e concreto para a obtenção do momento fletor resistente nominal à FLD. Para a validação, esse modelo é constituído por uma laje de concreto armado, conectores de cisalhamento e dois perfis I de aço com alma cheia (Figura 5.1).

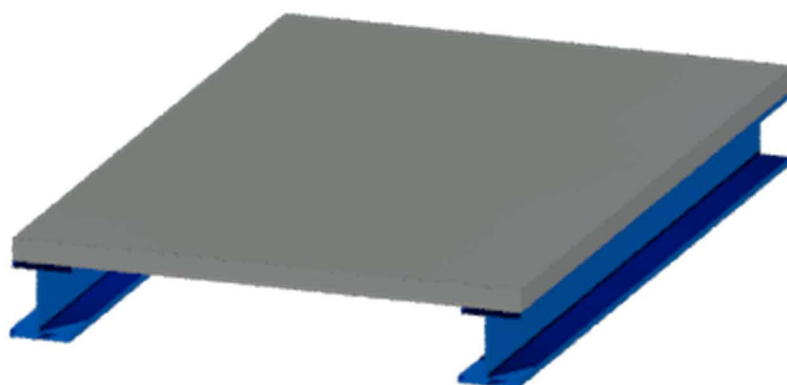


Figura 5.1 – Mecanismo “U” invertido modelado.

Como há simetria em relação ao plano médio paralelo à alma dos perfis de aço que passa pelo meio da laje, foi adotado um modelo numérico constituído apenas por um perfil de aço e pela metade da laje de concreto armado, conforme ilustrado na Figura 5.2. Na extremidade livre da laje desse modelo, foram implementados apoios que simulam a sua simetria. Ao adotar essa condição de simetria, há uma redução no número de nós e elementos do modelo numérico e, consequentemente, ganho no tempo de processamento.

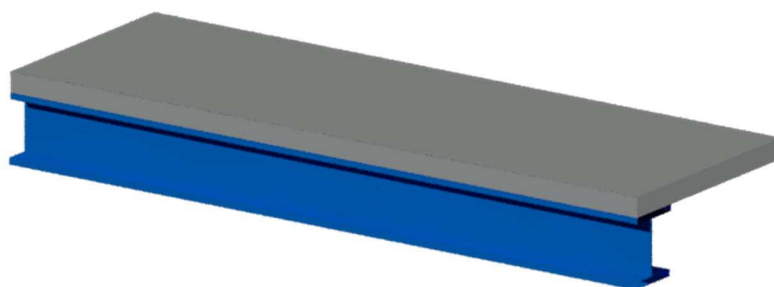


Figura 5.2 – Modelos numérico simplificado.

Na Subseção 5.2.2 são apresentados os elementos adotados, e na Subseção 5.2.3 as relações constitutivas, as propriedades dos materiais e coeficientes diversos utilizados na modelagem numérica para representar a laje de concreto armado, os conectores de cisalhamento, o perfil de aço e o contato entre o perfil de aço e a laje de concreto. A definição do tamanho da malha de elementos finitos é descrita na Subseção 5.2.4. A análise de sensibilidade da distribuição das tensões residuais e da imperfeição geométrica são descritas nas subseções 5.2.5 e 5.2.6, respectivamente. Por fim, na Subseção 5.2.7, são apresentados os detalhes da modelagem numérica e as técnicas de solução empregadas.

5.2.2 Elementos Utilizados

Como ilustrado na Figura 5.3, o modelo numérico foi constituído por um perfil de aço (inicialmente com alma cheia, para uma primeira validação e, posteriormente, com alma castelada), modelado com o elemento de casca SHELL181, por uma laje de concreto armado, modelada com o elemento SOLID65, e por conectores de cisalhamento pino com cabeça, modelados com o elemento BEAM188. Para permitir o contato entre a laje de concreto armado e a mesa superior do perfil de aço, foram utilizados os elementos CONTA173 e TARGE170.

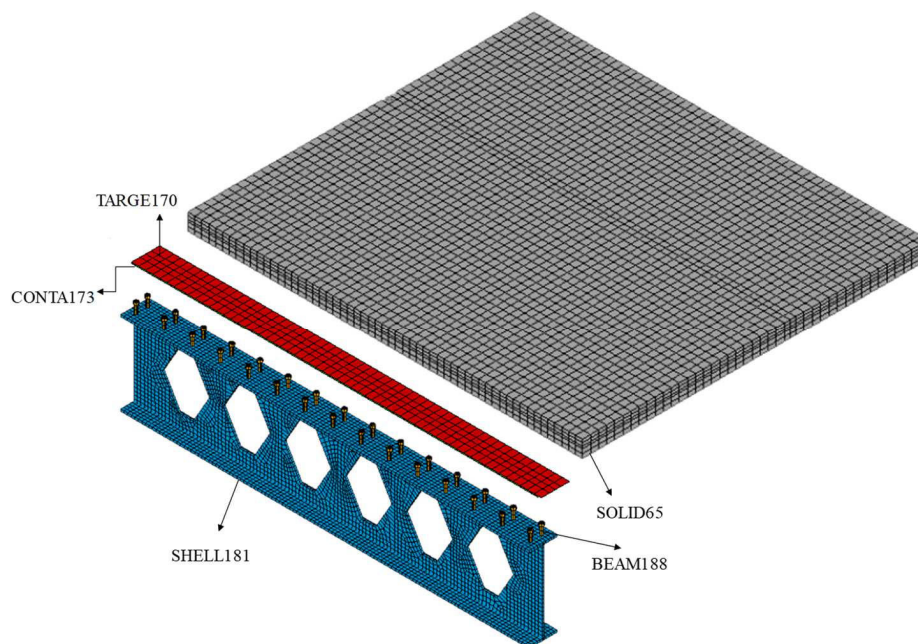


Figura 5.3 – Tipos de elementos adotados no modelo numérico.

O elemento SHELL181 usado para representar o perfil de aço, além dos enrijecedores que foram posicionados nos apoios é comumente adotado na modelagem de casca de espessura fina a moderadamente grossa e pode ser aplicado em análises lineares e não lineares, com grandes deslocamentos e deformações. Ele possui quatro nós, cada um com seis graus de liberdade, que são as translações e as rotações em relação aos eixos x , y e z . Pode-se definir o material desse elemento como elástico linear ou elastoplástico. O critério de escoamento de von Mises pode ser utilizado, quando o material for considerado isotrópico, podendo-se optar por uma das três opções: BISO (Bilinear ISOtrópico), MISO (Multilinear ISOtrópico) ou NLISO (Não Linear ISOtrópico).

O elemento SOLID65, utilizado para simular a laje de concreto armado, é um elemento sólido tridimensional de oito nós, cada um com três graus de liberdade, que são as translações nas direções x , y e z . Esse elemento permite o uso do concreto com ou sem armadura, podendo a armadura ser assumida na forma dispersa, com a taxa definida como a razão entre o volume da armadura e o volume total do concreto, em cada uma das direções dos eixos locais do elemento. A armadura é capaz de transmitir esforços de tração e compressão e também possui capacidade de deformação plástica por fluência. Como aspecto mais importante desse elemento, tem-se o tratamento não linear das propriedades dos materiais, pois considera a fissuração (em até três direções ortogonais), o esmagamento, a plasticidade e a fluência. Apesar do elemento SOLID65 ser classificado como *legacy* pelo ANSYS, ele ainda é bastante utilizado nas pesquisas, uma

vez que ele apresenta capacidade de ilustrar graficamente o comportamento à fissuração do concreto. Assim, trabalhos recentes, como os de Zhou e Yan (2017), Dietrich *et al.* (2017) e Oliveira (2018) utilizaram esse elemento para simular a laje de concreto armado. Trata-se de um elemento geralmente adotado para a modelagem tridimensional de sólidos de concreto com ou sem armadura, uma vez que ele possui capacidade de fissuração em regiões tracionadas e de esmagamento nas áreas comprimidas.

Conforme destacado por Nogueira *et al.* (2010), a superfície de ruptura do elemento SOLID65 dada pelo modelo de Willam-Warnke descreve a falha por tração. Se a superfície de ruptura for atingida por um estado de tensão, admite-se que ocorra a fissuração. Assim, quando qualquer das componentes de tensão principal de tração atingir a resistência à tração do concreto, haverá fissuração no plano normal a essa componente. As tensões principais atuantes em uma determinada direção anulam-se bruscamente assim que é atingida a superfície de ruptura. O processo de fissuração é representado por meio do conceito de fissura dispersa e de coeficientes de transferência de tensão de cisalhamento que controlam a retenção de rigidez nos planos fissurados.

O elemento BEAM188 foi utilizado para simular os conectores de cisalhamento pino com cabeça. Trata-se de um elemento de viga com dois nós, que possui seis graus de liberdade em cada nó, que são as translações e as rotações em relação aos eixos x, y e z. Esse elemento responde a esforços de flexão, possibilita a consideração da não linearidade do material e permite configurar a forma da seção transversal circular do conector de cisalhamento, tendo sido escolhido por proporcionar uma modelagem mais simples, sem perder a representatividade nos resultados.

Os elementos CONTA173 e TARGE170 trabalham em par e foram utilizados para representar o contato existente na interface entre a laje de concreto armado e a mesa superior do perfil de aço. Esses elementos são utilizados em análises tridimensionais com contato do tipo superfície-superfície, sendo capazes de simular a existência de pressão entre os elementos quando há contato e, também, a separação entre os mesmos elementos, quando não há contato. O elemento CONTA173 foi usado para representar o contato e o deslizamento entre uma superfície deformável, definida por esse elemento, e a superfície alvo tridimensional, definida pelo elemento TARGE170. O CONTA173 é um elemento de quatro nós definido por superfícies de

elementos sólidos ou de cascas lineares. Haverá contato entre as superfícies definidas quando o elemento CONTA173 penetrar na superfície alvo, definida pelo elemento TARGE170.

5.2.3 Considerações Iniciais sobre os Materiais

No modelo numérico de elementos finitos desenvolvido neste trabalho, considera-se o comportamento não linear do aço descrito em 5.2.3.1. O concreto também foi adotado como não linear, conforme apresentado em 5.2.3.2. As características consideradas entre o contato da laje e da mesa superior do perfil de aço são descritas em 5.2.3.3.

5.2.3.1 Aço

O comportamento uniaxial dos aços da armadura e do perfil foi considerado por um diagrama tensão *versus* deformação elastoplástico bilinear, em que a primeira reta é elástica linear até o alcance da resistência ao escoamento, f_y , com módulo tangente igual ao módulo de elasticidade, E_a . A deformação correspondente ao início do escoamento, ε_y , equivale à razão entre f_y e E_a . A segunda reta possui módulo tangente igual a $1/10000$ do módulo de elasticidade, para evitar problemas de convergência numérica (Figura 5.4). Assume-se que o aço segue o critério de von Mises, com regra de encruamento isotrópico, aplicável para análises de materiais dúcteis. O valor do coeficiente de Poisson do aço adotado foi igual a 0,3.

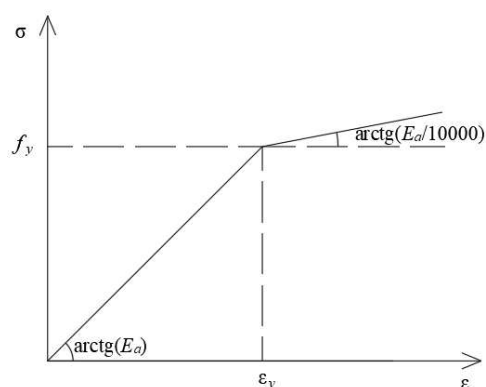


Figura 5.4 – Curva tensão *versus* deformação dos aços.

As propriedades mecânicas adotadas para o perfil de aço do modelo de validação foram baseadas do trabalho de Chen (1992). O módulo de elasticidade (E_a) corresponde a 205 GPa e a resistência ao escoamento (f_y) do aço é igual a 386,5 MPa, para mesa superior e enrijecedor, 362 MPa para mesa inferior e 418 MPa para alma. Para a modelagem do comportamento

mecânico do aço da armadura passiva, adota-se o módulo de elasticidade, E_s , como igual a 210 GPa e a resistência ao escoamento como igual a 459 MPa.

Para representar o aço dos conectores de cisalhamento, nos modelos numéricos deste trabalho, considerou-se o material como linear, com módulo de elasticidade igual ao do perfil de aço (E_a).

5.2.3.2 Concreto Armado

O comportamento do concreto sob compressão uniaxial foi modelado com base na relação tensão *versus* deformação da norma brasileira ABNT NBR 6118:2014, assumindo um comportamento linear elástico até a metade da resistência à compressão média do concreto ($0,5f_{cm}$), uma relação parabólica até que a resistência à compressão média do concreto seja alcançada (f_{cm}) para uma deformação específica ε_{c2} (deformação específica de encurtamento do concreto no início do patamar plástico) e, por último, um trecho plástico, conforme a Figura 5.5.

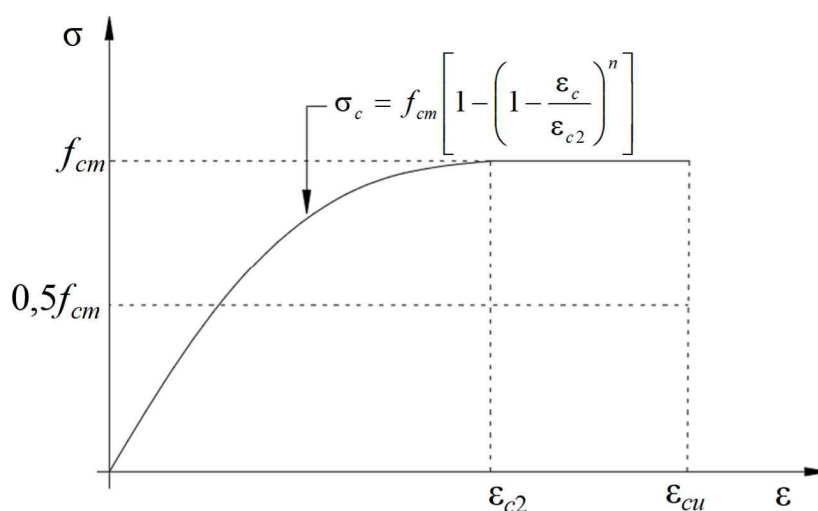


Figura 5.5 – Relação tensão *versus* deformação para o concreto submetido a compressão segundo a norma ABNT NBR 6118:2014.

No modelo numérico de validação, os valores do coeficiente de Poisson, módulo de elasticidade (E_c) e resistência à compressão média (f_{cm}) do concreto são iguais a 0,20, 32 GPa e 38,6 MPa, respectivamente, de acordo com os dados de Chen (1992). Para o concreto empregado, o valor do parâmetro ε_{c2} (deformação específica de encurtamento do concreto no início do patamar plástico) é igual a 2,0‰, do parâmetro ε_{cu} (deformação específica de encurtamento do concreto na ruptura) é igual a 3,5‰ e n é igual a 2.

O comportamento do concreto à tração foi representado por meio do critério de falha de Willam-Warnke, “*default*” do elemento SOLID65. Com o intuito de facilitar a convergência da solução numérica, é comum desabilitar o esmagamento do concreto. Nas análises numéricas realizadas, utilizou-se dessa estratégia, uma vez que ela contribuiu para a melhoria na convergência da solução dos modelos sem perda da qualidade dos resultados. O critério de Willam-Warnke permite simular a fissuração do concreto quando submetido a tensões de tração. De acordo com a norma brasileira ABNT NBR 6118:2014 e com norma europeia EN 1992-1-1:2004, a resistência à tração média pode ser obtida por meio da seguinte equação:

$$f_{cm} = 0,3f_{ck}^{2/3} \quad (5.1)$$

Os valores dos coeficientes de transferência de cisalhamento utilizados foram 0,6 para fissuras abertas e de 0,9 para fissuras fechadas, em concordância com os estudos de Contamine *et al.* (2011). Foram realizados testes com outros valores de coeficientes, no entanto os mencionados levaram a melhores resultados. O intervalo para esses coeficientes é de 0 a 1,0, em que 0 representa uma fissura lisa (perda completa de transferência de cisalhamento) e 1,0 representa uma fissura rugosa (nenhuma perda de transferência de cisalhamento).

5.2.3.3 Características do Contato entre o Perfil de Aço e o Concreto Armado

Como apresentado na Subseção 5.2.2, o contato entre a laje e a mesa superior do perfil de aço foi estabelecido por meio dos elementos CONTA173 e TARGE170, o que possibilita o surgimento de tensões normais de compressão quando o contato é estabelecido, além de permitir a separação entre a laje e o perfil de aço.

O elemento CONTA173 apresenta vários parâmetros que definem seu comportamento e que podem ter seus valores estabelecidos pelo usuário. A rigidez normal do contato é definida por meio das constantes reais FKN e FTOLN do elemento. A constante FKN é um fator que possui intervalo de 0,01 a 1,0, sendo 1,0 o *default*. Neste trabalho, adotou-se o valor de 0,1 para essa constante, pois o ANSYS recomenda esse valor quando a deformação predominante é de flexão. A constante FTOLN é um fator de tolerância que verifica a compatibilidade da penetração, sendo adotado o valor igual a 0,1 pré-estabelecido pelo ANSYS. Um coeficiente de atrito nulo entre as superfícies foi adotado para o par de elementos de contato.

5.2.4 Malha de Elementos Finitos

A precisão dos resultados obtidos em estudos que utilizam o método dos elementos finitos está diretamente relacionada com a qualidade da malha gerada no modelo. A elaboração da malha pode ou não ser controlada pelo usuário no programa ANSYS, sendo importante garantir que os elementos tenham forma e dimensões apropriadas. Portanto, no presente trabalho, a malha foi controlada, permitindo a determinação da forma e do tamanho dos elementos.

Neste estudo numérico, foram utilizados elementos de barra para representar os conectores de cisalhamento pino com cabeça (BEAM188), elementos de casca para o perfil de aço e enrijecedores (SHELL181) e elementos sólidos para a laje de concreto armado (SOLID65). Cada malha foi gerada de maneira que seus elementos sólidos tenham forma prismática (com seis faces) e os elementos de casca tenham forma retangular.

A malha da laje não precisa ser tão refinada quanto nas mesas do perfil de aço. Portanto, na geração da malha, as linhas, áreas e volumes que formam cada elemento foram discretizados separadamente, sendo que as coordenadas dos nós das mesas do perfil de aço podem não coincidir com as coordenadas dos nós da laje de concreto. Isso só é possível pelo uso de elementos de contato superfície-superfície entre os dois elementos. Uma distância vertical (*gap*) igual à metade da espessura da mesa foi deixada entre os nós da laje de concreto e os nós da mesa superior do perfil de aço.

No caso dos conectores de cisalhamento, os seus nós coincidem com os nós da laje e da mesa superior do perfil de aço, o que permite uma equivalência entre os deslocamentos do concreto e do aço. Essa hipótese de deslocamento equivalente entre esses elementos não compromete os resultados da análise numérica uma vez que, para o número de conectores de cisalhamento adotado, o deslizamento entre os materiais é relativamente pequeno.

O estudo de sensibilidade da malha é realizado para definir as dimensões ideais dos elementos. Em teoria, quanto mais refinada a malha, melhores serão os resultados obtidos, mas, também, maior o tempo de processamento computacional. Logo, esse estudo de malha para determinar o tamanho ideal dos elementos da malha é fundamental.

No presente estudo de malha, procurou-se obter a carga crítica de FLD do modelo da primeira fase do ensaio de Chen (1992), realizando uma análise numérica de flambagem elástica para definir o tamanho ideal dos elementos. Por isso, as não linearidades dos materiais foram desconsideradas. O modelo tem 10,5 m de comprimento com apoio no centro, forças de 100 kN aplicadas nas extremidades e possui duas linhas de conectores de cisalhamento na seção

transversal com distância transversal igual a 85 mm e distância longitudinal de 200 mm, conforme ilustrado na Figura 2.31. Apenas metade do modelo foi simulada pela simetria e pelo menor custo computacional.

De acordo com Aymone (2000) e Ferreira *et al.* (2010), para obter resultados mais confiáveis, a razão de aspecto dos elementos (razão entre o maior e o menor comprimento do elemento) não deve ser superior a cinco. Portanto, como a cabeça do conector tem um elemento com uma dimensão igual a 15 mm, as demais arestas de todos os elementos do modelo numérico tiveram, no máximo, uma dimensão de 75 mm. No sentido longitudinal, a distância entre os nós da laje de concreto armado é representada pela letra z e a distância entre os nós dos elementos do perfil de aço pela letra p , sendo que essas dimensões variam de 15 mm até 75 mm, com passo de 5 mm, conforme Figura 5.6.

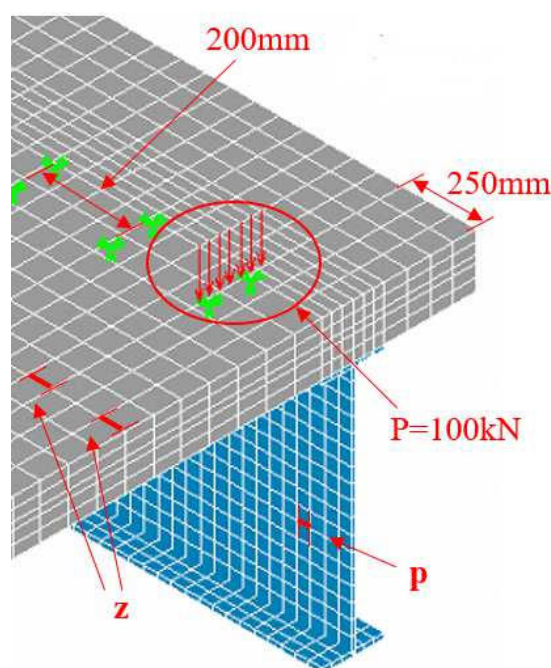


Figura 5.6 – Descrição da malha na laje e no perfil de aço no sentido longitudinal.

Os elementos da alma do perfil de aço e dos enrijecedores (letra w da Figura 5.7), além dos elementos da região do trecho em balanço e da região de simetria da laje (letra x da Figura 5.7), tiveram dimensões variando de 15 mm até 75 mm, com passo de 5 mm. Como a distância do conector até a alma do perfil de aço é igual a 42,5 mm, na região do conector e do perfil de aço os elementos tiveram dimensões variando de 15 mm a 45 mm (letra y da Figura 5.7), com passo de 5 mm. Para analisar a malha nos conectores de cisalhamento, variou-se o número de divisões,

considerando 2, 3, 4, 5 ou 6 divisões no corpo do conector. O trecho da laje que coincide com o conector de cisalhamento foi dividido de acordo com o corpo do conector, sendo essa mesma divisão da laje adotada na região acima da cabeça do conector, conforme ilustra a Figura 5.7.

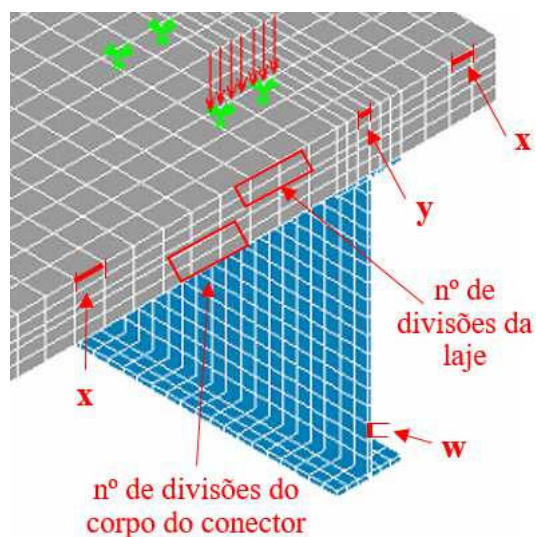


Figura 5.7 – Descrição da malha da seção transversal.

A Tabela 5.1 apresenta um resumo dos modelos e do tamanho dos elementos utilizados no estudo da malha para a viga mista de aço e concreto com dois conectores de cisalhamento na seção transversal.

Tabela 5.1 – Estudo da malha do modelo numérico.

nº modelo	nº divisões laje e conector	y (mm)	x (mm)	w (mm)	z (mm)	p (mm)
MC1						75
MC2						70
MC3						65
MC4						60
MC5	2	45	75	75	75	55
MC6						50
MC7						45
MC8						40
MC9						35
MC10						30

(continua)

Tabela 5.1 – Estudo da malha do modelo numérico.

n° modelo	n° divisões laje e conector	y (mm)	x (mm)	w (mm)	z (mm)	p (mm)	
MC11							25
MC12							20
MC13							15
MC14					75		
MC15					70		
MC16					65		
MC17					60		
MC18					55		
MC19					50		Melhor resultado do grupo 1
MC20	2	45	75	75	45		
MC21					40		
MC22					35		
MC23					30		
MC24					25		
MC25					20		
MC26					15		
MC27				75			
MC28				70			
MC29				65			
MC30				60			
MC31				55			
MC32				50			Melhor resultado do grupo 1
MC33	2	45	75	45			Melhor resultado do grupo 2
MC34				40			
MC35				35			
MC36				30			
MC37				25			
MC38				20			
MC39				15			
MC40			75				
MC41			70				
MC42			65				
MC43	2	45	60				Melhor resultado do grupo 3
MC44			55				Melhor resultado do grupo 2
MC45			50				Melhor resultado do grupo 1
MC46			45				
MC47			40				

(continua)

Tabela 5.1 – Estudo da malha do modelo numérico.

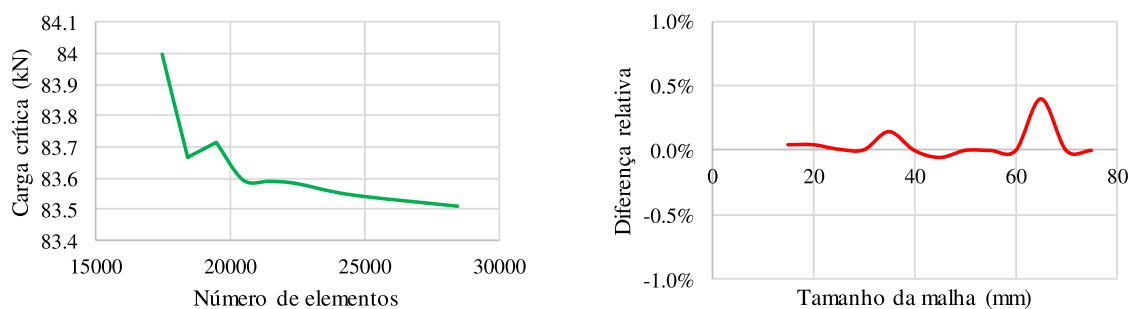
n° modelo	n° divisões laje e conector	y (mm)	x (mm)	w (mm)	z (mm)	p (mm)
MC48				35		
MC49				30		
MC50				25		
MC51				20		
MC52				15		
MC53		45				
MC54		40				
MC55		35	Melhor resultado do grupo	Melhor resultado do grupo	Melhor resultado do grupo	Melhor resultado do grupo
MC56	2	30	4	3	2	1
MC57		25				
MC58		20				
MC59		15				
MC60	2					
MC61	3	Melhor resultado do grupo	Melhor resultado do grupo	Melhor resultado do grupo	Melhor resultado do grupo	Melhor resultado do grupo
MC62	4	5	4	3	2	1
MC63	5					
MC64	6					

Para cada modelo analisado, verificou-se o número total de elementos, a força crítica à FLD e a variação percentual da força crítica entre os resultados obtidos na análise atual e na anterior. Em todos os modelos, o primeiro modo de flambagem correspondeu à FLD. Os resultados do primeiro grupo de análise (modelos MC1 a MC13) estão descritos na Tabela 5.2.

Tabela 5.2 – Resultados obtidos do primeiro grupo de análise (modelos EMC1 a EMC13).

n° modelo	total de elementos	força crítica FLD (kN)	diferença força FLD (%)
MC1	17500	84,00	-
MC2	17500	84,00	0,00%
MC3	18450	83,67	0,39%
MC4	18488	83,67	0,00%
MC5	18488	83,67	0,00%
MC6	18488	83,67	0,00%
MC7	19476	83,71	-0,05%
MC8	19514	83,71	0,00%
MC9	20502	83,59	0,14%
MC10	21490	83,59	0,00%
MC11	22478	83,58	0,01%
MC12	24492	83,55	0,04%
MC13	28444	83,51	0,04%

O tamanho máximo da malha adotado para os elementos do perfil de aço, no sentido longitudinal, foi de 30 mm. Na Tabela 5.2, observa-se que, para esse tamanho de malha (modelo MC10), a diferença relativa para a força crítica à FLD foi pequena. Além disso, na Figura 5.8, percebe-se que houve um comportamento constante para malhas com tamanho até 30 mm, com uma diferença relativa da força crítica pequena.



a) Força crítica à FLD x número de elementos

b) Diferença relativa da força crítica

Figura 5.8 – Resultados obtidos nos modelos EMC1 a EMC13.

A Tabela 5.3 apresenta os resultados do segundo grupo de análise (modelos MC14 a MC26), fixando o tamanho da malha do perfil de aço, no sentido longitudinal, como igual a 30 mm (melhor resultado obtido do primeiro grupo de análise). Observa-se que, para esse grupo, houve uma pequena variação das forças com o refinamento da malha. Assim, adotou-se o tamanho máximo da malha da laje, no sentido longitudinal, como igual a 60 mm (modelo MC17), sendo esse tamanho correspondente ao dobro da malha adotada nos elementos do perfil.

Tabela 5.3 – Resultados obtidos do segundo grupo de análise (modelos MC14 a MC26).

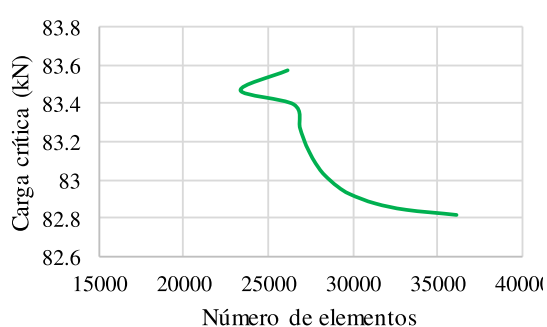
n° modelo	total de elementos	força crítica FLD (kN)	diferença força FLD (%)
MC14	21490	83,59	-
MC15	21490	83,59	0,00%
MC16	25940	83,57	0,02%
MC17	26118	83,57	0,00%
MC18	26118	83,57	0,00%
MC19	26118	83,57	0,00%
MC20	30746	83,58	-0,01%
MC21	30924	83,58	0,00%
MC22	35552	83,57	0,01%
MC23	40180	83,57	0,00%
MC24	44808	83,57	0,00%
MC25	54242	83,55	0,02%
MC26	72754	83,54	0,01%

A Tabela 5.4 apresenta os resultados do terceiro grupo de análise (modelos MC27 a MC39), fixando o tamanho da malha, no sentido longitudinal do perfil de aço, como igual a 30 mm e da laje como igual a 60 mm.

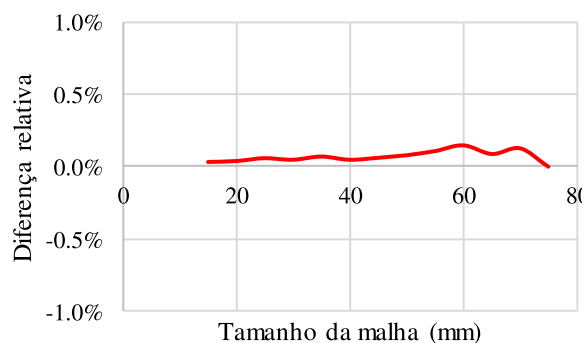
Tabela 5.4 – Resultados obtidos do terceiro grupo de análise (modelos MC27 a MC39).

n° modelo	total de elementos	força crítica FLD (kN)	diferença força FLD (%)
MC27	26118	83,57	-
MC28	23330	83,47	0,13%
MC29	26490	83,39	0,09%
MC30	26862	83,27	0,15%
MC31	27234	83,18	0,11%
MC32	27606	83,11	0,08%
MC33	27978	83,06	0,06%
MC34	28350	83,02	0,05%
MC35	29094	82,96	0,07%
MC36	29838	82,92	0,05%
MC37	31326	82,87	0,06%
MC38	33186	82,84	0,04%
MC39	36162	82,81	0,03%

O tamanho máximo da malha adotado para os elementos da alma do perfil de aço, no sentido transversal, foi igual ao tamanho dos elementos do perfil no sentido longitudinal, ou seja, 30 mm. Na Figura 5.9, observa-se que, para esse tamanho de malha (modelo MC36), a diferença relativa para a força crítica à FLD foi pequena. Além disso, na Tabela 5.4, percebe-se que houve um comportamento praticamente constante para malhas com tamanho até 30 mm, com uma diferença relativa da força crítica pequena.



a) Força crítica à FLD x número de elementos



b) Diferença relativa da força crítica

Figura 5.9 – Resultados obtidos nos modelos MC27 a MC39.

A Tabela 5.5 apresenta os resultados do quarto grupo de análise (modelos MC40 a MC52), fixando o tamanho da malha dos elementos do perfil de aço como igual a 30 mm e a malha na laje no sentido longitudinal como igual a 60 mm. Como pode-se observar, nesse grupo, a força crítica à FLD não variou com o refinamento da malha da laje no sentido transversal. Assim, adota-se o tamanho máximo da malha da laje, no sentido transversal, como igual a 60 mm (modelo MC43), mantendo uma malha quadrada nos elementos da laje.

Tabela 5.5 – Resultados obtidos do quarto grupo de análise (modelos MC40 a MC52).

n° modelo	total de elementos	força crítica FLD (kN)	diferença força FLD (%)
MC40	29838	82,92	-
MC41	29838	82,92	0,00%
MC42	30888	82,92	0,00%
MC43	32988	82,92	0,00%
MC44	34038	82,92	0,00%
MC45	35088	82,92	0,00%
MC46	38238	82,92	0,00%
MC47	40338	82,92	0,00%
MC48	43488	82,92	0,00%
MC49	47688	82,92	0,00%
MC50	53988	82,92	0,00%
MC51	63438	82,92	0,00%
MC52	78138	82,92	0,00%

A Tabela 5.6 apresenta os resultados do quinto grupo de análise (modelos MC53 a MC59), fixando o tamanho máximo dos elementos da malha do perfil de aço igual a 30 mm e da laje igual a 60 mm. Como pode ser observado, houve uma pequena variação da força crítica à FLD com o aumento do tamanho da malha da mesa do perfil de aço. Por isso, adotou-se o tamanho máximo da malha das mesas do perfil como igual a 30 mm (modelo MC56), sendo esse tamanho igual ao das outras dimensões dos elementos do perfil de aço.

Tabela 5.6 – Resultados obtidos do quinto grupo de análise (modelos MC53 a MC59).

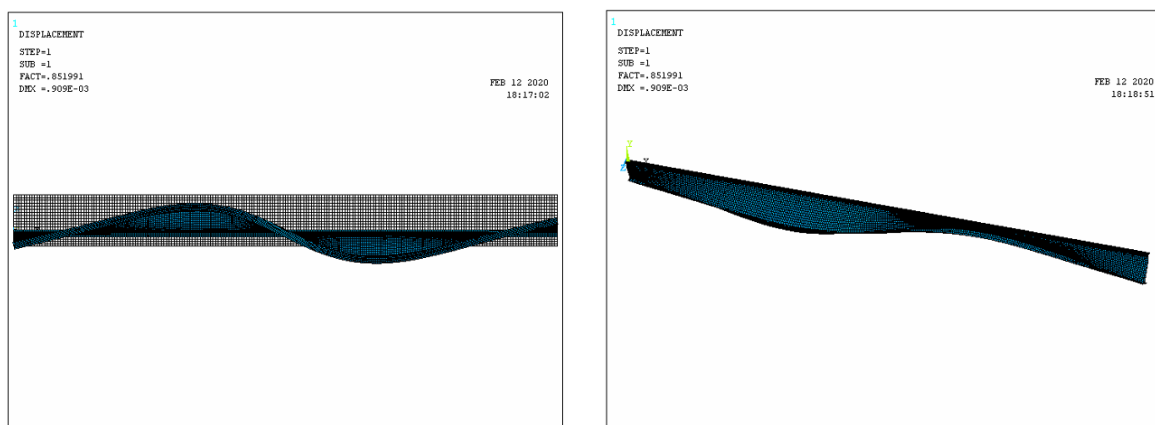
n° modelo	total de elementos	força crítica FLD (kN)	diferença força FLD (%)
MC53	32988	82,92	-
MC54	37750	85,20	-2,75%
MC55	37750	85,20	0,00%
MC56	37750	85,20	0,00%
MC57	37750	85,20	0,00%
MC58	47274	85,75	-0,65%
MC59	47274	85,75	0,00%

A Tabela 5.7 apresenta os resultados do sexto grupo de análise (modelos MC60 a MC64), fixando o tamanho máximo dos elementos do perfil de aço como igual a 30 mm e o tamanho máximo dos elementos da laje como igual a 60 mm. Como se observa, pode-se adotar duas divisões do corpo do conector e da laje acima da cabeça do conector (modelo MC60), uma vez que a variação da força à FLD foi pequena com o aumento do número de elementos, não justificando o refinamento nessa região por elevar o custo computacional.

Tabela 5.7 – Resultados obtidos do sexto grupo de análise (modelos MC60 a MC64).

n° modelo	total de elementos	força crítica FLD (kN)	diferença força FLD (%)
MC60	37750	85,20	-
MC61	47092	85,08	0,14%
MC62	56434	85,02	0,07%
MC63	65776	84,98	0,04%
MC64	75118	84,96	0,03%

A Figura 5.10 apresenta o modo de FLD do modelo numérico final escolhido no estudo da malha, MC60, no qual os elementos do perfil de aço possuem um tamanho máximo igual a 30 mm e os elementos da laje igual a 60 mm.



a) Vista inferior da viga mista

b) Perfil de aço (sem laje)

Figura 5.10 – Flambagem lateral com distorção do modelo MC60.

5.2.5 Análise de Sensibilidade da Distribuição das Tensões Residuais

As tensões residuais nos perfis de aço utilizados nos ensaios experimentais de Chen (1992), que são soldados com bordas laminadas, não foram medidas. Logo, um estudo numérico para avaliar quatro modelos diferentes de tensões residuais foi aplicado: (i) sua desconsideração - TR0, (ii) distribuição linear apenas nas mesas - TR1 (Figura 5.11-a), (iii) distribuição constante

na alma e linear nas mesas - TR2 (Figura 5.11-b) e (iv) distribuição linear na alma e nas mesas do perfil – TR3 (Figura 5.11-c).

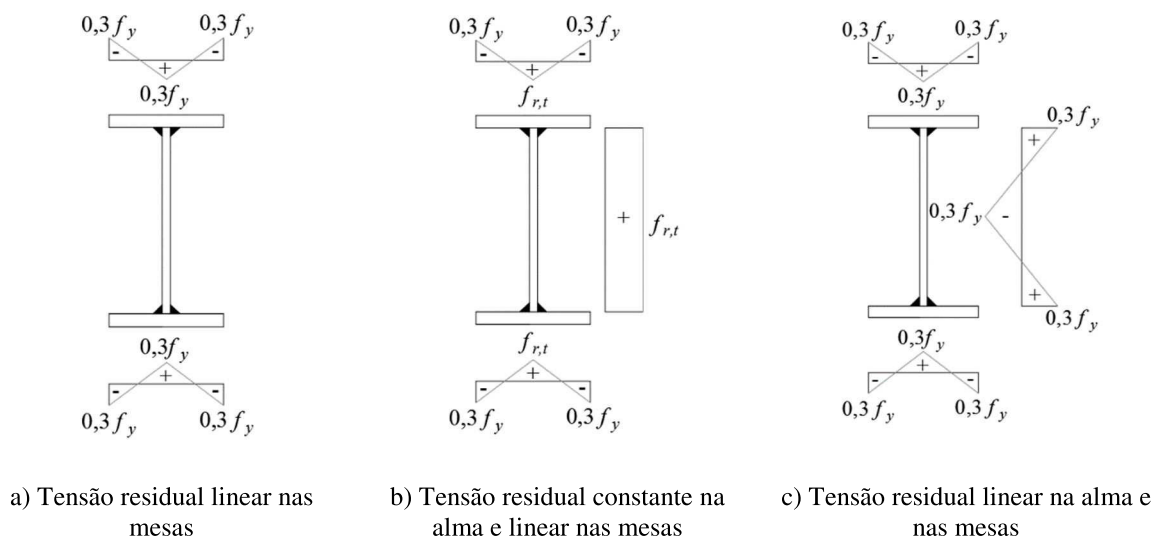


Figura 5.11– Distribuição das tensões residuais analisadas.

De acordo com Almeida (2006), a tensão residual na alma para a situação de distribuição constante, conforme ilustrado na Figura 5.11-b, pode ser obtida pela seguinte equação:

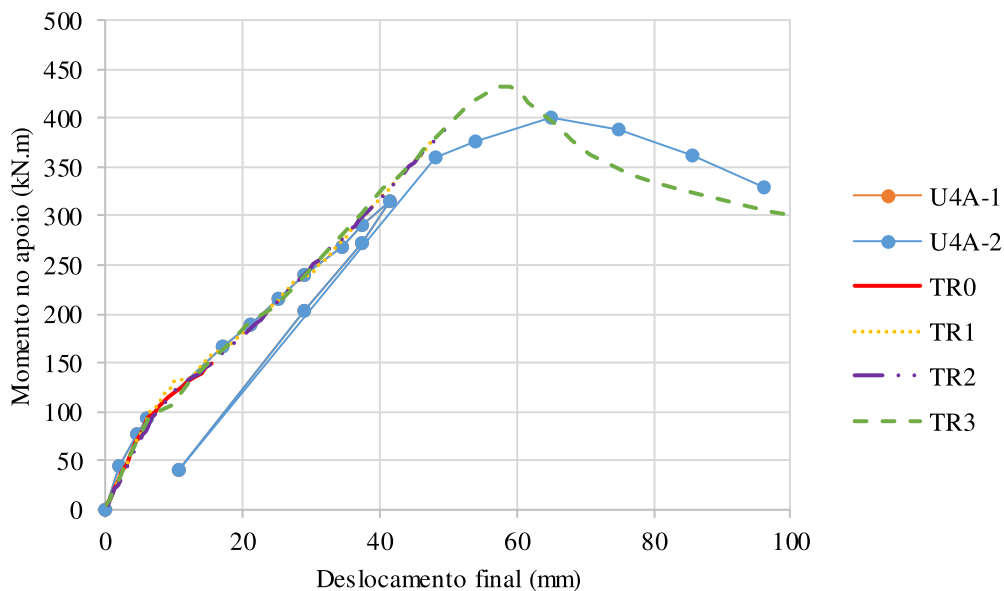
$$f_{r,t} = \frac{b_f t_f}{b_f t_f + h_w t_w} (0,3 f_y) \quad (5.2)$$

em que b_f e t_f são a largura e a espessura das mesas do perfil de aço, respectivamente, h_w e t_w são a altura e a espessura da alma do perfil de aço, respectivamente, e f_y é a resistência ao escoamento do aço do perfil.

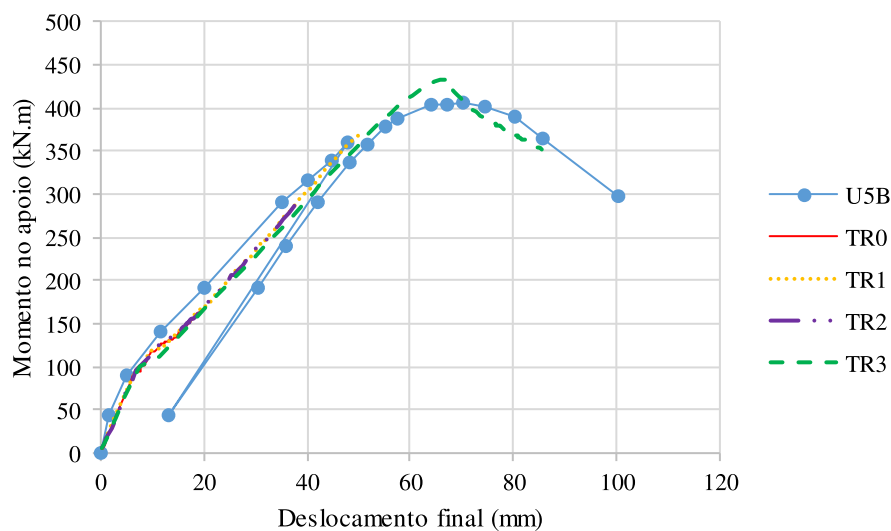
Um estudo de sensibilidade das tensões residuais foi realizado tanto no ensaio da viga U4A quanto no ensaio da viga U5B de Chen (1992). A única diferença entre essas duas vigas é que o modelo U5B apresenta enrijecedores soldados na alma ao longo da região de momento negativo, enquanto o protótipo U4 apresenta enrijecedores apenas na região do apoio interno da viga, conforme destacado na Subseção 2.5.1.

Observa-se na Figura 5.12-a e na Figura 5.12-b que a situação da distribuição linear na alma e nas mesas apresentou resultados mais próximos aos ensaios. Nas situações sem tensão residual, com tensão residual linear apenas nas mesas ou distribuição constante na alma e linear nas mesas, os modelos numéricos deixaram de convergir antes de atingir a carga máxima do ensaio.

Logo, nos modelos numéricos de validação, foram considerados o caso da distribuição linear na alma e nas mesas do perfil de aço (Figura 5.11-c).



a) Análise da distribuição da tensão residual no protótipo U4 de Chen (1992).



b) Análise da distribuição da tensão residual no protótipo U5 de Chen (1992).

Figura 5.12– Resultados obtidos da distribuição das tensões residuais analisadas.

5.2.6 Análise de Sensibilidade da Imperfeição Geométrica

Chen (1992) realizou medidas das imperfeições geométricas dos modelos U4 e U5 antes do ensaio, Figura 5.13. Em análises numéricas, caso não se tenha o valor e a forma da imperfeição

geométrica inicial, é comum realizar uma análise linearizada de flambagem para obter o modo de FLD (autovetor) do modelo analisado, para aplicar os deslocamentos referentes à deformada dessa FLD como imperfeição inicial no modelo indeformado.

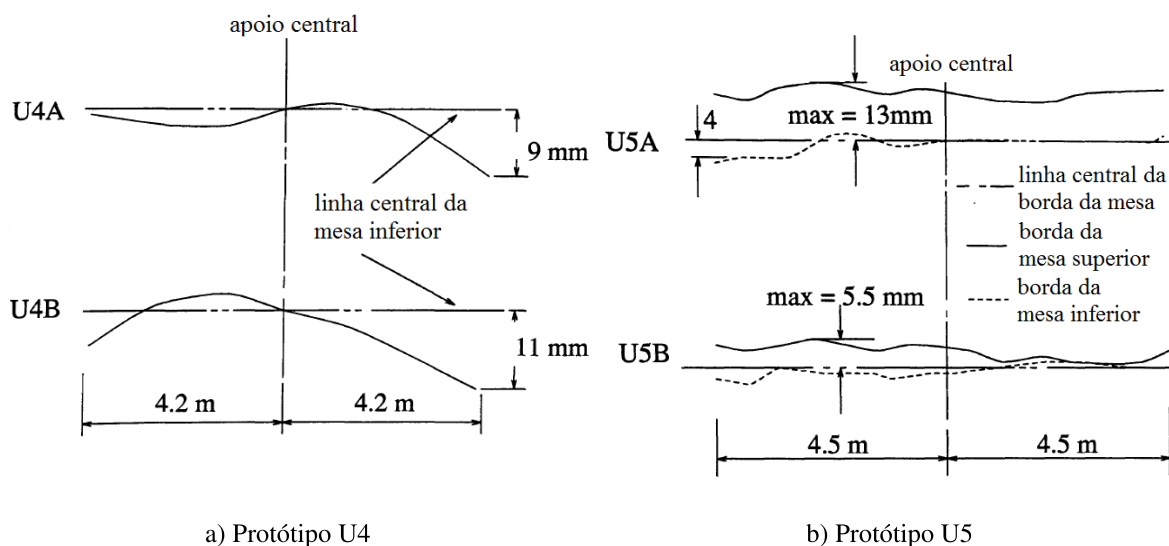
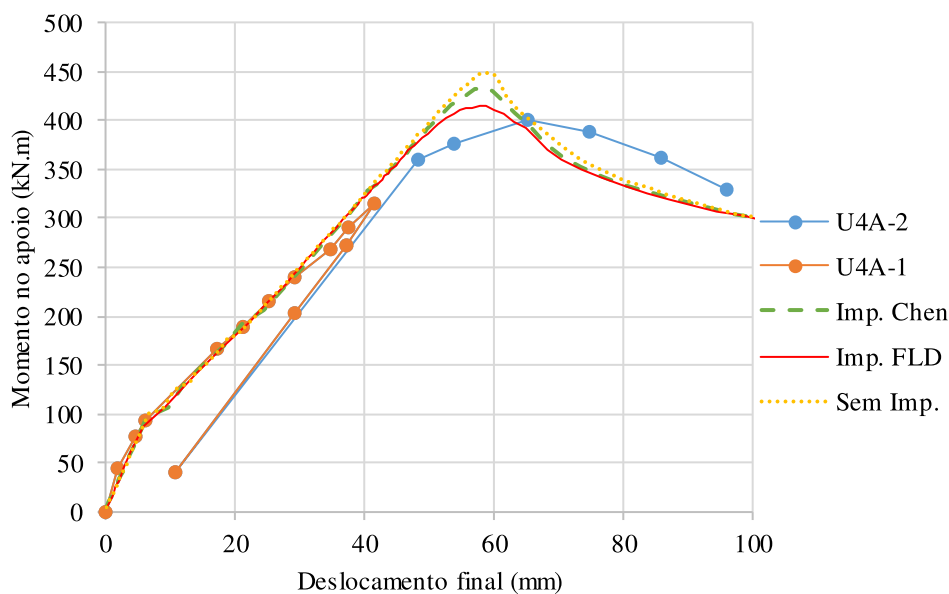


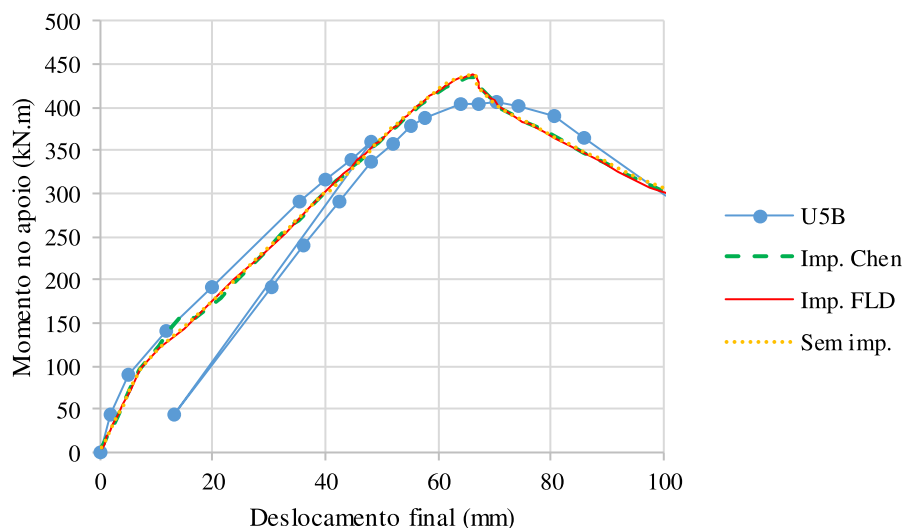
Figura 5.13 – Imperfeição lateral inicial da mesa inferior medida por Chen (1992).

Modelos sem imperfeição inicial, com imperfeição medida por Chen (1992), conforme Figura 5.13 e adotando a imperfeição segundo o modo de FLD, foram analisadas para verificar a sensibilidade do modelo de validação à imperfeição geométrica inicial. A amplitude máxima considerada para o modo de FLD foi de 80% da tolerância de fabricação do perfil, conforme indica a EN 1993-1-5:2006. A tolerância de fabricação é dada pelo menor valor entre $L/1000$ e 10 mm, conforme indicado pela ABNT NBR 5884:2013.

Pela Figura 5.14-a, modelo U4, observa-se que os resultados numéricos considerando a imperfeição geométrica segundo o modo de FLD ficaram mais próximos dos resultados obtidos experimentalmente, já que a imperfeição inicial tem a forma da FLD, o que facilita esse modo de colapso. Observa-se na Figura 5.14-b, modelo U5, que não houve grandes diferenças entre as três situações estudadas. Esse modelo apresenta enrijecedores, ao longo da região de momento negativo, o que reduziu a sensibilidade do modelo às imperfeições iniciais aplicadas. Assim, para a validação do modelo numérico deste trabalho, foi adotada a imperfeição medida por Chen (1992) e, para a análise paramétrica a ser apresentada no Capítulo 7, foi considerada a imperfeição geométrica conforme o modo de flambagem.



a) Análise da imperfeição geométrica no protótipo U4 de Chen (1992)



b) Análise da imperfeição geométrica no protótipo U5 de Chen (1992)

Figura 5.14– Resultados obtidos das imperfeições geométricas analisadas.

5.2.7 Formulação da Análise Numérica e Método de Solução

Análises numéricas não lineares do modelo foram realizadas para analisar o fenômeno da flambagem lateral com distorção. Nos modelos numéricos desenvolvidos para validação, consideraram-se as seguintes não linearidades: imperfeições geométricas oriundas do processo de fabricação, não linearidade do material, com a introdução das tensões residuais no perfil de aço, além da consideração da resistência à tração e à compressão do concreto armado e do aço

com comportamento não linear e, ainda, a não linearidade de status, pelo contato entre a laje e a mesa superior do perfil de aço.

Numa abordagem clássica, para introduzir as imperfeições geométricas iniciais pode-se realizar uma análise linearizada de flambagem antes da análise não linear. Com essa análise, obtêm-se os autovalores (fatores de força) e autovetores correspondentes aos vários modos de flambagem do modelo (deformada). O modo da FLD foi considerado, no estudo paramétrico, com uma amplitude máxima relacionada à tolerância de fabricação do perfil de aço. Essa abordagem se justifica pelo fato desse modo de flambagem estar associado à menor carga crítica da estrutura, o que, sendo a situação mais desfavorável, levaria à menor força resistente. Na etapa de validação, conforme descrito na Subseção 5.2.6, foi adotada a imperfeição inicial dos modelos experimentais medidos por Chen (1992).

O comando INISTATE do ANSYS é utilizado para introduzir as tensões residuais no perfil de aço. Esse comando permite adicionar um estado inicial de tensão ou deformação, em elementos de viga, casca ou sólido, que pode ser introduzido nos elementos ou nos nós do elemento. Na validação, foram introduzidas tensões residuais nos nós dos elementos finitos das mesas e da alma do perfil de aço, considerando a distribuição da tensão residual apresentada na Subseção 5.2.5, com variação linear na alma e nas mesas (Figura 5.11-c).

O método incremental-iterativo de *Newton Raphson total (Full Newton-Raphson Procedure)* foi utilizado na análise não linear. Métodos de convergência como *Arc-Length*, *Line-Search Adaptive descent* foram utilizados para acelerar a convergência do modelo, quando dificuldades de convergência foram encontradas.

5.2.8 Resultados da Calibração

Chen (1992) realizou ensaios experimentais com vigas mistas com perfil de aço de alma cheia submetida a momento fletor negativo, conforme apresentado na Subseção 2.5.1. Os modelos estudados simulavam o mecanismo “U” invertido, constituído por uma laje de concreto armado apoiada sobre duas vigas de aço. Para calibrar o modelo numérico de Chen (1992), foram utilizados os protótipos U4 e U5 ilustrados na Figura 2.31 e Figura 2.32, respectivamente.

A Tabela 5.8 mostra os valores medidos por Chen (1992) da seção transversal dos perfis de aço utilizados em seus ensaios. A modelagem numérica foi realizada com os dados dos modelos U4A e U5B por apresentarem a FLD nos ensaios realizados por Chen (1992).

Tabela 5.8 – Dimensões da seção transversal dos protótipos medidos por Chen (1992).

Modelo	b_{fs} (mm)	t_{fs} (mm)	b_{fi} (mm)	t_{fi} (mm)	h_w (mm)	t_w (mm)
U4A	124,34	8,08	125,45	10,12	498,83	5,95
U4B	123,74	8,06	125,86	10,03	498,17	5,99
U5A	125,50	8,00	125,90	9,90	500,00	6,10
U5B	121,50	8,00	121,30	9,90	498,50	6,10

A imperfeição geométrica da mesa inferior do perfil relativa à mesa superior do perfil foi medida antes dos testes por Chen (1992). Uma linha teórica na mesa inferior foi locada, a partir do centro geométrico do perfil até uma distância igual à metade da largura média da mesa superior, sendo essa linha posicionada na interseção da mesa superior com a alma do perfil. As imperfeições laterais da mesa inferior do perfil de aço foram medidas com relação à essa linha teórica.

A Figura 5.15 ilustra a imperfeição lateral da mesa inferior do modelo U4A - linha azul - adaptada do trabalho de Chen (1992), com o auxílio do *software Web Plot Digitizer* e Excel, o que possibilitou a obtenção de uma curva de tendência - linha tracejada vermelha - e, consequentemente, a equação a essa imperfeição em função do comprimento da viga. Para melhor adequação, duas equações foram obtidas para o deslocamento lateral da mesa inferior.

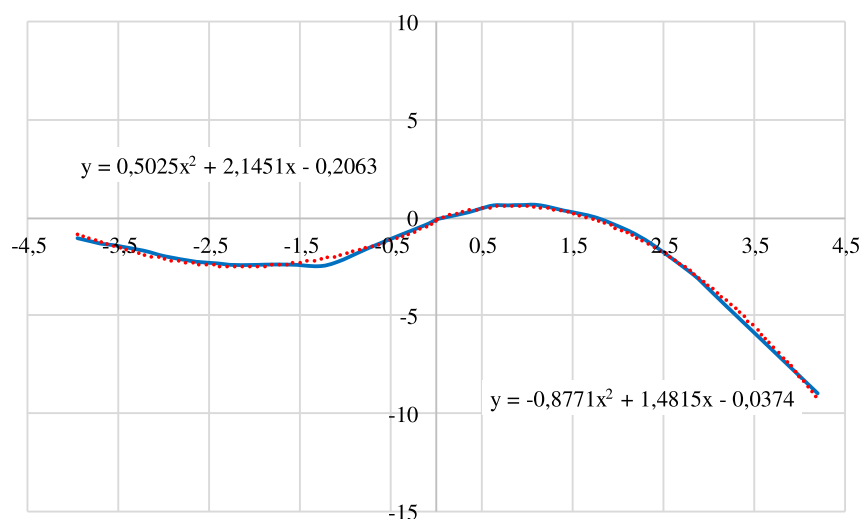


Figura 5.15 – Imperfeição lateral inicial da mesa inferior do perfil de aço do protótipo U4A adaptada de Chen (1992).

De forma semelhante, uma curva foi obtida para o modelo U5B, conforme Figura 5.16. Para esse modelo, mais de duas equações seriam necessárias para representar a imperfeição geométrica. Por essa razão, no modelo numérico, pontos de deslocamentos específicos de acordo com a posição na viga foram definidos, em vez de se definir o deslocamento lateral em função de uma equação.

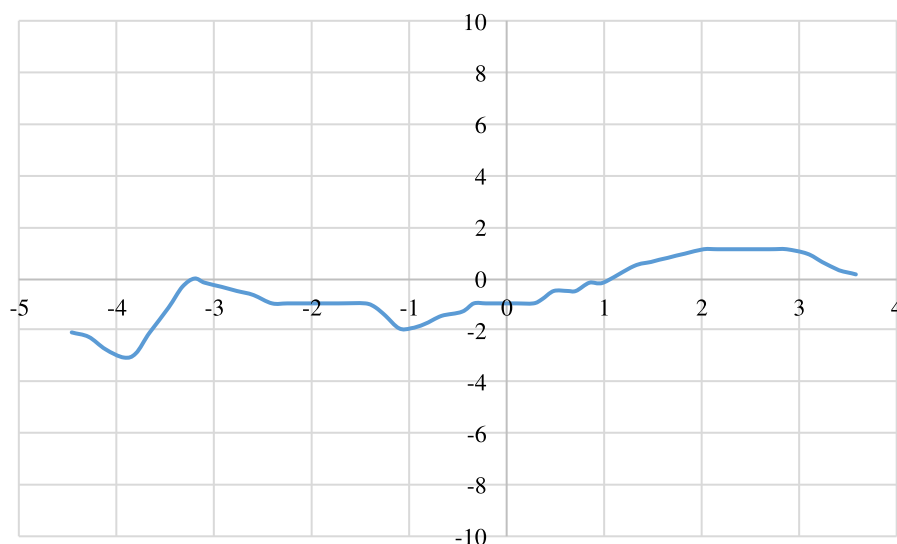


Figura 5.16 – Imperfeição lateral inicial da mesa inferior do perfil de aço do protótipo U5B adaptado de Chen (1992).

No estudo numérico de validação deste trabalho, adotou-se a distribuição da tensão residual ilustrada na Figura 5.11-c. O valor máximo da tensão adotado, igual a 30% da resistência ao escoamento do aço, tanto de tração como de compressão, é adotado pela norma ABNT NBR 8800:2008 no dimensionamento de barras fletidas.

5.2.9 Descrição do Modelo Numérico

O modelo numérico completo, que representa a metade simétrica do modelo de Chen (1992), é ilustrado na Figura 5.17. Destacam-se os eixos globais de referência do ANSYS, além do apoio interno e dos pontos em que foram aplicadas as forças P no modelo numérico.

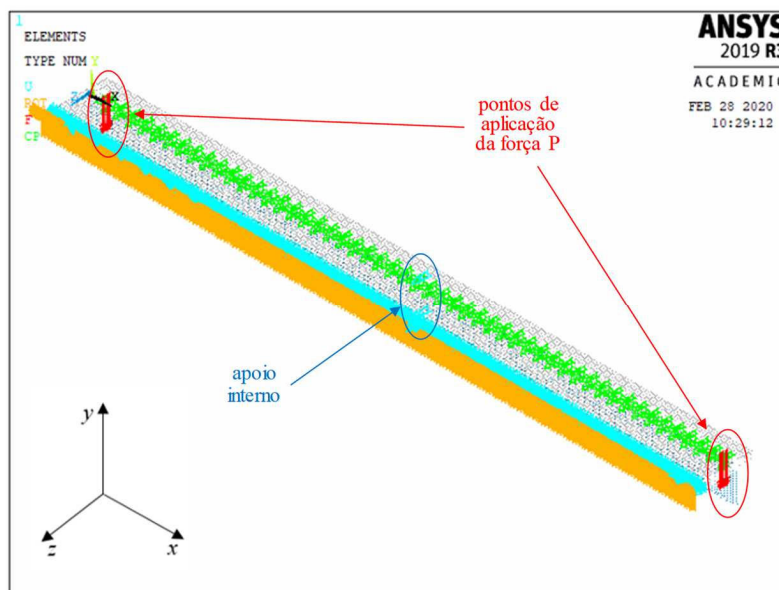


Figura 5.17 – Modelo numérico para representar os protótipos U4A e U5B ensaiado por Chen (1992).

Por causa da simetria dos modelos ensaiados por Chen (1992) em relação ao plano médio paralelo à alma que passa pelo meio da laje, modelou-se apenas metade do protótipo e aplicou-se o comando de simetria DSYM no plano de simetria da laje de concreto, impedindo a translação na direção global z , além das rotações em relação a x e y , conforme ilustrado na Figura 5.18. Uma força P de 100 kN foi aplicada com incremento igual a 0,1 kN em ambas as extremidades do modelo numérico, nos nós da face superior da laje de concreto com largura igual à da mesa superior.

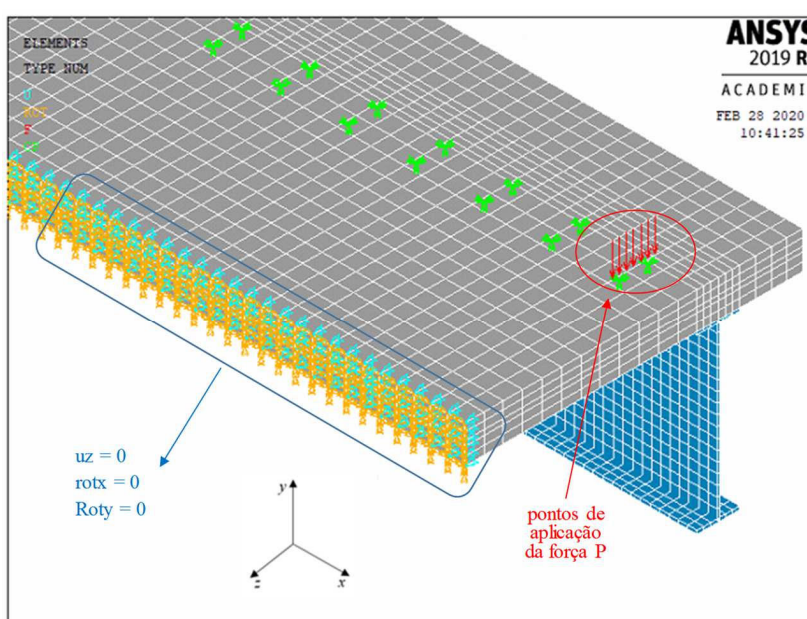


Figura 5.18 – Travamento da laje no plano de simetria e posição do carregamento aplicado no modelo numérico.

Os conectores de cisalhamento foram engastados na mesa superior do perfil de aço pelos nós da base nos nós correspondentes da mesa superior, compatibilizando-se todos os graus de liberdade (rotações e translações), conforme ilustrado na Figura 5.19. Como os demais nós dos conectores coincidem com os nós da laje de concreto armado, não foi necessário realizar seu acoplamento.

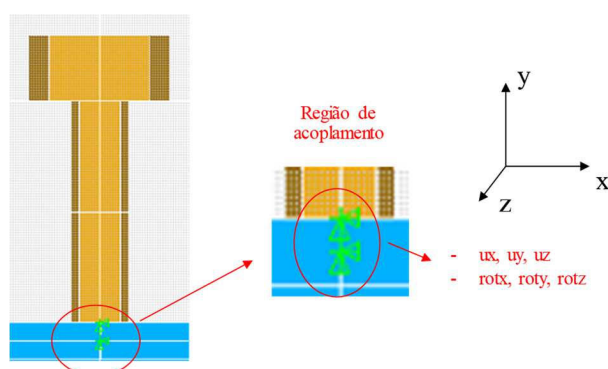
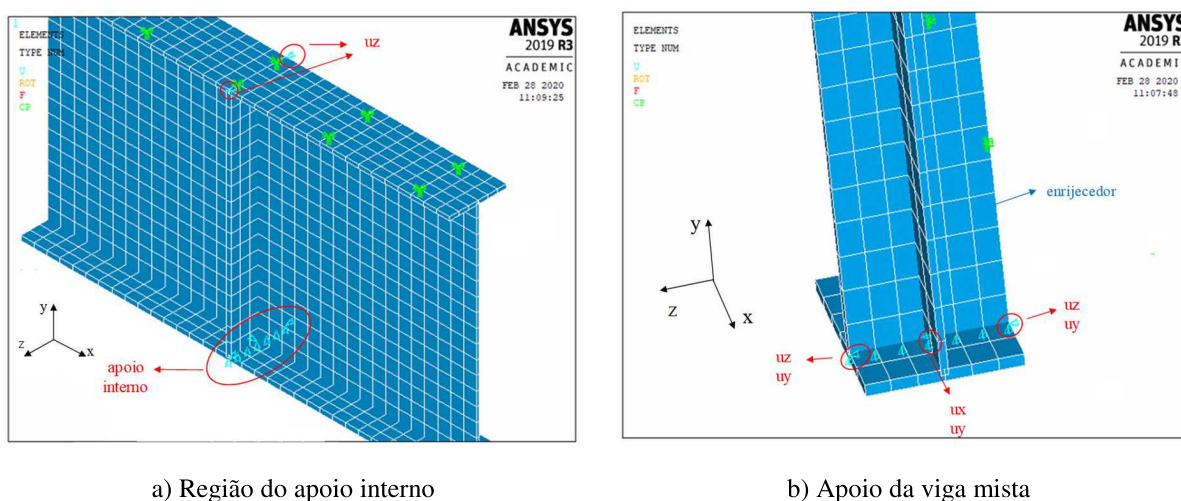


Figura 5.19 – Acoplamento entre a mesa superior do perfil de aço e a base do conector.

Para simular o apoio interno foram restringidas as translações nas direções x e y dos nós. Todos os nós da mesa inferior do perfil de aço, na região do apoio interno da viga mista, foram restringidos na direção vertical (uy), conforme ilustra a Figura 5.20-a. O nó central dessa mesa também teve restrição na direção longitudinal (ux) impedindo o deslocamento, porém permitindo o empenamento da seção transversal. Para simular o travamento lateral pela presença das cantoneiras na região do apoio interno, foi restringido o deslocamento transversal (uz) dos nós das extremidades superior e inferior do perfil. Enrijecedores transversais foram modelados nas seções transversais do apoio para anular qualquer influência de deformações locais nessa região, conforme indica a Figura 5.20-b.



a) Região do apoio interno

b) Apoio da viga mista

Figura 5.20 – Condições de contorno do modelo numérico.

O modelo U5 ensaiado por Chen (1992) possui enrijecedores ao longo de toda região de momento negativo, conforme ilustrado a Figura 5.21, diferentemente do protótipo U4, que possui enrijecedores apenas no apoio central e, também, cantoneiras próximas à região de apoio para evitar imperfeições locais nessa região.

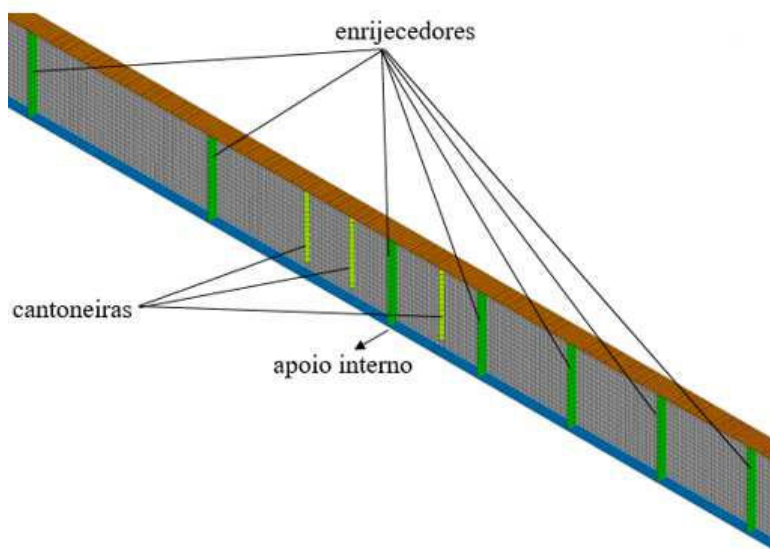
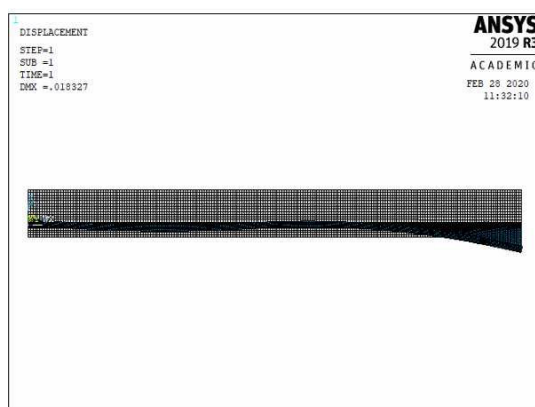
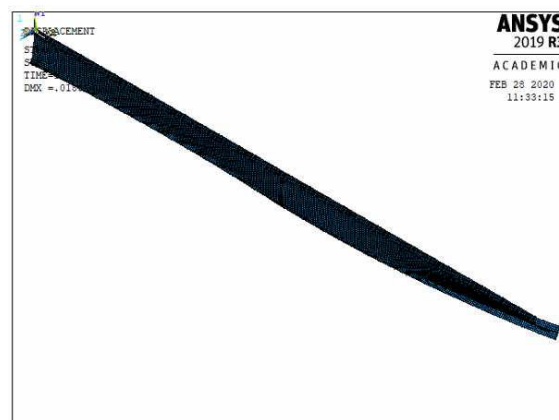


Figura 5.21 – Enrijecedores e cantoneiras no modelo U5B de Chen (1992).

A imperfeição geométrica inicial do modelo U4A medida por Chen (1992), utilizada no modelo numérico, é ilustrada na Figura 5.22. Uma análise prévia foi realizada, na qual um deslocamento foi inserido na mesa inferior do perfil de aço em função da posição do nó na viga mista, segundo a equação obtida pela curva de Chen (1992) para obter a deformada representada na Figura 5.15.



a) Vista da mesa inferior do perfil de aço



b) Perfil de aço

Figura 5.22 – Imperfeição geométrica da mesa inferior do perfil de aço do modelo numérico que representa o protótipo U4A de Chen (1992).

Da mesma forma, deslocamentos da mesa inferior do perfil de aço em função da posição do nó na viga mista foram modelados para o modelo numérico U5B, segundo a deformada da Figura 5.16 para a aplicação da imperfeição geométrica inicial medida por Chen (1992), conforme ilustrado na Figura 5.23.

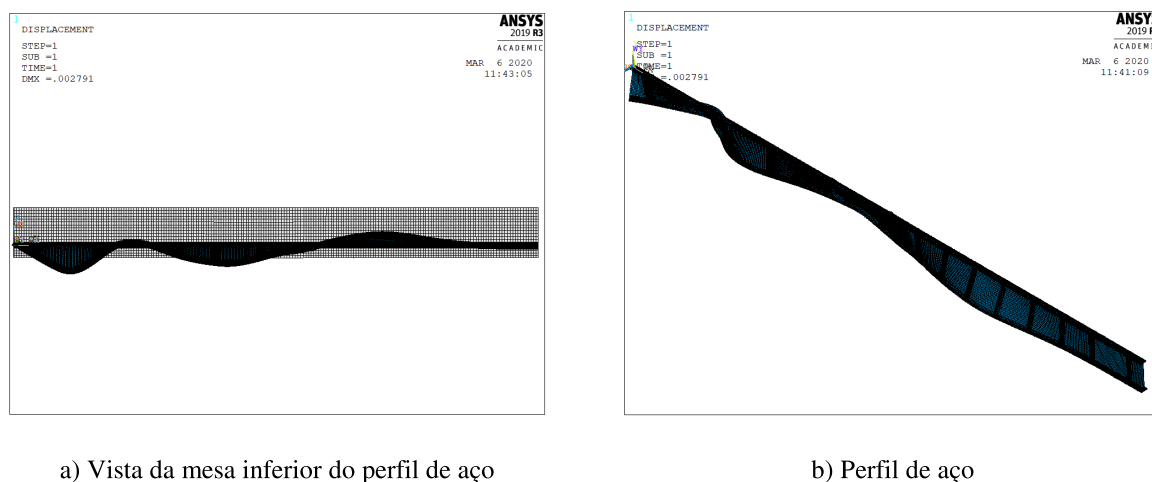


Figura 5.23 – Imperfeição geométrica da mesa inferior do perfil de aço do modelo numérico que representa o protótipo U5B de Chen (1992).

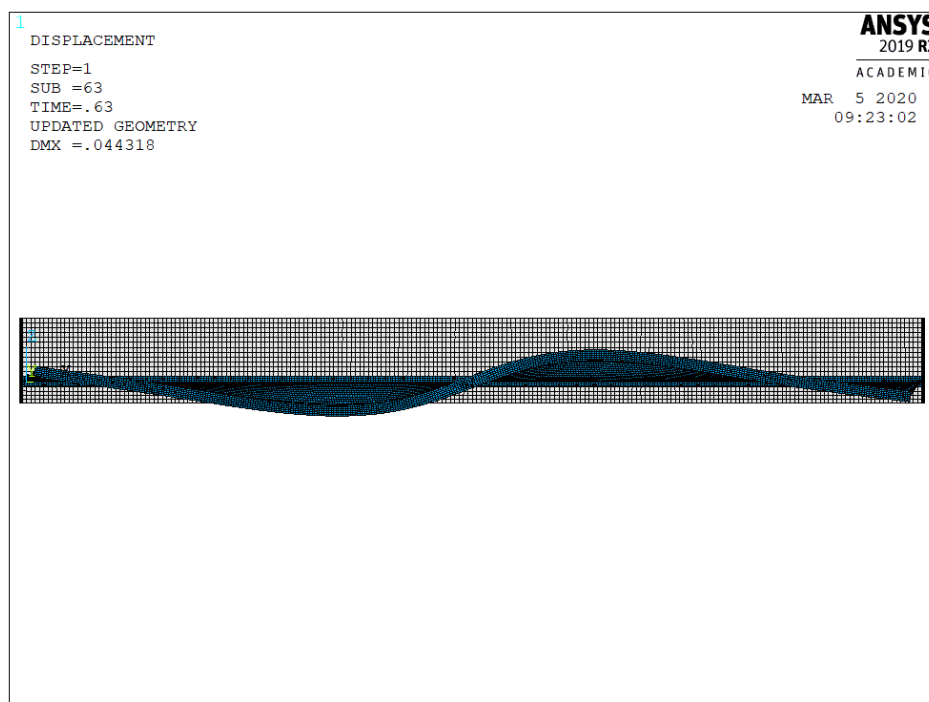
Na Subseção 2.5.1 encontra-se o detalhamento do estudo experimental realizado por Chen (1992) sobre FLD. Nas subseções anteriores, foram descritas as particularidades do ensaio realizado por Chen (1992) e procedimentos adotados na análise numérica, tais como elementos utilizados, materiais, malha, imperfeições iniciais e condições de contorno. A seguir, em 5.2.9.1, encontra-se a descrição dos resultados obtidos com o modelo numérico U4A e, em 5.2.9.2, os resultados obtidos com o modelo numérico U5B.

5.2.9.1 Resultados Numéricos da Calibração do Modelo U4A

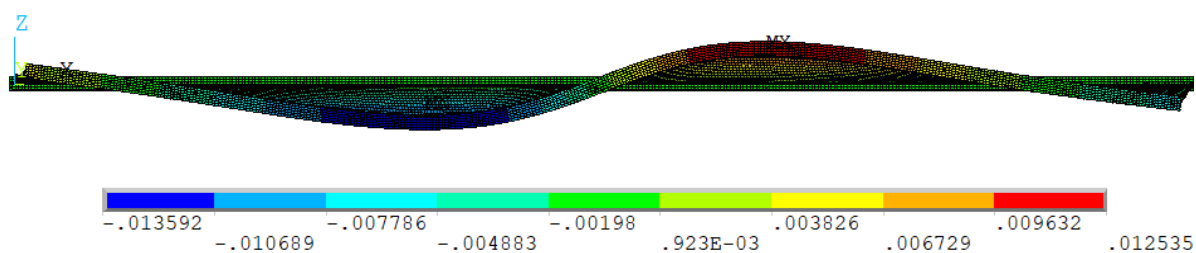
Os resultados numéricos apresentados neste tópico correspondem à primeira fase do ensaio realizado por Chen (1992) com o modelo U4, pois a FLD ocorreu nessa fase. O momento fletor resistente da análise numérica foi igual a 310 kN.m, valor 2,5% inferior ao resultado da primeira fase do ensaio realizado por Chen (1992), igual a, aproximadamente, 317,9 kN.m, sendo favorável à segurança.

A Figura 5.24-a apresenta a deformada do modelo numérico correspondente ao modo de falha por FLD no último subintervalo convergido (subintervalo 63) da mesa inferior do perfil de aço (vista inferior modelo), que corresponde ao momento resistente de 310 kN.m. O deslocamento

lateral máximo da mesa inferior do perfil de aço foi de 13,5 mm, distante, aproximadamente, 1,6 m do apoio interno (Figura 5.24-b), valor condizente com o observado por Johnson (2004) ao descrever o fenômeno da FLD, ou seja, distante do apoio interno de duas a três vezes a altura do perfil de aço.



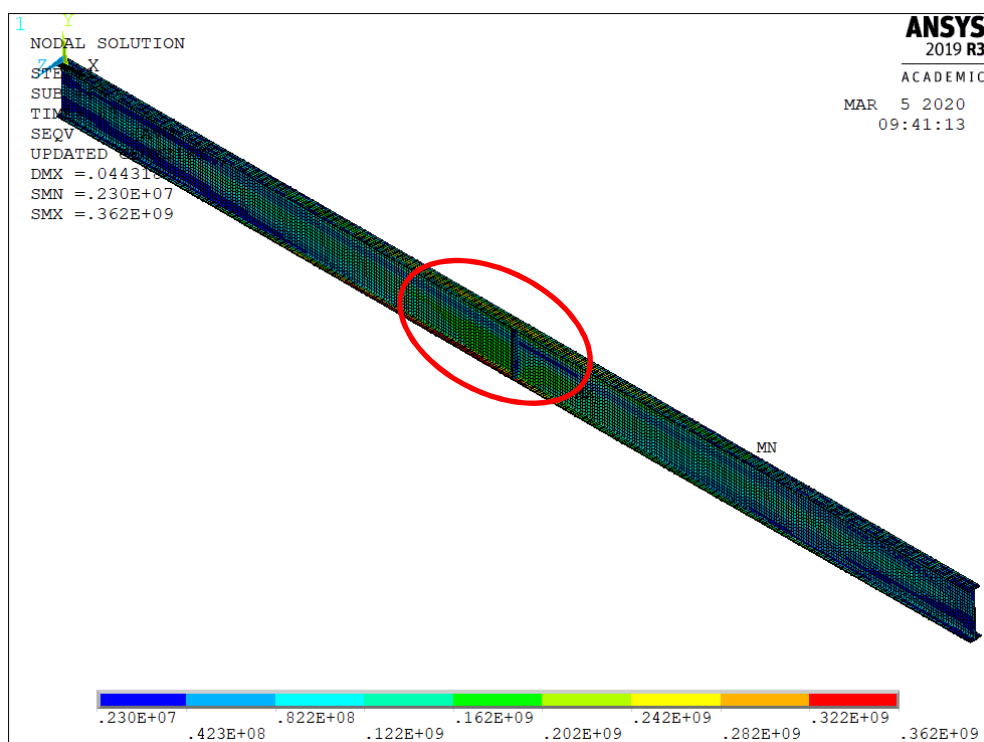
a) Deslocamento lateral da mesa inferior do perfil de aço do modelo U4A.



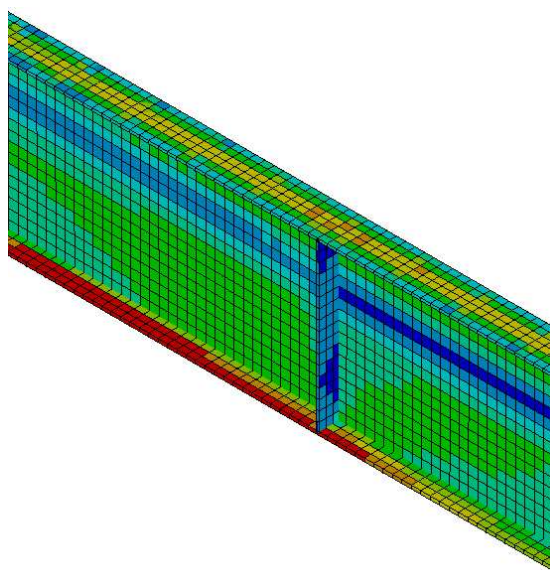
b) Valores obtidos do deslocamento lateral no modelo numérico U4A em m

Figura 5.24 – Deslocamento lateral da mesa inferior obtida no modelo numérico U4A.

A Figura 5.25 apresenta a tensão de von Mises no perfil de aço. Pode-se notar que o valor máximo dessa tensão ocorre, na região do apoio, de 362 MPa, o mesmo valor da resistência ao escoamento do aço da mesa do perfil de aço ensaiado por Chen (1992), referente ao protótipo U4A. Logo a falha do modelo numérico ocorreu quando foi atingida essa tensão de von Mises na região do apoio interno.



a) Tensão de von Mises no perfil de aço.



b) Região do apoio

Figura 5.25 – Tensão de von Mises no perfil de aço do modelo numérico U4A em N/m^2 .

Observou-se que o início da fissuração da laje de concreto armado na região do apoio interno ocorreu logo no início do carregamento (momento nominal de 75 kN.m), próximo à base do conector. A fissuração vai aumentando à medida que o carregamento se eleva e, ao atingir o momento máximo, praticamente toda a laje encontra-se fissurada.

A Figura 5.26 mostra o deslocamento vertical final na extremidade da viga *versus* o momento no apoio aplicado na viga mista. Observa-se que o resultado obtido numericamente foi muito próximo ao resultado medido por Chen (1992). A variação que ocorre no modelo numérico é resultado da redistribuição de tensões que ocorre com aumento do carregamento.

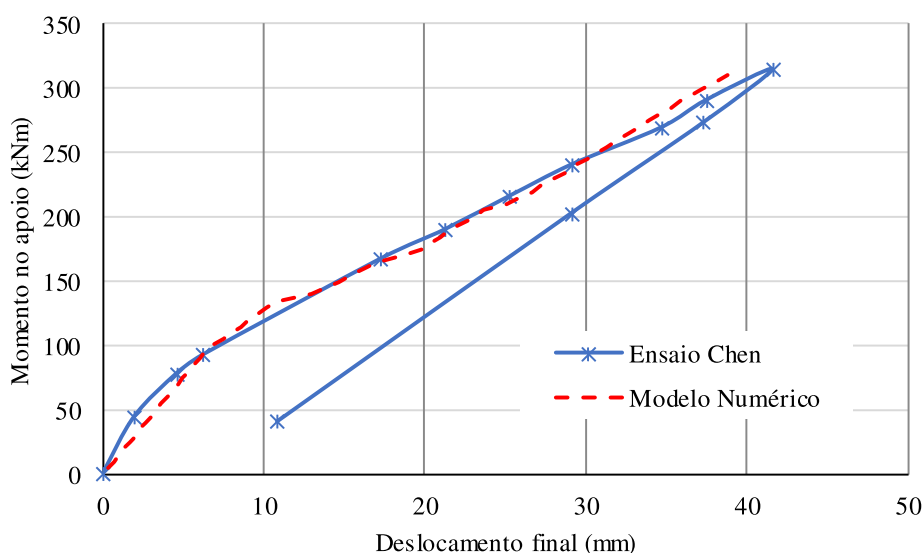


Figura 5.26 – Deslocamento vertical da viga mista do modelo numérico U4A.

Chen (1992) mediu também o deslocamento lateral da mesa inferior do perfil de aço em duas etapas do carregamento durante o ensaio. Na primeira etapa, o momento fletor no apoio da viga mista estava próximo a 220 kN.m enquanto, na segunda etapa, esse momento correspondia a, aproximadamente, 317,9 kN.m. Observa-se que, na Figura 5.27, nas duas etapas de carregamento, os resultados obtidos numericamente foram bem próximos aos resultados dos modelos ensaiados por Chen (1992).

A rotação transversal (em y – ver Figura 2.16) da mesa inferior do perfil de aço, distante 60 cm do apoio interno, também foi uma grandeza medida por Chen (1992). Observa-se, na Figura 5.28, uma boa concordância entre os resultados obtidos numericamente e os resultados de Chen (1992).

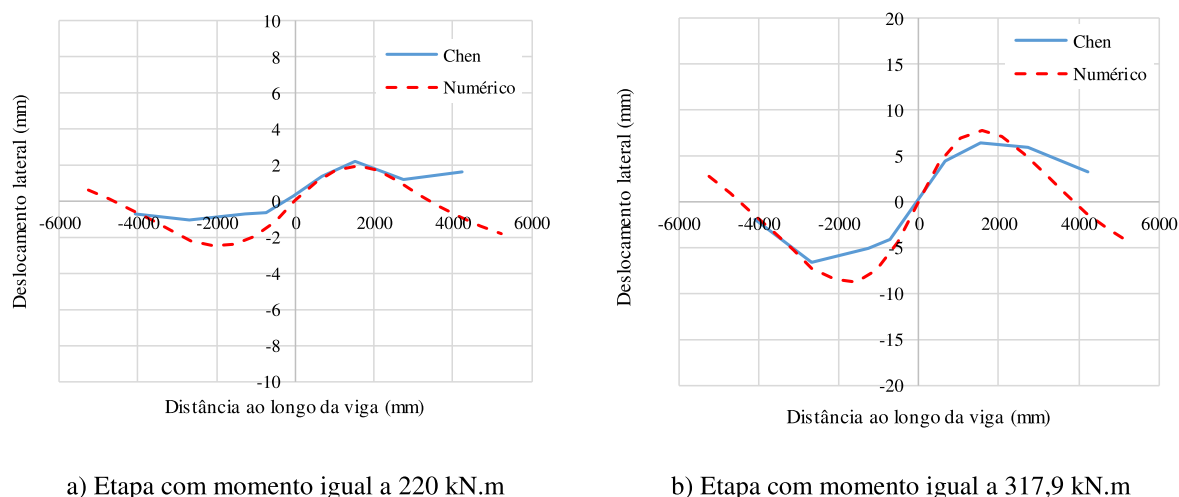


Figura 5.27 – Deslocamento lateral da mesa inferior do perfil de aço do modelo U4A.

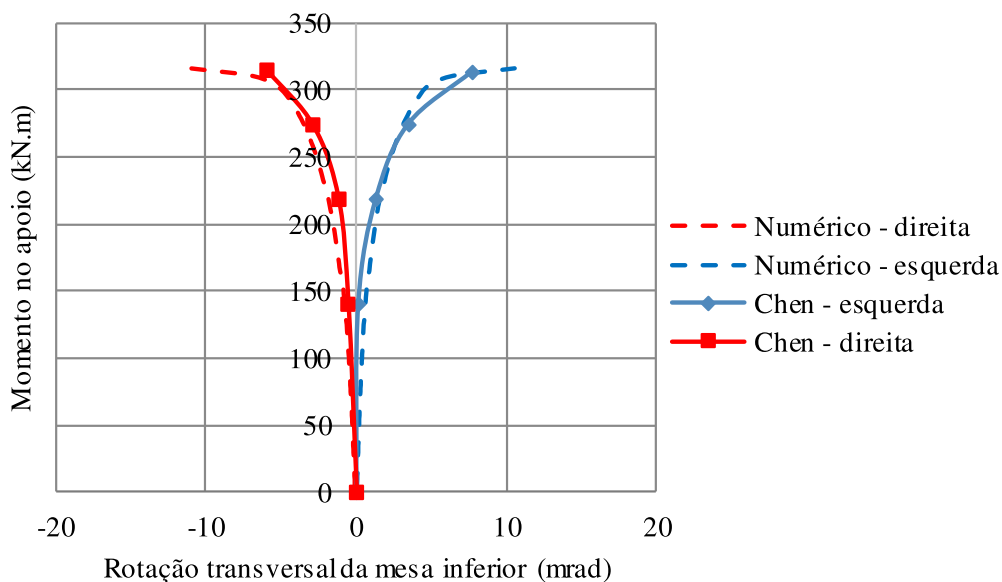


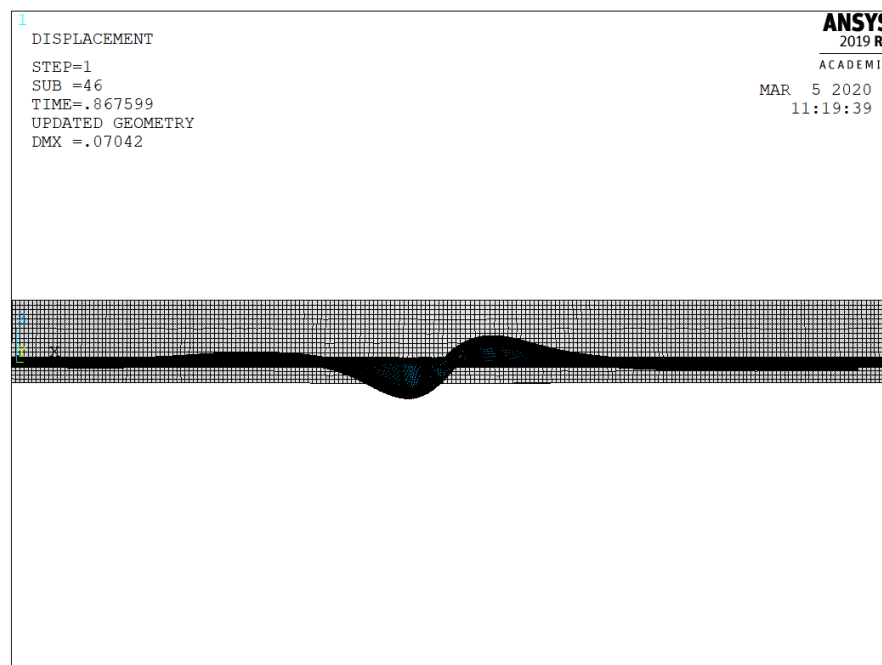
Figura 5.28 – Rotação transversal da mesa inferior do perfil de aço do modelo U4A.

5.2.9.2 Resultados Numéricos da Calibração Modelo U5B

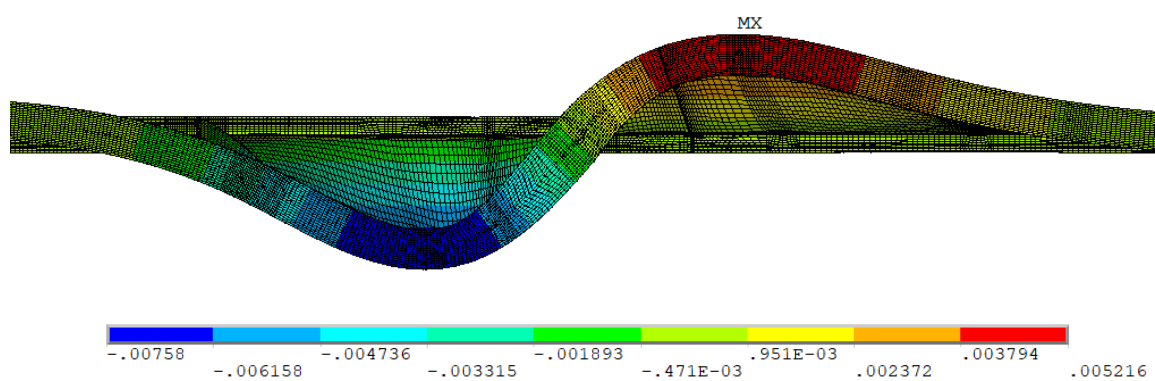
Como no ensaio do protótipo U5 realizado por Chen (1992) a FLD ocorreu apenas na segunda fase do ensaio, são apresentados os resultados numéricos referentes somente à segunda etapa de carregamento. O modelo numérico apresentou momento resistente igual a 434,35 kN.m, valor próximo ao momento obtido por Chen (1992) no ensaio, igual a 407,2 kN.m.

A Figura 5.29-a apresenta o deslocamento lateral da mesa inferior do perfil de aço (vista inferior) no subintervalo em que ocorreu a falha por FLD (subintervalo 46). Nota-se que o

deslocamento lateral máximo da mesa inferior do perfil de aço ficou próximo ao apoio interno, entre dois enrijecedores.



a) Deslocamento lateral da mesa inferior do perfil de aço do modelo U5B



b) Valores obtidos do deslocamento lateral no modelo numérico U5B em m

Figura 5.29 – Deslocamento lateral da mesa inferior obtida no modelo numérico U5B.

A Figura 5.30 apresenta a tensão de von Mises no perfil de aço, que atingiu valor máximo aproximado na região do apoio interno de 360 MPa quando se deu a falha do modelo. Observe-se que essa tensão corresponde à resistência ao escoamento do perfil de aço.

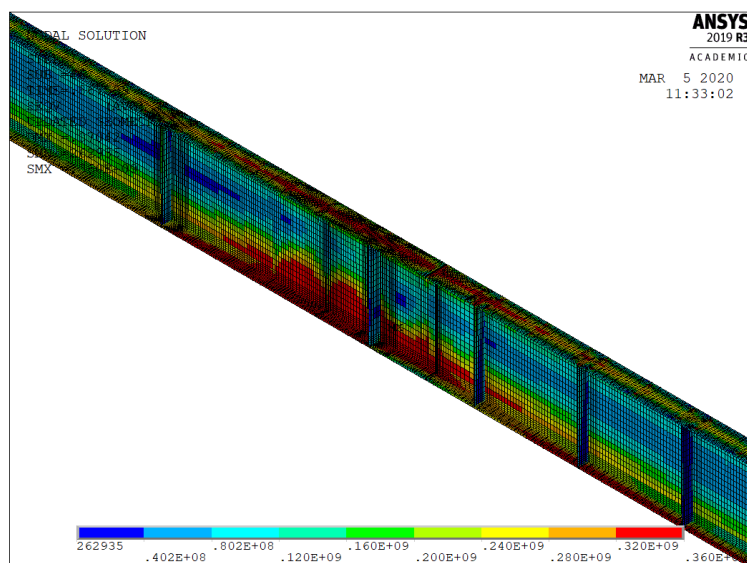


Figura 5.30 – Tensão de von Mises na região do apoio interno do perfil de aço do modelo U5B em N/m².

A Figura 5.31 mostra o deslocamento vertical na extremidade da viga *versus* o momento no apoio aplicado na viga mista do modelo U5B. Observa-se que o resultado obtido numericamente apresenta boa concordância com os resultados obtidos por Chen (1992) em seu ensaio. Além disso, o modelo numérico apresenta uma perda de resistência mais abrupta que o modelo experimental.

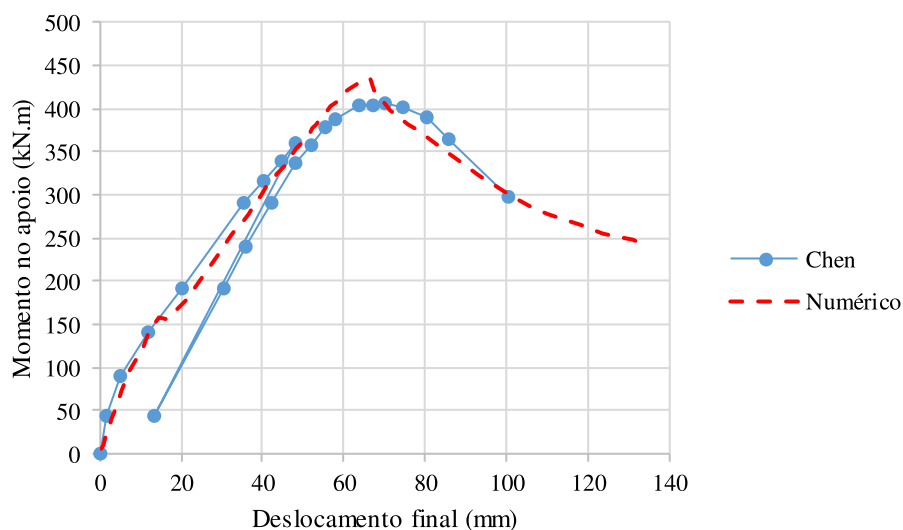


Figura 5.31 – Deslocamento vertical da viga mista do modelo numérico U5B.

O deslocamento lateral da mesa inferior do perfil de aço do modelo U5 do ensaio de Chen (1992) também foi medido na fase de descarregamento. Na Figura 5.32, observa-se que o resultado obtido no modelo numérico se aproximou do resultado do ensaio de Chen (1992).

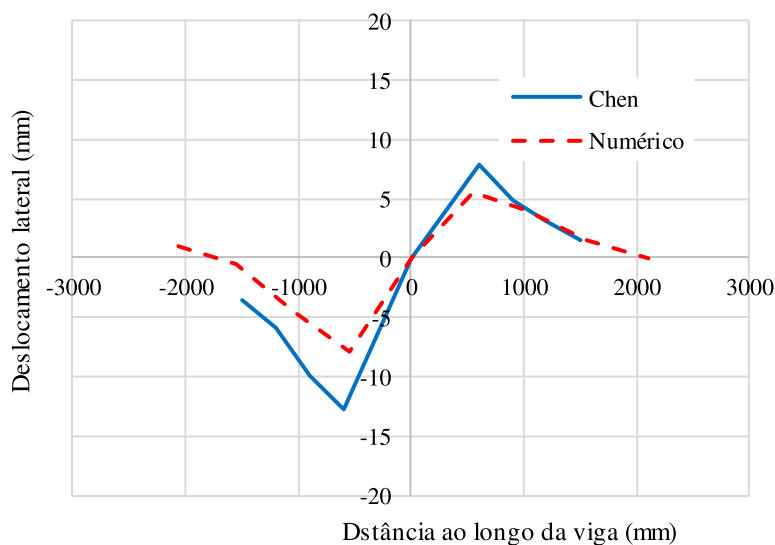


Figura 5.32 – Deslocamento lateral da mesa inferior do perfil de aço do modelo U5B.

5.2.9.3 Considerações

De acordo com os dados apresentados nos tópicos 5.2.9.1 e 5.2.9.2, observa-se uma concordância muito boa entre os resultados de momento resistente e de comportamento estrutural dos modelos numéricos e dos ensaios realizados por Chen (1992). Portanto considera-se que o modelo numérico de viga mista com perfil de alma cheia desenvolvido neste trabalho seja apropriado para o estudo de FLD.

5.3 Aferição do Modelo Numérico com os Ensaios Experimentais Realizados por Sonck (2013)

5.3.1 Considerações Iniciais

Na seção anterior, a validação foi realizada para viga mista de alma cheia. O presente trabalho estudou vigas casteladas mistas. Nesta subseção os resultados do trabalho de Sonck (2013) com vigas casteladas foram utilizados para a análise da influência das tensões residuais.

Sonck (2013) realizou ensaios experimentais do tipo flexão de quatro pontos com vigas alveolares celulares e casteladas que resultaram em colapso por flambagem lateral com torção. As três vigas casteladas foram fabricadas de forma convencional, a partir de um perfil I de alma cheia, mas as vigas celulares foram fabricadas de forma atípica, obtidas a partir do corte com maçarico das vigas casteladas. Segundo Sonck, esse tipo de fabricação tem influência significativa no que se refere às tensões residuais do perfil. Portanto, nessa análise, foram

utilizados somente os modelos de viga castelada, os quais também são escopo deste trabalho. Os três ensaios realizados por Sonck (2013), nomeados de CS1_L3, CS1_L4 e CS1_L6, possuem o mesmo perfil, variando somente o comprimento do vão e a distância entre os pontos de aplicação da carga e, ainda, a resistência ao escoamento medida em cada um dos elementos da alma e da mesa. O perfil castelado tem altura total, d_g , de 220 mm, altura da abertura, h_0 , de 118,9 mm, espessura da mesa e da alma, t_f e t_w , de 7,3 mm e de 5,5 mm, respectivamente, passo entre aberturas, p , de 210 mm e espaçamento entre extremidades das aberturas, b_w , de 73,8 mm. A Tabela 5.9 mostra os valores dos comprimentos das vigas, L , da distância entre as cargas aplicadas, L_F , e das resistências ao escoamento medidas dos elementos, f_y . Sonck (2013) também realizou medições do módulo de elasticidade, porém optou por não utilizar esses valores, pois os resultados foram insatisfatórios, possivelmente por erros na medição. Nas análises numéricas, a autora utilizou o módulo de elasticidade nominal de 205 MPa.

Tabela 5.9 – Dados dos modelos ensaiados por Sonck (2013).

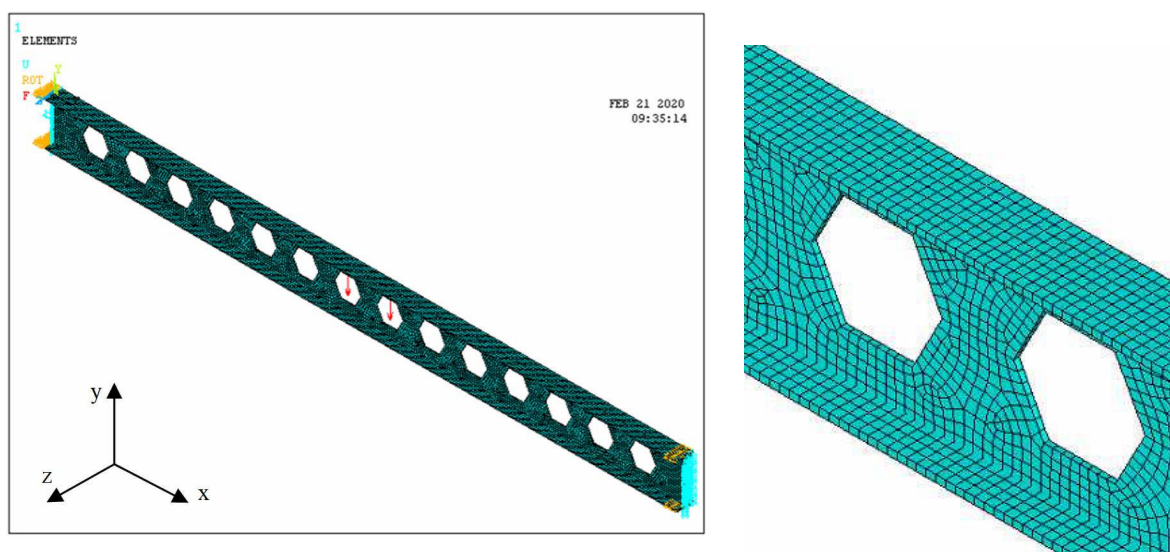
Modelo	L (m)	L_F (m)	$f_{y,f,s}$ (MPa)	$f_{y,f,i}$ (MPa)	$f_{y,w}$ (MPa)
CS1_L3	3,15	0,21	352	349	332
CS1_L4	3,99	1,89	348	342	320
CS1_L6	6,09	1,89	352	349	332

5.3.2 Imperfeições Iniciais

Apesar de ter medido as imperfeições iniciais das vigas ensaiadas, Sonck (2013) utilizou a magnitude de imperfeição geométrica inicial de $L/1000$ nos modelos numéricos. Segundo a autora, a imperfeição inicial foi inserida no modelo numérico pela curvatura em torno do eixo de menor inércia com o formato de uma senoide. Neste trabalho, a imperfeição inicial inserida foi obtida, em uma análise prévia, aplicando-se uma força lateral uniformemente distribuída ao longo de todo o vão da barra, gerando uma deformada na forma de um polinômio de quarto grau.

5.3.3 Modelo Numérico

Modelos tridimensionais de elementos finitos simulados no programa computacional ANSYS foram implementados. Um desses modelos é ilustrado na Figura 5.33. Elementos de casca SHELL181 foram utilizados para representar o perfil de aço.



a) Modelo CS1_L3

b) Detalhe

Figura 5.33 – Modelo numérico da viga castelada.

Para simular as condições de contorno nos apoios da viga, os deslocamentos nas direções globais y e z foram restringidos na alma do perfil de aço, em ambas as extremidades e na direção global x no centro da alma, em uma das extremidades. A rotação na direção do eixo x foi restringida nas mesas superior e inferior em ambas as extremidades. Duas cargas concentradas foram aplicadas a uma distância L_F (indicada na Tabela 5.9) uma da outra.

Um estudo de sensibilidade de malha composto por elementos de dimensões variando da metade da largura da mesa até um décimo dessa largura foi realizado utilizando o modelo CS1_L3. Os resultados estão indicados na Tabela 5.10 e na Figura 5.34.

Tabela 5.10 – Resultados da análise de densidade de malha.

Nº de divisões da mesa	Força máxima (kN)	Desvio com relação a malha seguinte (%)
2	24,29	8,7
4	26,61	0,8
6	26,83	0,3
8	26,9	0,2
10	26,95	-

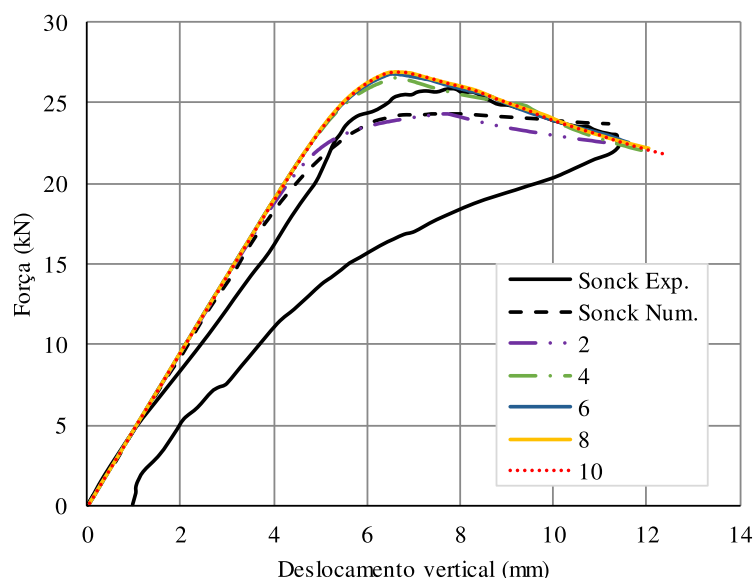


Figura 5.34 – Estudo da malha da viga castelada.

Observa-se que elementos com dimensão igual ou inferior a um quarto da largura da mesa geram resposta suficientemente boa, com desvio menor que 1% da malha anterior. Para os modelos da presente análise, foram utilizados elementos de dimensão de um oitavo da largura da mesa.

Destaca-se que, para todas análises subsequentes com modelos de viga castelada (incluindo a análise paramétrica do Capítulo 7), foram utilizados como padrão os elementos de dimensão de um oitavo da largura da mesa para o perfil de aço, o mesmo tamanho adotado na análise realizada na Subseção 4.2.2 para o momento crítico elástico.

5.3.4 Tensões Residuais

Tensões residuais em perfis castelados é sempre um assunto muito delicado, por sua alta complexidade na aplicação da modelagem numérica. Para explicar melhor tal fato, foram modelados alguns exemplos numéricos simples, mas que demonstram muito bem o comportamento quando tensões residuais foram impostas ao modelo numérico.

Para a introdução da tensão residual no perfil de aço no ANSYS, é utilizado o comando INISTATE. Tensões residuais oriundas da fabricação de perfis alveolares podem ser inseridas numa análise numérica, enquadrando-se na situação de condição inicial da análise e, doravante, sendo identificadas como *tensões iniciais*.

O processo, para a simulação no ANSYS de uma viga alveolar sujeita a um ensaio de flexão de quatro pontos, por exemplo, com a inclusão de tensões iniciais, é dividido em duas etapas. Na primeira etapa são aplicadas apenas as tensões iniciais no perfil de aço e o modelo é solucionado (solução incremental iterativa), obtendo-se o equilíbrio. Na segunda etapa, sobre o modelo deformado (com as tensões iniciais equilibradas) são aplicadas as forças do ensaio de flexão de quatro pontos e a análise é levada até o final (100% da carga aplicada ou falha de convergência).

Na primeira etapa (ou *load step*, na nomenclatura do ANSYS), as tensões iniciais são impostas utilizando o comando INISTATE. O usuário pode definir o valor das tensões (ou deformações) nos elementos ou nos nós do modelo. A introdução de tensões iniciais nas arestas de elementos de casca é talvez mais intuitiva (compreende-se que a tensão atua sobre a área formada pelo comprimento da aresta multiplicado pela espessura da seção transversal do elemento). A introdução de tensões iniciais no nó, por outro lado, requer explicações mais detalhadas, uma vez que não há coerência na ideia da aplicação de uma tensão (unidade de força por unidade de área) em um único ponto adimensional. O ANSYS extrapola a tensão introduzida em um nó para todo o comprimento das arestas do elemento adjacente àquele nó, interpolando os valores de tensão ao longo de cada aresta, utilizando como base os valores nodais das tensões (Figura 5.35).

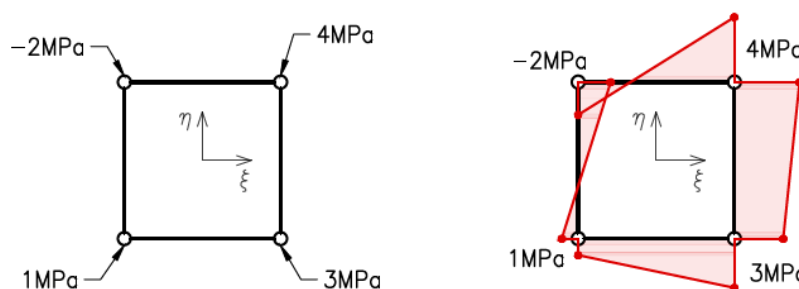


Figura 5.35 – Tensões residuais aplicados nos nós.

A introdução de tensões iniciais foi feita utilizando o método nodal por causa da maior facilidade na operação do ANSYS.

Durante o primeiro *load step* (quando atuam apenas as tensões iniciais), é necessário determinar as condições de contorno da viga estudada e, talvez, a melhor maneira de deixar claro qual é o problema atrelado à essa definição seja por meio de contrastar o primeiro *load step* com o segundo. Durante o ensaio de flexão de quatro pontos, a escolha das condições de contorno é

trivial (vínculo de garfo nos apoios, forças distribuídas sobre enrijecedores de alma ao longo da largura da mesa superior da viga), uma vez que o objetivo é replicar um ensaio cuidadosamente detalhado. As forças da flexão de quatro pontos atuam deformando a viga apenas quando as condições de contorno já foram impostas, uma colocação óbvia do ponto de vista experimental (primeiro apoia-se a viga depois se aplicam as forças).

As tensões residuais de fabricação, por outro lado, atuam deformando o perfil de aço muito antes que esse perfil venha a ser utilizado no experimento. Assim que a confecção do perfil alveolar é concluída, a viga começa o seu processo de resfriamento, durante o qual ela não é submetida de maneira deliberada a qualquer tipo de restrição externa ao deslocamento ou à rotação. Tentar simular essas condições, na análise numérica, resultaria na solução de um modelo no qual há tensões iniciais, mas não há qualquer condição de contorno cinemática, replicando a condição real da viga no chão de fábrica, aguardando o resfriamento e sendo deformada pelas tensões residuais. Modelos desse tipo, em geral, não podem ser solucionados utilizando o método dos elementos finitos em razão de fenômenos como o deslocamento de corpo rígido, que gera singularidades na matriz de rigidez.

Está posto, portanto o problema. As tensões residuais devem ser aplicadas, mas replicar as condições de contorno cinemáticas não é viável no contexto da análise numérica utilizando o método dos elementos finitos. Logo deve-se então solucionar o problema da escolha de condições de contorno que permitam a obtenção de estabilidade e equilíbrio durante a análise numérica, tendo em vista que essa escolha irá afetar a solução final obtida pelo programa.

Um breve estudo da relação entre condições de contorno e tensões iniciais é apresentado abaixo para ilustrar o problema associado à introdução de tensões residuais. O estudo foi feito sobre o modelo da Figura 5.36, formado por uma placa retangular que ora foi engastada apenas à esquerda, ora engastada nas duas extremidades.

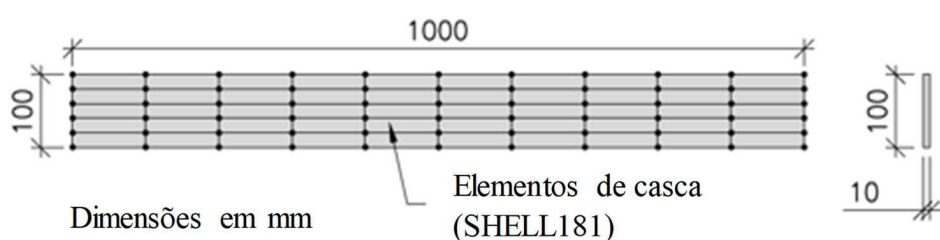


Figura 5.36 – Propriedades geométricas do modelo de viga.

Na primeira simulação, Figura 5.37, a chapa foi engastada apenas na extremidade esquerda, e as tensões residuais (direção horizontal, valor de 1 MPa, compressão) foram aplicadas em todos os nós do modelo (exceto aqueles com restrições cinemáticas).

Caso 1

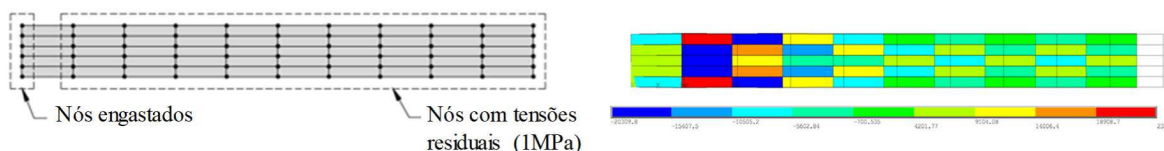


Figura 5.37 – Viga engastada livre.

Nota-se que a chapa sofreu encurtamento longitudinal consistente com as tensões de compressão. As tensões que atuaram na chapa, ao final da análise (em cores), entretanto, não se assemelham às aplicadas. A distribuição de tensões foi, na verdade, uma consequência do engaste à esquerda, que impede a deformação na direção vertical no apoio, gerando a distribuição de tensões observada. O valor máximo das tensões (ora de compressão, ora de tração, dependendo do elemento analisado) foi de aproximadamente 20 kPa, muito inferior ao 1 MPa imposto, a princípio, utilizando o comando INISTATE.

No segundo caso, Figura 5.38, o modelo foi engastado nas duas extremidades e a mesma tensão de 1 MPa (compressão, direção horizontal) foi aplicada em todos os nós exceto os restringidos.

Caso 2

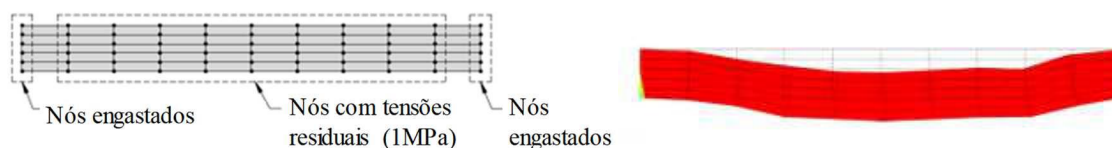


Figura 5.38 – Viga biengastada.

Observa-se, inicialmente, que a tensão na direção horizontal foi uniforme em toda a chapa, tendo exatamente o valor imposto inicialmente (1 MPa). A figura colorida parece mostrar que houve uma deformação na direção vertical (similar à flecha de uma peça fletida), mas essa deformação foi, na prática, virtualmente inexistente, por ter magnitude ínfima (da ordem de 10^{-17} m, de acordo com a solução do ANSYS), podendo ser considerada um pequeno erro numérico. Como a peça viu-se impossibilitada de contrair-se axialmente (como ocorreu no primeiro modelo), as

tensões iniciais impostas, sem válvula de escape, atingiram sua magnitude máxima imposta inicialmente.

No terceiro caso, Figura 5.39, apenas a extremidade esquerda foi engastada, mas as tensões residuais (direção horizontal, 1 MPa, compressão) foram aplicadas apenas nos nós inferiores da chapa.

Caso 3

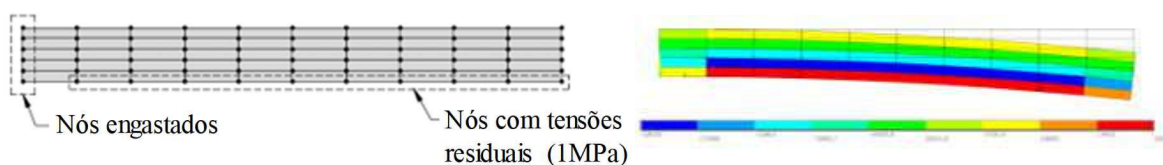


Figura 5.39 – Viga engastada livre.

Nota-se o surgimento de um claro gradiente vertical de tensões ao longo da altura da chapa, associado a uma deformação característica da flexão. A liberdade parcial da peça para deformar-se fez com que o valor máximo da tensão (ora de tração, ora de compressão), ao final da análise, atingisse 230kPa, novamente um valor bastante inferior ao imposto originalmente.

No quarto e último caso, Figura 5.40, deste breve estudo, a chapa foi engastada em ambas as extremidades e a tensão inicial foi aplicada apenas nos nós da sua face inferior.

Caso 4

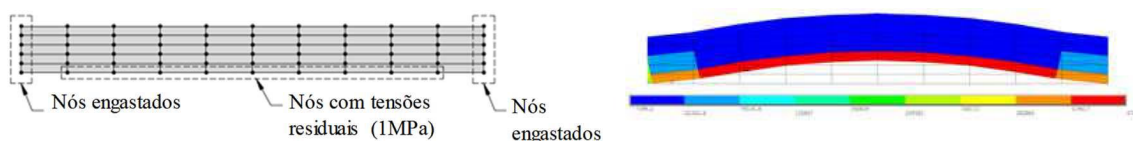


Figura 5.40 – Viga biengastada.

O resultado foi similar ao obtido no terceiro caso, pois a chapa claramente sofreu uma flexão. A diferença nas condições de contorno aumentou o grau de restrição dos elementos e fez com que as tensões de compressão (face inferior da chapa, em vermelho) atingissem 480 kPa enquanto as tensões de tração (face superior da chapa) atingissem apenas 35 kPa.

Mesmo que (como se entende idealmente) as tensões iniciais impostas sejam autoequilibrantes (ou seja, as forças externas resultantes sejam nulas), a própria deformação do material sobre o

qual atuam os esforços internos tem o potencial de causar alívio de tensões. Como consequência, há o fato de que o padrão de tensões residuais obtido, ao final da solução do primeiro *load step*, não é, nem em aspecto e nem em magnitude, igual ao imposto pelo usuário com o comando INISTATE.

Esse estudo demonstra a complexidade do trabalho com tensões residuais em modelos numéricos. A análise estrutural subsequente (flexão de quatro pontos, compressão axial, etc.) teria como ponto de partida o término da análise realizada apenas com as tensões residuais. Como foi demonstrado, esse ponto de partida da análise estrutural subsequente que se deseja replicar será influenciado diretamente por escolhas difíceis, como a das condições de contorno cinemáticas de uma viga alveolar sujeita ao processo de resfriamento no chão da fábrica.

Por essa breve explicação, pode-se tentar introduzir as tensões iniciais em um modelo plenamente restringido cinematicamente (todos os graus de liberdade travados). Essa abordagem, de fato, faria com que a distribuição de tensões obtida, ao final da análise estrutural (primeiro *load step*, apenas com tensões iniciais), fosse precisamente idêntica à imposta, o que pode parecer, à primeira vista, uma vitória. Entretanto, é necessário recordar que as condições de contorno da análise subsequente (segundo *load step*, flexão de quatro pontos) são definidas de maneira inequívoca de forma a melhor reproduzir o ensaio experimental. No início dessa segunda solução, o usuário seria, portanto, obrigado a liberar todos os apoios excedentes que introduziu no primeiro *load step* e o efeito resultante seria o de fazer com que as tensões iniciais impostas passassem a exercer trabalho, deformando o corpo de prova e sofrendo todos os problemas decorrentes descritos (alívio de tensões, deformações incongruentes, etc.).

Como foi observado, a introdução de tensões residuais é um caso bastante complexo e, no que se refere às vigas casteladas, o fator de dificuldade aumenta, porque as tensões não são constantes ao longo de toda a viga como se considera em perfis de alma cheia, mas variam da seção do montante de alma para a seção com abertura.

Na análise do modelo numérico de Sonck (2013), foram realizados testes com a aplicação das tensões residuais segundo o modelo WP (web-post), proposto pela autora, Figura 2.43, com tensão constante na alma (especificamente no T) e variação linear nas mesas, ao longo de toda a viga, não considerando, a princípio, a variação que ocorre da região de montante para a abertura pela dificuldade de aplicação numérica, porém não foram obtidos resultados

satisfatórios. Por isso e pelos pontos levantados no tópico 2.6.2.2, a introdução de tensões iniciais foi desconsiderada.

Sonck (2013) não menciona se as tensões residuais adotadas à análise numérica foram as aplicadas ou os resultados do primeiro *load step* que, conforme mencionado, pode ter diferenças grandes. Teixeira (2017) realizou diversas análises com as tensões residuais e comparou seus resultados com os de Sonck (2013), mas não obteve aproximação entre ambos. Logo, fica uma incógnita de como essas tensões devem ser aplicadas no modelo numérico. Teixeira (2017) sugere uma redução de 5 a 10% do módulo de elasticidade do aço para analisar a influência das tensões residuais nas vigas casteladas.

Para avaliar a proposta de Teixeira (2017), foi realizada uma análise da variação do módulo de elasticidade de $100\%E$, $95\%E$, $90\%E$, $85\%E$, $80\%E$ e $75\%E$, sendo E o valor nominal do módulo de elasticidade adotado por Sonck (2013) de 205 GPa. Os resultados, para o modelo CS1_L3, são ilustrados na Figura 5.41.

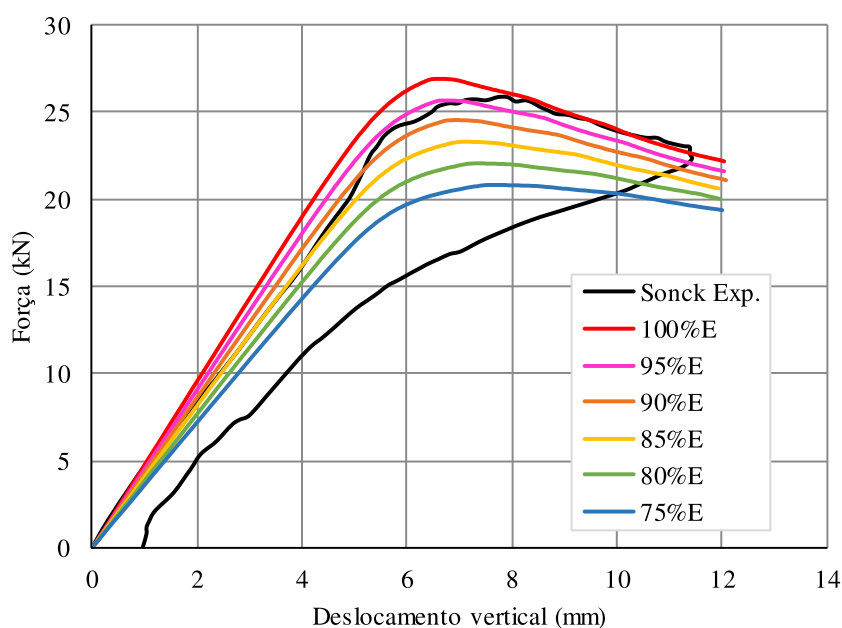


Figura 5.41 – Variação do módulo de elasticidade do modelo CS1_L3.

Observa-se que, com a redução do módulo de elasticidade, o trecho inicial sofreu abatimento (redução da rigidez) e a força resistente sofreu redução, mas o modo de colapso e o aspecto da curva, após atingida a carga máxima, tenderam a permanecer os mesmos. A Tabela 5.11 demonstra uma correspondência linear da redução da inclinação do trecho linear da curva força

versus deslocamento com do módulo de elasticidade, ou seja, que uma redução de 15% no módulo de elasticidade causou uma redução de 15% na inclinação do trecho linear. No entanto a correlação entre o módulo de elasticidade e a força resistente não obedeceu a essa mesma correspondência, pelo fato de a viga sofrer plastificação.

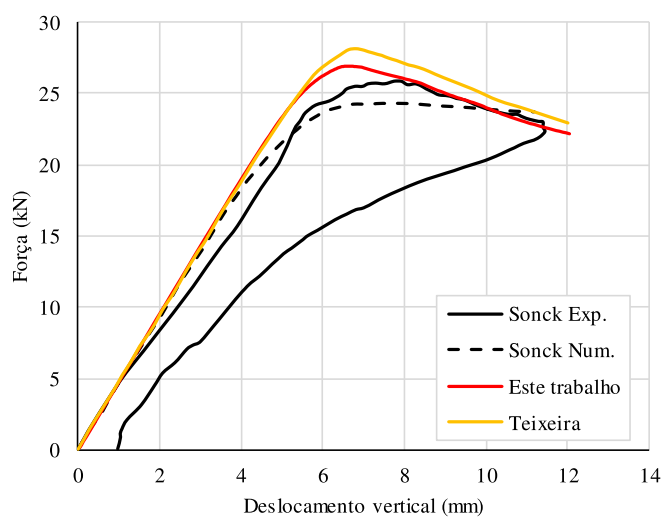
Tabela 5.11 – Comparação entre a inclinação inicial da curva força *versus* deslocamento, a fração do módulo de elasticidade e a força resistente do modelo.

Módulo de elasticidade	Força resistente (kN)	Inclinação (kN/mm)	Inc_i/Inc_{100} (%)	F_i/F_{100} (%)
100%E	26,91	4,79	100	100
95%E	25,71	4,55	95,0	95,5
90%E	24,50	4,31	90,0	91,0
85%E	23,27	4,07	85,0	86,5
80%E	22,04	3,83	80,0	83,2
75%E	20,79	3,59	75,0	77,3

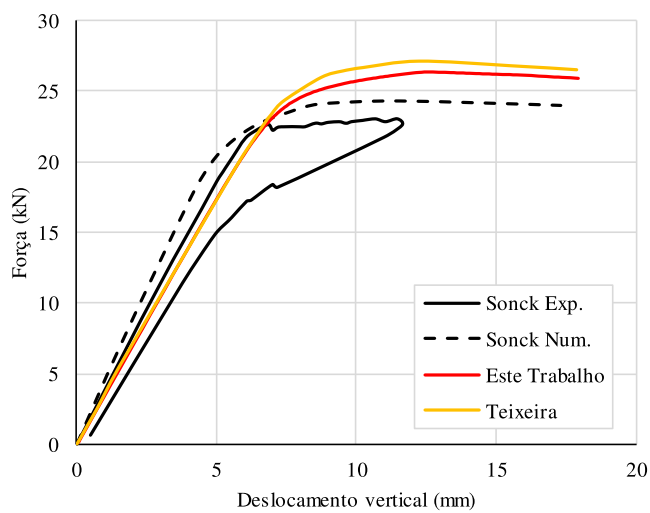
Observa-se que a curva com 95% do módulo de elasticidade apresenta uma correspondência melhor com a força resistente do ensaio. Ou seja, a recomendação de Teixeira (2017), em reduzir o módulo de elasticidade em substituição à introdução de tensões residuais, parece válida. No entanto optou-se por não inserir tensões residuais no modelo numérico ou reduzir o módulo de elasticidade para obter esse efeito.

5.3.5 Resultados dos Modelos Numéricos

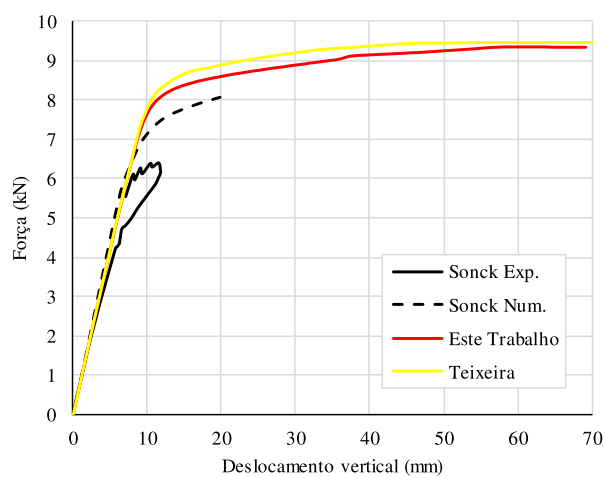
Os resultados obtidos nas análises numéricas do ANSYS, sem tensões residuais, foram comparados na forma de gráficos força *versus* deslocamento vertical no centro da viga com resultados experimentais e numéricos de Sonck (2013) e com os resultados numéricos de Teixeira (2017) na Figura 5.42.



a) Modelo CS1_L3



b) Modelo CS1_L4



c) Modelo CS1_L6

Figura 5.42 – Gráficos força *versus* deslocamento dos modelos de calibração.

Observa-se que o modelo numérico apresentou uma boa correspondência com o modelo experimental de Sonck (2013), e resultados um pouco melhores que os de Teixeira (2017), exceto para o modelo com maior vão (Figura 5.42-c). A discrepância ocorreu porque o ensaio experimental dessa viga teve que ser interrompido de forma prematura pela dificuldade do equipamento de aplicação de carga. Se o ensaio fosse levado até o colapso da barra, certamente uma carga máxima superior seria atingida. No entanto, Sonck (2013) supõe que, mesmo que a carga continuasse a ser incrementada, possivelmente a resistência final ainda se revelaria muito inferior à observada no modelo numérico pelo modo de colapso. Observa-se que o modelo com vão mais curto, CS1_L3, sofreu uma redução mais rápida na carga aplicada depois de atingida a resistência máxima, dando à curva força *versus* deslocamento o aspecto típico de falha por instabilidade, nesse caso, FLT. No entanto, no modelo mais longo, CS1_L6, observou-se um patamar de carga praticamente constante ao redor da carga máxima com aumento das deformações. A Figura 5.43 mostra a deformada dessa viga, na qual se observa o aspecto típico de falha por FLT.

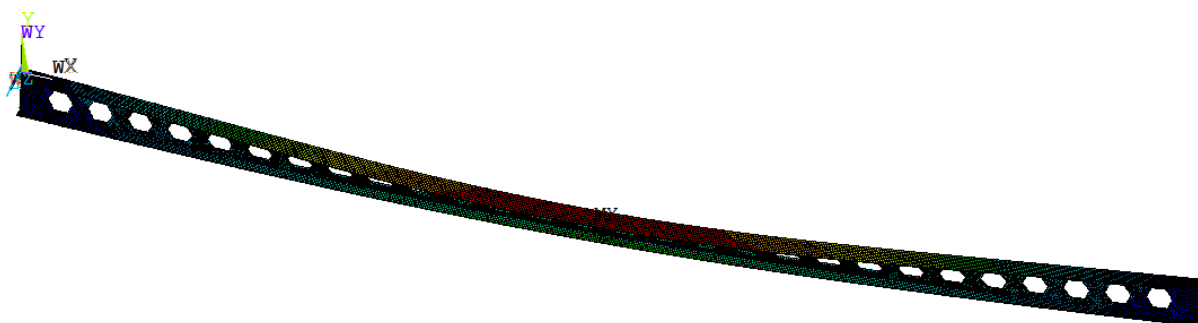


Figura 5.43 – Deformada característica da FLT obtida nos modelos numéricos.

Sonck (2013) argumenta que a viga com vão longo pode ter experimentado uma falha por plastificação com deslocamentos muito grandes (da ordem de 500 mm). Observa-se que, na Figura 5.44, ocorreu plastificação completa das mesas na região entre apoio e ponto de aplicação da carga, indicando a hipótese de falha por plastificação. Essas diferenças entre os resultados do modelo numérico e os resultados do ensaio indicam uma inadequação do modelo numérico quando os deslocamentos são muito grandes. Em outras palavras, a viga estaria sendo governada por um estado-limite de serviço e não um estado-limite último.

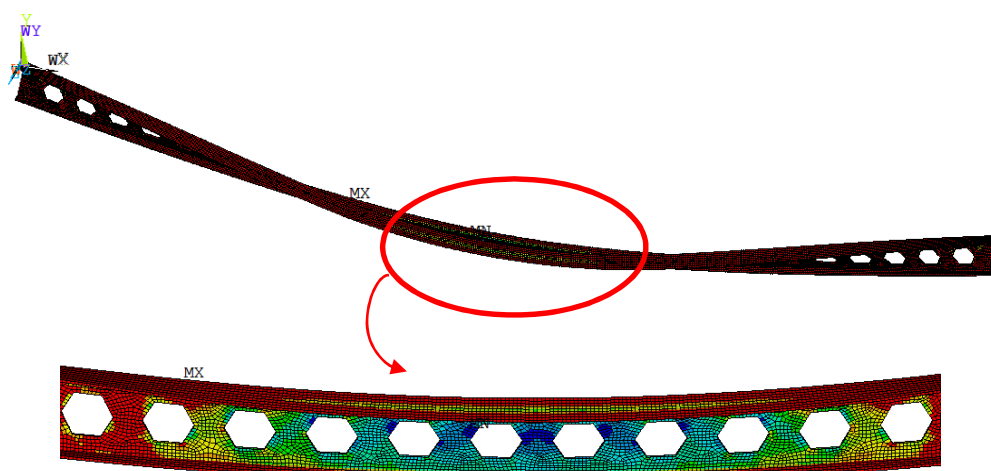


Figura 5.44 – Tensão de von Mises do modelo numérico CS1_L6.

A Tabela 5.12 apresenta um resumo dos resultados obtidos experimentalmente por Sonck (2013), na análise numérica de Sonck (2013), na análise numérica de Teixeira (2017) e na análise numérica deste trabalho.

Tabela 5.12 – Comparação entre as forças resistentes.

Modelo	Experimental Sonck (2013)	Numérica Sonck (2013)	Numérica Teixeira (2017)	Numérica Presente Trabalho
CS1_L3	26,0	24,3	28,0	26,91
CS1_L4	23,1	24,3	27,1	26,31
CS1_L6	6,39	8,05	9,43	9,36

5.3.6 Considerações Relevantes

De acordo com os dados apresentados na Subseção 5.3.5, observou-se uma boa concordância entre os resultados relacionados à força resistente e ao comportamento estrutural dos modelos numéricos e dos ensaios realizados por Sonck (2013). Logo conclui-se que a desconsideração das tensões residuais no modelo numérico para viga castelada não influenciou os resultados. Por essa razão, na análise não linear paramétrica do Capítulo 7 com vigas casteladas mistas, optou-se pela desconsideração das tensões residuais.

5.4 Aferição do Modelo Numérico com os Ensaios Experimentais Realizados por Salah e Gizejowski (2010a)

Conforme descrito na Subseção 2.4.2, Salah e Gizejowski (2010a) realizaram análises experimentais com vigas mistas alveolares com aberturas circulares, hexagonais e retangulares de mesma área, submetidas a momento fletor negativo. Os resultados indicaram que o ELU dos modelos ensaiados foi a flambagem lateral com distorção.

Salah e Gizejowski (2010a) apresentaram os resultados gráficos de força aplicada *versus* deslocamento vertical na extremidade do perfil apenas das vigas mistas com aberturas circulares, conforme mostra a Figura 2.29; para as vigas com aberturas hexagonais, foram informados somente os resultados da força resistente. As vigas com aberturas retangulares não foram modeladas por não fazerem parte do escopo deste trabalho.

Ressalta-se que no trabalho de Salah e Gizejowski (2010a) não há informações sobre o tipo de concreto e o número de conectores utilizado nos modelos ensaiados, por isso, para esta avaliação, foram utilizados o mesmo tipo de concreto adotado no modelo de Chen (1992), C30, e conectores com espaçamento de 105,8 mm. Uma imperfeição geométrica de 80% da tolerância de fabricação foi considerada e as tensões residuais foram desconsideradas. Todos os outros parâmetros utilizados na validação do modelo foram referidos aos valores nominais, pois não foram indicados os valores utilizados nos ensaios. Os parâmetros da seção transversal da viga com abertura circular são mostrados na Figura 5.45.

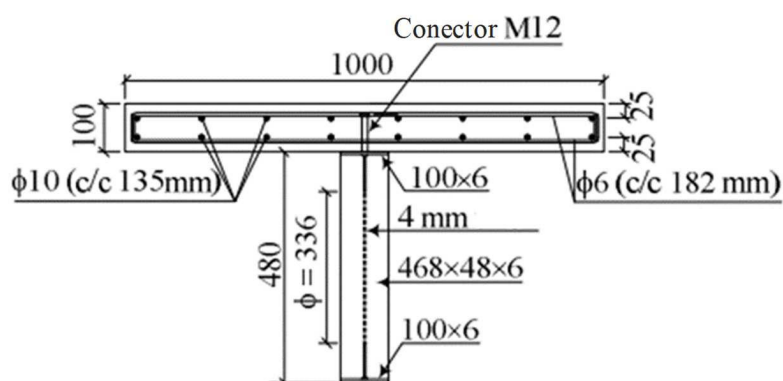


Figura 5.45 – Seção transversal no centro da abertura circular (SALAH e GIZEJOWSKI, 2010a).

O modelo numérico utilizado foi o validado no estudo de Chen (1992), adaptado com aberturas na alma e malha com elementos de dimensão de um oitavo da largura da mesa, conforme estudo

realizado com os modelos de Sonck (2013) na Subseção 5.3.3 e com as características dos modelos ensaiados por Salah e Gizejowski (2010a).

A Tabela 5.13 mostra os resultados obtidos na análise numérica deste trabalho, $F_{num,T}$, e uma comparação com os resultados numéricos, $F_{num,SG}$, e experimentais, $F_{exp,SG}$, de Salah e Gizejowski (2010a). A Figura 5.46 ilustra o gráfico de força máxima *versus* deslocamento vertical na extremidade do modelo C4S355 para os resultados numérico e experimental de Salah e Gizejowski (2010a) e os resultados numéricos deste trabalho.

Tabela 5.13 – Comparação entre as forças resistentes deste trabalho e dos modelos numéricos e experimentais de Salah e Gizejowski (2010a).

Modelo	$F_{exp,SG}$ (kN)	$F_{num,SG}$ (kN)	$F_{num,T}$ (kN)	$F_{num,T}/$ $F_{exp,SG}$	$F_{num,T}/$ $F_{num,SG}$
C4S355	59,6	59,6	59	0,99	0,99
C4S420	62,3	63,7	66	1,06	1,04
H4S355	62,0	59,3	59	0,95	0,99
H4S420	62,5	63,5	66	1,06	1,04
C2S355	86,7	86,2	87	1,00	1,00
C2S420	89,4	95,7	93	1,04	0,97
H2S355	87,6	85,9	86	0,98	1,00
H2S420	88,9	95,3	93	1,05	0,96

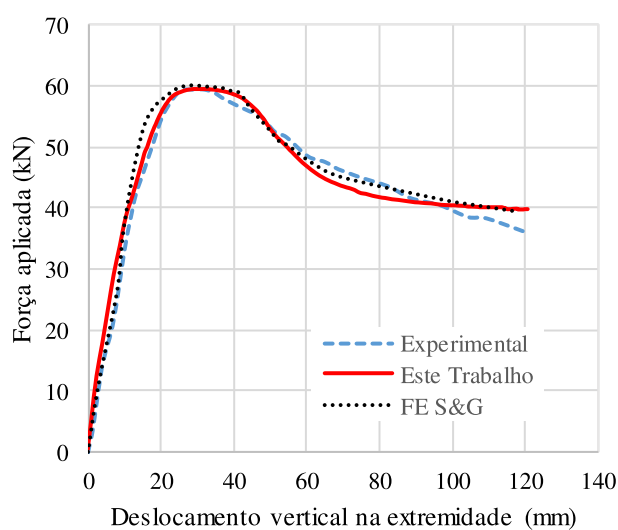


Figura 5.46 – Gráfico força *versus* deslocamento vertical na extremidade do modelo C4S355.

Observa-se, pela Figura 5.46 e a Tabela 5.13, que houve uma excelente concordância entre os resultados. A diferença máxima entre o resultado numérico deste trabalho com o experimental foi de 6% e a diferença máxima entre os modelos numéricos foi de 4%. A força máxima atingida pelas vigas com aberturas circulares e hexagonais não apresentaram diferenças significativas. Observa-se que o modelo numérico desenvolvido apresenta uma sensibilidade maior ao aumento da resistência do aço que o modelo experimental, com diferenças de 10% e 4%, respectivamente. Assim como observado por Salah e Gizejowski (2010a), vigas com maior vão apresentaram menor rigidez inicial e menor força máxima comparadas com as de menor vão, pelo fato de estar submetida a uma região de momento negativo maior, desencadeando a FLD primeiro.

5.4.1.1 Considerações Relevantes

Apesar da falta de informações sobre o concreto e os conectores, os resultados numéricos apresentaram excelente concordância com os resultados experimentais de Salah e Gizejowski (2010a), relacionados à força resistente. Esse fato se deve, sobretudo, a que, na região de momento negativo, o concreto se encontra fissurado e, por isso, teve pouca influência na resistência. Foi possível observar, ainda, que a força máxima depende, predominantemente, da viga de aço e que não houve prejuízo na desconsideração das tensões residuais, o que indica a baixa influência da aplicação dessas tensões no comportamento global do perfil.

5.5 Considerações Finais

Conforme apresentado, para validar o modelo numérico optou-se por fazer três validações independentes. A primeira validação, tendo por base o estudo experimental de Chen (1992), com viga mista com perfil de alma cheia. A segunda validação, a partir do estudo de Sonck (2013), com viga castelada de aço, utilizada para a avaliação das tensões residuais. E, por último, com os ensaios experimentais de Salah e Gizejowski (2010a), para viga mista com aberturas circulares e hexagonais, mostrando que o modelo validado com o estudo Chen (1992) permanece válido quando se tem um perfil castelado e as condições de contorno são alteradas. Logo o modelo numérico de Chen (1992), considerando perfil castelado e sem tensões residuais, foi utilizado como referência na análise paramétrica. Todos os resultados numéricos apresentaram boa concordância com os resultados experimentais. Portanto, pode se assumir que o modelo numérico para a análise não linear encontra-se calibrado e que é apropriado para o desenvolvimento do estudo sobre a FLD de viga castelada mista.

6

DETERMINAÇÃO DO MOMENTO CRÍTICO ELÁSTICO À FLAMBAGEM LATERAL COM DISTORÇÃO

6.1 Generalidades

Neste capítulo são descritos os modelos numéricos analisados e os resultados obtidos para o momento crítico elástico da análise linearizada de flambagem no programa ANSYS. Primeiramente, foi realizado um estudo paramétrico utilizando o modelo numérico de viga biapoiada com momento fletor uniforme, no qual foram analisadas a influência da variação da linha neutra e da rigidez da laje. Em seguida, uma análise para a avaliação do coeficiente C_{dist} considerando a variação do momento fletor ao longo do vão foi realizada. Posteriormente, foram realizados estudos paramétricos utilizando o modelo numérico de viga com balanço para a análise do diagrama de momento fletor não uniforme com vãos iguais e desiguais.

O procedimento de cálculo proposto para vigas casteladas mistas fundamenta-se no cálculo de vigas mistas de alma cheia submetida a momento uniforme proposto por Dias *et al.* (2019), com as devidas adequações a vigas casteladas mistas destacadas nas subseções a seguir. Adicionalmente, uma avaliação do procedimento proposto por Oliveira (2018) para o momento não uniforme também foi realizada.

6.2 Estudo da Situação de Momento Fletor Uniforme

Para a análise do momento crítico elástico de vigas casteladas mistas, foi tomada como base a equação de momento, M_a , proposta por Dias *et al.* (2019), Equação (2.17), aplicável apenas a vigas mistas de alma cheia submetidas a momento fletor uniforme, considerando a rigidez da alma castelada proposta neste trabalho, $k_{2,cast}$, Equação (3.1), em vez da rigidez da alma cheia, k_2 , usada para calcular a rigidez rotacional do mecanismo “U” invertido. Além disso, os

parâmetros utilizados para calcular o momento foram obtidos conforme formulações para a seção transversal castelada.

Na análise de flambagem elástica, somente a região de momento negativo foi simulada, conforme descrito em 4.2.4.1, com o processamento de 5904 modelos na condição estrutural mostrada na Figura 6.1. Primeiro foi realizado um estudo paramétrico considerando a rigidez da laje infinita e a linha neutra elástica passando pelo centro geométrico do perfil de aço. Em seguida, variou-se a rigidez da laje, mantendo a linha neutra na mesma posição. Depois, variou-se a altura da linha neutra, mantendo a rigidez da laje como infinita. Por último, uma análise variando simultaneamente os dois parâmetros foi realizada.

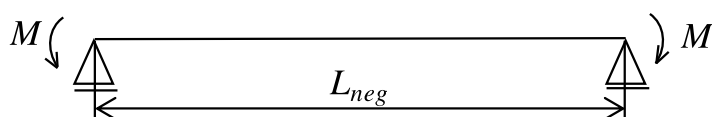
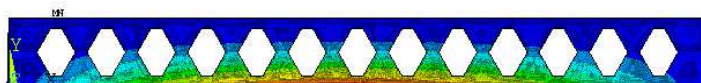


Figura 6.1 – Condição estrutural dos modelos para a situação de momento fletor uniforme.

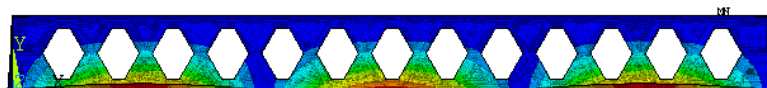
A Figura 6.2 apresenta as deformadas características da FLD de vigas mistas casteladas obtidas da análise numérica. Na Figura 6.2-a tem-se a deformada com uma semionda, na Figura 6.2-b a deformada com duas semiondas e na Figura 6.2-c a deformada com três semiondas.



a) Modo com uma semionda



b) Modo com duas semiondas



c) Modo com três semiondas

Figura 6.2 – Deformadas de FLD obtidas da análise numérica.

6.2.1 Estudo Paramétrico com a Rigidez de Laje Infinita e Linha Neutra Elástica Passando pelo Centro Geométrico do Perfil de Aço

Nesta subseção considerou-se que não ocorre deslocamento da linha neutra elástica, que se mantém sempre passando pelo centro geométrico do perfil castelado de aço, e que a laje tem rigidez infinita. Nesse caso, um apoio que restringe totalmente a torção da mesa superior do perfil de aço foi inserido.

Um estudo paramétrico com o diagrama de momento fletor uniforme foi realizado, considerando alturas do perfil castelado, d_g , de 300, 600, 900 e 1200 mm (DIAS *et al.*, 2019; OLIVEIRA, 2018), mantendo a razão de expansão de 1,5, com razões (b_f/d_g) de 1/4, 1/3 e 1/2. Foram considerados perfis com esbeltezes da alma (d_g/t_w) iguais a 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 e 100 e esbeltezes da mesa ($b_f/2t_f$) iguais a 5, 6, 7, 8, 9 e 10, de maneira a evitar a flambagem local desse elemento, ou seja, não permitindo que se tenha mesa esbelta, segundo a ABNT NBR 8800:2008, ou mesa que conduza o perfil a ser classificado como de Classe 4 de acordo com a EN 1994-1-1:2004. O comprimento do trecho de momento negativo (L_{neg}) da viga mista foi tomado com valores iguais a 10, 15, 20, 25 e 30 vezes a altura do perfil (d_g), compreendendo uma faixa usual na prática. Com essas variações de parâmetros, indicadas na Tabela 6.1, 1800 modelos numéricos foram avaliados.

Tabela 6.1 – Variação de parâmetros para verificação da influência do momento fletor uniforme na FLD.

Parâmetros	Valores
d_g (mm)	300; 600; 900; 1200
b_f/d_g	1/2; 1/3; 1/4
d_g/t_w	20; 40; 60; 80; 100
$b_f/2t_f$	5; 6; 7; 8; 9; 10
L_{neg}/d_g	10; 15; 20; 25; 30

Um código foi desenvolvido com o auxílio do programa *Matlab* para gerar os 1800 modelos numéricos, obtendo todos os arquivos de entrada. Outro código foi desenvolvido com o auxílio de um editor texto, para que todos os modelos fossem rodados sequencialmente e seus resultados anotados em arquivo texto. Esse processo de automatização facilitou a obtenção de resultados do grande número de modelos estudados. Os resultados e geometria de todos os modelos numéricos analisados são apresentados na Tabela B.1 do Apêndice B.

Os momentos resultantes do uso da Equação (2.17) com a rigidez da alma castelada e os parâmetros para a seção transversal castelada, $M_{a,prop}$, e os numéricos, $M_{a,num}$, foram normalizados pelo momento M_{cast} e comparados na Figura 6.3, onde M_{cast} é o momento plástico, M_{pl} , para seções de classe 1 e 2, ou momento de início de escoamento, M_y , para seções de classe 3, classificadas de acordo com a norma europeia e considerando como referência o aço com resistência ao escoamento de 345 MPa. A região entre as retas vermelhas representa uma situação na qual o desvio é inferior a 10%, situação que se repete em todos os gráficos deste capítulo. Os resultados mostraram que 90% dos casos apresentaram desvios menores que 5%. A média das razões entre resultados de momentos analíticos e numéricos foi de 1,01. Uma análise de variação dos resultados foi realizada conforme descrito na norma europeia EN 1990:2002, e o coeficiente de variação, V_δ , para a formulação proposta foi de 3,0%, o que indica baixa variação e resultados homogêneos. Uma análise de regressão também foi realizada de acordo com EN 1990:2002 e observa-se que, para melhor ajuste da curva, a equação pode ser multiplicada pelo fator 0,95.

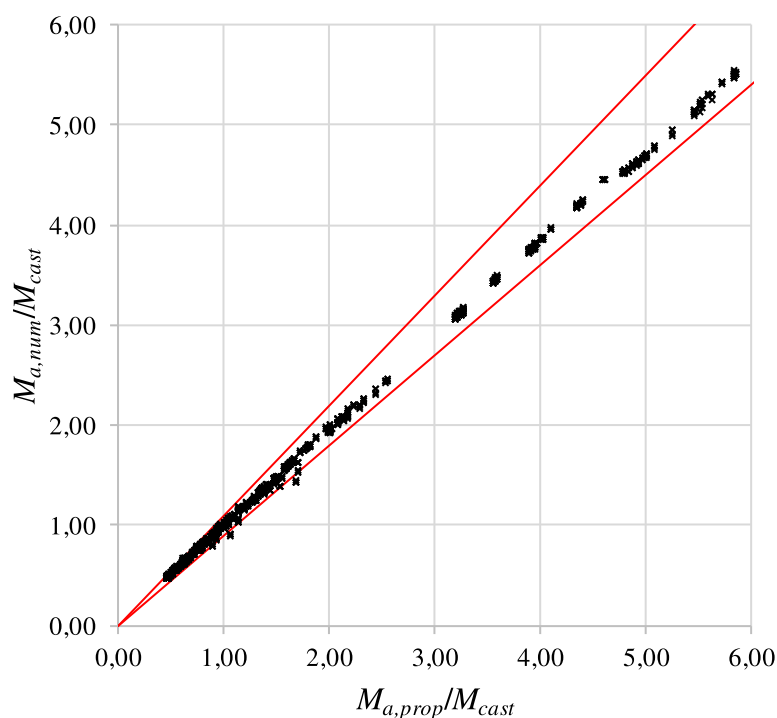


Figura 6.3 – Comparação entre a equação proposta e os resultados numéricos rigidez de laje infinita e linha neutra no centro geométrico do perfil.

6.2.2 Análise da Influência da Rigidez à Flexão da Laje

Na subseção anterior considerou-se a rigidez à flexão da laje de concreto como infinita, assumindo, no lugar de uma mola rotacional, um apoio que restringe totalmente a torção da mesa superior do perfil de aço. Nesse caso, no procedimento analítico, a rigidez k_r foi tomada como igual à rigidez da alma do perfil de aço, $k_{2,cast}$. Na presente subseção, uma rigidez finita para a mola que restringe parcialmente a rotação da mesa superior do perfil foi usada. Nesse caso, espera-se que o procedimento analítico proposto permaneça válido para a consideração da associação em série das rigidezes da laje, k_1 , e da alma, $k_{2,cast}$, calculada conforme descrito na Subseção 2.3.3.

Valores para a rigidez da laje iguais a 500, 600, 750, 950, 1200, 1500, 1800, 2300, 2900 e 3600 kN.m/m foram propostos. Valores inferiores a 500 kN.m/m não são usuais e levam à flambagem lateral com torção. Valores superiores a 3600 kN.m/m se aproximam dos casos de rigidez da laje infinita. No total, 1920 modelos foram analisados, com as variações de parâmetros apresentadas na Tabela 6.2. Os resultados e geometria de todos os modelos numéricos analisados são apresentados na Tabela B.2 do Apêndice B.

Tabela 6.2 – Variação de parâmetros para verificação da mudança da rigidez da laje.

Parâmetros	Valores
d_g (mm)	300; 600; 900; 1200
b_f/d_g	1/2; 1/4
d_g/t_w	60; 75; 90
$b_f/2t_f$	6; 8
L_{neg}/d_g	15; 20; 25; 30
k_1 (kN.m/m)	500; 600; 750; 950; 1200; 1500; 1800; 2300; 2900; 3600

A Figura 6.4 mostra os resultados analíticos comparados com os numéricos, podendo-se constatar que 97% dos casos apresentaram desvios inferiores a 5%. A média das razões entre resultados de momentos analíticos e numéricos foi de 1,01. Uma análise de variação dos resultados foi realizada e o coeficiente de variação, V_δ , para a formulação proposta foi de 2,2%, o que indica baixa variação e resultados homogêneos. Logo o procedimento proposto pode ser utilizado sem grandes prejuízos quando se varia a rigidez da laje. Na análise de regressão, observou-se que, para melhor ajuste da curva, a equação pode ser multiplicada pelo coeficiente 0,97.

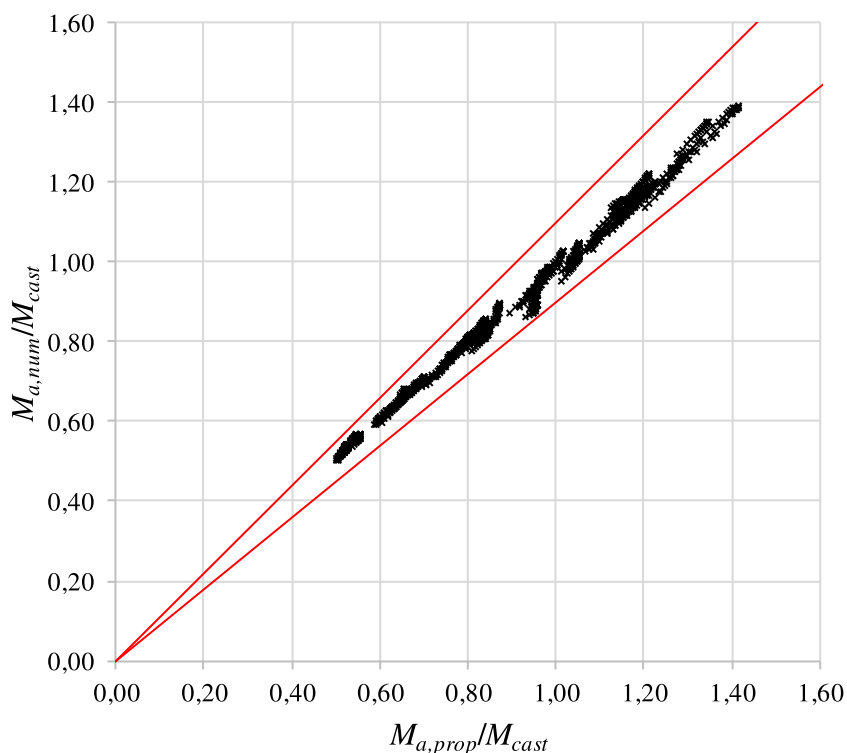


Figura 6.4 – Comparação entre a equação proposta e os resultados numéricos para a variação da rigidez da laje.

6.2.3 Análise da Influência do Deslocamento da Linha Neutra Elástica

Nas subseções anteriores, a linha neutra elástica foi sempre considerada passando pelo centro geométrico do perfil de aço, com deslocamento nulo. Nesta subseção, preveem-se razões entre a distância do centroide do perfil de aço ao centroide da seção mista (\bar{y}) e a distância entre os centros geométricos das mesas do perfil (h_0) variando de 0 a 0,5, com incremento de 0,1, constituindo seis situações entre os dois extremos possíveis. Essa análise foi feita, para analisar a influência da variação da linha neutra causada pela armadura na laje de concreto. A rigidez da laje foi considerada aqui como infinita.

A Tabela 6.3 apresenta a variação de parâmetros, gerando um total de 1536 modelos a serem analisados. Os resultados e geometria de todos os modelos numéricos analisados são apresentados na Tabela B.3 do Apêndice B.

Tabela 6.3 – Variação de parâmetros para verificação da mudança de posição da linha neutra elástica.

Parâmetros	Valores
d_g (mm)	300; 600; 900; 1200
b/d_g	1/2; 1/4
d_g/t_w	40, 55, 70, 85
$b/2t_f$	6; 8
L_{neg}/d_g	15; 20; 25; 30
\bar{y}/h_0	0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5

A Figura 6.5 ilustra a redução do momento crítico com o aumento da altura comprimida da alma, isto é, a razão $M_{cr}/M_{cr,0}$, em que M_{cr} é o momento crítico do modelo analisado e $M_{cr,0}$ é o momento crítico de um modelo idêntico, porém sem deslocamento da linha neutra, dependendo quase que exclusivamente da razão \bar{y}/h_0 .

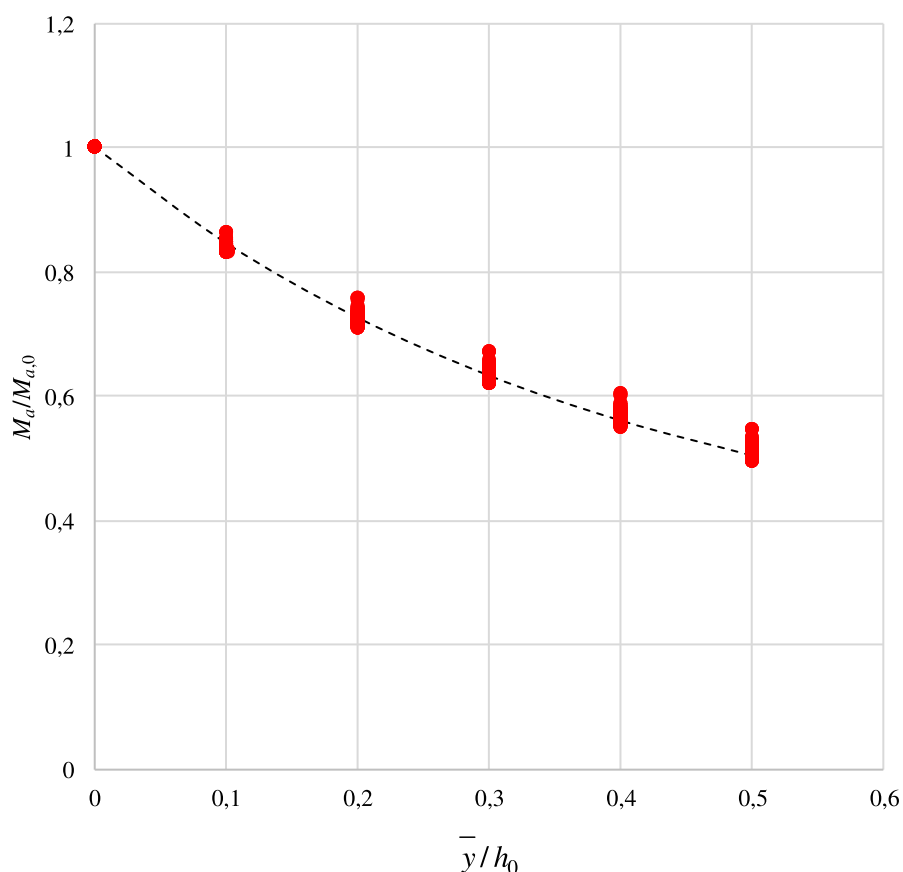


Figura 6.5 – Redução do momento crítico com a variação da posição da linha neutra.

Para levar em consideração a influência do deslocamento da linha neutra elástica, o momento crítico elástico deve ser multiplicado por um coeficiente adimensional, denominado aqui de $k_{g,0,cast}$, dado por:

$$k_{g,0,cast} = \frac{M_{cr}}{M_{cr,0}} = 0,31 + 0,69 \times 0,08^{\bar{y}/h_0} \quad (6.1)$$

em que \bar{y} é a posição da linha neutra e h_0 é a distância entre os centros geométricos das mesas do perfil de aço. Essa equação tem o mesmo formato da Equação (2.22), $k_{g,0}$, de Dias *et al.* (2019), que foi ajustada para o padrão castelado.

Observa-se que para grandes deslocamentos da linha neutra ($\bar{y}/h_0 \approx 0,5$), a redução do momento crítico elástico foi de aproximadamente 50%, fato pelo qual esse deslocamento não pode ser desprezado na análise. Mesmo para pequenos deslocamentos da linha neutra ($\bar{y}/h_0 \approx 0,1$), já ocorre uma redução de quase 20%.

A Figura 6.6 mostra os resultados analíticos, incluindo o coeficiente $k_{g,0,cast}$, comparados com os numéricos. Observou-se que 97% dos resultados apresentaram desvios inferiores a 5%. A média das razões entre resultados de momentos analíticos e numéricos foi de 1,01 para o procedimento proposto. Uma análise de variação dos resultados foi realizada e o coeficiente de variação, V_δ , foi igual a 2,0%, o que indica baixa variação e resultados homogêneos. Logo o procedimento proposto, utilizando o coeficiente de influência da linha neutra elástica, $k_{g,0,cast}$, permanece válido e sua adequabilidade se mantém quando se varia a altura comprimida da alma. Observou-se que, na análise de regressão, para melhor ajuste da curva, a equação pode ser multiplicada pelo fator 0,97.

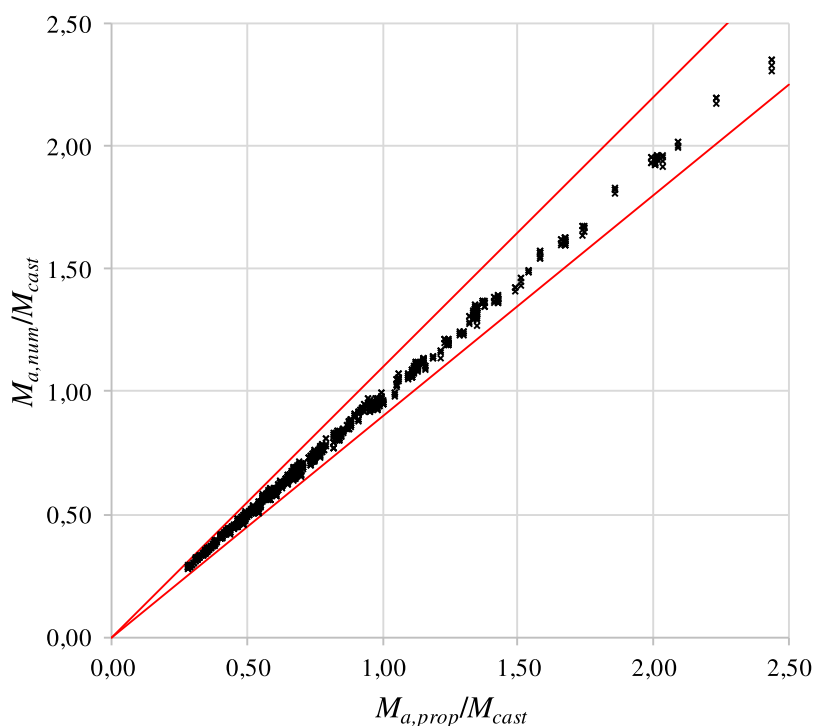


Figura 6.6 – Comparação entre a equação proposta e os resultados numéricos para a variação da posição da linha neutra.

6.2.4 Avaliação da Equação Proposta para o Momento Uniforme

Nas subseções 6.2.1, 6.2.2 e 6.2.3, os efeitos da rigidez da laje e deslocamento da linha neutra foram estudados de forma separada, mostrando como esses efeitos podem ser tratados de forma desacoplada. Para verificar o procedimento de forma geral, isto é, variando simultaneamente as dimensões da seção transversal, comprimento da viga, rigidez da laje e altura comprimida da seção, um novo estudo paramétrico foi realizado. Todas as possíveis combinações foram analisadas conforme Tabela 6.4, resultando em 648 modelos numéricos. Os resultados e a geometria de todos os modelos numéricos analisados são apresentados na Tabela B.4 do Apêndice B.

Tabela 6.4 – Variação de parâmetros para a avaliação da equação proposta.

Parâmetros	Valores
d_g (mm)	400; 700; 1000
b_f/d_g	1/3; 1/4
d_g/t_w	50; 70; 90
$b_f/2t_f$	6; 8
L_{neg}/d_g	20; 25; 30
k_1	1000; 2000
\bar{y}/h_0	0,1; 0,2; 0,3

A Figura 6.7 mostra os resultados analíticos comparados com os numéricos, indicando que 99% dos casos apresentaram desvios inferiores a 4%, ou seja, que levando em conta todos os fatores de influência simultaneamente, o procedimento proposto fornece resultados excelentes. A média das razões entre os resultados de momentos analíticos e numéricos foi de 1,01 para o procedimento proposto. Uma análise de variação dos resultados foi realizada e o coeficiente de variação, V_δ , para a formulação proposta, foi igual a 1,4%, o que indica baixa variação e resultados homogêneos. Novamente, observa-se uma boa concordância entre resultados propostos analiticamente e os obtidos numericamente, comprovando a validade do procedimento apresentado para a determinação do momento crítico elástico submetido a momento uniforme. Uma análise de regressão também foi realizada de acordo com EN 1990:2002 e observa-se que, para melhor ajuste da curva, o procedimento deve sofrer uma fatoração de 0,98, o que indica ótimos resultados.

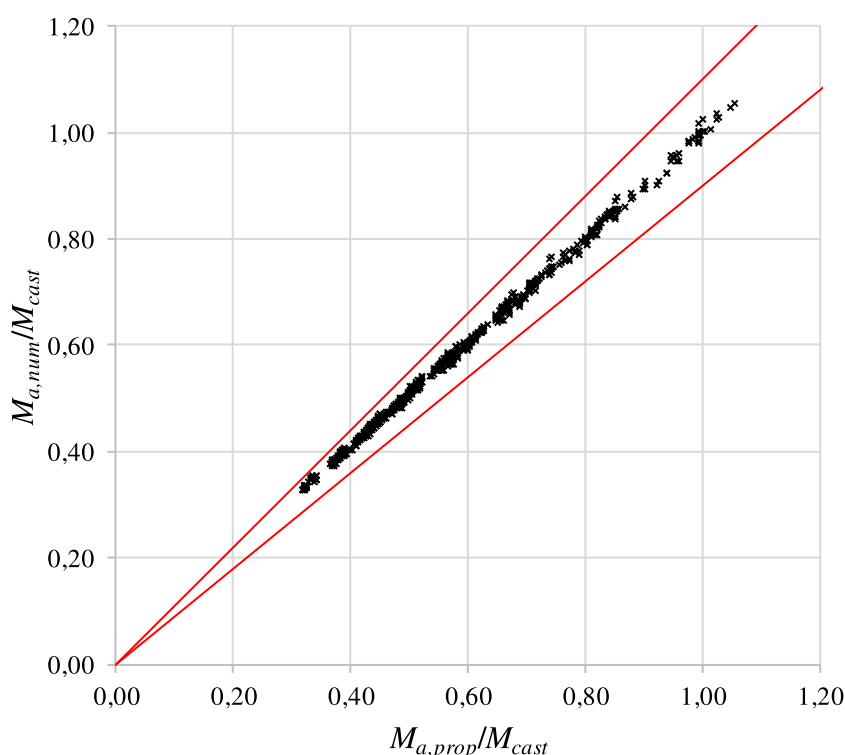


Figura 6.7 – Comparação entre a equação proposta os resultados numéricos para as variações da rigidez da laje e da posição da linha neutra.

6.3 Coeficiente de Variação do Diagrama de Momento Fletor, C_{dist}

Na Seção 6.2, uma modificação para o procedimento de cálculo do momento crítico elástico de Dias *et al.* (2019), Equação (2.23), desenvolvida para vigas mistas de alma cheia submetida a momento uniforme foi proposta para vigas casteladas mistas. Essa modificação consiste em

considerar a rigidez da alma castelada, $k_{2,cast}$, proposta no Capítulo 3 no cálculo da rigidez rotacional do mecanismo “U” invertido, e o coeficiente $k_{g,0,cast}$, Equação (6.1), que considera a variação da linha neutra elástica. No entanto, na maioria das situações práticas não é possível obter uma boa precisão com o uso dessa equação, pois ela se limita a casos de momento uniforme.

O momento crítico elástico é influenciado pelo diagrama de momento fletor e pode ser considerado pelo coeficiente C_{dist} , conforme ABNT NBR 8800:2008, descrito na Subseção 2.3.5 e proposto por Roik *et al.* (1990). Esse coeficiente, no entanto, apresenta diversas inconsistências conforme indicado por Dias *et al.* (2019), pois não considera de forma adequada a influência da variação da linha neutra pela presença da armadura na laje de concreto e dos modos de flambagem, que apresentam variação no número de semiondas conforme o comprimento da viga aumenta.

Oliveira (2018) apresenta uma equação para coeficiente C_{dist} , chamado pela autora de ξ , para diagrama de momento fletor máximo negativo no apoio, com decréscimo linear na direção do interior do vão da viga até que se anule. Para os casos de diagrama de momento triangular (máximo em um apoio e nulo no outro) e diagrama de momento fletor com qualquer distribuição ao longo do vão sem se anular, não foram propostas adequações. Nesses dois casos, a autora indica o uso de ξ igual a 1,0, ou seja, coeficiente para diagrama de momento uniforme, o que fornece resultados conservadores.

Neste trabalho, um estudo paramétrico variando simultaneamente as dimensões da seção transversal e o comprimento da viga foi realizado para avaliar os valores do coeficiente C_{dist} para 23 tipos de diagramas. Os diagramas de momento fletor estão indicados na Tabela 6.6, com as variações caracterizadas pelo índice Ψ . Destaca-se que, nesses modelos numéricos, não houve deslocamento da linha neutra elástica e a rigidez da laje foi considerada infinita.

O modelo numérico utilizado nos casos de 1 ao 5 (Tabela 6.6) foi o de viga biapoiada, apresentado em 4.2.4.1. No caso 1, alterou-se apenas a proporção (Ψ) do momento na extremidade direita em relação ao da esquerda. No caso 2, alteraram-se o sentido e a proporção (Ψ) do momento na extremidade direita em relação ao da esquerda. Os casos 3, 4 e 5 representam modelos com momento na extremidade direita proporcional a 1,0, 0,75 e 0,5 vezes o momento da extremidade esquerda, respectivamente, e carga uniformemente distribuída

proporcional (Ψ) ao momento da extremidade esquerda, aplicada na mesa superior. O modelo numérico utilizado no caso 5 (Tabela 6.6) foi o de dois apoios e um balanço descrito em 4.2.4.2, alterando-se a proporção entre os vãos esquerdo e direito.

Análises linearizadas de flambagem foram feitas e todas as possíveis combinações analisadas estão apresentadas na Tabela 6.5, com 144 modelos para cada diagrama, totalizando 3312. Foram descartados 5,7% dos resultados, por apresentarem outros modos de colapso além da FLD “pura”, como flambagem local, flambagem por cisalhamento ou acoplamento entre eles e a FLD. Os resultados e a geometria de todos os modelos numéricos analisados são apresentados no Apêndice B (Tabela B.5 a Tabela B.26).

Tabela 6.5 – Modelos analisados no estudo paramétrico do coeficiente C_{dist} .

Parâmetros	Valores
d_g (mm)	300
b_f/d_g	1/2; 1/3; 1/4
d_g/t_w	50; 70; 90
$b_f/2t_f$	6; 7; 8; 9
L_{neg}/d_g	15; 20; 30; 35

O coeficiente C_{dist} foi obtido pela razão entre o momento crítico elástico de cada diagrama de momento fletor e o diagrama de momento uniforme, para vigas com mesma geometria.

A Figura 6.8, Figura 6.9 e Figura 6.10 ilustram os resultados do coeficiente C_{dist} versus o n_{id} para os diagramas de momento negativo linear (casos 1 e 2, com momentos aplicados nas extremidades), não linear (casos 3, 4 e 5, com carga distribuída e momentos aplicados nas extremidades) e triangular (caso 6, com carga transversal aplicada).

Observa-se que o coeficiente C_{dist} não depende apenas do diagrama de momento fletor, mas também do número de semiondas, n_{id} , Equação (2.19), assim como observado por Nery *et al.* (2021) para vigas mistas de alma cheia. Os gráficos indicam que quanto maior o comprimento do vão, maior o número de semiondas e menor é o coeficiente C_{dist} . Equações exponenciais do tipo indicado por Nery *et al.* (2021), Equação (2.33), foram propostas para o cálculo de C_{dist} em função do parâmetro n_{id} , em que os parâmetros A, B e C dependem do diagrama de momento fletor. A Equação (2.33) é indicada a seguir para melhor clareza e os coeficientes A, B e C, propostos neste trabalho, estão indicados na Tabela 6.6. Esses

coeficientes foram os que apresentaram menores dispersões (coeficiente de variação) em relação aos resultados numéricos.

$$C_{dist} = A + Be^{-C \times n_{id}} \tag{6.2}$$

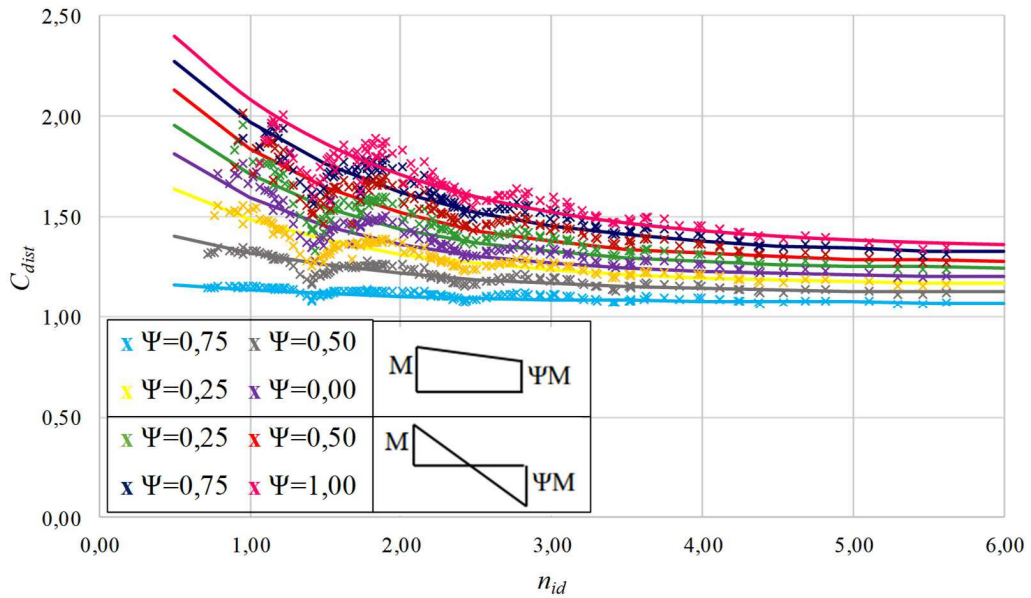


Figura 6.8 – C_{dist} versus n_{id} para diagrama linear.

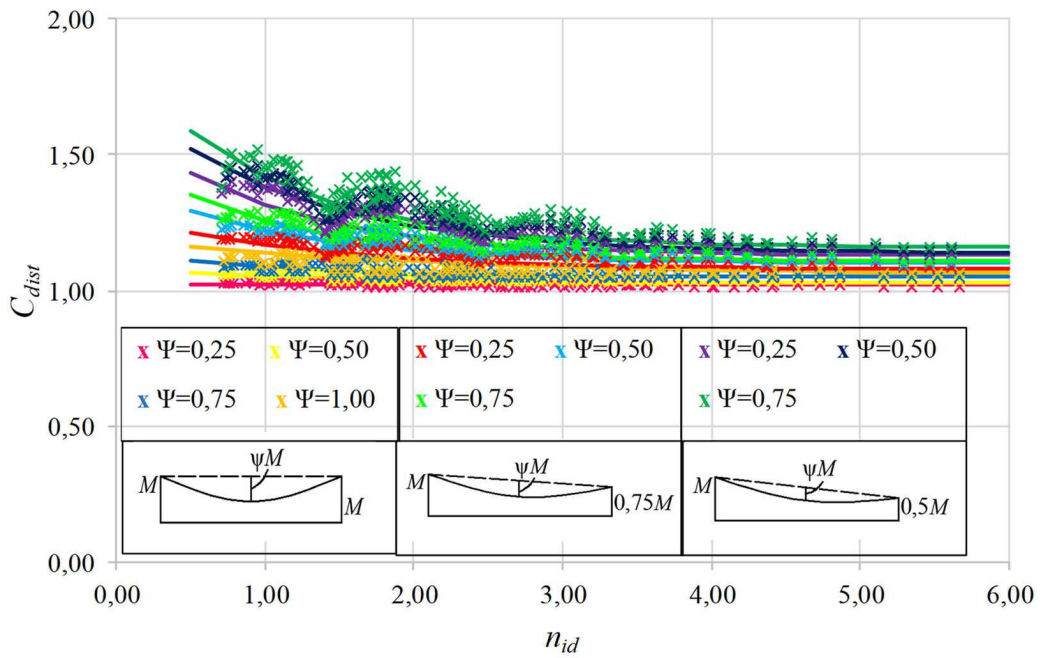


Figura 6.9 – C_{dist} versus n_{id} para diagrama não linear.

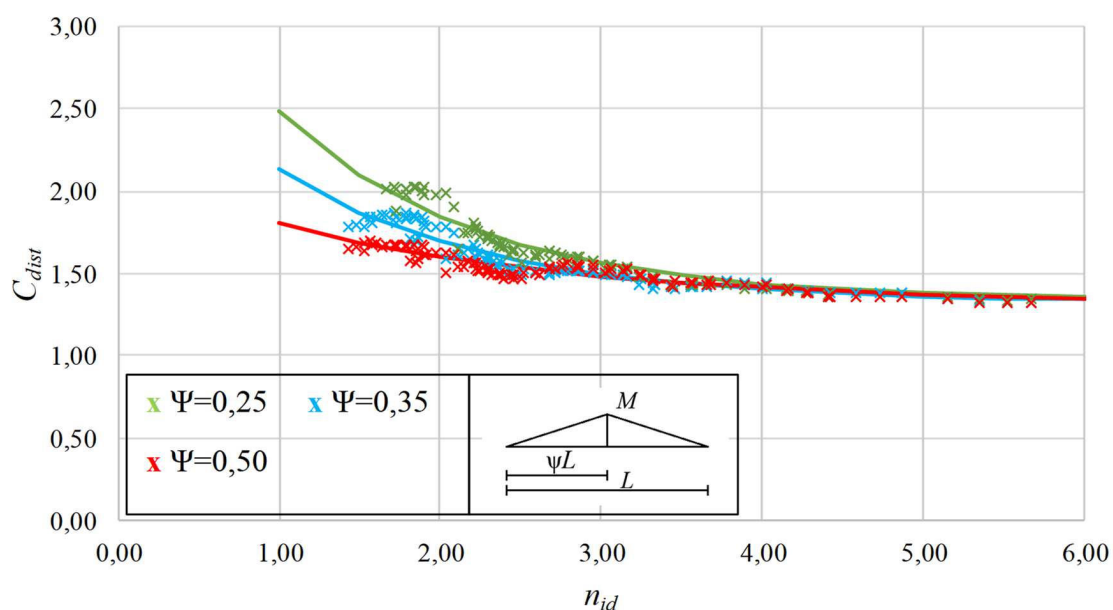


Figura 6.10 – C_{dist} versus n_{id} para diagrama triangular.

Tabela 6.6 – Parâmetros para o cálculo de C_{dist} .

Caso	Condições de contorno	Diagrama de momento	Parâmetros					
			Ψ	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
1			A	1,2	1,16	1,12	1,07	1,00
			B	0,95	0,55	0,40	0,13	0,00
			C	0,88	0,77	0,70	0,65	0,00
2			A	1,2	1,24	1,27	1,31	1,34
			B	0,95	1,10	1,30	1,40	1,50
			C	0,88	0,85	0,83	0,75	0,70
3			A	1,00	1,02	1,03	1,05	1,06
			B	0,00	0,00	0,06	0,10	0,13
			C	0,00	0,00	0,90	1,00	0,50
4			A	1,06	1,08	1,10	1,11	
			B	0,10	0,20	0,30	0,40	
			C	0,50	0,80	0,90	1,00	
5			A	1,11	1,13	1,14	1,16	
			B	0,25	0,50	0,60	0,70	
			C	0,60	1,00	0,90	1,00	
			Ψ	0,25	0,35	0,50		
6			A	1,34	1,33	1,31		
			B	2,60	1,80	0,79		
			C	0,82	0,80	0,50		

O valor de C_{dist} tende ao do coeficiente A (valor mínimo) à medida que o n_{id} aumenta, ou seja, para grandes comprimentos. Esse coeficiente pode ser utilizado de forma simplificada para se obter o momento crítico elástico, levando a resultados conservadores.

6.4 Estudo da Situação de Diagrama de Momento Fletor Não Uniforme

6.4.1 Situação de Momento Não Uniforme com Vãos Iguais

Uma análise similar à realizada para momento uniforme foi efetuada para avaliar a situação de momento fletor não uniforme. Nesse caso, a equação utilizada para calcular o momento crítico deve ser multiplicada pelo fator C_{dist} proposto neste trabalho e que leva em consideração a variação de momento fletor no trecho analisado. Adicionalmente, foi avaliado o uso do fator ξ , Equação (2.25), proposto por Oliveira (2018). Destaca-se que o modelo numérico apresentado em 4.2.4.2 foi utilizado para as análises numéricas subsequentes.

Inicialmente, foi analisada o caso em que o diagrama de momento fletor negativo é simétrico em relação a cada vão da viga mista (Figura 6.11), com cada trecho da viga sempre correspondendo à metade do comprimento da viga. Nesta subseção, mais de 2448 modelos foram analisados.

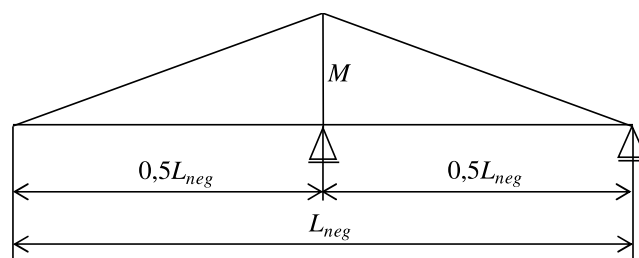


Figura 6.11 –Diagrama de momento fletor triangular.

A Figura 6.12 apresenta a deformada característica da FLD de vigas mistas casteladas obtidas da análise numérica, observando-se a formação de uma semionda para cada lado do apoio interno.

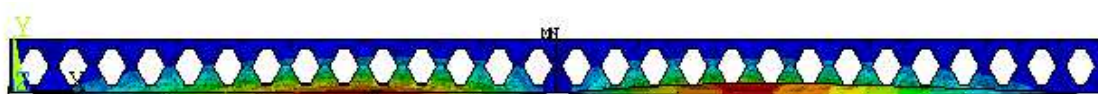


Figura 6.12 –Resultado da análise numérica para momento fletor não uniforme.

6.4.1.1 Análise da Situação de Momento Não Uniforme para a Rigidez de Laje Infinita e sem Deslocamento da Linha Neutra

De forma similar ao realizado para momento uniforme, considerou-se aqui a laje com rigidez infinita. Nesse caso, um apoio que restringe totalmente o movimento à torção da mesa superior do perfil de aço foi inserido e o deslocamento da linha neutra elástica foi suposto como nulo.

Um estudo paramétrico variando simultaneamente as dimensões da seção transversal e o comprimento da viga foi realizado. Todas as possíveis combinações analisadas estão apresentadas na Tabela 6.7, resultando em 864 modelos numéricos. Os resultados e a geometria de todos os modelos numéricos analisados são apresentados na Tabela B.27 do Apêndice B.

Tabela 6.7 – Modelos analisados no estudo paramétrico do momento fletor não uniforme.

Parâmetros	Valores
d_g (mm)	300; 600; 900; 1200
b_f/d_g	1/3; 1/4
d_g/t_w	50; 60; 70; 80; 90; 100
$b_f/2t_f$	5; 6; 7; 8; 9; 10
L_{neg}/d_g	20; 25; 30

A Figura 6.13 mostra os resultados numéricos comparados com os analíticos, com uso do coeficiente C_{dist} , proposto neste trabalho, e o coeficiente ξ , proposto por Oliveira (2018). Os resultados indicam que 91% dos modelos numéricos apresentaram desvios inferiores a 5% e desvio máximo de 11% para o procedimento proposto neste trabalho, e 69% dos casos apresentaram desvios inferiores a 5% e desvio máximo de 11% para a equação de Oliveira (2018). A média das razões entre resultados analíticos e numéricos foi de 0,99 para ambos os procedimentos. Uma análise de variação dos resultados foi realizada e levou a um coeficiente de variação, V_δ , de 2,9% para o procedimento proposto e de 4,4% para equação de Oliveira (2018), indicando baixa variação e resultados homogêneos, com melhores resultados para o procedimento proposto neste trabalho. O fator ξ , proposto por Oliveira (2018), envolve o cálculo de coeficientes que são ajustados mediante fator de regressão, fato que pode ter levado a resultados com maiores dispersões.

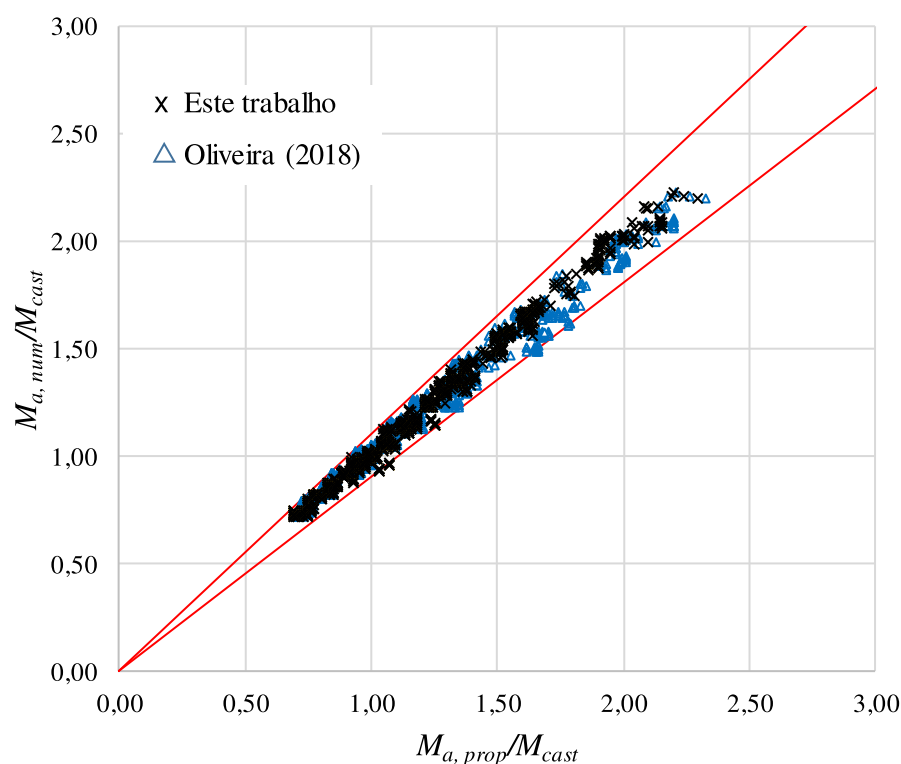


Figura 6.13 – Comparação entre os resultados numéricos e analíticos para momento não uniforme.

6.4.1.2 Análise da Influência da Rigidez da Laje

No tópico anterior, a rigidez à flexão da laje de concreto foi considerada como infinita. Nesse caso, a rigidez k_r foi tomada como igual à rigidez da alma do perfil de aço, $k_{2,cast}$. Neste tópico, foi usada uma rigidez finita para a mola que restringe parcialmente a rotação da mesa superior do perfil, similar ao que foi feito para momento uniforme. Espera-se que o procedimento proposto permaneça válido para a consideração da associação em série das rigidezes da laje, k_1 , e da alma, $k_{2,cast}$, calculada conforme descrito na Subseção 2.3.3.

Foram analisados valores para a rigidez da laje iguais a 500, 750, 1200, 1800 e 2900 kN.m/m. No total, 720 modelos foram analisados, com as combinações de propriedades apresentadas na Tabela 6.8. Os resultados e a geometria de todos os modelos numéricos analisados são apresentados na Tabela B.28 do Apêndice B.

Tabela 6.8 – Modelos analisados no estudo paramétrico para a análise da variação da rigidez da laje e variação do momento fletor.

Parâmetros	Valores
d_g (mm)	300; 600; 900; 1200
b/d_g	1/3; 1/4
d_g/t_w	50; 70; 90
$b/2t_f$	6; 8
L_{neg}/d_g	20; 25; 30
k_1	500; 750; 1200; 1800; 2900

A Figura 6.14 mostra os resultados numéricos comparados com os analíticos, com uso do coeficiente C_{dist} , proposto neste trabalho, e o coeficiente ξ , proposto por Oliveira (2018). Os resultados numéricos indicam desvios inferiores a 5% em 93% dos casos e desvio máximo de 8% com a equação proposta, e desvios menores que 5% em 67% dos casos e desvio máximo 12% com procedimento de Oliveira (2018). A média das razões entre resultados analíticos e numéricos foi de 0,99 para o procedimento proposto neste trabalho, e de 1,0 para a equação de Oliveira (2018). Na análise de variação dos resultados, o procedimento proposto apresentou coeficiente de variação, V_δ , de 2,7% e o de Oliveira (2018) de 4,8%, o que indica baixa variação e resultados homogêneos. Logo ambas as equações podem ser utilizadas sem grandes prejuízos quando se varia a rigidez da laje.

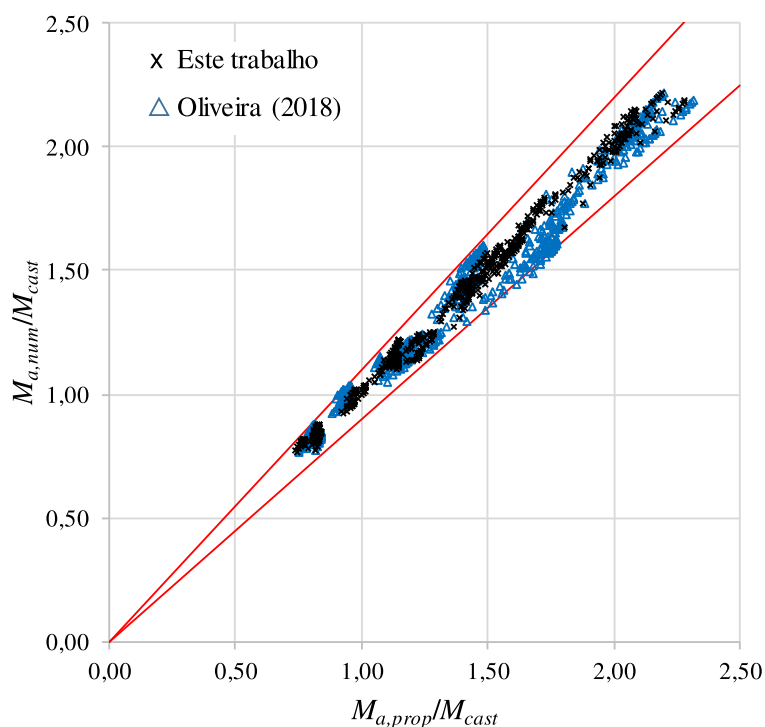


Figura 6.14 – Comparação entre os resultados numéricos e analíticos de momento não uniforme para a análise da variação da rigidez da laje.

6.4.1.3 Análise da Influência do Deslocamento da Linha Neutra Elástica

Nos tópicos anteriores, a linha neutra elástica foi sempre considerada passando pelo centro geométrico do perfil de aço, com deslocamento nulo. Neste tópico, preveem-se razões entre a distância do centroide do perfil de aço ao centroide da seção mista (\bar{y}) e a distância entre os centros geométricos das mesas do perfil de aço de alma cheia (h_0) variando de 0 a 0,5, com incremento de 0,1, constituindo seis situações entre os dois extremos possíveis.

No total, 864 modelos foram analisados, com as combinações de parâmetros apresentadas na Tabela 6.9. Os resultados e a geometria de todos os modelos numéricos analisados são apresentados na Tabela B.29 do Apêndice B.

Tabela 6.9 – Modelos analisados no estudo paramétrico para a análise do deslocamento da linha neutra elástica e variação de momento fletor.

Parâmetros	Valores
d_g (mm)	300; 600; 900; 1200
b_f/d_g	1/3; 1/4
d_g/t_w	50; 70; 90
$b_f/2t_f$	6; 8
L_{neg}/d_g	20; 25; 30
\bar{y}/h_0	0,0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5

A Figura 6.15 mostra os resultados numéricos comparados com os analíticos com uso do coeficiente C_{dist} , proposto neste trabalho, e o coeficiente ξ , proposto por Oliveira (2018). Os resultados indicam desvios inferiores a 5% em 83% dos casos e desvio máximo de 8% para a equação proposta, e desvios menores que 5% em 57% dos casos e desvio máximo 13% para equação de Oliveira (2018). A média das razões entre resultados de momentos analíticos e numéricos foi de 0,98 para o procedimento proposto neste trabalho e de 0,99 para a equação de Oliveira (2018). A formulação proposta apresentou coeficiente de variação, V_δ , de 3,6%, e a de Oliveira (2018) de 6,2%. Logo a equação proposta pode ser utilizada sem grandes prejuízos quando se varia a altura da linha neutra elástica.

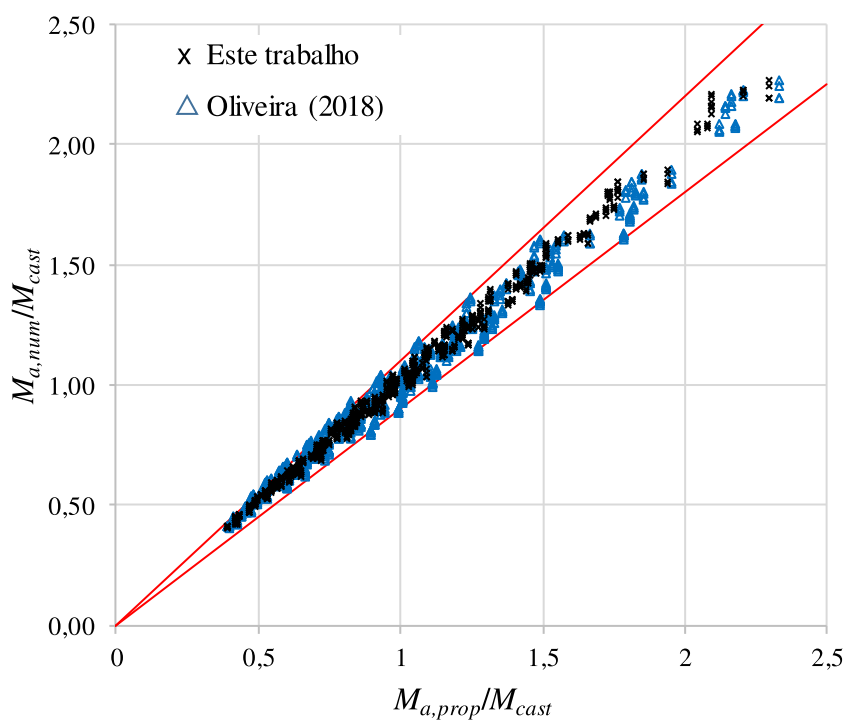


Figura 6.15 – Comparação entre os resultados numéricos e analíticos de momento não uniforme para a variação da posição da linha neutra.

6.4.2 Análise da Situação de Momento Não Uniforme com Vãos Desiguais

6.4.2.1 Análise da Situação de Momento Não Uniforme para a Rigidez de Laje Infinita e sem Deslocamento da Linha Neutra

Para avaliar a variação do momento fletor ao longo da viga mista, foram propostos e analisados um total de 6336 modelos. Nos modelos básicos, foram considerados seis posições diferentes do apoio externo da viga mista, de forma a se obter razões entre o vão sobre dois apoios e o comprimento total da viga (corresponde ao comprimento do trecho de momento negativo), L_{neg} , iguais a 0,25, 0,30, 0,35, 0,40, 0,45 e 0,50. A Figura 6.16 ilustra duas possíveis posições analisadas para o apoio externo, mostrando a diferença no diagrama de momento fletor e a designação do menor trecho de momento negativo, L_1 .

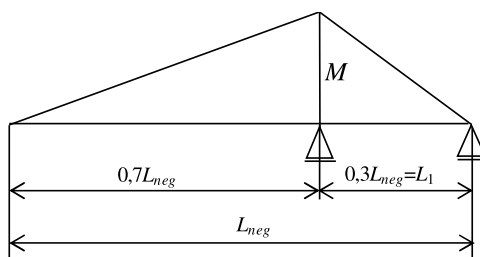


Figura 6.16 – Possíveis posições do apoio externo para a obtenção de diferentes diagramas de momento fletor.

No total, 864 modelos numéricos foram analisados, considerando todas as possíveis combinações de parâmetros da viga mista, conforme Tabela 6.10. Apenas modelos que apresentaram FLD foram analisados, portanto foram descartados 5% dos modelos por apresentarem outros modos de colapso, como flambagem local, flambagem por cisalhamento ou acoplamento entre eles e a FLD. Os resultados e a geometria de todos os modelos numéricos analisados são apresentados na Tabela B.30 do Apêndice B.

Tabela 6.10 – Modelos analisados no estudo paramétrico para a análise da variação do momento fletor na viga mista.

Parâmetros	Valores
d_g (mm)	300; 600; 900; 1200
b_f/d_g	1/3; 1/4
d_g/t_w	50; 70; 90
$b_f/2t_f$	6; 8
L_{neg}/d_g	20; 25; 30
L_i/L_{neg}	0,25; 0,30; 0,35; 0,40; 0,45; 0,50

A Figura 6.17 mostra os resultados numéricos comparados com os analíticos, com uso do coeficiente C_{dist} , proposto neste trabalho, e o coeficiente ξ , proposto por Oliveira (2018). Os resultados indicam que 82% e 54% dos casos, para a equação proposta e a de Oliveira (2018), respectivamente, apresentaram desvios inferiores a 5%. A média das razões entre resultados de momentos analíticos e numéricos foi de 0,98 para ambos os procedimentos. A formulação proposta apresenta coeficiente de variação, V_δ , de 3,6%, enquanto a proposta por Oliveira (2018) de 8,9%.

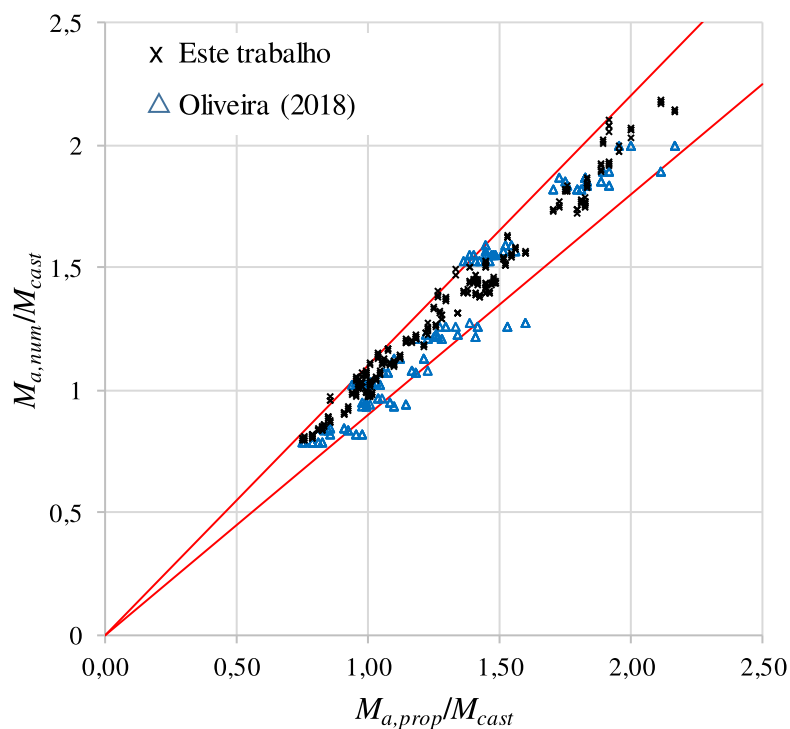


Figura 6.17 – Comparação entre os resultados numéricos e analíticos de momento não uniforme com vãos desiguais.

6.4.2.2 Análise da Influência da Rigidez da Laje

No tópico anterior considerou-se a rigidez à flexão da laje de concreto como infinita, assumindo, no lugar de uma mola rotação, um apoio que restringe totalmente esse movimento da mesa superior do perfil de aço. Nesse caso, a rigidez k_r foi tomada como igual à rigidez da alma do perfil de aço, $k_{2,cast}$. Neste tópico, é usada uma rigidez finita para a mola que restringe parcialmente a rotação da mesa superior do perfil, similar ao que foi feito para momento uniforme, esperando-se que o procedimento proposto permaneça válido para a consideração da associação em série das rigidezes da laje, k_1 e da alma, $k_{2,cast}$, calculada conforme descrito na Subseção 2.3.3.

Foram propostos valores para a rigidez da laje iguais a 500, 750, 1200, 1800 e 2900 kN.m/m. No total, 2880 modelos foram analisados, com as combinações de propriedades apresentadas na Tabela 6.11. Desses modelos, aproximadamente 2% foram descartados por não apresentarem FLD “pura”. Os resultados e a geometria de todos os modelos numéricos analisados são apresentados na Tabela B.31 do Apêndice B.

Tabela 6.11 – Modelos analisados no estudo paramétrico para a análise da variação da rigidez da laje e variação do momento fletor.

Parâmetros	Valores
d_g (mm)	300; 600; 900; 1200
b_f/d_g	1/3; 1/4
d_g/t_w	50; 70; 90
$b_f/2t_f$	6; 8
L_{neg}/d_g	20; 25; 30
L_i/L_{neg}	0,35; 0,40; 0,45; 0,50
k_1	500; 750; 1200; 1800; 2900

A Figura 6.18 mostra os resultados numéricos comparados com os analíticos, com uso do coeficiente C_{dist} , proposto neste trabalho, e o coeficiente ξ , proposto por Oliveira (2018). Os resultados indicam desvios menores que 5% em 89% para a equação proposta, com coeficiente de variação, V_δ , de 3,2% e, em 52% dos casos para a equação de Oliveira (2018), com coeficiente de variação de 7,3%. A média das razões entre resultados de momentos analíticos e numéricos foi de 0,99 para o procedimento proposto e de 0,98 pelo coeficiente de Oliveira (2018).

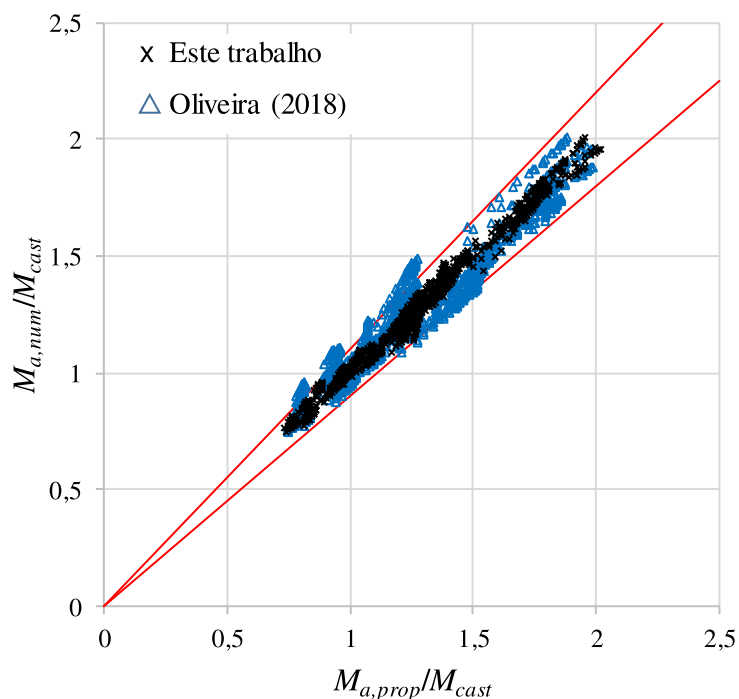


Figura 6.18 – Comparação entre os resultados numéricos e analíticos de momento não uniforme para a variação da rigidez da laje.

6.4.2.3 Análise da Influência do Deslocamento da Linha Neutra Elástica

Nos tópicos precedentes, a linha neutra elástica foi sempre considerada passando pelo centro geométrico do perfil de aço, com deslocamento nulo. Agora, serão previstas razões entre a distância do centroide do perfil de aço ao centroide da seção mista (\bar{y}) e a distância entre os centros geométricos das mesas do perfil de aço de alma cheia (h_0) variando de 0 a 0,5, com incremento de 0,1, constituindo seis situações entre os dois extremos possíveis, conforme realizado para momento uniforme.

No total, 2592 modelos foram analisados, com as combinações de parâmetros apresentadas na Tabela 6.12. Aproximadamente 0,5% dos resultados foram excluídos por não apresentarem FLD “pura”. Os resultados e a geometria de todos os modelos numéricos analisados são apresentados na Tabela B.32 do Apêndice B.

Tabela 6.12 – Modelos analisados no estudo paramétrico para a análise do deslocamento da linha neutra elástica e variação de momento fletor.

Parâmetros	Valores
d_g (mm)	300; 600; 900; 1200
b_f/d_g	1/3; 1/4
d_g/t_w	50; 70; 90
$b_f/2t_f$	6; 8
L_{neg}/d_g	20; 25; 30
L/L_{neg}	0,35; 0,40; 0,45
\bar{y}/h_0	0,0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5

A Figura 6.19 mostra os resultados numéricos comparados com os analíticos, com uso do coeficiente C_{dist} , proposto neste trabalho, e o coeficiente ξ , proposto por Oliveira (2018). Os resultados indicam que 88% dos casos apresentaram desvio menor que 5%, para a equação proposta, na qual o coeficiente de variação, V_δ , foi de 3,0% e, para a equação de Oliveira (2018), 49% dos casos apresentaram desvio menor que 5% e um coeficiente de variação de 7,8%. A média das razões entre resultados de momentos analíticos e numéricos foi de 0,99 para o procedimento proposto e de 0,98 pelo coeficiente de Oliveira (2018).

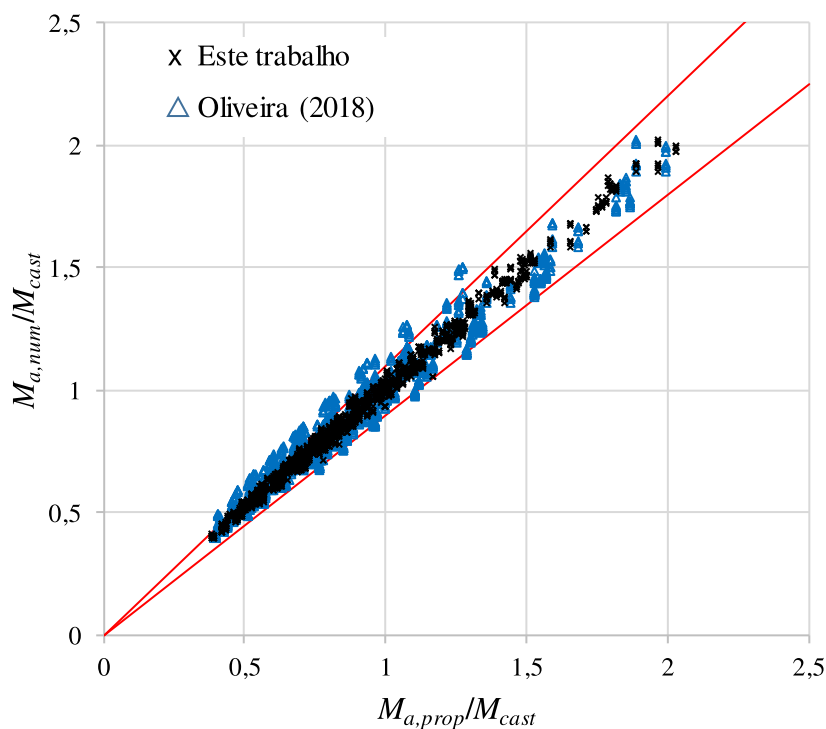


Figura 6.19 – Comparação entre os resultados numéricos e analíticos de momento não uniforme para a variação da posição da linha neutra.

6.4.3 Avaliação da Equação Proposta para Momento Não Uniforme

Para verificar o procedimento para momento não uniforme de forma geral, foi realizado um estudo paramétrico variando simultaneamente as dimensões da seção transversal, comprimento da viga, distribuição de momento, rigidez da laje e altura comprimida da seção, tratados de forma desacoplada nos tópicos anteriores. Todas as possíveis combinações foram analisadas conforme Tabela 6.13, resultando em 648 modelos numéricos. Os resultados e a geometria de todos os modelos numéricos analisados são apresentados na Tabela B.33 do Apêndice B.

Tabela 6.13 – Modelos analisados no estudo paramétrico com a variação de momento fletor.

Parâmetros	Valores
d_g (mm)	300; 600; 900
b_f/d_g	1/3; 1/4
d_g/t_w	50; 70; 90
$b_f/2t_f$	6; 8
L_{neg}/d_g	20; 25; 30
L_1/L_{neg}	0,5
k_1	1000; 2000
\bar{y}/h_0	0,1; 0,2; 0,3

A Figura 6.20 mostra os resultados numéricos comparados com os analíticos, com uso do coeficiente C_{dist} , proposto neste trabalho, e o coeficiente ξ , proposto por Oliveira (2018). Os resultados da equação proposta indicam que 96% dos casos apresentaram desvios menores que 5% e desvio máximo de 7%, enquanto os resultados com a formulação proposta por Oliveira (2018) indicaram que 57% dos casos apresentaram desvios menores que 5% e desvio máximo de 12%. A média das razões entre resultados de momentos analíticos e numéricos foi de 0,99 para o procedimento proposto neste trabalho e de 1,00 para a equação de Oliveira (2018). Uma análise de variação dos resultados foi realizada e o coeficiente de variação, V_δ , para a formulação proposta, foi igual a 2,7% e, para formulação de Oliveira (2018), igual a 5,7%, o que indica baixa variação e resultados homogêneos.

Logo considera-se que o procedimento de cálculo proposto neste trabalho é adequado para a determinação do momento crítico elástico de vigas casteladas mistas submetidas a momento fletor não uniforme, com resultados com menores desvios em relação aos numéricos e menor variação que os obtidos com a formulação de Oliveira (2018).

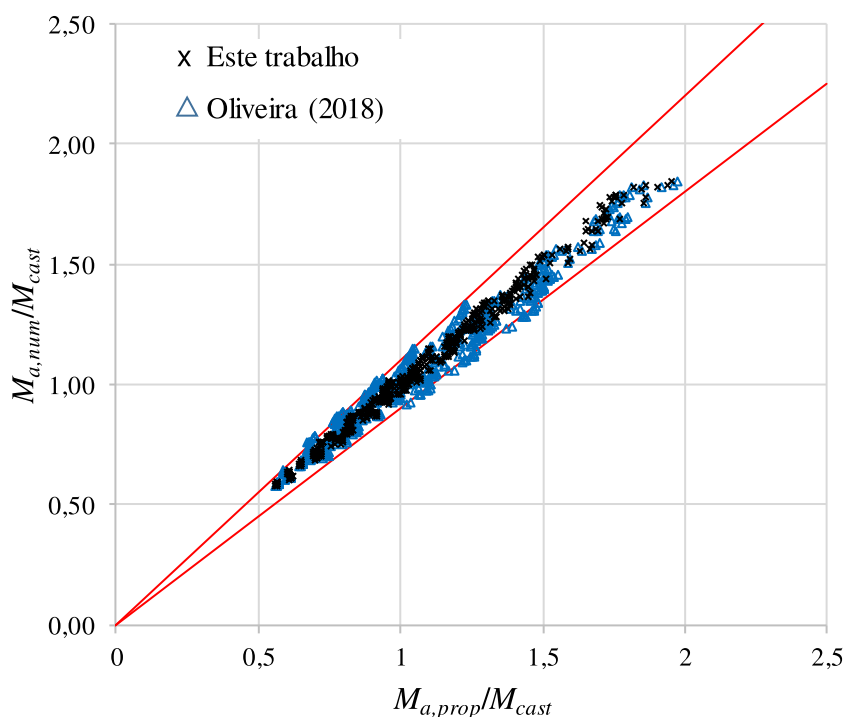


Figura 6.20 – Comparação entre os resultados numéricos e a equação proposta com coeficiente C_{dist} .

6.5 Considerações Finais

Neste capítulo foram analisados 18904 modelos numéricos, a partir dos quais observou-se que o procedimento proposto neste trabalho para cálculo do momento crítico elástico à FLD conduz a resultados excelentes quando comparados com os numéricos. Destaca-se que o procedimento propõe:

- ajuste na rigidez da alma castelada, $k_{2,cast}$;
- coeficiente de variação do diagrama de momento fletor, C_{dist} ;
- cálculo das propriedades geométricas na seção transversal do alvéolo.

Ressalta-se, ainda, que a rigidez da laje e a variação da linha neutra elástica podem ser tratadas de forma desacoplada, sem prejuízos para a formulação proposta, tanto para momento uniforme quanto para momento não uniforme de vãos iguais ou desiguais.

7

DETERMINAÇÃO DO MOMENTO FLETOR RESISTENTE À FLAMBAGEM LATERAL COM DISTORÇÃO

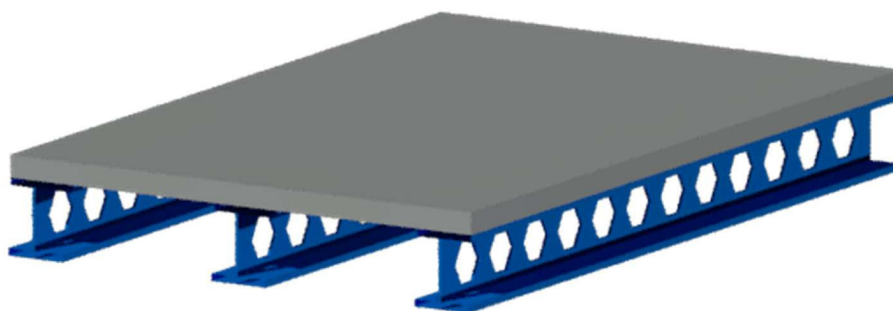
7.1 Considerações Gerais

Neste capítulo realizou-se uma análise paramétrica com 67 modelos de vigas mistas casteladas de aço e concreto. Nas subseções 7.2 e 7.3 são apresentadas as generalidades dos modelos numéricos e os modelos para estudo paramétrico, respectivamente.

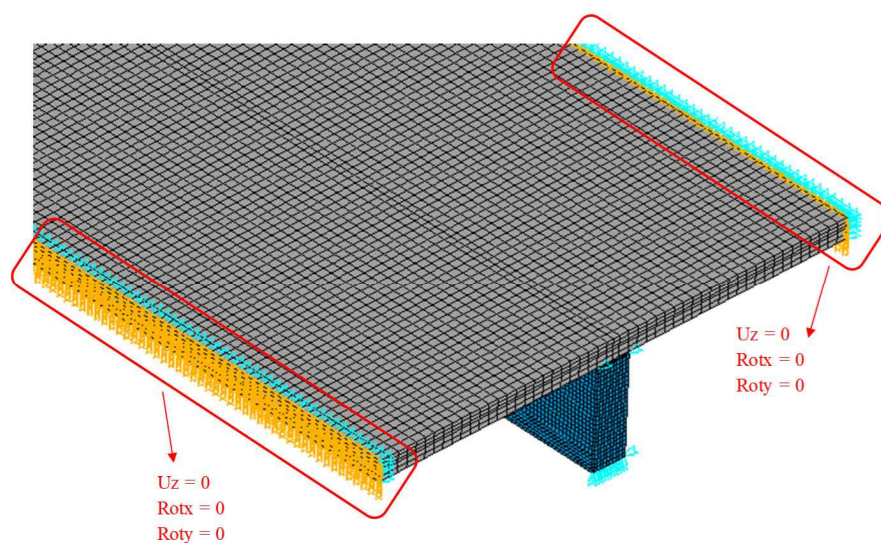
Na Subseção 7.4 são apresentados os resultados numéricos para o momento fletor resistente à FLD. Na Subseção 7.5 é descrito o procedimento de cálculo para o índice de esbeltez e para o fator de redução da FLD e, ainda, um estudo comparativo entre os resultados numéricos e o procedimento de cálculo proposto. Na Seção 7.6 uma análise comparativa entre o momento fletor de vigas casteladas mistas e de alma cheia é apresentada. Na Seção 7.7 são descritos os procedimentos para determinação dos valores característicos e de cálculo do momento fletor resistente. E, por fim, na Seção 7.8 é apresentada uma síntese do procedimento proposto com todas as equações para o cálculo do momento crítico e momento resistente, e a inclusão de um exemplo de aplicação para ilustrar a utilização do procedimento proposto.

7.2 Generalidades dos Modelos Numéricos

Uma análise paramétrica para a avaliação do momento resistente à FLD de vigas casteladas mistas foi realizada no *software* ANSYS, utilizando o mecanismo “U” invertido, conforme mostra a Figura 7.1-a, similar ao apresentado no Capítulo 5. Por causa da simetria, apenas a viga interna foi modelada, conforme ilustra a Figura 7.1-b. Nesse caso, utilizam-se as restrições de simetria DSYM do ANSYS nas extremidades da laje.



a) Viga interna do mecanismo “U” invertido

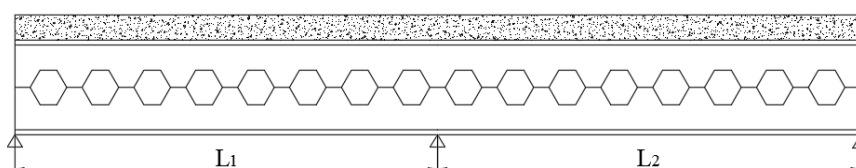


b) Condições de simetria

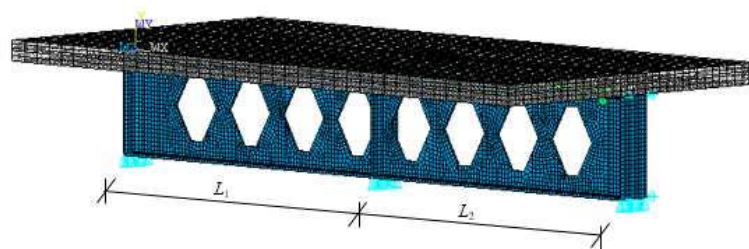
Figura 7.1 – Mecanismo “U” invertido da análise paramétrica.

7.2.1 Vigas Casteladas Mistas

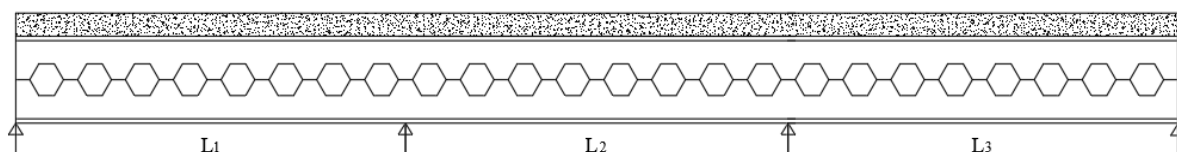
Nas vigas casteladas mistas de aço e concreto, a distribuição de momento influencia a FLD, logo vãos extremos e internos foram analisados. Para avaliar o momento fletor nominal à FLD de vãos extremos, o modelo numérico foi composto por dois vãos e três apoios, como na Figura 7.2-a e na Figura 7.2-b. Já para os vãos internos, as vigas mistas foram representadas por um modelo numérico com três vãos e quatro apoios (Figura 7.2-c e Figura 7.2-d).



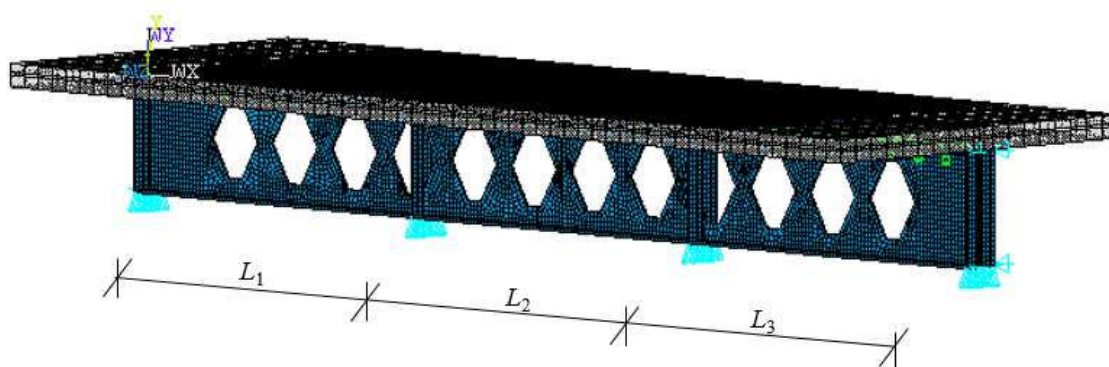
a) Vãos extremos



b) Modelo numérico para o estudo de vãos extremos



c) Vãos internos



d) Modelo numérico para o estudo do vão interno

Figura 7.2 – Modelos numéricos de vãos extremo e interno das vigas mistas.

Todos os nós da mesa inferior do perfil de aço, nas seções dos apoios dos modelos numéricos dessa análise paramétrica, terão o deslocamento na direção global y impedido e o nó central dessa mesa terá o deslocamento na direção global x impedido (o eixo x é o longitudinal, o eixo y é o vertical e o eixo z é o eixo transversal), similar à Figura 5.20. Além disso, para simular o vínculo de garfo e impedir o giro da seção transversal dos apoios, os deslocamentos na direção z foram restringidos nos nós extremos das mesas superior e inferior do perfil. Enrijecedores transversais foram modelados nas seções transversais dos apoios.

O concreto armado foi simulado com o elemento SOLID65 e a armadura na laje aplicada de maneira dispersa, entrando com valores de taxa de armadura, em cada uma das direções dos

eixos coordenados. A armadura positiva foi considerada na parte inferior da laje de um apoio ao outro do vão. Já a armadura negativa foi considerada na parte superior, na região que corresponde a um quarto do somatório dos vãos adjacentes, de modo a alcançar o ponto de inflexão do diagrama de momento fletor descrito pela norma ABNT NBR 8800:2008. Essa armadura teve ainda um prolongamento de 10% da distância entre os pontos de inflexão, como medida de segurança por incertezas no que tange ao ponto de momento nulo e, ainda, um prolongamento pela ancoragem, conforme prescreve a ABNT NBR 6118:2014, dado por:

$$l_b = \frac{\phi}{4} \left(\frac{\frac{f_{ys}}{\gamma_s}}{1,575 \frac{0,21 f_{ck}^{2/3}}{\gamma_c}} \right) \geq \begin{cases} 10\phi \\ 100\text{mm} \end{cases} \quad (7.1)$$

em que ϕ é o diâmetro das barras da armadura, f_{ys} a resistência ao escoamento do aço das barras da armadura, f_{ck} a resistência característica à compressão do concreto e γ_s e γ_c são os coeficientes de ponderação da resistência do aço das barras da armadura e do concreto, iguais a 1,15 e 1,40, respectivamente. Essa equação prevê concretagem das lajes na posição horizontal, como de fato ocorre normalmente, situação considerada como de baixa aderência.

O carregamento nos vãos extremo e interno das vigas mistas foi aplicado por meio de uma carga uniformemente distribuída na face superior da laje, conforme ilustra a Figura 7.3. Diferentes condições de variação do carregamento foram analisadas, tendo como objetivo cobrir diversas situações.

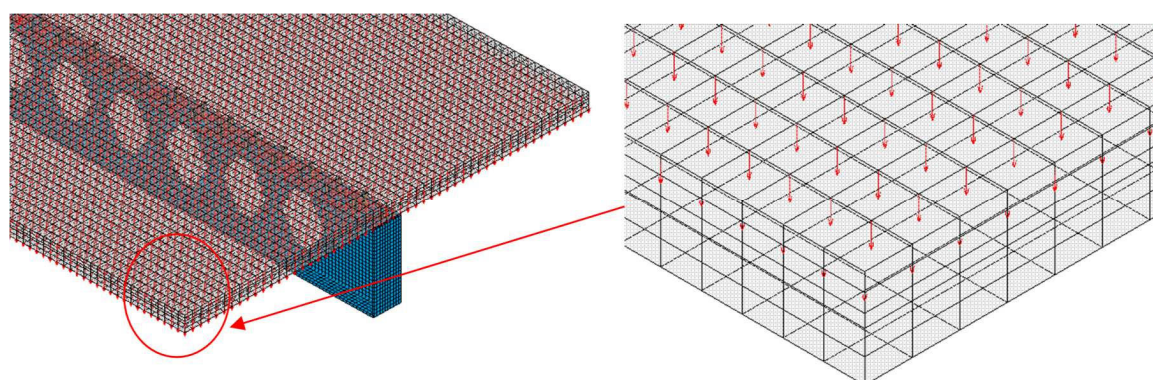


Figura 7.3 – Carga uniformemente distribuída no modelo numérico.

Para o vão extremo das vigas mistas, situação com dois vãos e três apoios, o momento fletor máximo solicitante de cálculo no meio do vão, considerando o tramo como biapoiado, é M_0 , e o momento fletor negativo no apoio interno é ψM_0 , conforme ilustrado na Figura 7.4.

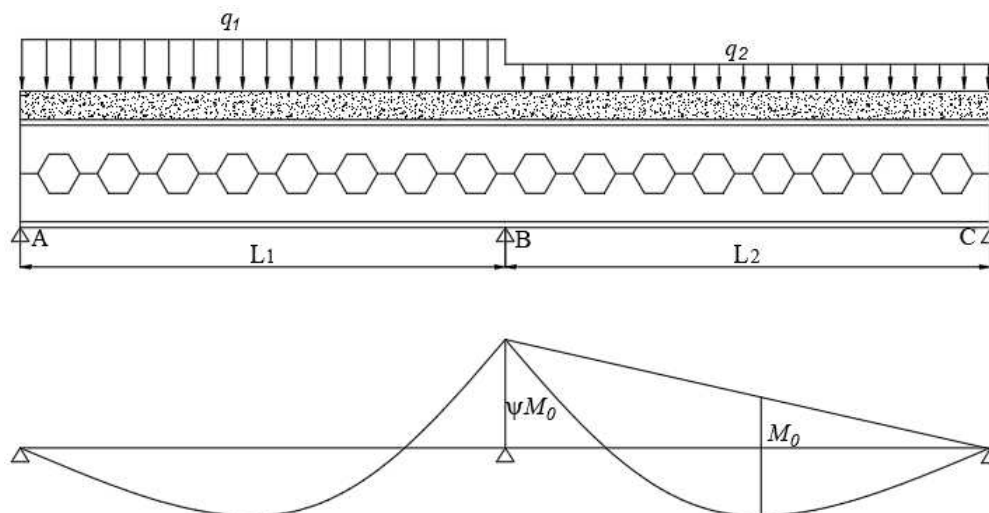


Figura 7.4 – Vão extremo da viga mista.

Pela equação dos três momentos, foi possível obter uma relação entre os carregamentos q_1 e q_2 e o coeficiente ψ , mantendo constante a inércia da viga:

$$L_1 M_A + 2 \left(L_1 + \frac{I_1}{I_2} L_2 \right) M_B + \frac{I_1}{I_2} L_2 M_C = -\frac{q_1 L_1^3}{4} - \frac{q_2 L_2^3}{4} \frac{I_1}{I_2} \quad (7.2)$$

em que L_1 e L_2 são os comprimentos dos vãos da viga, I_1 e I_2 as inércias dos vãos AB e BC, respectivamente, M_A , M_B e M_C os momentos nos apoios A, B e C, respectivamente, e q_1 e q_2 as cargas distribuídas nos vãos AB e BC, respectivamente.

Considerando $L_1 = L_2 = L$, $I_1 = I_2 = I$, $M_A = M_C = 0$ e $M_B = \psi \frac{q_2 L^2}{8}$, têm-se a seguinte relação dos carregamentos com o parâmetro ψ :

$$q_1 = (2\psi - 1)q_2 \quad (7.3)$$

em que q_1 e q_2 correspondem à carga distribuída nos vãos AB e BC, respectivamente.

Para o vão interno de vigas mistas, foram estudadas as três situações possíveis da relação entre o momento fletor máximo solicitante de cálculo, M_0 , e o momento fletor nas extremidades da viga: $0,5\psi M_0$, $0,75\psi M_0$ e ψM_0 (Figura 7.5). Similarmente ao que foi feito para o vão extremo, foram obtidas as relações dos carregamentos com o parâmetro ψ para a viga com três vãos e quatro apoios. Assim, para o vão interno, considerando a primeira situação, tem-se:

$$\begin{cases} q_1 = (2,25\psi - 1)q_2 \\ q_3 = (1,5\psi - 1)q_2 \end{cases} \quad (7.4)$$

em que q_3 é a carga distribuída ao longo do vão CD, como ilustrado na Figura 7.5.

Para a segunda situação do vão interno, tem-se:

$$\begin{cases} q_1 = (2,375\psi - 1)q_2 \\ q_3 = (2\psi - 1)q_2 \end{cases} \quad (7.5)$$

Por fim, para a terceira situação do vão interno, tem-se:

$$\begin{cases} q_1 = (2,5\psi - 1)q_2 \\ q_3 = (2,5\psi - 1)q_2 \end{cases} \quad (7.6)$$

As cargas poderão ter valores diferentes em cada vão, sendo o valor da carga distribuída a ser aplicado na região do vão analisado, q_2 , igual ao valor que fornece o máximo momento fletor resistente no apoio interno, conforme a seguinte expressão:

$$q_2 = \frac{8\chi_{dist} M_{Rk}^-}{\psi a L^2} \quad (7.7)$$

em que χ_{dist} é o fator de redução para FLD (Figura 2.25) obtido da curva de resistência à compressão, M_{Rk}^- é o momento fletor resistente nominal na região de momento negativo (Equação (2.13), com valores característicos das resistências dos materiais), ψ é o coeficiente que multiplica o máximo momento fletor solicitante de cálculo, considerando o tramo analisado como biapoiado, a é distância entre as vigas paralelas do mecanismo “U” e L é o comprimento do vão analisado.

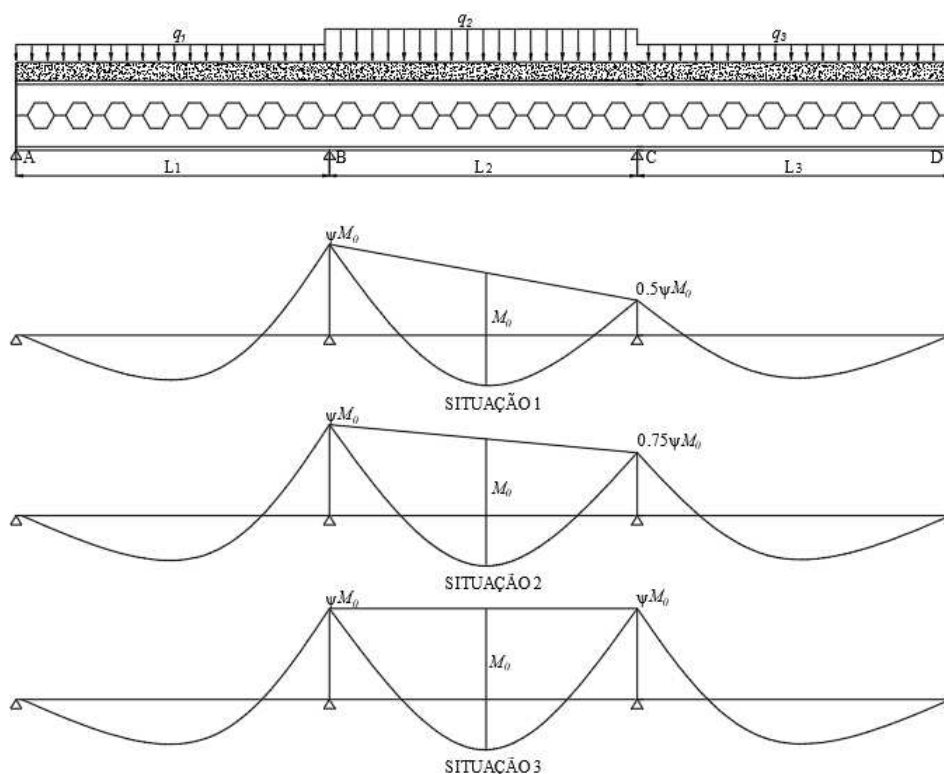


Figura 7.5 – Vão interno da viga mista.

Para a situação de diagrama de momento fletor uniforme no vão analisado (interno), foram aplicadas cargas distribuídas apenas nos vãos adjacentes (vãos de extremidade), conforme ilustrado na Figura 7.6. O valor estimado para esse carregamento é dado, também, pela Equação (7.7).

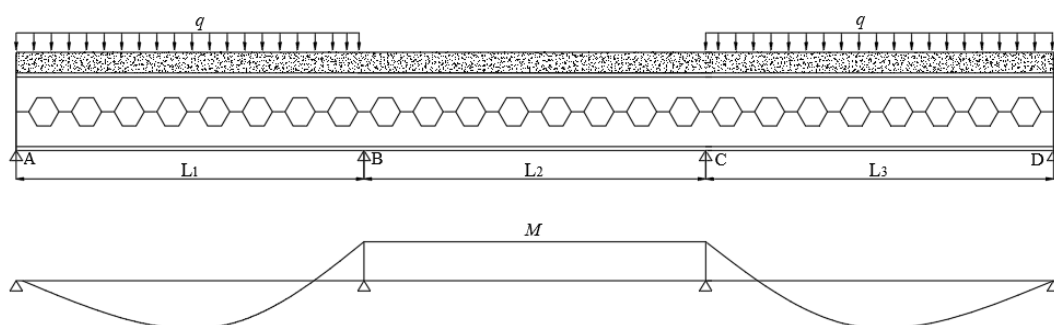


Figura 7.6 – Vão interno da viga mista submetida a um momento constante.

Para obter a relação entre os carregamentos nos vãos da viga mista, descrita anteriormente, foi considerada a situação de modelo não fissurado, adotando a rigidez EI constante ao longo de todos os vãos.

7.2.2 Imperfeições Geométricas e de Material e Tensões Residuais

Conforme descrito na Subseção 5.2.6, a imperfeição geométrica aplicada aos modelos numéricos foi considerada por meio do modo crítico de flambagem, obtido na análise linearizada de flambagem, considerando a amplitude máxima de 80% da tolerância de fabricação, conforme recomendação da norma europeia EN 1993-1-5:2006. Segundo a ABNT NBR 5884:2013, a tolerância de fabricação do perfil é o menor valor entre $L/1000$ e 10 mm. As imperfeições de material foram as mesmas do modelo de validação, descritas na Subseção 5.2.3.

Diversos estudos, entre eles os de Warren (2001), Tsavdaridis e Mello (2011), Erdal (2011), Teixeira (2017), Sakiyama (2018), Grilo *et al.* (2018) e Neves (2018), desconsideram as tensões residuais pela baixa confiabilidade da sua distribuição na seção transversal e baixo impacto que sua introdução causa sobre os resultados do modelo numérico. Portanto, e ainda considerando todos os aspectos levantados em 2.6.2.2, 5.3.4 e 5.4, a introdução de tensões iniciais foi desconsiderada.

7.3 Modelos para o Estudo Paramétrico

Análises numéricas parametrizadas foram realizadas para a determinação do momento fletor resistente nominal à FLD de vigas casteladas mistas de aço e concreto. Diversos modelos foram processados, variando-se características geométricas e outros fatores que influenciam a FLD.

O perfil de aço PS 600x106, que possui altura total, d_g , igual a 600 mm, largura das mesas, b_f , igual a 200 mm, espessura das mesas, t_f , igual a 16 mm e espessura da alma, t_w , igual a 12,5 mm, foi adotado como padrão. A abertura tem altura, h_0 , igual a $d_g/1,5$ e padrão Anglo-Saxão. Já com relação à conexão de cisalhamento, foi adotado como padrão dois conectores de cisalhamento pino com cabeça de diâmetro de 19 mm, na seção transversal, distanciados de 80 mm. Para que os conectores sejam considerados como dúcteis, seu comprimento deve ser superior a quatro vezes o diâmetro. Por isso, essas peças tiveram comprimentos, após a instalação, iguais a 76 mm, e foram espaçadas longitudinalmente de 200 mm, valor que permitiu obter interação completa em qualquer trecho da viga mista. Com relação aos vãos, adotou-se como padrão o valor de 15 m, que corresponde a 25 vezes a altura do perfil de aço.

No estudo paramétrico, considerou-se como padrão uma laje maciça de altura igual a 120 mm, com área da armadura positiva nas duas direções igual a 10 cm²/m. Para a armadura negativa

na laje de concreto armado, situada nos apoios internos das vigas, o valor adotado como padrão foi igual a $10 \text{ cm}^2/\text{m}$, que se encontra dentro da curva de variação de armadura proposta por Gattesco *et al.* (2010), a qual apresenta valores de interesse técnico para a viga mista. O cobrimento das armaduras positiva e negativa adotado, neste estudo, corresponde a 33 mm. A Figura 7.7 ilustra a seção transversal no apoio interno do modelo numérico adotado como padrão nos modelos de parametrização

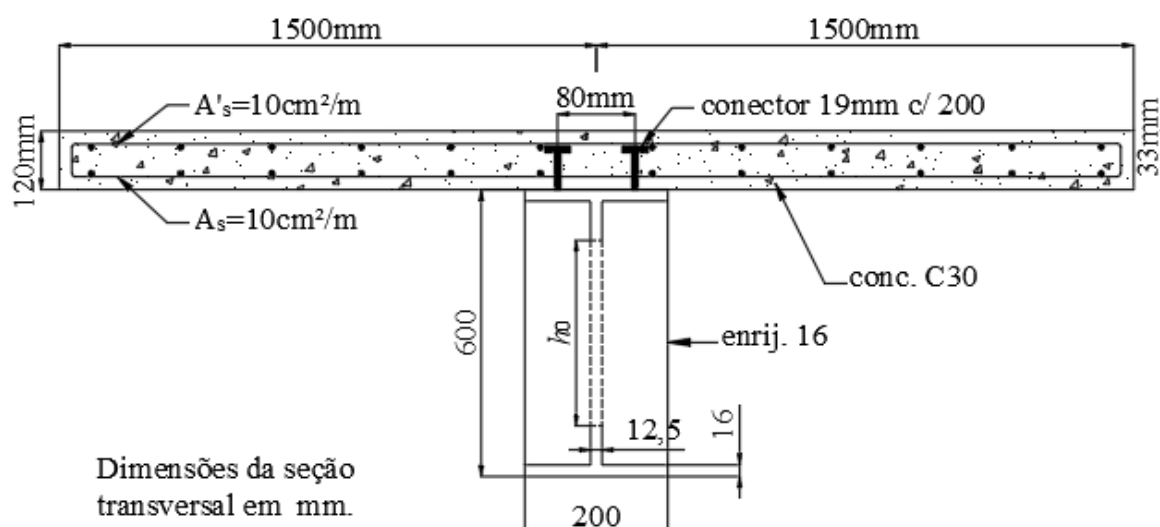


Figura 7.7 – Seção transversal do modelo numérico padrão na região dos apoios internos.

As propriedades mecânicas padrão dos materiais estão listadas na Tabela 7.1, tendo sido escolhidas por serem valores usuais.

Tabela 7.1 – Propriedades mecânicas dos materiais.

Material	Módulo de elasticidade (MPa)	Coef. de Poisson	Resistência ao escoamento dos aços (MPa)			Resistência à compressão do concreto (MPa)
			perfil	conector	armadura	
aço	200000	0,30	350	345	500	-
concreto	30672	0,20	-			30

Na Tabela 7.2 constam os 67 modelos numéricos estudados neste trabalho, sendo que os modelos de M1 a M4 representam os casos de vãos extremos, os modelos M5 a M8 a situação 1 dos vãos internos, os modelos M9 a M12 a situação 2 dos vãos internos e os modelos M13 a M16 a situação 3 dos vãos internos. Nesses modelos, houve variação nas cargas distribuídas ao longo de cada vão, calculadas de acordo com as equações (7.3), (7.4), (7.5), (7.6) e (7.7), variando-se o valor de ψ de 1,0, 1,4, 1,8 e 2,2, de modo a se obter diferentes diagramas de

momento fletor. Para ψ menor que 1,0, o vão analisado não falha, pois o vão lateral fica totalmente submetido a momento fletor negativo, não sendo, portanto, analisado. Os modelos M17 a M58 representam os casos de vãos extremos, em que se variou a armadura negativa (M17-M21), a altura do perfil de aço (M22-M26), a largura da mesa (M27-M30), a espessura das mesas (M31-M35), a espessura da alma (M36-M38), a altura da laje (M39-M43), a distância entre vigas (M44-M49), o comprimento do vão (M50-M54) e a resistência ao escoamento do aço (M55-M58), em que o modelo M1 é tomado como padrão. Os modelos M59 a M67 correspondem aos casos de diagrama de momento fletor negativo constante no vão analisado, variando-se a altura do perfil de aço (M59-M63), largura das mesas (M64-M66) e espessura da alma (M67).

7.4 Resultados Numéricos

Os resultados do momento fletor resistente obtidos numericamente foram referentes ao pico da curva momento *versus* deslocamento lateral do centro geométrico da mesa inferior, conforme ilustrado na Figura 7.8 para um modelo qualquer. Esse tipo de curva é característico em casos de instabilidade, comprovando que o modo de colapso ocorrido nos modelos numéricos estudados se refere à flambagem lateral com distorção. Destaca-se que os resultados para momento fletor resistente deste trabalho não consideram redistribuição de momentos e rotação inelástica no apoio.

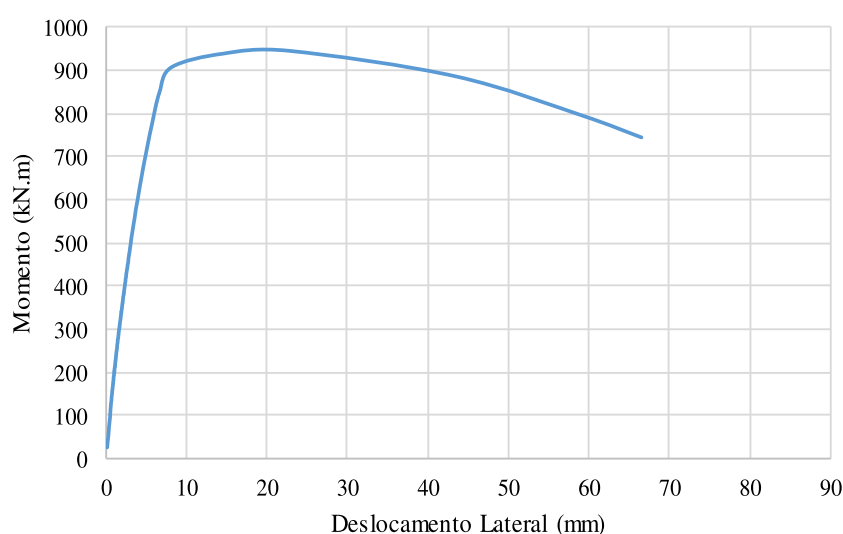
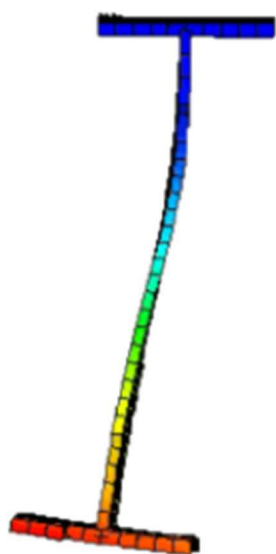


Figura 7.8 – Deslocamento lateral *versus* momento.

A Figura 7.9 ilustra o modo de flambagem lateral com distorção de um modelo, apenas na região de momento negativo.



a) Vista inferior



b) Seção transversal do montante



c) Seção transversal do alvéolo

Figura 7.9 – Modo de flambagem lateral com distorção.

A Figura 7.10 ilustra o processo de fissuração que ocorre na laje de concreto em várias etapas de carregamento. A fissuração (pontos vermelhos) começa, logo no início do carregamento, no apoio central, em uma região acima da viga de aço, e se alastra por toda largura da laje. A medida que o carregamento aumenta, a fissuração aumenta ao longo da região de momento negativo. No ponto de momento negativo máximo, a laje, em toda região de momento negativo, encontra-se fissurada. É possível observar ainda que, a fissuração na região dos conectores de cisalhamento se eleva com aumento do carregamento.

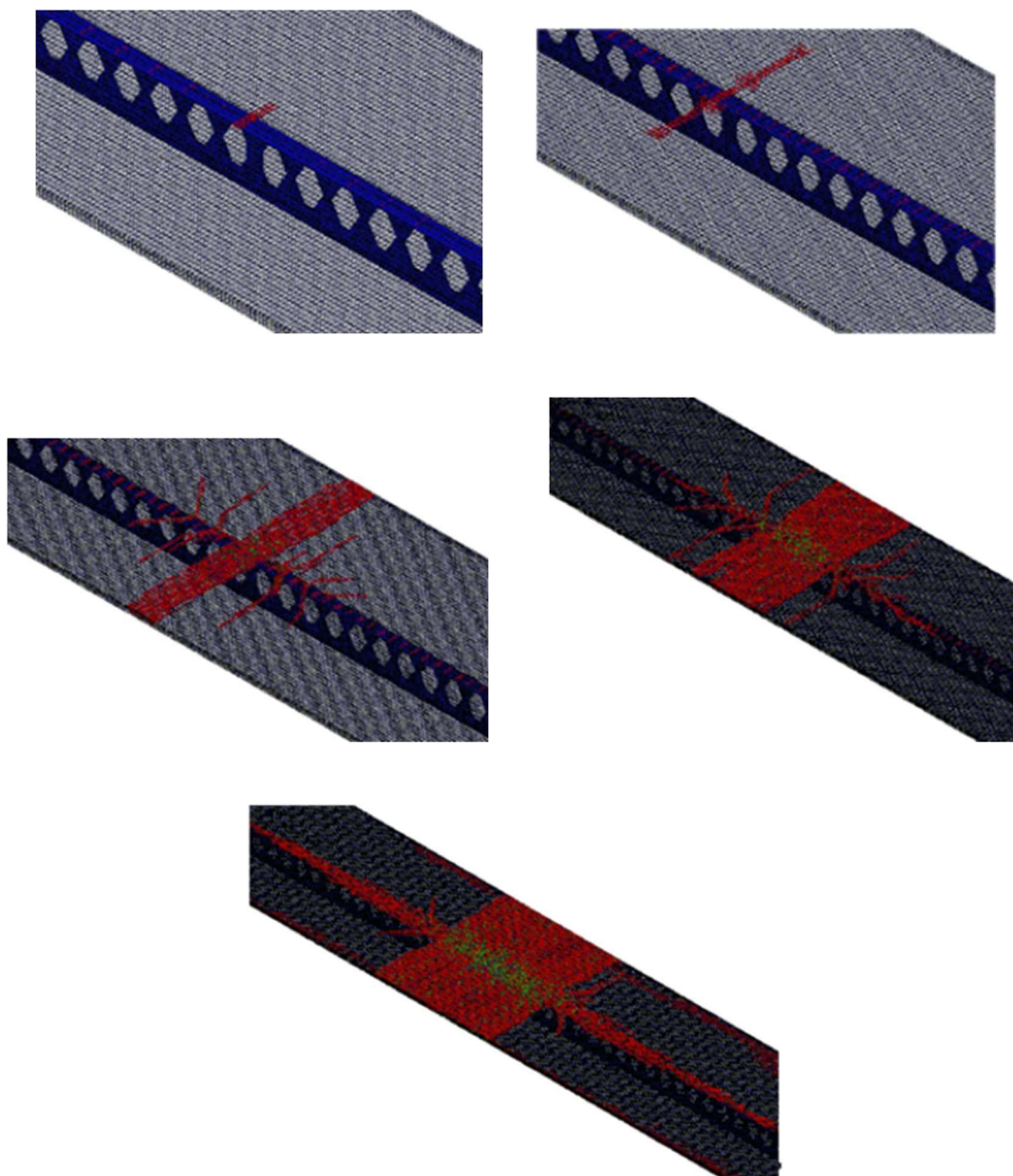


Figura 7.10 – Fissuração da laje de concreto.

Tabela 7.2 – Modelos numéricos para a análise do momento resistente à FLD.

Modelo	ψ	Parâmetros do perfil de aço					Parâmetros da laje				Vão da viga		
		d (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	f_y (MPa)	h_c (mm)	$A_{s,esquerdo}$ (cm ² /m)	$A_{s,direito}$ (cm ² /m)	a (m)	L_1 (m)	L_2 (m)	L_3 (m)
M1	1	600	200	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	-
M2	1.4	600	200	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	-
M3	1.8	600	200	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	-
M4	2.2	600	200	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	-
M5	1	600	200	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	15
M6	1.4	600	200	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	15
M7	1.8	600	200	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	15
M8	2.2	600	200	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	15
M9	1	600	200	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	15
M10	1.4	600	200	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	15
M11	1.8	600	200	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	15
M12	2.2	600	200	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	15
M13	1	600	200	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	15
M14	1.4	600	200	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	15
M15	1.8	600	200	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	15
M16	2.2	600	200	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	15
M17		600	200	16	12,5	350	120	20	20	3	15	15	-
M18		600	200	16	12,5	350	120	15	15	3	15	15	-
M19	1	600	200	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	-
M20		600	200	16	12,5	350	120	5	5	3	15	15	-
M21		600	180	12,5	12,5	350	120	20	20	3	15	15	-
M22		800	200	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	-
M23		700	200	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	-
M24	1	600	200	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	-
M25		500	200	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	-
M26		400	200	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	-

(continua)

Tabela 7.2 – Modelos numéricos para a análise do momento resistente à FLD.

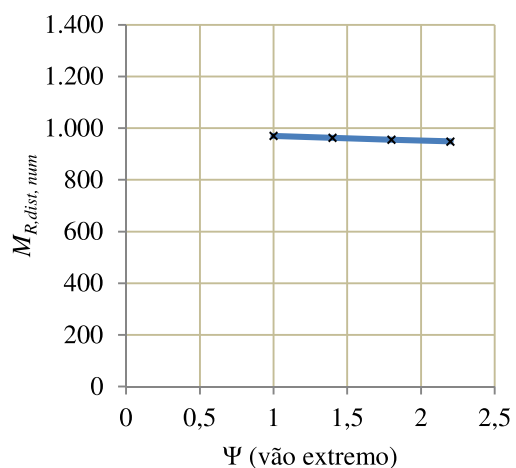
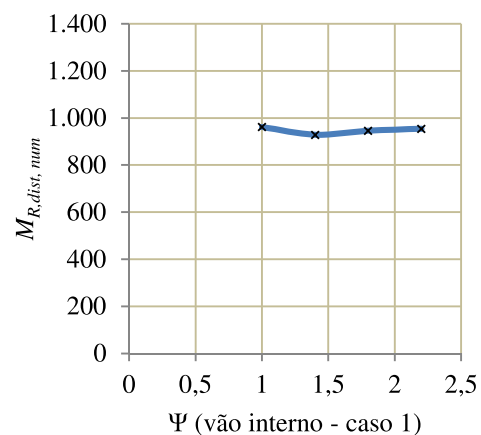
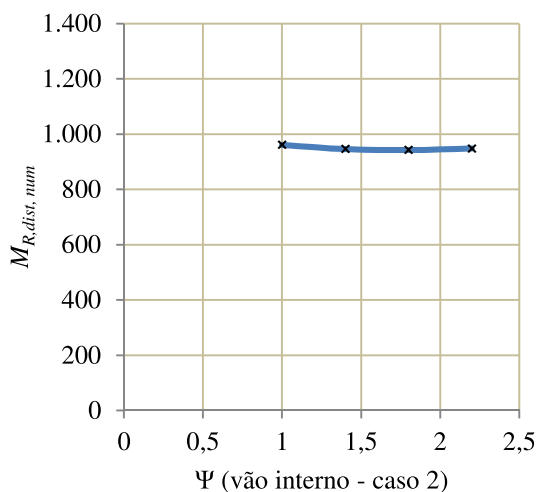
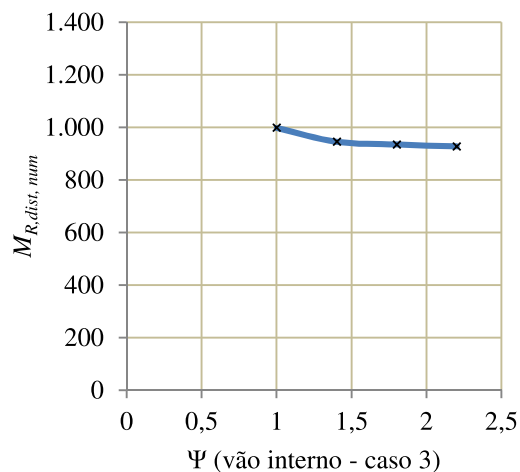
Modelo	ψ	Parâmetros do perfil de aço					Parâmetros da laje				Vão da viga		
		d (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	f_y (MPa)	h_c (mm)	$A_{s,esquerdo}$ (cm ² /m)	$A_{s,direito}$ (cm ² /m)	a (m)	L_1 (m)	L_2 (m)	L_3 (m)
M27	1	600	150	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	-
M28		600	200	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	-
M29		600	250	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	-
M30		600	300	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	-
M31	1	600	200	12,5	12,5	350	120	10	10	3	15	15	-
M32		600	200	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	-
M33		600	200	19	12,5	350	120	10	10	3	15	15	-
M34		600	200	22,4	12,5	350	120	10	10	3	15	15	-
M35		600	200	25	12,5	350	120	10	10	3	15	15	-
M36	1	600	200	16	9,5	350	120	10	10	3	15	15	-
M37		600	200	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	-
M38		600	200	16	16	350	120	10	10	3	15	15	-
M39	1	600	200	16	12,5	350	100	10	10	3	15	15	-
M40		600	200	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	-
M41		600	200	16	12,5	350	150	10	10	3	15	15	-
M42		600	200	16	12,5	350	180	10	10	3	15	15	-
M43		600	200	16	12,5	350	200	10	10	3	15	15	-
M44	1	600	200	16	12,5	350	120	10	10	2,5	15	15	-
M45		600	200	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	-
M46		600	200	16	12,5	350	120	10	10	3,5	15	15	-
M47		600	200	16	12,5	350	120	10	10	4	15	15	-
M48		600	180	12,5	12,5	350	120	10	10	4,5	15	15	-
M49		600	180	12,5	12,5	350	120	10	10	5	15	15	-

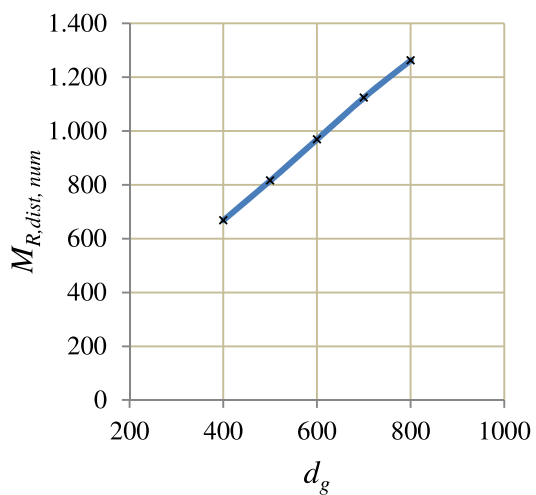
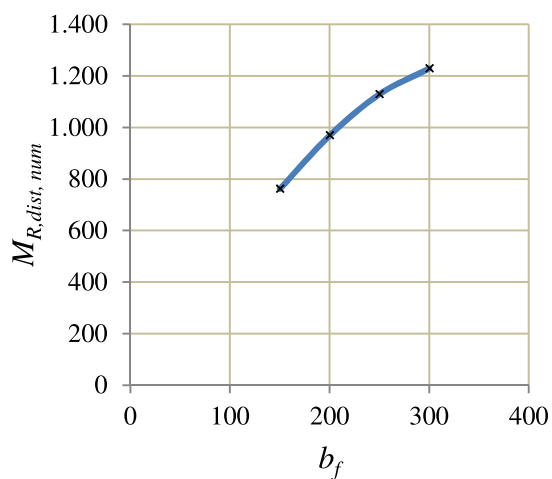
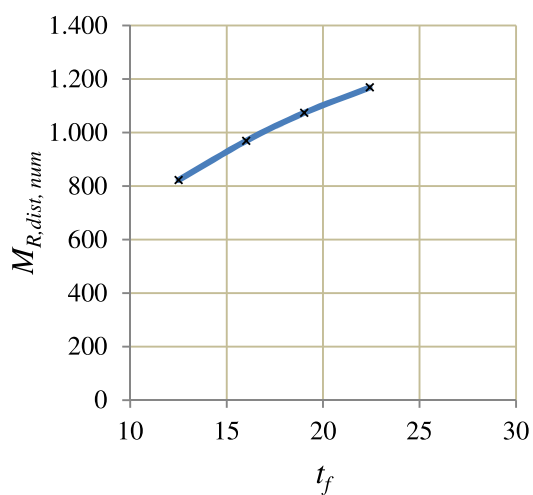
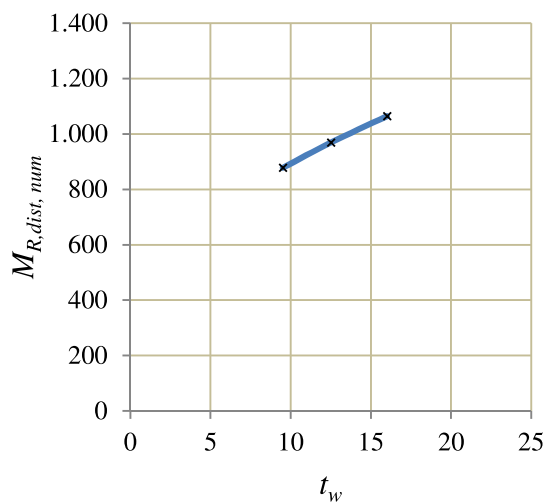
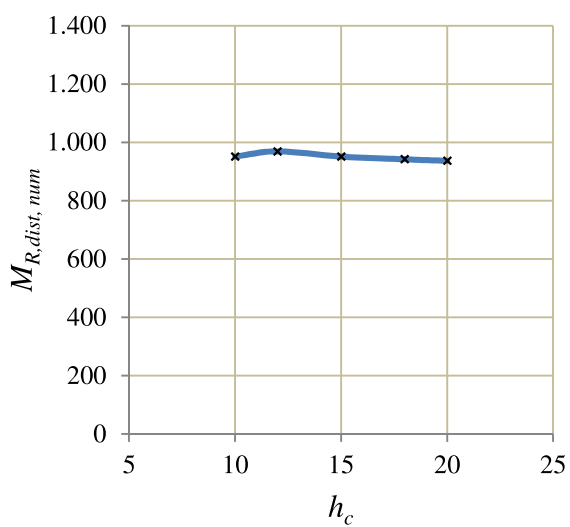
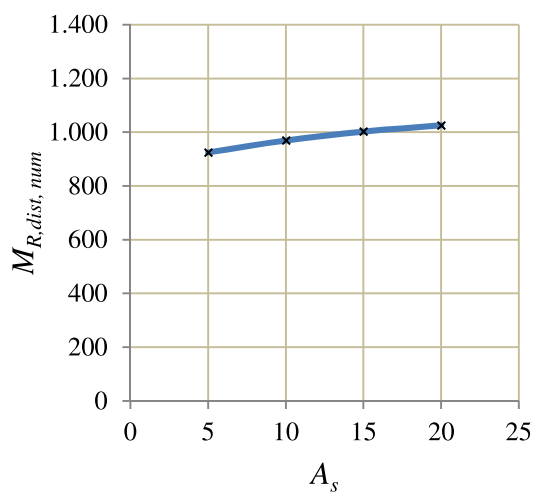
(continua)

Tabela 7.2 – Modelos numéricos para a análise do momento resistente à FLD.

Modelo	ψ	Parâmetros do perfil de aço					Parâmetros da laje				Vão da viga		
		d (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	f_y (MPa)	h_c (mm)	$A_{s,esquerdo}$ (cm ² /m)	$A_{s,direito}$ (cm ² /m)	a (m)	L_1 (m)	L_2 (m)	L_3 (m)
M50	1	600	200	16	12,5	350	120	10	10	3	9	9	-
M51		600	200	16	12,5	350	120	10	10	3	12	12	-
M52		600	200	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	-
M53		600	200	16	12,5	350	120	10	10	3	18	18	-
M54		600	200	16	12,5	350	120	10	10	3	21	21	-
M55	1	600	200	16	12,5	300	120	10	10	3	15	15	-
M56		600	200	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	-
M57		600	200	16	12,5	400	120	10	10	3	15	15	-
M58		600	200	16	12,5	450	120	10	10	3	15	15	-
M59	1	800	200	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	15
M60		700	200	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	15
M61		600	200	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	15
M62		500	200	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	15
M63		400	200	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	15
M64		600	150	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	15
M65		600	200	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	15
M66		600	250	16	12,5	350	120	10	10	3	15	15	15
M67		600	200	9,5	12,5	350	120	10	10	3	15	15	15

A Figura 7.11 ilustra o comportamento do momento fletor resistente numérico, $M_{R,dist,num}$, em relação aos diversos parâmetros do estudo paramétrico, tais como altura do perfil de aço (d_g), largura das mesas do perfil de aço (b_f), espessura das mesas do perfil de aço (t_f), espessura da alma do perfil de aço (t_w), altura da laje de concreto (h_c), área da armadura (A_s), distância entre as vigas de aço paralelas (a), resistência ao escoamento do aço (f_y) e comprimento do vão (L), além da variação de carregamento para vigas com vãos extremos e vãos internos.

a) $M_{R,dist,num}$ versus ψ b) $M_{R,dist,num}$ versus ψ c) $M_{R,dist,num}$ versus ψ d) $M_{R,dist,num}$ versus ψ

e) $M_{R,dist,num}$ versus d_g f) $M_{R,dist,num}$ versus b_f g) $M_{R,dist,num}$ versus t_f h) $M_{R,dist,num}$ versus t_w i) $M_{R,dist,num}$ versus h_c j) $M_{R,dist,num}$ versus A_s

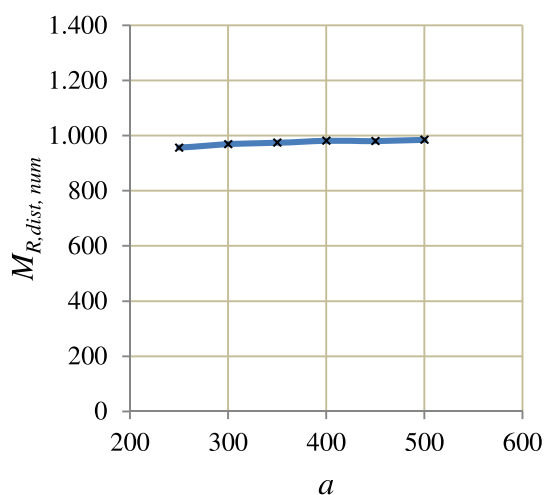
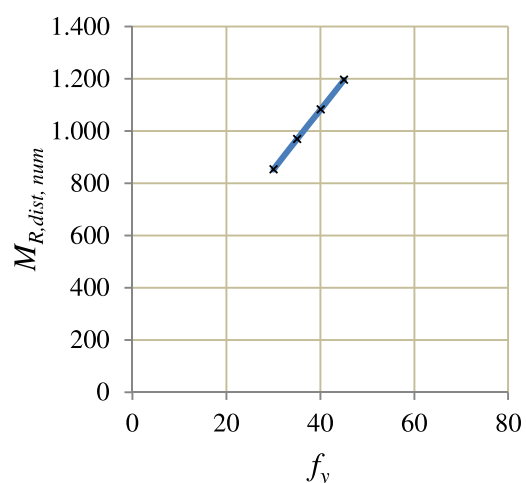
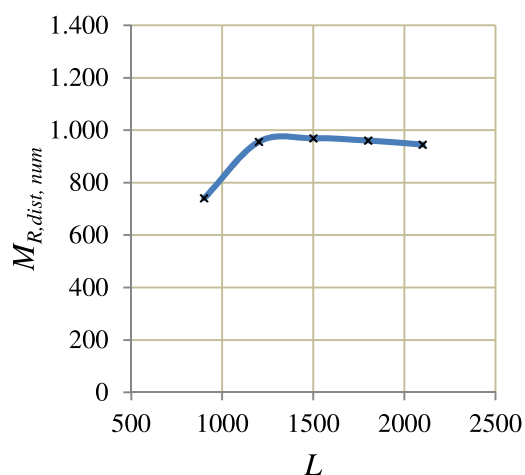
k) $M_{R,dist,num}$ versus a l) $M_{R,dist,num}$ versus f_y m) $M_{R,dist,num}$ versus L

Figura 7.11 – Momento fletor resistente à FLD numérico versus parâmetros da viga mista.

Observa-se que o momento fletor resistente praticamente não se alterou quando se variou o coeficiente ψ , exceto para o caso 3 do vão interno, em que a redução máxima foi de aproximadamente 7%.

É possível perceber que o aumento das propriedades geométricas do perfil de aço (d_g , b_f , t_f e t_w) e da resistência ao escoamento do aço (f_y) aumentaram consideravelmente o momento fletor resistente, sendo os fatores de maior influência nesse fenômeno, visto que a FLD depende, em grande parte, do perfil de aço. O aumento da área de armadura de aço, A_s , também aumentou o momento fletor resistente, pois ela eleva a resistência da seção mista na região de momento

negativo. A altura da laje de concreto, h_c , praticamente não tem influência nos resultados, conforme esperado, pois, na região de momento negativo, a laje se encontra fissurada. Observou-se que a fissuração da laje de concreto armado, na região do apoio interno, ocorreu logo no início do carregamento e foi aumentando à medida que o carregamento aumentava e, ao atingir o momento máximo, praticamente toda a laje encontrava-se fissurada. A distância entre as vigas, a , também teve pouca influência no momento fletor resistente, visto que essa distância é dada pela laje de concreto que tem pouca influência no fenômeno. O momento fletor depende do número de semiondas da deformada da FLD, que, por sua vez, depende do comprimento da viga e tende a um valor mínimo à medida que o comprimento da viga aumenta. Por essa razão, como as vigas tinham grandes comprimentos, foi observada uma pequena variação do momento fletor resistente. Observa-se que, no caso da viga com comprimento de 9 m, viga com menor comprimento, houve uma redução do momento fletor resistente e observou-se um modo acoplado de instabilidade, constituído por torção da mesa inferior com distorção da alma, sem deslocamento lateral significativo. À medida que a viga tem seu comprimento reduzido, o efeito da força cortante se torna mais pronunciado, causando o aparecimento de modos acoplados, que, por sua vez, reduzem a capacidade resistente da viga castelada mista.

7.5 Procedimento Proposto

7.5.1 Expressão para o Índice de Esbeltez

No Capítulo 2, a determinação do índice de esbeltez de vigas mistas é fornecida pela Equação (2.1), a seguir reproduzida para facilitar o entendimento:

$$\lambda_{dist} = \sqrt{\frac{M_{Rk}^-}{M_{cr}}} \quad (2.1)$$

em que M_{Rk}^- é o momento fletor resistente nominal da seção transversal na região de momento negativo, considerando o perfil de aço na seção de abertura e a armadura longitudinal (na direção longitudinal da viga calculado com valores cacterísticos da Equação (2.13)) da laje de concreto, e M_{cr} é o momento crítico elástico da viga mista.

A Figura 7.12 ilustra o comportamento do índice de esbeltez da viga, λ_{dist} , obtido pela Equação (2.1), em função da razão entre a altura e espessura da alma do perfil de aço (h_w/t_w), da razão

entre a espessura e a largura das mesas do perfil de aço (t_f/b_f), da razão entre o comprimento do trecho de momento negativo e a distância entre os centros geométricos das mesas do perfil de aço (L_{neg}/h_0) e da razão entre a resistência ao escoamento do aço e o módulo de elasticidade longitudinal do perfil de aço (f_y/E_a).

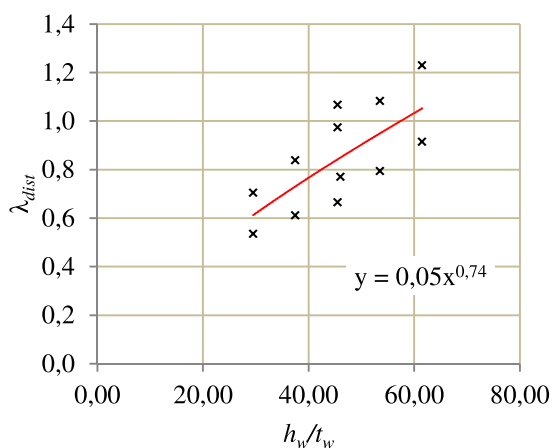
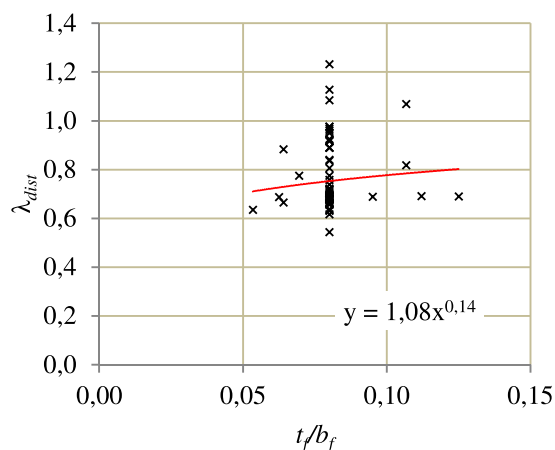
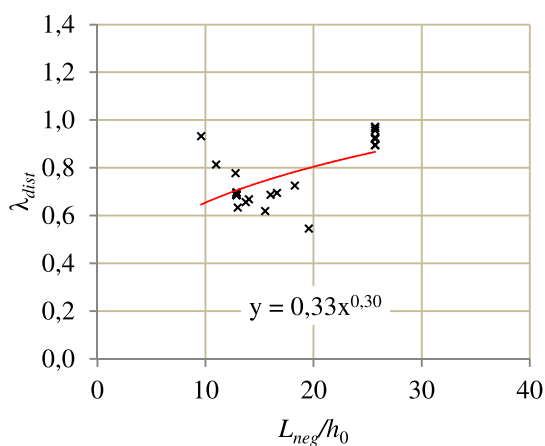
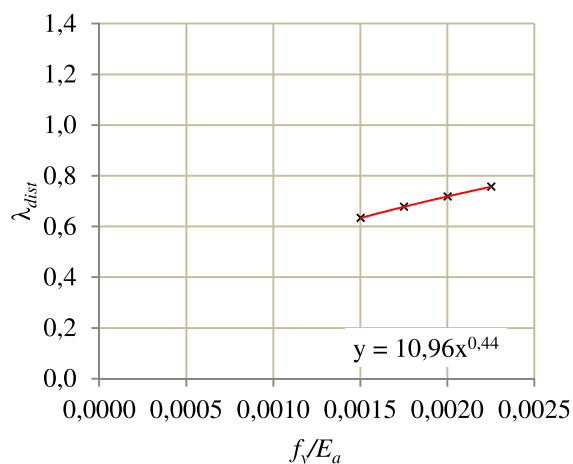
a) λ_{dist} versus h_w/t_w b) λ_{dist} versus t_f/b_f c) λ_{dist} versus L_{neg}/h_0 d) λ_{dist} versus f_y/E_a

Figura 7.12 – Índice de esbeltez reduzido versus razão entre parâmetros da viga mista.

A determinação do índice de esbeltez fornecido pela Equação (2.1) envolve o cálculo de diversos parâmetros geométricos e o dispêndio de um tempo razoável. A fim de se obter um índice de esbeltez mais simples e de cálculo rápido, foram realizadas diversas análises e uma equação simplificada à obtenção do índice de esbeltez foi proposta, chamada de $\lambda_{dist,prop}$, e é indicada a seguir:

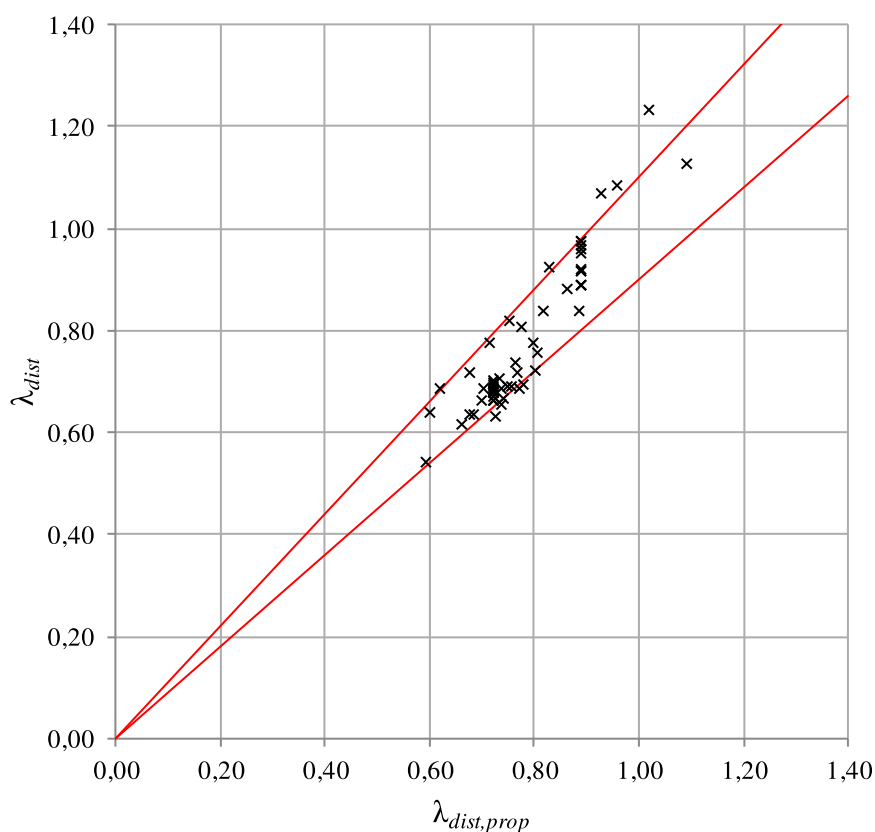


Figura 7.13 – Comparação entre os índices de esbeltez.

Na Figura 7.13, as retas vermelhas indicam desvio de 10%. Observa-se que 84% dos resultados apresentaram desvios inferiores a 10%, sendo o desvio máximo observado de 18%. O coeficiente de variação foi igual a 7,4% e a média entre as razões $\lambda_{dist,prop}/\lambda_{dist}$ foi de 1,02.

A Equação (2.1) apresenta resultados mais precisos, obviamente, por envolver cálculos mais complexos, porém, apesar simplicidade da Equação (7.8) proposta, constata-se a obtenção de resultados muito bons.

7.5.2 Expressão para o Fator de Redução da FLD

Para se determinar o momento resistente à FLD, o procedimento usual parte da obtenção do fator de redução, χ_{dist} , conforme a Equação (2.2), aqui repetida para maior clareza.

$$M_{dist,Rd}^- = \chi_{dist} M_{Rd}^- \quad (2.2)$$

A Figura 7.14 ilustra o comportamento do coeficiente de redução numérico, $\chi_{dist,num}$, obtido pela razão entre o momento fletor resistente numérico relativo à FLD, $M_{R,dist,num}$, e o momento fletor resistente nominal da seção transversal, na região de momento negativo, M_{Rk}^- , e λ_{dist} , Equação (2.1).

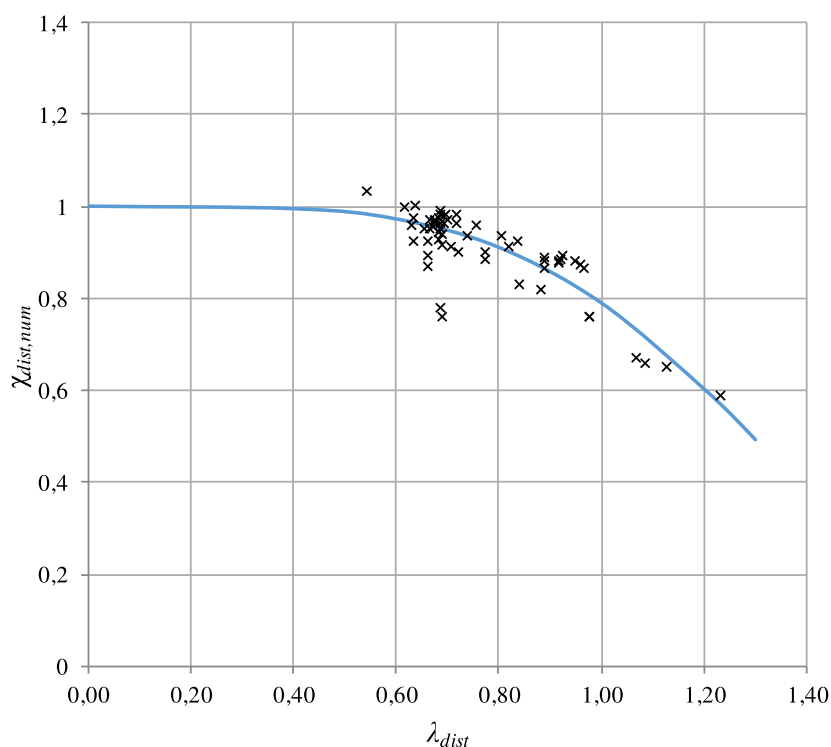


Figura 7.14 – Relação entre $\chi_{dist,num}$ e λ_{dist} .

O fator de redução à FLD, $\chi_{dist,prop}$, pode ser calculado conforme equação proposta a seguir:

$$\chi_{dist,prop} = 0,79 \lambda_{dist}^{4,18} \quad (7.9)$$

Essa equação exponencial tem o mesmo formato da equação da ABNT NBR 8800:8008 (Figura 2.25), no qual as constantes foram obtidas pelo *Solver* do Excel de forma a se ter menor dispersão entre $\chi_{dist,prop}$ e $\chi_{dist,num}$.

O ponto com valor $\chi_{dist,num}$ maior que 1,0, ou seja, ponto no qual o momento fletor resistente superou o momento de plastificação, é resultado representativo do modelo M26, que possui a menor altura do perfil de aço (d_g igual a 400 mm) e tem uma esbelteza de alma (h_w/t_w) pequena (igual a 29,44). Esse modelo apresenta a FLD acoplada com a plastificação, na qual o

deslocamento lateral da mesa inferior é pequeno, pela baixa esbeltez da alma. Hosain e Speirs (1973) também observaram, em seus estudos, que o momento resistente obtido experimentalmente superou o momento de plastificação teórico. Kerdal e Nethercot (1984) observaram, nos seus experimentos, que o momento resistente experimental não alcança o momento de plastificação da seção de alma cheia para nenhum caso, mas, quando comparado com o momento de plastificação da seção vazada, o momento resistente experimental é, muitas vezes, ligeiramente superior, como, por exemplo, em vigas com esbeltez da alma de 36 que apresentaram razão entre o momento de plastificação experimental e momento de plastificação da seção vazada de 1,08 e 1,14. Bellon (2021) estudou a capacidade de plastificação de vigas casteladas de aço e verificou que o modelo numérico alcançou valores de momento de plastificação superior ao previsto pelo modelo analítico em diversos casos, mostrando o caráter conservador do modelo analítico. O momento de plastificação da viga castelada na seção de alma cheia é maior que o momento de plastificação na seção vazada, e esse momento varia, ao longo do comprimento, o que significa que considerar o momento de plastificação apenas na seção vazada pode ser conservador.

A Figura 7.15 e a Tabela 7.4 mostram uma comparação entre os resultados obtidos para o fator de redução numérico, $\chi_{dist,num}$ e o fator de redução proposto, $\chi_{dist,prop}$.

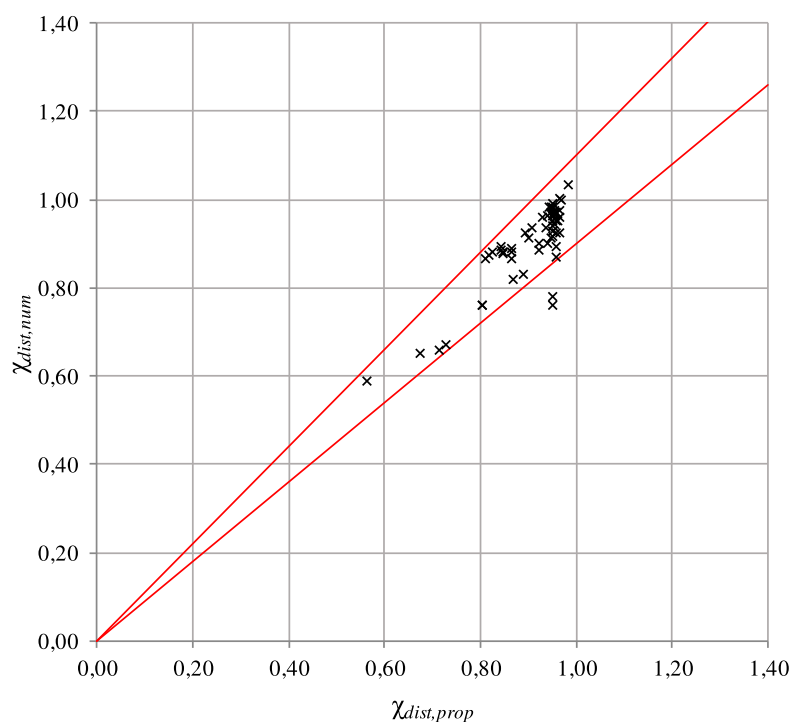


Figura 7.15 – Comparação entre $\chi_{dist,num}$ e $\chi_{dist,prop}$.

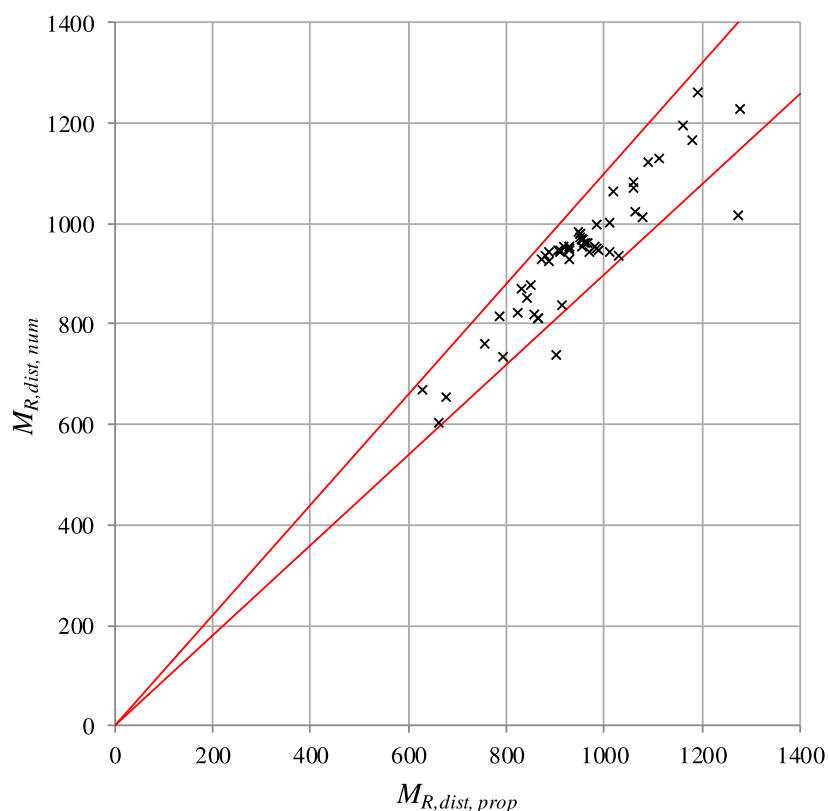


Figura 7.16 – Comparação dos resultados do momento fletor resistente à FLD.

Na Figura 7.16 as retas vermelhas indicam desvio inferior a 10%. Observa-se que 96% dos resultados apresentam desvios inferiores a 10%, sendo o desvio máximo observado de 25%. O coeficiente de variação foi de aproximadamente 5,3% e a média igual a 1,01. Apenas dois modelos apresentaram um desvio maior que 10%, os modelos M35 e M50.

O modelo M35 apresenta mesas muito espessas, com razão entre a semilargura e a espessura ($b_f/2t_f$) igual a 4, valor que não é usual. Segundo Silva (2017), nas vigas de alma cheia com mesas mais espessas, as rigidezes à torção e ao deslocamento lateral como corpo rígido aumentam e a distorção da alma se torna mais pronunciada, e isso pode ser ainda maior para o caso de viga castelada. Nesses casos, para a flambagem lateral com torção, modo de flambagem que se assemelha com a FLD, os desvios dos resultados numéricos e analíticos chegaram a aproximadamente 25%, considerando a esbelteza da alma (h_w/t_w) de 60, situação semelhante à apresentada pelo modelo M35.

O modelo M50 é o de menor comprimento, com razão entre comprimento do vão e altura da alma (L/d_g) igual a 15. Nesse caso, observou-se um modo acoplado constituído por torção da

mesa inferior com distorção da alma, sem deslocamento lateral significativo. A rigor, a viga começa a ter um pequeno deslocamento lateral, mas, no ponto de momento máximo, as seções mínimas dos montantes próximos ao apoio encontram-se plastificadas, causando a distorção da alma e a perda de resistência. Nas vigas curtas, o efeito da força cortante se torna mais significativo que em vigas mais esbeltas, causando o aparecimento de modos acoplados e reduzindo-se assim a resistência ao momento fletor resistente da viga castelada mista.

Os resultados obtidos demonstram que o procedimento proposto neste trabalho é adequado para a determinação do momento resistente à FLD para situações usuais, considerando que na grande maioria das vezes as vigas mistas são projetadas com razão entre comprimento do vão e altura da alma (L/d_g) superior a 20 e razão entre a semilargura e a espessura das mesas ($b_f/2t_f$) superior a 5.

É importante ressaltar que os resultados obtidos neste trabalho até este ponto foram com valores teóricos. Não foram realizados estudos probabilísticos e não foram utilizados coeficientes de ponderação. Na Seção 7.7 e Apêndice C é apresentado um estudo dos valores característicos e de cálculo.

Com base no exposto, pode-se concluir-se que o procedimento proposto para a determinação do momento fletor resistente à FLD de vigas casteladas mistas de aço e concreto fornece resultados muito bons e representa um avanço para a área, visto que não há, até o momento, procedimentos de cálculo reconhecidos disponíveis na literatura técnica ou científica.

7.6 Comparação entre os Resultados do Momento Fletor Resistente à FLD de Vigas Casteladas Mistas e Vigas Mistas de Alma Cheia

A Tabela 7.6 mostra uma comparação entre os resultados obtidos para momento fletor resistente à FLD de vigas casteladas mistas, $M_{R,dist,cast}$, calculados de acordo com procedimento proposto neste trabalho, e vigas mistas de alma cheia, $M_{R,dist,ch}$, calculados de acordo com procedimento proposto por Oliveira (2018). As vigas casteladas mistas foram consideradas com altura do perfil, d_g , expandida 1,5 vezes da altura do perfil de alma cheia, d . A largura e espessura das mesas, b_f e t_f , e a espessura da alma, t_w , foram mantidas constantes e variou-se a esbeltez da viga mista, L/d_g . Os valores do momento fletor resistente foi calculado pelas equações

simplificadas do índice de esbeltez, Equações (7.8) e (2.30), para vigas casteladas mistas e vigas mistas de alma cheia, respectivamente.

Observa-se na Tabela 7.6 que, à medida que a altura do perfil se reduz, ocorre um aumento do ganho do momento resistente da viga castelada mista em comparação com a viga mista de alma cheia situado entre 21% e 53%. O ganho médio da capacidade resistente ao momento fletor foi de 42%, ou seja, o aumento da altura do perfil pelo processo de castelação conduz a vigas com maiores inércias e, conseqüentemente, a vigas mais resistentes com o mesmo dispêndio de aço. Esse fato fornece às vigas casteladas mistas a uma condição mais econômica no que tange ao consumo de aço dos perfis, além de, conforme já explicitado anteriormente, possibilitar a passagem de tubulações, vencer vãos maiores e reduzir o número de pilares e peso da fundação, possibilitando ainda o uso de elementos mais leves e com uma aparência mais moderna.

Tabela 7.6 – Comparação dos resultados do momento fletor resistente à FLD de vigas casteladas mista e vigas mistas de alma cheia.

d_g (mm)	d (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L/d_g	$M_{R,dist,cast}$ (kN.m)	$M_{R,dist,ch}$ (kN.m)	$M_{R,dist,cast} / M_{R,dist,ch}$
800	533,3	200	16	12,5	15	1187	913	1,30
800	533,3	200	16	12,5	20	1216	944	1,29
800	533,3	200	16	12,5	25	1252	972	1,29
800	533,3	200	16	12,5	30	1206	998	1,21
700	466,7	200	16	12,5	15	1060	763	1,39
700	466,7	200	16	12,5	20	1081	788	1,37
700	466,7	200	16	12,5	25	1123	812	1,38
700	466,7	200	16	12,5	30	1106	834	1,33
600	400,0	200	16	12,5	15	904	621	1,46
600	400,0	200	16	12,5	20	922	642	1,44
600	400,0	200	16	12,5	25	958	661	1,45
600	400,0	200	16	12,5	30	962	679	1,42
500	333,3	200	16	12,5	15	734	490	1,50
500	333,3	200	16	12,5	20	751	506	1,48
500	333,3	200	16	12,5	25	776	521	1,49
500	333,3	200	16	12,5	30	792	535	1,48
400	266,7	200	16	12,5	15	563	368	1,53
400	266,7	200	16	12,5	20	579	380	1,52
400	266,7	200	16	12,5	25	597	391	1,53
400	266,7	200	16	12,5	30	614	402	1,53
							Média	1,42

7.7 Determinação dos Valores Característicos e de Cálculo

O valor do momento resistente à FLD de vigas casteladas mistas obtido segundo procedimento descrito anteriormente representa os valores teóricos de resistência. O Apêndice C contém o procedimento estatístico utilizado para a determinação das resistências características e de cálculo do momento fletor resistente à FLD, conforme a norma europeia EN 1990:2002.

O momento fletor característico pode ser calculado pela Equação (C.15), reescrita aqui para melhor entendimento:

$$M_{dist,Rk}^- = \beta_{cast} \chi_{dist,prop} M_{Rk}^- \quad (7.10)$$

em que β_{cast} é igual a 0,90 para cálculo com índice de esbeltez (λ_{dist}), conforme Equação (2.1) e 0,84, para cálculo com índice de esbeltez simplificado ($\lambda_{dist,prop}$), indicado pela Equação (7.8), $\chi_{dist,prop}$ é o fator de redução calculado conforme a Equação (7.9) e M_{Rk}^- é o momento fletor resistente característico na seção de abertura, calculado conforme Equação (2.13) e utilizando valores característicos de resistência.

O momento fletor de cálculo pode ser obtido pela Equação (C.16), transcrita a seguir:

$$M_{dist,Rd}^- = \beta_{cast} \chi_{dist,prop} M_{Rd}^- \quad (7.11)$$

em que M_{Rd}^- é o momento fletor resistente de cálculo na seção de abertura, dado pela Equação (2.13).

A Figura 7.17 ilustra os resultados numéricos e teóricos (pontos x's) do momento fletor resistente à FLD obtidos no estudo paramétrico. A reta vermelha indica o ajuste perfeito dos resultados numéricos e teóricos, a reta azul indica o ajuste dos resultados aos valores característicos e a reta verde representa o ajuste para os valores de cálculo. As linhas contínuas representam o “Método 1” (cálculo com λ_{dist}) e as linhas tracejadas o “Método 2” (cálculo com $\lambda_{dist,prop}$). Observa-se que os resultados dos valores característicos e de cálculo possibilitaram uma ligeira redução dos resultados teóricos em relação aos numéricos, conforme esperado, pois os resultados característicos e de cálculo levam em consideração os erros que podem ocorrer no modelo teórico e nos principais fatores de influência, tais como as dimensões da seção

transversal. Dessa forma, os resultados do modelo de cálculo apresentam valores sempre conservadores, sendo os resultados com valores simplificados do índice de esbeltez os mais conservadores.

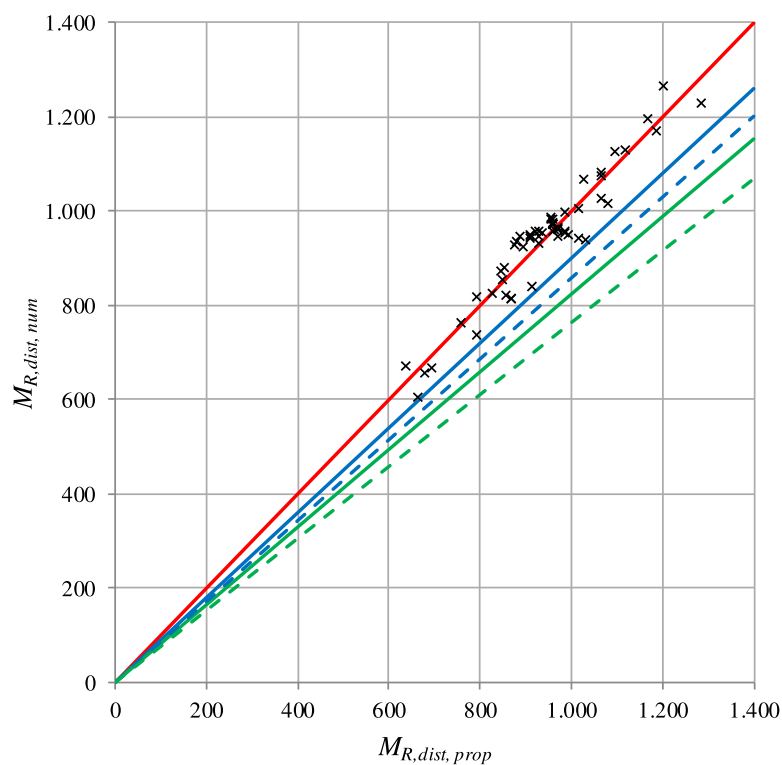


Figura 7.17 – Comparação dos resultados do momento fletor resistente à FLD característico e de cálculo.

7.8 Síntese do Procedimento Proposto e Exemplo de Aplicação

7.8.1 Procedimento Proposto para a Determinação do Momento Resistente à FLD

Neste trabalho foi proposto um procedimento para a determinação do momento resistente de flambagem lateral com distorção de vigas casteladas mistas de aço e concreto com perfil I de aço duplamente simétrico. Esse procedimento é aplicável a vigas casteladas mistas com perfil de aço compacto, padrão Anglo-Saxão, razão entre comprimento e altura (L/d_g) superior a 20, razão entre semilargura e a espessura das mesas ($b_f/2t_f$) superior a 5 e índice de esbeltez (λ_{dist}) inferior a 1,3.

Pelo procedimento proposto, inicialmente, deve-se determinar o momento crítico elástico (M_{cr}), para o qual é proposta a seguinte equação:

$$M_{cr} = C_{dist} \frac{k_{g,cast}}{h_0} \left\{ G_a J_a + \frac{E_a C_{w,d}}{L_{neg}^2} \left[(n\pi)^2 + \left(\frac{\eta_b}{n\pi} \right)^2 \right] \right\} \quad (7.12)$$

em que E_a é o módulo de elasticidade do aço do perfil, G_a o módulo de elasticidade transversal do aço do perfil, J_a a constante de torção do perfil de aço, L_{neg} o comprimento da região de momento negativo, $C_{w,d}$ o empenamento da mesa inferior, h_0 a distância entre os centros geométricos das mesas do perfil de aço e n o número de semiondas que a viga apresenta no seu modo de flambagem.

O coeficiente de variação do diagrama de momento fletor, C_{dist} , é determinado pela expressão a seguir, na qual os coeficientes A , B e C são apresentados na Tabela 6.6:

$$C_{dist} = A + B e^{-C \times n i d} \quad (6.2)$$

O termo $k_{g,cast}$ leva em consideração a variação da altura da linha neutra elástica e a parcela de momento absorvida pela armadura negativa e é igual ao produto de $k_{g,0,cast}$, Equação (6.1), e da razão entre os momentos de inércia I_{ax} e I_x , conforme equação a seguir:

$$k_{g,cast} = \frac{I_x}{I_{ax}} \left(0,31 + 0,69 \times 0,08^{\bar{y}/h_0} \right) \quad (7.13)$$

em que I_{ax} e I_x são os momentos de inércia, em relação ao eixo x do perfil de aço castelado, na seção de abertura, e da seção mista (tomada como o perfil de aço castelado, na seção de abertura, mais a armadura negativa), respectivamente, e \bar{y} é a distância do centro geométrico da seção mista ao centro geométrico do perfil de aço castelado.

Os parâmetros $C_{w,d}$ e η_b , Equação (2.28) e Equação (2.29), são calculados conforme se segue:

$$C_{w,d} = I_{af,y} h_0^2 \quad (2.28)$$

$$\eta_b = \sqrt{\frac{k_r L_{neg}^4}{E_a C_{w,d}}} \quad (2.29)$$

sendo $I_{af,y}$ o momento de inércia da mesa inferior do perfil de aço, em relação ao eixo y e k_r a rigidez rotacional da viga mista, igual a

$$k_r = \frac{k_1 k_{2,cast}}{k_1 + k_{2,cast}} \quad (7.14)$$

em que k_1 é a rigidez à flexão da laje de concreto armado, obtida pela Equação (2.5), e $k_{2,cast}$ a rigidez à flexão da alma do perfil de aço castelado, obtida pela Equação (3.1):

$$k_1 = \frac{\alpha (EI)_2}{a} \quad (2.5)$$

$$k_{2,cast} = \gamma \frac{E_a t_w^3}{4h_o(1-\nu_a^2)} \quad (6.1)$$

sendo γ igual a 0,53 para padrão Anglo-Saxão, α é igual a 2 se a viga estiver na extremidade da laje ou igual a 3 se a viga é interna (para vigas internas com quatro ou mais vigas similares, pode-se adotar α igual a 4). O termo $(EI)_2$ representa a rigidez à flexão da seção mista homogeneizada da laje por unidade de comprimento da viga, desconsiderando o concreto tracionado, tomada como o menor valor entre as rigidezes no meio do vão da laje e no apoio interno, a é a distância entre as vigas paralelas do mecanismo “U”, t_w é a espessura da alma do perfil de aço e ν_a o coeficiente de Poisson do aço do perfil.

Para a determinação do número de semiondas, n , Dias *et al.* (2019) propõem um procedimento pelo qual, inicialmente, deve-se determinar o valor de n_{id} , dado pela Equação (2.19):

$$n_{id} = \frac{\sqrt{\eta_b}}{\pi} \quad (2.19)$$

Após determinar o valor de n_{id} , determinam-se os dois números inteiros mais próximos (n_1 e n_2). Determina-se também a média geométrica desses dois valores, n_{lim} , conforme a Equação (2.20), reproduzida a seguir:

$$n_{lim} = \sqrt{n_1 n_2} \quad (2.20)$$

O valor de n é então obtido pela Equação (2.21), aqui repetida:

$$n = \begin{cases} n_1 & \text{se } n_{id} \leq n_{lim} \\ n_2 & \text{se } n_{id} > n_{lim} \end{cases} \quad (2.21)$$

Ao se determinar M_{cr} , é possível obter o parâmetro de esbeltez, λ_{dist} , conforme apresentado na Subseção 2.3.1 pela Equação (2.1), descrita novamente aqui:

$$\lambda_{dist} = \sqrt{\frac{M_{Rk}^-}{M_{cr}}} \quad (2.1)$$

em que M_{Rk}^- é o momento fletor resistente nominal da viga na região de momento negativo, considerando a seção transversal constituída pelo perfil de aço (na seção de abertura) e a armadura longitudinal (na direção do eixo da viga) da laje de concreto.

Caso não se queira determinar M_{cr} para obter o parâmetro λ_{dist} , ou caso se deseje obtê-lo de forma expedita, neste trabalho foi proposta a Equação (7.8), repetida a seguir, para a obtenção direta e de forma simplificada do valor de $\lambda_{dist,prop}$:

$$\lambda_{dist,prop} = 0,461 \left[\left(\frac{h_w}{t_w} \right)^{0,74} \left(\frac{t_f}{b_f} \right)^{0,14} \left(\frac{L_{neg}}{h_0} \right)^{0,30} \left(\frac{f_y}{E_a} \right)^{0,44} \right] \quad (7.8)$$

em que h_w e t_w correspondem à altura e espessura da alma do perfil de aço, respectivamente, b_f e t_f à largura e espessura das mesas do perfil de aço, respectivamente, h_0 à distância entre os centros geométricos das mesas do perfil de aço, L_{neg} ao comprimento do trecho de momento negativo da viga mista e f_y e E_a à resistência ao escoamento e ao módulo de elasticidade do aço do perfil, respectivamente.

Com o valor de λ_{dist} (ou $\lambda_{dist,prop}$), obtém-se o fator de redução à FLD, $\chi_{dist,prop}$, pela Equação (7.9), conforme segue:

$$\chi_{dist,prop} = 0,79 \lambda_{dist}^{4,18} \quad (7.9)$$

Ao se determinar o parâmetro $\chi_{dist,prop}$, chega-se ao momento fletor resistente de cálculo à FLD por meio da seguinte equação:

$$M_{dist,Rd}^- = \beta_{cast} \chi_{dist,prop} M_{Rd}^- \quad (7.11)$$

em que β_{cast} é igual a 0,90, quando se utiliza λ_{dist} , e 0,84 quando se utiliza $\lambda_{dist,prop}$, $\chi_{dist,prop}$ é o fator de redução calculado conforme a Equação (7.9) e M_{Rd}^- é o momento fletor resistente de cálculo da seção com abertura dado pela Equação (2.13).

7.8.2 Exemplo de Aplicação

7.8.2.1 Considerações iniciais

Com intuito de ilustrar as operações necessárias, para a determinação do momento resistente à FLD, permitindo uma visão de conjunto do procedimento proposto neste trabalho, apresenta-se, nesta subseção, um exemplo completo de cálculo.

7.8.2.2 Descrição do Caso Estudado

Como exemplo de aplicação, foi tomada uma viga mista com a seção transversal apresentada na Figura 7.18-a, a mesma empregada no modelo M1 descrito na Seção 7.3. A viga é composta por dois vãos de 15 m cada, submetidos a uma carga uniformemente q (Figura 7.18-b). O cobrimento das armaduras positiva e negativa é igual a 33 mm e a distância, a , entre as vigas paralelas que compõem o mecanismo “U” invertido é igual a 3 m. A resistência à compressão do concreto é igual a 30 MPa e a resistência ao escoamento do aço do perfil é de 350 MPa.

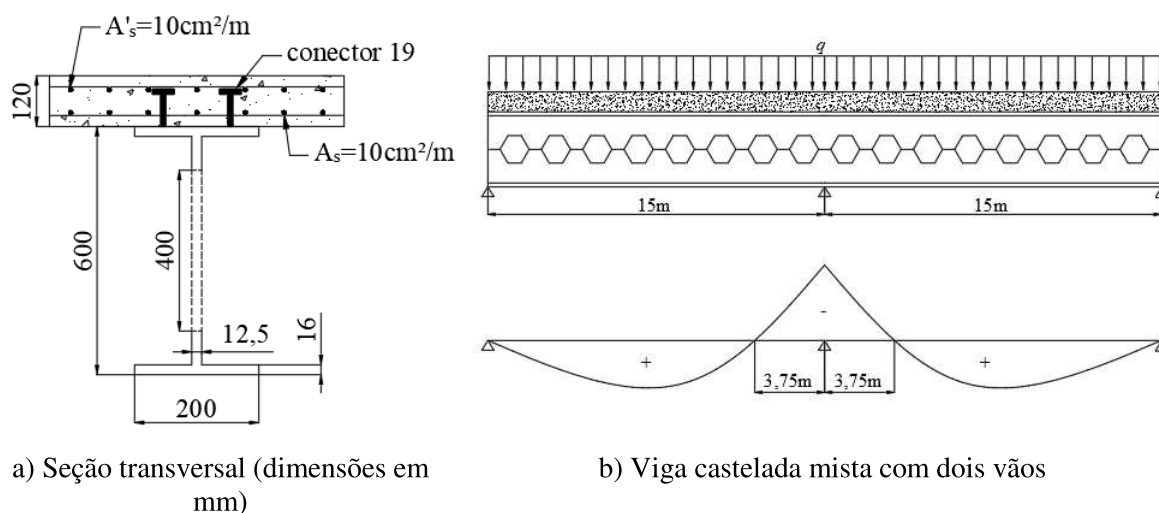


Figura 7.18 – Detalhes do exemplo de aplicação.

As propriedades geométricas da seção transversal do perfil de aço e da seção mista necessárias estão listadas na Tabela 7.7, para facilidade de referência.

Tabela 7.7 – Propriedades geométricas da seção transversal do perfil de aço e da seção mista.

Descrição	Valor
largura efetiva (b_{ef})	187,5 cm
área da seção transversal castelada aço (A_a)	85 cm ²
área da seção mista (A)	104 cm ²
constante de torção do perfil de aço (J_a)	92,63 cm ⁴
momento de inércia da mesa inferior do perfil de aço em relação ao eixo y ($I_{af,y}$)	1067 cm ⁴
momento de inércia em relação ao eixo x do perfil de aço (I_{ax})	67005 cm ⁴
momento de inércia com relação ao eixo y do perfil de aço (I_{ay})	2143 cm ⁴
momento de inércia em relação ao eixo x da seção mista (I_x)	90011 cm ⁴
altura da LN elástica da seção mista medida a partir da face inferior do perfil de aço (y_{cg})	37 cm

7.8.2.3 Determinação do Momento Crítico Elástico

Para se obter o momento crítico elástico (M_{cr}), proposto neste trabalho, deve-se utilizar a Equação (7.12). Na viga em estudo, o comprimento da região de momento negativo, L_{neg} , para o caso de carregamento apresentado na Figura 7.18-b, é igual a 750 cm.

O termo $k_{g,cast}$ da Equação (7.12) leva em consideração a altura da linha neutra elástica e a parcela de momento absorvida pela armadura negativa, sendo seu valor obtido por:

$$k_{g,cast} = \frac{I_x}{I_{ax}} \left(0,31 + 0,69 \times 0,08^{\bar{y}/h_0} \right) = \frac{90011}{67005} \left(0,31 + 0,69 \times 0,08^{7/58,4} \right) = 1,10$$

em que \bar{y} é a distância do centro geométrico da seção mista ao centro geométrico do perfil de aço castelado (igual a 7 cm).

O parâmetro $C_{w,d}$, Equação (2.28), é calculado conforme se segue:

$$C_{w,d} = I_{af,y} h_0^2 = 1067 \times 58,4^2 = 3639067 \text{ cm}^6$$

A rigidez rotacional da viga mista, k_r , é calculada pela Equação (2.4), em que k_1 é a rigidez à flexão da laje de concreto armado, obtida pela Equação (2.5). Nessa equação, a inércia da seção fissurada, I_2 , é obtida considerando a menor inércia entre a região de momento positivo e negativo, mas, como as armaduras nessas regiões foram consideradas iguais conforme indica a Figura 7.19, apenas um cálculo foi apresentado.

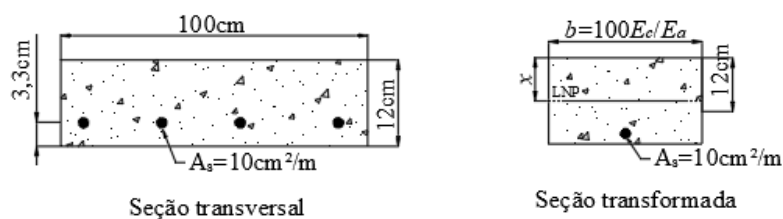


Figura 7.19 – Seção transversal da laje para o cálculo de I_2 .

A altura da linha neutra plástica (LNP), x , apresentada na Figura 7.19, é determinada pela seguinte equação:

$$x = \frac{-A_s + \sqrt{A_s^2 + 2bA_s(h_c - c)}}{b} \quad (7.15)$$

em que A_s é a área da armadura de aço na seção transversal, b a largura da seção transformada da laje de concreto armado, h_c a altura dessa laje e c o cobrimento da armadura. A largura b é obtida considerando o módulo de elasticidade do concreto, E_c , igual a 3067,2 kN/cm² e o

módulo de elasticidade do aço, E_a , igual a 20000 kN/cm², resultando em 15,34 cm. Substituindo os valores referentes à região de momento positivo, têm-se:

$$x = \frac{-A_s + \sqrt{A_s^2 + 2bA_s(h_c - c)}}{b} = \frac{-10 + \sqrt{10^2 + 2 \times 15,34 \times 10(12 - 3,3)}}{15,34} = 2,78 \text{ cm}$$

A inércia da seção fissurada, I_2 , é obtida pela seguinte equação:

$$I_2 = \frac{bx^3}{3} + A_s(h_c - c - x)^2 \quad (7.16)$$

Substituindo os valores referentes, têm-se:

$$I_2 = \frac{bx^3}{3} + A_s(h_c - c - x)^2 = \left[\frac{15,34(2,78)^3}{3} + 10(12 - 3,3 - 2,78)^2 \right] / 100 = 4,6 \text{ cm}^4/\text{m}$$

Após determinar o valor da inércia da seção fissurada, I_2 , obtém-se o valor da rigidez à flexão da laje com base na Equação (2.5), na qual α é 3 para viga interna:

$$k_1 = \frac{\alpha(EI)_2}{a} = \frac{3(20000 \times 4,6)}{300} = 920,59 \text{ kN.m/m}$$

A rigidez à flexão da alma do perfil de aço castelado, $k_{2,cast}$, é obtida pela Equação (6.1):

$$k_{2,cast} = \gamma \frac{E_a t_w^3}{4h_o(1 - \nu_a^2)} = 0,53 \frac{20000 \times 1,25^3}{4 \times 58,4 \times (1 - 0,3^2)} = 97,39 \text{ kN.m/m}$$

Assim, a rigidez rotacional da viga mista, k_r , tendo em vista a Equação (2.4), é igual a:

$$k_r = \frac{k_1 k_{2,cast}}{k_1 + k_{2,cast}} = \frac{(920,59 \times 97,39)}{(920,59 + 97,39)} = 88,07 \text{ kN.m/m}$$

O parâmetro η_B , Equação (2.29), é calculado conforme segue:

$$\eta_b = \sqrt{\frac{k_r L_{neg}^4}{E_a C_{w,d}}} = \sqrt{\frac{88,07 \times 750^4}{20000 \times 3639067}} = 19,57$$

Para a determinação do número de semiondas, n , inicialmente, deve-se determinar o valor de n_{id} pela Equação (2.19):

$$n_{id} = \frac{\sqrt{\eta_b}}{\pi} = \frac{\sqrt{19,57}}{\pi} = 1,41$$

Após determinar o valor de n_{id} , determinam-se os dois números inteiros mais próximos (n_1 e n_2), sendo seus valores iguais a 1,0 e 2,0, respectivamente. Determina-se também a média geométrica desses dois valores, n_{lim} , conforme Equação (2.20):

$$n_{lim} = \sqrt{n_1 n_2} = \sqrt{1 \times 2} = 1,41$$

O valor de n é então obtido, conforme apresentado na Equação (2.21), aqui repetida:

$$n = \begin{cases} n_1 = 1,0 & \text{se } n_{id} \leq n_{lim} \\ n_2 = 2,0 & \text{se } n_{id} > n_{lim} \end{cases} \therefore n = 1,0$$

O coeficiente de variação do diagrama de momento fletor, C_{dist} , é:

$$C_{dist} = 1,31 + 0,79 e^{-0,5 n_{id}} = 1,31 + 0,79 e^{-0,5 \times 1,41} = 1,70$$

Substituindo todos os parâmetros definidos anteriormente na Equação (7.12), tem-se o valor de M_{cr} igual a:

$$M_{cr} = C_{dist} \frac{k_{g,cast}}{h_o} \left\{ G_a J_a + \frac{E_a C_{w,d}}{L_{neg}^2} \left[(n\pi)^2 + \left(\frac{\eta_b}{n\pi} \right)^2 \right] \right\}$$

$$M_{cr} = 1,70 \frac{1,10}{58,4} \left\{ 7700 \times 92,63 + \frac{20000 \times 3639067}{750^2} \left[(\pi)^2 + \left(\frac{19,57}{\pi} \right)^2 \right] \right\}$$

$$M_{cr} = 2248 \text{ kN.m}$$

O valor do momento crítico elástico da viga castelada mista, analisada nesse exemplo prático, obtido numericamente, é igual a 2178 kN.m, ou seja, apresentou uma diferença de apenas 3,2% em comparação com o modelo analítico.

7.8.2.4 Determinação do Momento Resistente

Para que a mesa comprimida do perfil de aço não sofra flambagem local, sua razão entre a semilargura, $b_f/2$, e espessura, t_f , não pode ser superior a $0,38 \sqrt{E_a / f_y} = 0,38 \sqrt{20000 / 35} = 9,08$. Como $b_f / 2 t_f = 200 / (2 \times 16) = 6,25$, essa flambagem não ocorre.

Com relação à alma do perfil de aço, para que esse elemento não sofra flambagem local, a razão entre duas vezes altura da parte comprimida, h_p e a espessura, t_w , não pode ser maior que $3,76 \sqrt{E_a / f_y} = 3,76 \sqrt{20000 / 35} = 89,88$. O valor de h_p será igual a $2 y_{cg} = 2 \times 37 = 74$ cm. Logo, tem-se a razão $h_p / t_w = 74 / 1,25 = 59,2$. Portanto a alma do perfil não está sujeita à flambagem local. Em resumo, como a alma e a mesa não podem sofrer flambagem local, então o perfil de aço adotado é compacto.

Pode-se obter o parâmetro de esbelteza, λ_{dist} , conforme Equação (2.1), em que M_{Rk}^- é o momento fletor resistente nominal da viga na região de momento negativo, considerando a seção transversal constituída pelo perfil de aço e a armadura longitudinal (na direção do eixo da viga) da laje de concreto. Como o perfil de aço adotado é classificado como compacto, M_{Rk}^- corresponde ao momento fletor característico de plastificação, sendo seu valor igual a 1001 kN.m. Assim, tem-se λ_{dist} igual a:

$$\lambda_{dist} = \sqrt{\frac{M_{Rk}^-}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1001}{2248}} = 0,67$$

Caso não se deseje calcular o valor do momento crítico elástico, M_{cr} , pode-se calcular o índice de esbelteza simplificado, $\lambda_{dist,prop}$, pela seguinte equação:

$$\lambda_{dist,prop} = 0,461 \left[\left(\frac{h_w}{t_w} \right)^{0,74} \left(\frac{t_f}{b_f} \right)^{0,14} \left(\frac{L_{neg}}{h_0} \right)^{0,30} \left(\frac{f_y}{E_a} \right)^{0,44} \right]$$

$$\lambda_{dist,prop} = 0,461 \left[\left(\frac{56,8}{1,25} \right)^{0,74} \left(\frac{1,6}{20} \right)^{0,14} \left(\frac{750}{58,4} \right)^{0,30} \left(\frac{35}{20000} \right)^{0,44} \right] = 0,72$$

Com o valor de λ_{dist} , obtém-se o fator de redução à FLD, $\chi_{dist,prop}$:

$$\chi_{dist,prop} = 0,79 \lambda_{dist}^{4,18} = 0,96$$

ou, utilizando a equação simplificada:

$$\chi_{dist,prop} = 0,79 \lambda_{dist}^{4,18} = 0,94$$

Ao determinar o parâmetro $\chi_{dist,prop}$, chega-se ao momento fletor resistente de cálculo à FLD por meio da Equação (7.11), na qual M_{Rd}^- corresponde ao momento fletor de cálculo de plastificação na seção com abertura, Equação (2.13), sendo seu valor igual a 905 kN.m, conforme descrito a seguir:

$$M_{dist,Rd}^- = \beta_{cast} \chi_{dist} M_{Rd}^- = 0,90 \times 0,96 \times 905 = 779 \text{ kN.m}$$

ou, utilizando o fator de redução com a equação simplificada do índice de esbeltez:

$$M_{dist,Rd}^- = \beta_{cast} \chi_{dist} M_{Rd}^- = 0,84 \times 0,94 \times 905 = 716 \text{ kN.m}$$

A diferença entre o momento fletor resistente de cálculo, utilizando $\lambda_{dist,prop}$ e λ_{dist} deste exemplo resolvido foi de 8,0%. Quando se considera a relação entre os valores teóricos ($M_{R,dist,prop}$), ou seja, sem tratamento estatístico, essa diferença é de 1,55%. A diferença é maior para os valores de cálculo, pois consideram-se as variações que ocorrem tanto no modelo teórico de solução analítica (V_s) quanto das propriedades do perfil (V_{rt}). É possível perceber que a diferença dos resultados de momento resistente de cálculo, obtida com a equação do índice de esbeltez simplificada ($\lambda_{dist,prop}$), foi muito pequena em comparação com a equação mais robusta (λ_{dist}), o que representa um bom indicativo da sua viabilidade para cálculos mais expeditos.

8

CONSIDERAÇÕES FINAIS

8.1 Conclusões

No presente estudo, foi desenvolvido um novo procedimento de cálculo para a determinação do momento fletor resistente à flambagem lateral com distorção de vigas casteladas mistas de aço e concreto. Para isso, equações para o cálculo da rigidez rotacional da alma castelada, $k_{2,cast}$, do momento crítico elástico, M_{cr} , do índice de esbeltez reduzido, $\lambda_{dist,prop}$, e do fator de redução, $\chi_{dist,prop}$, foram desenvolvidas. Aproximadamente 20000 modelos numéricos de elementos finitos foram modelados com o uso do *software* ANSYS e analisados para validar o procedimento analítico proposto.

O momento crítico elástico é determinado considerando o mecanismo “U” invertido. Uma grandeza fundamental para a determinação desse parâmetro é a rigidez rotacional da viga, que depende, por sua vez, da rigidez da alma. Na literatura, os procedimentos normativos existentes para o cálculo da rigidez da alma restringem-se a vigas de alma cheia. Portanto uma análise numérica foi desenvolvida para os diferentes padrões de abertura castelada, a partir da qual coeficientes de ajuste foram propostos. Os resultados da equação proposta para essa rigidez foram excelentes, apresentando desvio inferior a 2% quando comparados com resultados numéricos.

No estudo do momento crítico, foram realizadas análises linearizadas de flambagem utilizando modelos simplificados, nos quais o concreto tracionado é desprezado, a laje de concreto armado é substituída por uma mola e somente o perfil de aço é simulado. Isso permitiu que um número expressivo de análises fosse executado em curto espaço de tempo. Não existem resultados experimentais para a calibração do momento crítico elástico, razão pela qual a validação foi feita por intermédio de resultados analíticos da flambagem lateral com torção, flambagem por flexão, flambagem por torção e flambagem lateral com distorção para vigas de alma cheia.

Posteriormente, foram inseridas aberturas na alma e os modelos foram validados conforme resultados da flambagem lateral com torção de Teixeira (2017) e Bezerra *et al.* (2011) e flambagem por flexão e flambagem por torção de Teixeira (2017).

A determinação analítica do momento crítico elástico foi baseada na equação de momento crítico proposta por Dias *et al.* (2019), desenvolvida com base na teoria de vigas apoiadas em base elástica para vigas mistas de alma cheia submetidas a momento uniforme. Inicialmente foram realizadas análises paramétricas com vigas casteladas mistas submetidas a momento uniforme. Observou-se que a equação de momento crítico pode ser utilizada considerando as propriedades da viga castelada, ou seja, com a substituição da rigidez da alma cheia pela rigidez da alma castelada proposta, $k_{2,cast}$, e com o emprego do coeficiente proposto $k_{g,0,cast}$, que leva em consideração a armadura de aço não simulada, que não pode ser negligenciada no cálculo do momento crítico, pois pode levar a resultados com desvios de até 50%.

Logo depois, uma análise do momento crítico elástico de vigas casteladas mistas submetidas a momento não uniforme foi realizada. Um estudo paramétrico foi conduzido com diversos tipos de diagramas de momento fletor para avaliar o coeficiente C_{dist} , que depende da distribuição de momento fletor ao longo do comprimento e varia conforme o número de semiondas, ou seja, com o comprimento. Coeficientes para uma equação exponencial foram propostos para cada tipo de diagrama de momento fletor. As análises paramétricas foram realizadas variando-se as características da seção transversal, comprimento da viga, rigidez da laje, altura comprimida da alma e distribuição de momento fletor. Observou-se que as influências da rigidez da laje e da altura comprimida da alma podem ser tratadas de forma desacoplada sem prejuízos da formulação proposta. Os resultados obtidos, segundo o procedimento proposto, apresentaram coeficiente de variação de 1,4% para o caso de diagrama de momento fletor uniforme e coeficiente de variação de 2,7% para o caso de diagrama de momento fletor não uniforme. Isso representa excelente concordância entre os resultados do procedimento proposto e os numéricos. O coeficiente de variação do diagrama de momento fletor proposto por Oliveira (2018) também foi avaliado e apresentou valor de 5,7%. Logo, o procedimento proposto neste trabalho apresenta uma melhoria em relação ao procedimento de Oliveira (2018).

Análises não lineares foram realizadas para determinar o momento fletor resistente à flambagem lateral com distorção de vigas casteladas mistas de aço e concreto, considerando o mecanismo “U” invertido. Para validar o modelo numérico, foram utilizados os ensaios

experimentais de Chen (1992) para calibração da viga mista de aço e concreto com perfil de alma cheia. Posteriormente, os ensaios experimentais de Sonck (2013) com vigas casteladas foram implementadas para a verificação das tensões residuais. Finalmente, os resultados experimentais de Salah e Gizejowski (2010a), com vigas alveolares mistas, foram utilizados para confirmar a validade do modelo numérico desenvolvido.

Modelos com dois e três vãos foram processados para simular vãos extremos e vãos internos, respectivamente, submetidos à carga uniformemente distribuída, variados de forma a se obter diferentes tipos de diagramas de momento fletor. As imperfeições geométricas iniciais e de materiais foram consideradas. No estudo paramétrico, para a obtenção do momento fletor resistente nominal, foram avaliados diversos fatores de influência, tais como, dimensões da seção transversal, comprimento do vão, altura da laje, área da armadura negativa e resistência ao escoamento do aço.

Uma equação simplificada para o cálculo do índice de esbelteza, $\lambda_{dist,prop}$, foi proposta. Essa equação permite um cálculo expedito, sem a necessidade de se obter o momento crítico elástico pela Equação (2.1). Com os resultados da análise paramétrica e do índice de esbelteza foi possível determinar uma equação para o cálculo do fator de redução, $\chi_{dist,prop}$. O procedimento é aplicável a vigas casteladas mistas com perfil de aço compacto, padrão Anglo-Saxão com razão de expansão de 1,5, razão entre comprimento e altura (L/d_g) superior a 20, razão entre semilargura e a espessura das mesas ($b_{fl}/2t_f$) superior a 5 e índice de esbelteza (λ_{dist}) inferior a 1,3.

Os resultados de momento fletor resistente mostraram um ganho médio de 42% da viga castelada mista em comparação com a viga mista de alma cheia, ou seja, o aumento da altura do perfil pelo processo de castelação conduz a vigas com maiores inércias e, conseqüentemente, a vigas com maior capacidade resistente com o mesmo dispêndio de aço. Esse fato é um indicador de que as vigas casteladas mistas possuem uma boa condição econômica no que tange ao consumo de aço dos perfis de aço, além de possibilitar a passagem de tubulações, vencer vãos maiores e reduzir o número de pilares e peso da fundação, possibilitando ainda o uso de elementos mais leves e com uma aparência mais moderna.

Um procedimento estatístico foi realizado para a determinação dos momentos fletores resistentes característico e de cálculo, no qual foram consideradas as incertezas do modelo e

geométricas. Dessa forma, os resultados do procedimento de cálculo representam valores conservadores.

Uma síntese do procedimento proposto para a determinação do momento fletor resistente foi apresentada para melhor clareza, descrevendo todas as etapas de cálculo necessárias. E, adicionalmente, um exemplo resolvido foi apresentado demonstrando a aplicação do procedimento.

Conclui-se que o presente trabalho apresenta uma contribuição inovadora à compreensão e caracterização do fenômeno da flambagem lateral com distorção (FLD) de vigas casteladas mistas de aço e concreto e para a determinação do momento resistente à FLD, etapa fundamental aos projetos que utilizam vigas casteladas mistas, atualmente inexistente na literatura. Procurou-se assumir, da forma mais precisa possível, todos os fatores envolvidos na questão, buscando assegurar a confiabilidade das proposições desenvolvidas e garantir a futuros interessados o seu uso com segurança. As metodologias utilizadas para a determinação do momento crítico elástico à FLD, assim como para a determinação do momento resistente, mostraram-se adequadas, o que possibilitou o entendimento e a validação dos resultados.

8.2 Sugestões para Trabalhos Futuros

No que se refere a estudos subsequentes, sugere-se:

- realizar análises experimentais, em modelos de vigas casteladas mistas em escala real, não apenas com a região de momento negativo;
- realizar análises numéricas e experimentais de vigas casteladas mistas com enrijecedores na região de momento negativo;
- realizar estudos similares com outros tipos de perfis de aço, como os monossimétricos, os celulares e os de alma senoidal, uma vez que eles são, em algumas situações, empregados nas vigas mistas;
- realizar análises numéricas e experimentais na região de ligação do apoio interno, para a determinação da capacidade de rotação e redistribuição de momentos;
- realizar estudos do comportamento das vigas casteladas mistas em situação de incêndio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, L. M. P. DE. *Determinação do momento resistente à flambagem lateral com torção de vigas de aço celulares*. Dissertação de Mestrado – Centro de Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2011.
- AFEFY, H. M. E. D; ATTA, A. M.; TAHER, S. E. D. F. Behavior of Strengthened Composite Castellated Beams Pre-stressed with External Bars: Experimental Study. *Arab Journal Science Engineering*, 37:1521-1534, 2012.
- ALMEIDA, A. C. B. *Análise inelástica de pórticos planos considerando a plasticidade distribuída e o efeito das tensões residuais nos perfis estruturais de aço*. Dissertação de Mestrado – Centro de Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2006.
- AMARAL, T. V.; OLIVEIRA, J.P.S; CALENZANI, P.S.O.; FAKURY, R.H. Momento crítico elástico à flambagem lateral com distorção de vigas mistas de aço e concreto. *XXXVII Iberian Latin American Congress in Computational Methods in Engineering*. Brasília-DF, CILAMCE 2016.
- ANSYS, INC. *Release 19.0 technology demonstration guide*. Canonsburg [s.n.], 2019.
- ARCELORMITTAL. *Angelina Beams – A New Generations of castellated*. Página da web: <http://sections.arcelormittal.com/library>, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. *NBR 5884: Perfil I estrutural de aço soldado por arco elétrico - especificação*. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. *NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – procedimentos*. Rio de Janeiro, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. *NBR 8800: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios*. Rio de Janeiro, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. *NBR 14762: Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio*. Rio de Janeiro, 2010.
- AYMONE, J.L.F. *Remanejamento de malhas em problemas tridimensionais de grandes deformações*. Tese de doutorado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.
- BADKE NETO, A. *Estudo de Metodologias para o Dimensionamento de Vigas de Aço e Vigas Mistas de Aço e Concreto com Perfis Celulares*. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Civil – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2015.
- BEEDLE, L. S.; TALL, L. Basic column strength. Original manuscript for "Basic Column Strength". *Proc. ASCE*, v. 86 (ST7), p. 139, Fritz Laboratory Reports, Paper 1507, 1960.

BELLON, F. G. *Análise da capacidade de plastificação de vigas casteladas de aço sujeitas a flexão simples*. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Civil – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2021.

BEZERRA, E. M.; FAKURY, R. H.; SILVA, A. L. R. C.; CALDAS, R. B. Bending Moment Resistance for Lateral Torsional Buckling of Castellated Steel Beams, *XXXIV Jornadas Sudamericanas de Ingeniería Estructural*, San Juan, Argentina, 2011.

BIHINA, G.; ZHAO, B.; BOUCHAIR, A. Behaviour of composite steel-concrete cellular beams in fire. *Engineering Structures*, 56 (2013) 2217-2228, 2013.

CALENZANI, A.F.G. *Proposição de procedimento para a determinação da rigidez rotacional de vigas mistas contínuas e semicontínuas com perfis de alma senoidal*. Tese de doutorado – Centro de Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2008.

CALENZANI, A. F. G.; FAKURY, R. H.; PAULA, F. A.; RODRIGUES, F. C.; QUEIROZ, G. Rotational stiffness of continuous composite beams with sinusoidal-web profiles for torsional buckling. *Journal of Construction Steel Research*. N. 79, p. 22-33, 2012.

CHEN, S. *Instability of composite beams in hogging bending*. Tese de doutorado – Departamento de Engenharia, Universidade de Warwick, U.K, 1992.

CHEN, S.; LIMAZIE, T.; TAN, J. Flexural behavior of shallow cellular composite floor beams with innovative shear connections. *J. of Construct. Steel Research*, 106 (2015) 329-346, 2015.

CHEN, S.; WANG, X. Finite element analysis of distortional lateral buckling of continuous composite beams with transverse web stiffeners. *Advances in Structural Engineering*. Vol. 15, nº 9, p. 1067-1616, 2012.

CONTAMINE, R.; SI-LARBI, A.; THAN, N.Q.; HAMELIN, P. Numerical modelling of reinforced concrete beams under shear stress with and without external textile-reinforced concrete reinforcement. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, v. 30, n. 15, p. 1293-1303, 2011.

DEKKER, N. W.; KEMP, A. R.; TRINCHERO, P. Factors Influencing the Strength of Continuous Composite Beams in Negative Bending. *Journal of Construction Steel Research*, n. 34, p. 161-185, 1995.

DEMIRDJIAN, S. *Stability of castellated beam webs*. Thesis (Master) - McGill University. Montreal, 1999.

DIAS, J. V. F. *Determinação do momento crítico elástico à flambagem lateral com distorção de vigas mistas contínuas e semicontínuas*. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia de Estruturas – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2018.

DIAS, J. V. F.; OLIVEIRA, J. P. S.; CALENZANI, A. F. G.; FAKURY, R. H. Elastic critical moment of lateral-distortional buckling of steel-concrete composite beams under uniform hogging moment. *Int. J. of Struct. Stability and Dynamics*. Vol. 19, n. 7 (2019) 1950079 (17 p.). DOI: 10.1142/S0219455419500792.

DIETRICH, M. Z.; CALENZANI, A. F. G.; OLIVEIRA, J. P. S.; FAKURY, R. H. Estudo da rigidez rotacional de vigas mistas de aço e concreto contínuas com laje de concreto armado. *Revista Sul-Americana de Engenharia Estrutural*, v. 14, n. 3, p. 31-55, 2017.

DUJMOVIC, D.; ANDROIC, B.; LUKACEVIC, I. *Composite structures according to Eurocode 4: worked examples*. 1 ed., Berlim, Alemanha: Wilhelm Emst & Sohn, 890p., 2015.

ELLINGWOOD, B.; MACGREGOR, J. G.; GALAMBOS, T. V.; e CORNELL, C. A. Development of a Probability Based Load Criterion for American National Standard A58. *National Bureau of Standards*, 577p, 1980.

ERDAL F. *Ultimate load capacity of optimally designed cellular beams*. PhD Thesis – Graduate School of Natural and Applied Sciences - Middle East Technical University, 2011.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION - EN 1990:2002. *Eurocode: Basis of structural design*. Brussels, 2001.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION - ENV 1994-1-1:1992. *Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures: general rules and rules for buildings*. Brussels, 1991.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION - EN 1994-1-1:2004. *Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures: general rules and rules for buildings*. Brussels, 2004.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION - EN 1993-1-1:2005. *Eurocode 3: Design of steel structure. Part 1-1: general rules and rules for buildings*. Brussels, 2005.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION - EN 1993-1-5:2006. *Eurocode 3: Design of steel structure. Part 1-5: plated structural elements*. Brussels, 2006.

FAN, C. K. R. *Buckling in continuous composite beams*. Tese de doutorado – Departamento de Engenharia, Universidade de Warwick, U.K, 1990.

FERRARI, J. A. *Simulação numérica do comportamento estrutural de vigas alveolares mistas de aço*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Brasil, 2013.

FERREIRA, A. D. M.; MOTTA, R. S.; AFONSO, S. M. B; WILLMERSDORF, R. B.; LYRA, P. R. M.; BENJAMIN, A. C.; ANDRADE, E. Q. Estudo de convergência de malhas para a análise de dutos com defeitos obtidos através da inspeção de dados de campo. *Asociación Argentina de Mecánica Computacional*, Buenos Aires, Argentina, p. 7725-7739, 2010.

FERREIRA, F. P. V.; MARTINS, C. H.; NARDIN, S. Assessment of web post buckling resistance in steel-concrete composite cellular beams. *Thin-Walled Structures*, n°158 (2021) 106969, 23 p, 2021a. DOI: 10.1016/j.tws.2020.106969.

FERREIRA, F. P. V.; MARTINS, C. H.; NARDIN, S. Sensitivity analysis of composite cellular beams to constitutive material models and concrete fracture. *Int. J. of Structural Stability and Dynamics*, vol.21, n° 1 (2021) 20150008, 36 p, 2021b. DOI: 10.1142/S021945542150085.

FERREIRA, F. P. V.; MARTINS, C. H.; TSAVDARIDIS, K. D.; NARDIN, S. Buckling and Post-Buckling Analyses of Composite Cellular Beams. *Composite Structures*, 25 p, 2021c. DOI: 10.1016/j.compstruct.2021.113616.

- FRANS, R.; PARUNG, H.; MUHIDDIN, A. B.; IRMAWATY, R. Finite Element Modelling of Composite Castellated Beams. *MATEC Web of Conferences* 138, 02009, EACEF, 2017.
- FREITAS, M. S. R.; CASTANHEIRA, A. M.; FREITAS, A. M. S. Reliability of steel beams designed by Brazilian code NBR 8800. *Revista Escola de Minas*, 60(2): 261-269, 2007.
- GALAMBOS, A. R.; HOSAIN, M. U.; SPEIRS, W. G. Optimum expansion ratio of castellated steel beams. *Engineering Optimization* 1, p. 213-225, 1975.
- GATTESCO, N.; FRAGIACOMO, M.; MACORINI, L. 2010. Moment redistribution in continuous steel-concrete composite beams with compact cross section. *J. of Struct. Engineering*, Vol. 136, n. 2, 2010. DOI: 10.1061/ASCEST.1943-541X.0000098.
- GOMES, A. B. *Resistência à compressão de perfis H laminados de abas paralelas*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais, 2006.
- GONÇALVES, A. B. *Modelo analítico para dimensionamento de vigas alveolares mistas de Ali e Concreto*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Brasil, 2015.
- GRILO, L. F. *Formulação para determinação da força cortante resistente de flambagem do montante de alma em vigas celulares de aço*. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas, EE/UFMG. Belo Horizonte, Minas Gerais, 2018.
- GRILO, L. F.; FAKURY, R. H.; CASTRO E SILVA, A. L. R. DE; VERÍSSIMO, G. Design procedure for the web-post buckling of steel cellular beams, *J. Constr. Steel Res.* n.148 (2018) 525–541, 2018. DOI: 10.1016/j.jcsr.2018.06.020.
- GRUMBAUER, B. V. 2018. Disponível em <http://www.grunbauer.nl/>. Acessado em: janeiro de 2019.
- HANSWILLE, G. Lateral torsional buckling of composite beams: comparison of more accurate method with Eurocode 4. *Composite Construction in Steel and Concrete IV*, p.105-116, 2002.
- HANSWILLE, G.; LINDNER, J.; & MÜNICH, D. *Lateral torsional buckling of composite beams* (em alemão). *Stahlbau*, v. 67, pp. 525-535, 1998.
- HARTONO, W.; CHIEW, S. P. Composite Behaviour of Half Castellated Beam with Concrete Slab. *Proc.: International Conference on Advances in Steel Structures*. Vol. 1. New York: Pergamon. P. 437-442, 1996.
- HOFFMAN, R.; DINEHART D.; GROSS S.; YOST J. *Analysis of stress distribution and failure behavior of cellular beams*. Proc. of the ANSYS Conference, 2006.
- HOSAIN, M. U.; SPEIRS, W. G. Experiments on castellated steel beams. *J. American Welding Society*, Welding Research Supplement, 52:8, p. 329-342, 1973.
- ISMAIL, R. E. S; FAHMY, A. S.; TAWFIK, N. M. Ultimate Behaviour of Composite Castellated Beams under Vertical Loads. *International Journal of Computer Applications*, Vol 108 – No. 5, p.40-46, 2014.
- JOHNSON, R. P. *Composite structures of steel and concrete: beams, slabs, columns and frames for buildings*. 3 ed. Warwick, U.K.: Blackwell, 250p, 2004.

- JOHNSON, R. P.; ANDERSON, D. Designer's guide to EN 1994-1-1 Eurocode 4: design of composite steel and concrete structures. Part 1.1: General rules and rules for buildings. 1 ed. Londres: *Thomas Telford Publishing*, 235p., 2004.
- JOHNSON, R. P.; MOLENSTRA, N. Strength and stiffness of shear connections for discrete Uframe action in composite plate girders. *Structural Engineer*, v.68, n. 19/2, p. 386-392, 1990.
- KERDAL, D.; NETHERCOT D. A. Failure modes for castellated beams. *J. of Construct. Steel Research* 4, 295-315, 1984.
- LAWSON, R. M.; LIM, J.; HICKS, S. J.; SIMMS, W. I. Design of composite asymmetric cellular beams and beams with large web openings. *J. Construct. Steel Research*, 62 (2006) 614-629.
- LI, L.; LIAO, W.; WANG, J.; ZHOU, D. Behavior of Continuous Steel-concrete Composite Beams with Web Openings. *International Journal of Steel Structures*, 15(4): 989-997, 2015.
- MEGHARIEF, J. D. *Behavior of Composite Castellated Beams*. Tese de doutorado – Departamento de Engenharia Civil e Mecânica Aplicada, Universidade de McGill, Montreal, Canada, 1997.
- NARDIN, S. DE; DEBS. A. El. State of the art of steel-concrete composite structures in Brazil. *Proc. Institute of Civil Engineers*. V. 166 CE6, p. 20–27, 2013.
- NERY, L. S.; DIAS, J. V. F.; CALDAS, R. B.; FAKURY, R. H. Elastic critical moment of lateral-distortional buckling of steel-concrete composite beams under non-uniform hogging moment. *Proc. of the 2021 Int. Congress on Struct. Integrity and Maintenance (SIM2021)*, 2021.
- NEVES, P. A. C. *Avaliação do desempenho estrutural de perfis castelados de aço sob compressão axial*. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Civil – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 2018.
- NOGUEIRA, C. G.; LEONEL, E. D.; VENTURINI, W. S. Modelos para análise não-linear de estruturas em concreto armado usando o método dos elementos finitos. *Novo Simpósio de Mecânica Computacional*, São João Del Rei, Minas Gerais, p.1-9, 2010.
- NSEIR J.; LO M.; SONCK D.; SOMJA H.; VASSART O.; BOISSONNADE N. Lateral torsional buckling of cellular steel beams. *Proc. of the Annual Stability Conference – Struct. Stability Research Council - Grapevine, Texas*, p. 18-21, April 2012.
- OLIVEIRA, J. P. S.; CALENZANI, A. F. G.; FAKURY, R. H.; FERREIRA, W. G. Elastic critical moment of continuous composite beams with a sinusoidal-web profile for lateral-torsional buckling. *Engineering Structures*, n. 113, p. 121-132, 2016.
- OLIVEIRA, J. P. S. *Nova proposição para verificação do estado-limite de flambagem lateral com distorção de vigas mistas de aço e concreto*. Tese de Doutorado – Departamento de Engenharia de Estruturas – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2018.
- PANEDPOJAMAN, P.; THEPCHATRI, T., LIMKATANYU, S. Novel design equations for shear strength of local web-post buckling in cellular beams. *Thin-Walled Struct.* 76 (2014) 92–104, 2014. DOI: 10.1016/j.tws.2013.11.007.

- PIASSI, A. D., DIAS, J. V.; CALENZANI, A. F. G.; MENANDRO, F. C. C. Lateral distortional buckling of cellular composite-beams. *Revista Ibracon de Estruturas e Materiais*, Vol. 11, nº 2, p. 331-356, 2018.
- QUEIROZ, G.; PIMENTA, R. J.; MATA, L. A. C. 2001. *Elementos das estruturas mistas de aço-concreto*. O Lutador, 3 ed. Belo Horizonte, Minas Gerais, 332p, 2001.
- QUEIROZ, F. D.; VELLASCO, P. C. G. S.; NETHERCOT, D. A. Finite element modelling of composite beams with full and partial shear connection. *J. of Constructional Steel Research* 63 (2007) 505-521, 2006.
- ROIK, K.; HANSWILLE, G.; KINA, J. *Solution for the lateral torsional buckling problem of composite beams* (em alemão). *Stahlbau*, n.59, p.327-332, 1990.
- ROSSI, A.; NICOLETTI, R. S.; SOUZA, A. S. C.; MARTINS, C. H. Lateral distortional buckling in steel-concrete composite beams: A review. *Structures*, 27 (2020) 1299-1312, 2020.
- SANTOS, D. M.; STUCCHI, F. R.; BECK, A. T. Reliability of beams designed in accordance with Brazilian codes. *Revista Ibracon de estruturas e materiais*, vol 7, number 5, 723-746, 2014.
- SAKIYAMA, E. K. H. *Estudo numérico-experimental da flambagem do montante de alma por cisalhamento em vigas casteladas soldadas*. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Civil – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 2018.
- SALAH, W.; GIZEJOWSKI, M. A. Numerical modelling of composite castellated beams. *International Conference on Composite Construction in Steel and Concrete*, VI, 554 – 565, 2008a.
- SALAH, W.; GIZEJOWSKI, M. A. Restrained distortion buckling of composite beams – FE modelling of the behaviour of steel-concrete beams in the hogging moment region. *Proc. Eurosteel Conference*, Graz, Austria, 1629–1634, 2008b.
- SALAH, W.; GIZEJOWSKI, M. A. Stability and ductility of castellated composite beams subject to hogging bending. *Stability and Ductility Steel Structures*, 2010, Rio de Janeiro, Brasil, 839–846, 2010a.
- SALAH, W.; GIZEJOWSKI, M. A. Restraint distortional buckling strength of steel-concrete composite beams - A review of current practice and new developments, in *Modern Building Materials. Structures and Techniques*, Vilnius, Lithuania, 604–612, 2010b.
- SILVA, C. C. *Estudo da influência da distorção da alma no momento crítico elástico de flambagem lateral com torção de vigas de aço de alma não esbelta com seção I*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil, 2017.
- SILVA, C. C.; FAKURY, R. H.; CASTRO E SILVA, A. L. R. Análise numérica da influência da distorção da alma na flambagem lateral com torção de perfis I. *Revista da Estrutura de Aço*, 6, pp. 66-85, 2017.
- SILVA, C. C.; CALDAS, R. B. Factors influence at the elastic critical moment of lateral distortional buckling of composite castellated beams. *Cilamce 2019*. Proc. XL Ibero-Latin American Congress on Computational Methods in Engineering, ABMEC, Natal/RN, Brazil, November 11-14, 2019.

SILVEIRA, E. G. *Avaliação do comportamento de vigas alveolares de aço com ênfase nos modos de colapso por plastificação*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Brasil, 2011.

SONCK, D. *Global buckling of castellated and cellular steel beams and columns*. PhD Thesis -Department of Structural Engineering - Ghent University, Belgium, 2013.

SONCK, D.; VAN IMPE, R.; BELIS, J. Experimental investigation of residual stresses in steel cellular and castellated members. *Construction and Building Materials*, v. 54, p. 512- 519, 2014.

SONCK, D.; BELIS, J. Lateral-torsional buckling resistance of cellular beams. *J. of Constructional Steel Research*, v. 105, p. 119-128, 2015.

SONCK, D.; BELIS, J. Weak-axis flexural buckling of cellular and castellated columns. *J. of Constructional Steel Research*, v. 124, p. 91-100, 2016.

TEIXEIRA, F. B. *Análise numérica de vigas alveolares*. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia de Estruturas – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2017.

TIMOSHENKO, S. P.; GERE, J. M. *Theory of elastic stability*. 2 ed. Nova Iorque, McGraw-Hill Book Co., 541p, 1961.

TSAVDARIDIS, K. D.; MELLO, C. D. Web buckling study of the behaviour and strength of perforated steel beams with different novel web opening shapes, *J. Constr. Steel Res.* N.67 (2011) 1605–1620, 2011. DOI: 10.1016/j.jcsr.2011.04.004.

VALENTE, M. T. *Análise numérica do comportamento estrutural de vigas casteladas de aço em situação de incêndio com ênfase nos modos de falha por plastificação*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Brasil, 2018.

VIEIRA W. B. *Simulação numérica do comportamento estrutural de vigas casteladas de aço com ênfase na flambagem do montante de alma*. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2011.

VIEIRA, W. B. *Estudo numérico-experimental da flambagem do montante de alma em vigas casteladas de aço*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2015.

WANG, A. J. Numerically integrated analysis and design of continuous composite beams. *Australian Journal of Structural Engineering*, Vol. 15. Nº 2, p.203-220, 2014.

WARREN, J. *Ultimate load and deflection behaviour of cellular beams*. Master Thesis – School of Civil Engineering, Surveying and Construction - University of Natal, 2001.

YE, J. H.; CHEN, W. Elastic restrained distortional buckling of steel-concrete composite beams based on elastically supported column method. *International J. of Structural Stability and Dynamics*, v. 13, n.1, p. 1350001 p. 1-29, 2013.

YOUNG, B. W. Residual Stresses in Hot Rolled Members. *Lecturer in Structural Engineering*, University of Sussex, England, 1975.

ZAAROUR, W.; REDWOOD, R. Web buckling in thin-webbed castellated beams; *J. of Structural Engineering*, Vol.122, n.8; paper 11030, 1996.

ZHOU, W. B.; JIANG, L. Z.; LI, S. J.; KONG, F. Elastic distortional buckling analysis of I-steel concrete composite beam considering shear deformation. *International J. of Structural Stability and Dynamics*, v. 16, 1550045, p.1-22, 2015.

ZHOU, W. B.; LI, S. J.; YAN, W. J. Practical formulas towards distortional buckling failure analysis for steel-concrete composite beams. *The Structural Design of Tall and Special Buildings*, p. 1-18, 2016.

ZHOU, W. B.; YAN, W. J. Refined nonlinear finite element modelling towards ultimate bending moment calculation for concrete composite beams under negative moment. *Thin-Walled Structures*, 116, p. 201-211, 2017.

A

MODELOS NUMÉRICOS DA RIGIDEZ DA ALMA

Tabela A.1 – Modelos numéricos da rigidez da alma para o padrão Anglo-Saxão.

Modelo	h_0 (mm)	h_0/t_w	n° aberturas	$k_{2,an,cheia}$ (kN.m/m)	$\delta_{2,num}$ (m)	$k_{2,num,cast}$ (kN.m/m)	$k_{2,num,cast}/k_{2,an,cheia}$	$k_{2,cast}$ (kN.m/m)	$k_{2,cast}/k_{2,num,cast}$
AS1	300	20	5	618,1	2,40E-04	325,09	0,53	326,06	1,00
AS2	300	20	7	618,1	1,75E-04	322,53	0,52	326,06	1,01
AS3	300	20	9	618,1	1,37E-04	322,73	0,52	326,06	1,01
AS4	300	20	11	618,1	1,13E-04	321,60	0,52	326,06	1,01
AS5	300	20	13	618,1	9,59E-05	321,67	0,52	326,06	1,01
AS6	300	20	15	618,1	8,30E-05	322,86	0,52	326,06	1,01
AS7	300	20	17	618,1	7,34E-05	322,71	0,52	326,06	1,01
AS8	300	20	19	618,1	6,53E-05	325,02	0,53	326,06	1,00
AS9	300	20	21	618,1	5,95E-05	323,10	0,52	326,06	1,01
AS10	300	40	5	77,3	1,90E-03	41,17	0,53	40,76	0,99
AS11	300	40	7	77,3	1,38E-03	40,81	0,53	40,76	1,00
AS12	300	40	9	77,3	1,09E-03	40,68	0,53	40,76	1,00
AS13	300	40	11	77,3	8,94E-04	40,65	0,53	40,76	1,00
AS14	300	40	13	77,3	7,60E-04	40,59	0,53	40,76	1,00
AS15	300	40	15	77,3	6,58E-04	40,73	0,53	40,76	1,00
AS16	300	40	17	77,3	5,82E-04	40,70	0,53	40,76	1,00
AS17	300	40	19	77,3	5,17E-04	41,05	0,53	40,76	0,99
AS18	300	40	21	77,3	4,72E-04	40,73	0,53	40,76	1,00
AS19	300	60	5	22,9	6,37E-03	12,24	0,53	12,08	0,99
AS20	300	60	7	22,9	4,65E-03	12,13	0,53	12,08	1,00
AS21	300	60	9	22,9	3,66E-03	12,08	0,53	12,08	1,00
AS22	300	60	11	22,9	3,01E-03	12,07	0,53	12,08	1,00
AS23	300	60	13	22,9	2,56E-03	12,05	0,53	12,08	1,00
AS24	300	60	15	22,9	2,22E-03	12,10	0,53	12,08	1,00
AS25	300	60	17	22,9	1,96E-03	12,09	0,53	12,08	1,00
AS26	300	60	19	22,9	1,74E-03	12,18	0,53	12,08	0,99
AS27	300	60	21	22,9	1,59E-03	12,10	0,53	12,08	1,00
AS28	300	80	5	9,7	1,51E-02	5,17	0,54	5,09	0,98
AS29	300	80	7	9,7	1,10E-02	5,13	0,53	5,09	0,99
AS30	300	80	9	9,7	8,66E-03	5,10	0,53	5,09	1,00
AS31	300	80	11	9,7	7,13E-03	5,10	0,53	5,09	1,00
AS32	300	80	13	9,7	6,06E-03	5,09	0,53	5,09	1,00
AS33	300	80	15	9,7	5,25E-03	5,11	0,53	5,09	1,00
AS34	300	80	17	9,7	4,64E-03	5,10	0,53	5,09	1,00
AS35	300	80	19	9,7	4,13E-03	5,15	0,53	5,09	0,99
AS36	300	80	21	9,7	3,76E-03	5,11	0,53	5,09	1,00

(continua)

Tabela A.1 – Modelos numéricos da rigidez da alma para o padrão Anglo-Saxão.

Modelo	h_0 (mm)	h_0/t_w	n° aberturas	$k_{2,an,cheia}$ (kN.m/m)	$\delta_{2,num}$ (m)	$k_{2,num,cast}$ (kN.m/m)	$k_{2,num,cast}/k_{2,an,cheia}$	$k_{2,cast}$ (kN.m/m)	$k_{2,cast}/k_{2,num,cast}$
AS37	600	20	5	2472,5	1,20E-04	1300,34	0,53	1304,25	1,00
AS38	600	20	7	2472,5	8,75E-05	1290,12	0,52	1304,25	1,01
AS39	600	20	9	2472,5	6,87E-05	1287,17	0,52	1304,25	1,01
AS40	600	20	11	2472,5	5,65E-05	1286,41	0,52	1304,25	1,01
AS41	600	20	13	2472,5	4,79E-05	1288,01	0,52	1304,25	1,01
AS42	600	20	15	2472,5	4,15E-05	1291,44	0,52	1304,25	1,01
AS43	600	20	17	2472,5	3,67E-05	1290,85	0,52	1304,25	1,01
AS44	600	20	19	2472,5	3,26E-05	1302,07	0,53	1304,25	1,00
AS45	600	20	21	2472,5	2,96E-05	1298,95	0,53	1304,25	1,00
AS46	600	40	5	309,1	9,48E-04	164,60	0,53	163,03	0,99
AS47	600	40	7	309,1	6,91E-04	163,36	0,53	163,03	1,00
AS48	600	40	9	309,1	5,43E-04	162,85	0,53	163,03	1,00
AS49	600	40	11	309,1	4,47E-04	162,60	0,53	163,03	1,00
AS50	600	40	13	309,1	3,80E-04	162,36	0,53	163,03	1,00
AS51	600	40	15	309,1	3,29E-04	162,90	0,53	163,03	1,00
AS52	600	40	17	309,1	2,91E-04	162,80	0,53	163,03	1,00
AS53	600	40	19	309,1	2,58E-04	164,52	0,53	163,03	0,99
AS54	600	40	21	309,1	2,35E-04	163,61	0,53	163,03	1,00
AS55	600	60	5	91,6	3,19E-03	48,98	0,53	48,31	0,99
AS56	600	60	7	91,6	2,33E-03	48,53	0,53	48,31	1,00
AS57	600	60	9	91,6	1,83E-03	48,35	0,53	48,31	1,00
AS58	600	60	11	91,6	1,51E-03	48,29	0,53	48,31	1,00
AS59	600	60	13	91,6	1,28E-03	48,28	0,53	48,31	1,00
AS60	600	60	15	91,6	1,11E-03	48,37	0,53	48,31	1,00
AS61	600	60	17	91,6	9,79E-04	48,39	0,53	48,31	1,00
AS62	600	60	19	91,6	8,69E-04	48,85	0,53	48,31	0,99
AS63	600	60	21	91,6	7,91E-04	48,61	0,53	48,31	0,99
AS64	600	80	5	38,6	7,54E-03	20,70	0,54	20,38	0,98
AS65	600	80	7	38,6	5,51E-03	20,51	0,53	20,38	0,99
AS66	600	80	9	38,6	4,33E-03	20,42	0,53	20,38	1,00
AS67	600	80	11	38,6	3,56E-03	20,40	0,53	20,38	1,00
AS68	600	80	13	38,6	3,03E-03	20,38	0,53	20,38	1,00
AS69	600	80	15	38,6	2,63E-03	20,42	0,53	20,38	1,00
AS70	600	80	17	38,6	2,32E-03	20,42	0,53	20,38	1,00
AS71	600	80	19	38,6	2,06E-03	20,63	0,53	20,38	0,99
AS72	600	80	21	38,6	1,87E-03	20,53	0,53	20,38	0,99
AS73	900	20	5	5563,2	8,00E-05	2925,77	0,53	2934,57	1,00
AS74	900	20	7	5563,2	5,83E-05	2904,42	0,52	2934,57	1,01
AS75	900	20	9	5563,2	4,58E-05	2896,13	0,52	2934,57	1,01
AS76	900	20	11	5563,2	3,76E-05	2899,55	0,52	2934,57	1,01
AS77	900	20	13	5563,2	3,20E-05	2891,99	0,52	2934,57	1,01
AS78	900	20	15	5563,2	2,78E-05	2891,80	0,52	2934,57	1,01
AS79	900	20	17	5563,2	2,45E-05	2900,46	0,52	2934,57	1,01
AS80	900	20	19	5563,2	2,18E-05	2920,69	0,53	2934,57	1,00
AS81	900	20	21	5563,2	1,96E-05	2942,52	0,53	2934,57	1,00
AS82	900	40	5	695,4	6,32E-04	370,35	0,53	366,82	0,99
AS83	900	40	7	695,4	4,61E-04	367,31	0,53	366,82	1,00
AS84	900	40	9	695,4	3,62E-04	366,42	0,53	366,82	1,00
AS85	900	40	11	695,4	2,98E-04	365,85	0,53	366,82	1,00
AS86	900	40	13	695,4	2,53E-04	365,79	0,53	366,82	1,00

(continua)

Tabela A.1 – Modelos numéricos da rigidez da alma para o padrão Anglo-Saxão.

Modelo	h_0 (mm)	h_0/t_w	n° aberturas	$k_{2,an,cheia}$ (kN.m/m)	$\delta_{2,num}$ (m)	$k_{2,num,cast}$ (kN.m/m)	$k_{2,num,cast}/k_{2,an,cheia}$	$k_{2,cast}$ (kN.m/m)	$k_{2,cast}/k_{2,num,cast}$
AS87	900	40	15	695,4	2,20E-04	365,42	0,53	366,82	1,00
AS88	900	40	17	695,4	1,94E-04	366,29	0,53	366,82	1,00
AS89	900	40	19	695,4	1,73E-04	368,04	0,53	366,82	1,00
AS90	900	40	21	695,4	1,56E-04	369,70	0,53	366,82	0,99
AS91	900	60	5	206,0	2,12E-03	110,20	0,53	108,69	0,99
AS92	900	60	7	206,0	1,55E-03	109,17	0,53	108,69	1,00
AS93	900	60	9	206,0	1,22E-03	108,81	0,53	108,69	1,00
AS94	900	60	11	206,0	1,00E-03	108,70	0,53	108,69	1,00
AS95	900	60	13	206,0	8,53E-04	108,49	0,53	108,69	1,00
AS96	900	60	15	206,0	7,41E-04	108,49	0,53	108,69	1,00
AS97	900	60	17	206,0	6,53E-04	108,82	0,53	108,69	1,00
AS98	900	60	19	206,0	5,82E-04	109,40	0,53	108,69	0,99
AS99	900	60	21	206,0	5,26E-04	109,65	0,53	108,69	0,99
AS100	900	80	5	86,9	5,03E-03	46,56	0,54	45,85	0,98
AS101	900	80	7	86,9	3,67E-03	46,13	0,53	45,85	0,99
AS102	900	80	9	86,9	2,89E-03	45,94	0,53	45,85	1,00
AS103	900	80	11	86,9	2,37E-03	45,92	0,53	45,85	1,00
AS104	900	80	13	86,9	2,02E-03	45,84	0,53	45,85	1,00
AS105	900	80	15	86,9	1,76E-03	45,78	0,53	45,85	1,00
AS106	900	80	17	86,9	1,55E-03	45,93	0,53	45,85	1,00
AS107	900	80	19	86,9	1,38E-03	46,21	0,53	45,85	0,99
AS108	900	80	21	86,9	1,25E-03	46,32	0,53	45,85	0,99
AS109	1200	20	5	9890,1	6,00E-05	5201,37	0,53	5217,01	1,00
AS110	1200	20	7	9890,1	4,37E-05	5166,37	0,52	5217,01	1,01
AS111	1200	20	9	9890,1	3,43E-05	5156,18	0,52	5217,01	1,01
AS112	1200	20	11	9890,1	2,82E-05	5154,75	0,52	5217,01	1,01
AS113	1200	20	13	9890,1	2,40E-05	5141,31	0,52	5217,01	1,01
AS114	1200	20	15	9890,1	2,07E-05	5178,23	0,52	5217,01	1,01
AS115	1200	20	17	9890,1	1,83E-05	5177,50	0,52	5217,01	1,01
AS116	1200	20	19	9890,1	1,64E-05	5176,51	0,52	5217,01	1,01
AS117	1200	20	21	9890,1	1,49E-05	5160,92	0,52	5217,01	1,01
AS118	1200	40	5	1236,3	4,74E-04	658,40	0,53	652,13	0,99
AS119	1200	40	7	1236,3	3,46E-04	652,52	0,53	652,13	1,00
AS120	1200	40	9	1236,3	2,72E-04	650,21	0,53	652,13	1,00
AS121	1200	40	11	1236,3	2,24E-04	648,95	0,52	652,13	1,00
AS122	1200	40	13	1236,3	1,90E-04	649,43	0,53	652,13	1,00
AS123	1200	40	15	1236,3	1,64E-04	653,59	0,53	652,13	1,00
AS124	1200	40	17	1236,3	1,45E-04	653,44	0,53	652,13	1,00
AS125	1200	40	19	1236,3	1,30E-04	653,04	0,53	652,13	1,00
AS126	1200	40	21	1236,3	1,18E-04	651,68	0,53	652,13	1,00
AS127	1200	60	5	366,3	1,59E-03	195,91	0,53	193,22	0,99
AS128	1200	60	7	366,3	1,16E-03	194,13	0,53	193,22	1,00
AS129	1200	60	9	366,3	9,14E-04	193,50	0,53	193,22	1,00
AS130	1200	60	11	366,3	7,52E-04	193,30	0,53	193,22	1,00
AS131	1200	60	13	366,3	6,40E-04	192,80	0,53	193,22	1,00
AS132	1200	60	15	366,3	5,54E-04	193,48	0,53	193,22	1,00
AS133	1200	60	17	366,3	4,90E-04	193,36	0,53	193,22	1,00
AS134	1200	60	19	366,3	4,37E-04	194,27	0,53	193,22	0,99
AS135	1200	60	21	366,3	3,98E-04	193,21	0,53	193,22	1,00
AS136	1200	80	5	154,5	3,77E-03	82,76	0,54	81,52	0,98

(continua)

Tabela A.1 – Modelos numéricos da rigidez da alma para o padrão Anglo-Saxão.

Modelo	h_0 (mm)	h_0/t_w	n° aberturas	$k_{2,an,cheia}$ (kN.m/m)	$\delta_{2,num}$ (m)	$k_{2,num,cast}$ (kN.m/m)	$k_{2,num,cast}/$ $k_{2,an,cheia}$	$k_{2,cast}$ (kN.m/m)	$k_{2,cast}/$ $k_{2,num,cast}$
AS137	1200	80	7	154,5	2,75E-03	81,98	0,53	81,52	0,99
AS138	1200	80	9	154,5	2,17E-03	81,69	0,53	81,52	1,00
AS139	1200	80	11	154,5	1,78E-03	81,57	0,53	81,52	1,00
AS140	1200	80	13	154,5	1,52E-03	81,45	0,53	81,52	1,00
AS141	1200	80	15	154,5	1,31E-03	81,70	0,53	81,52	1,00
AS142	1200	80	17	154,5	1,16E-03	81,68	0,53	81,52	1,00
AS143	1200	80	19	154,5	1,04E-03	82,02	0,53	81,52	0,99
AS144	1200	80	21	154,5	9,42E-04	81,63	0,53	81,52	1,00
						Média	0,53	Média	1,00
							Coef. Variação		0,72%

Tabela A.2 – Modelos numéricos da rigidez da alma para o padrão Litzka.

Modelo	h_0 (mm)	h_0/t_w	n° aberturas	$k_{2,an,cheia}$ (kN.m/m)	$\delta_{2,num}$ (m)	$k_{2,num,cast}$ (kN.m/m)	$k_{2,num,cast}/k_{2,an,cheia}$	$k_{2,cast}$ (kN.m/m)	$k_{2,cast}/k_{2,num,cast}$
L1	300	20	5	618,1	1,43E-04	333,64	0,54	330,60	0,99
L2	300	20	7	618,1	1,05E-04	330,46	0,53	330,60	1,00
L3	300	20	9	618,1	8,32E-05	327,68	0,53	330,60	1,01
L4	300	20	11	618,1	6,86E-05	327,29	0,53	330,60	1,01
L5	300	20	13	618,1	5,84E-05	326,78	0,53	330,60	1,01
L6	300	20	15	618,1	5,07E-05	327,32	0,53	330,60	1,01
L7	300	20	17	618,1	4,46E-05	329,15	0,53	330,60	1,00
L8	300	20	19	618,1	4,01E-05	328,22	0,53	330,60	1,01
L9	300	20	21	618,1	3,60E-05	331,32	0,54	330,60	1,00
L10	300	40	5	77,3	1,14E-03	41,96	0,54	41,33	0,98
L11	300	40	7	77,3	8,37E-04	41,46	0,54	41,33	1,00
L12	300	40	9	77,3	6,62E-04	41,18	0,53	41,33	1,00
L13	300	40	11	77,3	5,45E-04	41,20	0,53	41,33	1,00
L14	300	40	13	77,3	4,64E-04	41,13	0,53	41,33	1,00
L15	300	40	15	77,3	4,04E-04	41,08	0,53	41,33	1,01
L16	300	40	17	77,3	3,56E-04	41,24	0,53	41,33	1,00
L17	300	40	19	77,3	3,19E-04	41,26	0,53	41,33	1,00
L18	300	40	21	77,3	2,86E-04	41,70	0,54	41,33	0,99
L19	300	60	5	22,9	3,83E-03	12,46	0,54	12,24	0,98
L20	300	60	7	22,9	2,82E-03	12,31	0,54	12,24	0,99
L21	300	60	9	22,9	2,23E-03	12,23	0,53	12,24	1,00
L22	300	60	11	22,9	1,84E-03	12,22	0,53	12,24	1,00
L23	300	60	13	22,9	1,57E-03	12,19	0,53	12,24	1,00
L24	300	60	15	22,9	1,36E-03	12,18	0,53	12,24	1,00
L25	300	60	17	22,9	1,20E-03	12,24	0,53	12,24	1,00
L26	300	60	19	22,9	1,08E-03	12,23	0,53	12,24	1,00
L27	300	60	21	22,9	9,65E-04	12,36	0,54	12,24	0,99
L28	300	80	5	9,7	9,07E-03	5,26	0,54	5,17	0,98
L29	300	80	7	9,7	6,68E-03	5,20	0,54	5,17	0,99
L30	300	80	9	9,7	5,28E-03	5,16	0,53	5,17	1,00
L31	300	80	11	9,7	4,35E-03	5,16	0,53	5,17	1,00
L32	300	80	13	9,7	3,71E-03	5,14	0,53	5,17	1,00
L33	300	80	15	9,7	3,23E-03	5,14	0,53	5,17	1,00
L34	300	80	17	9,7	2,84E-03	5,17	0,54	5,17	1,00
L35	300	80	19	9,7	2,55E-03	5,16	0,53	5,17	1,00
L36	300	80	21	9,7	2,29E-03	5,22	0,54	5,17	0,99
L37	600	20	5	2472,5	7,16E-05	1332,70	0,54	1322,41	0,99
L38	600	20	7	2472,5	5,27E-05	1316,83	0,53	1322,41	1,00
L39	600	20	9	2472,5	4,16E-05	1310,72	0,53	1322,41	1,01
L40	600	20	11	2472,5	3,43E-05	1309,15	0,53	1322,41	1,01
L41	600	20	13	2472,5	2,92E-05	1307,13	0,53	1322,41	1,01
L42	600	20	15	2472,5	2,54E-05	1306,68	0,53	1322,41	1,01
L43	600	20	17	2472,5	2,24E-05	1310,72	0,53	1322,41	1,01
L44	600	20	19	2472,5	2,01E-05	1309,60	0,53	1322,41	1,01
L45	600	20	21	2472,5	1,80E-05	1325,28	0,54	1322,41	1,00
L46	600	40	5	309,1	5,68E-04	167,99	0,54	165,30	0,98
L47	600	40	7	309,1	4,18E-04	166,02	0,54	165,30	1,00
L48	600	40	9	309,1	3,31E-04	164,73	0,53	165,30	1,00
L49	600	40	11	309,1	2,72E-04	165,09	0,53	165,30	1,00
L50	600	40	13	309,1	2,32E-04	164,52	0,53	165,30	1,00

(continua)

Tabela A.2 – Modelos numéricos da rigidez da alma para o padrão Litzka.

Modelo	h_0 (mm)	h_0/t_w	n° aberturas	$k_{2,an,cheia}$ (kN.m/m)	$\delta_{2,num}$ (m)	$k_{2,num,cast}$ (kN.m/m)	$k_{2,num,cast}/k_{2,an,cheia}$	$k_{2,cast}$ (kN.m/m)	$k_{2,cast}/k_{2,num,cast}$
L51	600	40	15	309,1	2,02E-04	164,31	0,53	165,30	1,01
L52	600	40	17	309,1	1,78E-04	164,94	0,53	165,30	1,00
L53	600	40	19	309,1	1,60E-04	164,52	0,53	165,30	1,00
L54	600	40	21	309,1	1,43E-04	166,82	0,54	165,30	0,99
L55	600	60	5	91,6	1,92E-03	49,83	0,54	48,98	0,98
L56	600	60	7	91,6	1,41E-03	49,22	0,54	48,98	1,00
L57	600	60	9	91,6	1,12E-03	48,90	0,53	48,98	1,00
L58	600	60	11	91,6	9,18E-04	48,91	0,53	48,98	1,00
L59	600	60	13	91,6	7,83E-04	48,75	0,53	48,98	1,00
L60	600	60	15	91,6	6,81E-04	48,74	0,53	48,98	1,00
L61	600	60	17	91,6	6,00E-04	48,93	0,53	48,98	1,00
L62	600	60	19	91,6	5,39E-04	48,84	0,53	48,98	1,00
L63	600	60	21	91,6	4,83E-04	49,39	0,54	48,98	0,99
L64	600	80	5	38,6	4,54E-03	21,04	0,54	20,66	0,98
L65	600	80	7	38,6	3,34E-03	20,78	0,54	20,66	0,99
L66	600	80	9	38,6	2,64E-03	20,65	0,53	20,66	1,00
L67	600	80	11	38,6	2,17E-03	20,65	0,53	20,66	1,00
L68	600	80	13	38,6	1,86E-03	20,56	0,53	20,66	1,00
L69	600	80	15	38,6	1,61E-03	20,56	0,53	20,66	1,00
L70	600	80	17	38,6	1,42E-03	20,63	0,53	20,66	1,00
L71	600	80	19	38,6	1,28E-03	20,61	0,53	20,66	1,00
L72	600	80	21	38,6	1,14E-03	20,85	0,54	20,66	0,99
L73	900	20	5	5563,2	4,77E-05	3000,66	0,54	2975,42	0,99
L74	900	20	7	5563,2	3,51E-05	2965,68	0,53	2975,42	1,00
L75	900	20	9	5563,2	2,77E-05	2952,68	0,53	2975,42	1,01
L76	900	20	11	5563,2	2,29E-05	2941,30	0,53	2975,42	1,01
L77	900	20	13	5563,2	1,94E-05	2951,15	0,53	2975,42	1,01
L78	900	20	15	5563,2	1,69E-05	2945,84	0,53	2975,42	1,01
L79	900	20	17	5563,2	1,49E-05	2955,72	0,53	2975,42	1,01
L80	900	20	19	5563,2	1,34E-05	2946,59	0,53	2975,42	1,01
L81	900	20	21	5563,2	1,20E-05	2981,89	0,54	2975,42	1,00
L82	900	40	5	695,4	3,79E-04	377,66	0,54	371,93	0,98
L83	900	40	7	695,4	2,79E-04	373,10	0,54	371,93	1,00
L84	900	40	9	695,4	2,20E-04	371,77	0,53	371,93	1,00
L85	900	40	11	695,4	1,82E-04	370,09	0,53	371,93	1,00
L86	900	40	13	695,4	1,55E-04	369,37	0,53	371,93	1,01
L87	900	40	15	695,4	1,34E-04	371,53	0,53	371,93	1,00
L88	900	40	17	695,4	1,19E-04	370,09	0,53	371,93	1,00
L89	900	40	19	695,4	1,06E-04	372,49	0,54	371,93	1,00
L90	900	40	21	695,4	9,57E-05	373,90	0,54	371,93	0,99
L91	900	60	5	206,0	1,28E-03	112,08	0,54	110,20	0,98
L92	900	60	7	206,0	9,40E-04	110,74	0,54	110,20	1,00
L93	900	60	9	206,0	7,43E-04	110,08	0,53	110,20	1,00
L94	900	60	11	206,0	6,12E-04	110,06	0,53	110,20	1,00
L95	900	60	13	206,0	5,22E-04	109,68	0,53	110,20	1,00
L96	900	60	15	206,0	4,53E-04	109,90	0,53	110,20	1,00
L97	900	60	17	206,0	4,00E-04	110,10	0,53	110,20	1,00
L98	900	60	19	206,0	3,59E-04	109,98	0,53	110,20	1,00
L99	900	60	21	206,0	3,22E-04	111,13	0,54	110,20	0,99

(continua)

Tabela A.2 – Modelos numéricos da rigidez da alma para o padrão Litzka.

Modelo	h_0 (mm)	h_0/t_w	n° aberturas	$k_{2,an,cheia}$ (kN.m/m)	$\delta_{2,num}$ (m)	$k_{2,num,cast}$ (kN.m/m)	$k_{2,num,cast}/k_{2,an,cheia}$	$k_{2,cast}$ (kN.m/m)	$k_{2,cast}/k_{2,num,cast}$
L100	900	80	5	86,9	3,02E-03	47,33	0,54	46,49	0,98
L101	900	80	7	86,9	2,23E-03	46,76	0,54	46,49	0,99
L102	900	80	9	86,9	1,76E-03	46,47	0,53	46,49	1,00
L103	900	80	11	86,9	1,45E-03	46,45	0,53	46,49	1,00
L104	900	80	13	86,9	1,24E-03	46,32	0,53	46,49	1,00
L105	900	80	15	86,9	1,07E-03	46,35	0,53	46,49	1,00
L106	900	80	17	86,9	9,47E-04	46,50	0,54	46,49	1,00
L107	900	80	19	86,9	8,51E-04	46,40	0,53	46,49	1,00
L108	900	80	21	86,9	7,64E-04	46,84	0,54	46,49	0,99
L109	1200	20	5	9890,1	3,58E-05	5330,78	0,54	5289,64	0,99
L110	1200	20	7	9890,1	2,63E-05	5277,33	0,53	5289,64	1,00
L111	1200	20	9	9890,1	2,08E-05	5242,90	0,53	5289,64	1,01
L112	1200	20	11	9890,1	1,71E-05	5251,91	0,53	5289,64	1,01
L113	1200	20	13	9890,1	1,46E-05	5228,52	0,53	5289,64	1,01
L114	1200	20	15	9890,1	1,27E-05	5226,73	0,53	5289,64	1,01
L115	1200	20	17	9890,1	1,12E-05	5242,89	0,53	5289,64	1,01
L116	1200	20	19	9890,1	1,00E-05	5264,58	0,53	5289,64	1,00
L117	1200	20	21	9890,1	9,01E-06	5295,25	0,54	5289,64	1,00
L118	1200	40	5	1236,3	2,84E-04	671,98	0,54	661,21	0,98
L119	1200	40	7	1236,3	2,09E-04	664,09	0,54	661,21	1,00
L120	1200	40	9	1236,3	1,65E-04	660,92	0,53	661,21	1,00
L121	1200	40	11	1236,3	1,36E-04	660,35	0,53	661,21	1,00
L122	1200	40	13	1236,3	1,16E-04	658,07	0,53	661,21	1,00
L123	1200	40	15	1236,3	1,01E-04	657,22	0,53	661,21	1,01
L124	1200	40	17	1236,3	8,89E-05	660,52	0,53	661,21	1,00
L125	1200	40	19	1236,3	7,97E-05	660,55	0,53	661,21	1,00
L126	1200	40	21	1236,3	7,17E-05	665,41	0,54	661,21	0,99
L127	1200	60	5	366,3	9,57E-04	199,42	0,54	195,91	0,98
L128	1200	60	7	366,3	7,05E-04	196,87	0,54	195,91	1,00
L129	1200	60	9	366,3	5,57E-04	195,78	0,53	195,91	1,00
L130	1200	60	11	366,3	4,59E-04	195,66	0,53	195,91	1,00
L131	1200	60	13	366,3	3,91E-04	195,23	0,53	195,91	1,00
L132	1200	60	15	366,3	3,40E-04	195,23	0,53	195,91	1,00
L133	1200	60	17	366,3	3,00E-04	195,73	0,53	195,91	1,00
L134	1200	60	19	366,3	2,69E-04	195,71	0,53	195,91	1,00
L135	1200	60	21	366,3	2,42E-04	197,15	0,54	195,91	0,99
L136	1200	80	5	154,5	2,27E-03	84,15	0,54	82,65	0,98
L137	1200	80	7	154,5	1,67E-03	83,11	0,54	82,65	0,99
L138	1200	80	9	154,5	1,32E-03	82,62	0,53	82,65	1,00
L139	1200	80	11	154,5	1,09E-03	82,54	0,53	82,65	1,00
L140	1200	80	13	154,5	9,27E-04	82,35	0,53	82,65	1,00
L141	1200	80	15	154,5	8,06E-04	82,36	0,53	82,65	1,00
L142	1200	80	17	154,5	7,10E-04	82,70	0,54	82,65	1,00
L143	1200	80	19	154,5	6,37E-04	82,65	0,53	82,65	1,00
L144	1200	80	21	154,5	5,72E-04	83,41	0,54	82,65	0,99
						Média	0,53	Média	1,00
							Coef. Variação		0,73%

Tabela A.3 – Modelos numéricos da rigidez da alma para o padrão Peiner.

Modelo	h_0 (mm)	h_0/t_w	n° aberturas	$k_{2,an,cheia}$ (kN.m/m)	$\delta_{2,num}$ (m)	$k_{2,num,cast}$ (kN.m/m)	$k_{2,num,cast}/k_{2,an,cheia}$	$k_{2,cast}$ (kN.m/m)	$k_{2,cast}/k_{2,num,cast}$
P1	300	20	5	618,1	1,63E-04	334,82	0,55	334,82	0,99
P2	300	20	7	618,1	1,20E-04	334,82	0,54	334,82	1,00
P3	300	20	9	618,1	9,47E-05	334,82	0,54	334,82	1,01
P4	300	20	11	618,1	7,83E-05	334,82	0,54	334,82	1,01
P5	300	20	13	618,1	6,66E-05	334,82	0,54	334,82	1,01
P6	300	20	15	618,1	5,78E-05	334,82	0,54	334,82	1,01
P7	300	20	17	618,1	5,12E-05	334,82	0,54	334,82	1,01
P8	300	20	19	618,1	4,56E-05	334,82	0,54	334,82	1,00
P9	300	20	21	618,1	4,12E-05	334,82	0,54	334,82	1,00
P10	300	40	5	77,3	1,30E-03	41,85	0,55	41,85	0,98
P11	300	40	7	77,3	9,54E-04	41,85	0,54	41,85	1,00
P12	300	40	9	77,3	7,53E-04	41,85	0,54	41,85	1,00
P13	300	40	11	77,3	6,22E-04	41,85	0,54	41,85	1,00
P14	300	40	13	77,3	5,30E-04	41,85	0,54	41,85	1,01
P15	300	40	15	77,3	4,60E-04	41,85	0,54	41,85	1,00
P16	300	40	17	77,3	4,07E-04	41,85	0,54	41,85	1,00
P17	300	40	19	77,3	3,63E-04	41,85	0,54	41,85	1,00
P18	300	40	21	77,3	3,28E-04	41,85	0,54	41,85	1,00
P19	300	60	5	22,9	4,37E-03	12,40	0,55	12,40	0,98
P20	300	60	7	22,9	3,21E-03	12,40	0,54	12,40	0,99
P21	300	60	9	22,9	2,54E-03	12,40	0,54	12,40	1,00
P22	300	60	11	22,9	2,10E-03	12,40	0,54	12,40	1,00
P23	300	60	13	22,9	1,79E-03	12,40	0,54	12,40	1,00
P24	300	60	15	22,9	1,55E-03	12,40	0,54	12,40	1,00
P25	300	60	17	22,9	1,37E-03	12,40	0,54	12,40	1,00
P26	300	60	19	22,9	1,22E-03	12,40	0,54	12,40	1,00
P27	300	60	21	22,9	1,11E-03	12,40	0,54	12,40	1,00
P28	300	80	5	9,7	1,03E-02	5,23	0,55	5,23	0,98
P29	300	80	7	9,7	7,61E-03	5,23	0,55	5,23	0,99
P30	300	80	9	9,7	6,01E-03	5,23	0,54	5,23	1,00
P31	300	80	11	9,7	4,97E-03	5,23	0,54	5,23	1,00
P32	300	80	13	9,7	4,23E-03	5,23	0,54	5,23	1,00
P33	300	80	15	9,7	3,67E-03	5,23	0,54	5,23	1,00
P34	300	80	17	9,7	3,25E-03	5,23	0,54	5,23	1,00
P35	300	80	19	9,7	2,90E-03	5,23	0,54	5,23	1,00
P36	300	80	21	9,7	2,62E-03	5,23	0,54	5,23	0,99
P37	600	20	5	2472,5	8,17E-05	1339,26	0,55	1339,26	0,99
P38	600	20	7	2472,5	6,01E-05	1339,26	0,54	1339,26	1,00
P39	600	20	9	2472,5	4,74E-05	1339,26	0,54	1339,26	1,01
P40	600	20	11	2472,5	3,91E-05	1339,26	0,54	1339,26	1,01
P41	600	20	13	2472,5	3,33E-05	1339,26	0,54	1339,26	1,01
P42	600	20	15	2472,5	2,89E-05	1339,26	0,54	1339,26	1,01
P43	600	20	17	2472,5	2,56E-05	1339,26	0,54	1339,26	1,01
P44	600	20	19	2472,5	2,28E-05	1339,26	0,54	1339,26	1,00
P45	600	20	21	2472,5	2,06E-05	1339,26	0,54	1339,26	1,00
P46	600	40	5	309,1	6,48E-04	167,41	0,55	167,41	0,98
P47	600	40	7	309,1	4,77E-04	167,41	0,54	167,41	1,00
P48	600	40	9	309,1	3,76E-04	167,41	0,54	167,41	1,00
P49	600	40	11	309,1	3,11E-04	167,41	0,54	167,41	1,00
P50	600	40	13	309,1	2,65E-04	167,41	0,54	167,41	1,01

(continua)

Tabela A.3 – Modelos numéricos da rigidez da alma para o padrão Peiner.

Modelo	h_0 (mm)	h_0/t_w	n° aberturas	$k_{2,an,cheia}$ (kN.m/m)	$\delta_{2,num}$ (m)	$k_{2,num,cast}$ (kN.m/m)	$k_{2,num,cast}/k_{2,an,cheia}$	$k_{2,cast}$ (kN.m/m)	$k_{2,cast}/k_{2,num,cast}$
P51	600	40	15	309,1	2,30E-04	167,41	0,54	167,41	1,00
P52	600	40	17	309,1	2,04E-04	167,41	0,54	167,41	1,01
P53	600	40	19	309,1	1,81E-04	167,41	0,54	167,41	1,00
P54	600	40	21	309,1	1,64E-04	167,41	0,54	167,41	1,00
P55	600	60	5	91,6	2,18E-03	49,60	0,55	49,60	0,98
P56	600	60	7	91,6	1,61E-03	49,60	0,54	49,60	0,99
P57	600	60	9	91,6	1,27E-03	49,60	0,54	49,60	1,00
P58	600	60	11	91,6	1,05E-03	49,60	0,54	49,60	1,00
P59	600	60	13	91,6	8,93E-04	49,60	0,54	49,60	1,00
P60	600	60	15	91,6	7,75E-04	49,60	0,54	49,60	1,00
P61	600	60	17	91,6	6,86E-04	49,60	0,54	49,60	1,00
P62	600	60	19	91,6	6,12E-04	49,60	0,54	49,60	1,00
P63	600	60	21	91,6	5,53E-04	49,60	0,54	49,60	1,00
P64	600	80	5	38,6	5,17E-03	20,93	0,55	20,93	0,98
P65	600	80	7	38,6	3,81E-03	20,93	0,55	20,93	0,99
P66	600	80	9	38,6	3,00E-03	20,93	0,54	20,93	1,00
P67	600	80	11	38,6	2,48E-03	20,93	0,54	20,93	1,00
P68	600	80	13	38,6	2,12E-03	20,93	0,54	20,93	1,00
P69	600	80	15	38,6	1,84E-03	20,93	0,54	20,93	1,00
P70	600	80	17	38,6	1,63E-03	20,93	0,54	20,93	1,00
P71	600	80	19	38,6	1,45E-03	20,93	0,54	20,93	1,00
P72	600	80	21	38,6	1,31E-03	20,93	0,54	20,93	0,99
P73	900	20	5	5563,2	5,44E-05	3013,34	0,55	3013,34	0,99
P74	900	20	7	5563,2	4,01E-05	3013,34	0,54	3013,34	1,01
P75	900	20	9	5563,2	3,16E-05	3013,34	0,54	3013,34	1,01
P76	900	20	11	5563,2	2,61E-05	3013,34	0,54	3013,34	1,01
P77	900	20	13	5563,2	2,22E-05	3013,34	0,54	3013,34	1,01
P78	900	20	15	5563,2	1,93E-05	3013,34	0,54	3013,34	1,01
P79	900	20	17	5563,2	1,70E-05	3013,34	0,54	3013,34	1,01
P80	900	20	19	5563,2	1,52E-05	3013,34	0,54	3013,34	1,00
P81	900	20	21	5563,2	1,37E-05	3013,34	0,54	3013,34	1,00
P82	900	40	5	695,4	4,32E-04	376,67	0,55	376,67	0,98
P83	900	40	7	695,4	3,18E-04	376,67	0,54	376,67	1,00
P84	900	40	9	695,4	2,51E-04	376,67	0,54	376,67	1,00
P85	900	40	11	695,4	2,07E-04	376,67	0,54	376,67	1,00
P86	900	40	13	695,4	1,76E-04	376,67	0,54	376,67	1,00
P87	900	40	15	695,4	1,53E-04	376,67	0,54	376,67	1,00
P88	900	40	17	695,4	1,36E-04	376,67	0,54	376,67	1,01
P89	900	40	19	695,4	1,21E-04	376,67	0,54	376,67	1,00
P90	900	40	21	695,4	1,09E-04	376,67	0,55	376,67	0,99
P91	900	60	5	206,0	1,45E-03	111,61	0,55	111,61	0,98
P92	900	60	7	206,0	1,07E-03	111,61	0,54	111,61	0,99
P93	900	60	9	206,0	8,45E-04	111,61	0,54	111,61	1,00
P94	900	60	11	206,0	6,98E-04	111,61	0,54	111,61	1,00
P95	900	60	13	206,0	5,95E-04	111,61	0,54	111,61	1,00
P96	900	60	15	206,0	5,17E-04	111,61	0,54	111,61	1,00
P97	900	60	17	206,0	4,57E-04	111,61	0,54	111,61	1,00
P98	900	60	19	206,0	4,08E-04	111,61	0,54	111,61	1,00
P99	900	60	21	206,0	3,68E-04	111,61	0,55	111,61	0,99

(continua)

Tabela A.3 – Modelos numéricos da rigidez da alma para o padrão Peiner.

Modelo	h_0 (mm)	h_0/t_w	n° aberturas	$k_{2,an,cheia}$ (kN.m/m)	$\delta_{2,num}$ (m)	$k_{2,num,cast}$ (kN.m/m)	$k_{2,num,cast}/k_{2,an,cheia}$	$k_{2,cast}$ (kN.m/m)	$k_{2,cast}/k_{2,num,cast}$
P100	900	80	5	86,9	3,45E-03	47,08	0,55	47,08	0,98
P101	900	80	7	86,9	2,54E-03	47,08	0,54	47,08	0,99
P102	900	80	9	86,9	2,00E-03	47,08	0,54	47,08	1,00
P103	900	80	11	86,9	1,66E-03	47,08	0,54	47,08	1,00
P104	900	80	13	86,9	1,41E-03	47,08	0,54	47,08	1,00
P105	900	80	15	86,9	1,23E-03	47,08	0,54	47,08	1,00
P106	900	80	17	86,9	1,08E-03	47,08	0,54	47,08	1,00
P107	900	80	19	86,9	9,66E-04	47,08	0,54	47,08	1,00
P108	900	80	21	86,9	8,72E-04	47,08	0,55	47,08	0,99
P109	1200	20	5	9890,1	4,08E-05	5357,05	0,55	5357,05	0,99
P110	1200	20	7	9890,1	3,00E-05	5357,05	0,54	5357,05	1,00
P111	1200	20	9	9890,1	2,37E-05	5357,05	0,54	5357,05	1,01
P112	1200	20	11	9890,1	1,96E-05	5357,05	0,54	5357,05	1,01
P113	1200	20	13	9890,1	1,66E-05	5357,05	0,54	5357,05	1,01
P114	1200	20	15	9890,1	1,44E-05	5357,05	0,54	5357,05	1,01
P115	1200	20	17	9890,1	1,28E-05	5357,05	0,54	5357,05	1,01
P116	1200	20	19	9890,1	1,14E-05	5357,05	0,54	5357,05	1,00
P117	1200	20	21	9890,1	1,03E-05	5357,05	0,54	5357,05	1,00
P118	1200	40	5	1236,3	3,24E-04	669,63	0,55	669,63	0,98
P119	1200	40	7	1236,3	2,39E-04	669,63	0,54	669,63	1,00
P120	1200	40	9	1236,3	1,88E-04	669,63	0,54	669,63	1,00
P121	1200	40	11	1236,3	1,55E-04	669,63	0,54	669,63	1,00
P122	1200	40	13	1236,3	1,32E-04	669,63	0,54	669,63	1,00
P123	1200	40	15	1236,3	1,15E-04	669,63	0,54	669,63	1,00
P124	1200	40	17	1236,3	1,02E-04	669,63	0,54	669,63	1,01
P125	1200	40	19	1236,3	9,07E-05	669,63	0,54	669,63	1,00
P126	1200	40	21	1236,3	8,21E-05	669,63	0,54	669,63	1,00
P127	1200	60	5	366,3	1,09E-03	198,41	0,55	198,41	0,98
P128	1200	60	7	366,3	8,03E-04	198,41	0,54	198,41	0,99
P129	1200	60	9	366,3	6,35E-04	198,41	0,54	198,41	1,00
P130	1200	60	11	366,3	5,24E-04	198,41	0,54	198,41	1,00
P131	1200	60	13	366,3	4,45E-04	198,41	0,54	198,41	1,00
P132	1200	60	15	366,3	3,87E-04	198,41	0,54	198,41	1,00
P133	1200	60	17	366,3	3,43E-04	198,41	0,54	198,41	1,00
P134	1200	60	19	366,3	3,06E-04	198,41	0,54	198,41	1,00
P135	1200	60	21	366,3	2,77E-04	198,41	0,54	198,41	1,00
P136	1200	80	5	154,5	2,58E-03	83,70	0,55	83,70	0,98
P137	1200	80	7	154,5	1,90E-03	83,70	0,55	83,70	0,99
P138	1200	80	9	154,5	1,50E-03	83,70	0,54	83,70	1,00
P139	1200	80	11	154,5	1,24E-03	83,70	0,54	83,70	1,00
P140	1200	80	13	154,5	1,06E-03	83,70	0,54	83,70	1,00
P141	1200	80	15	154,5	9,17E-04	83,70	0,54	83,70	1,00
P142	1200	80	17	154,5	8,12E-04	83,70	0,54	83,70	1,00
P143	1200	80	19	154,5	7,25E-04	83,70	0,54	83,70	1,00
P144	1200	80	21	154,5	6,56E-04	83,70	0,54	83,70	1,00
						Média	0,54	Média	1,00
							Coef. Variação		0,72%

B

MODELOS NUMÉRICOS DO MOMENTO CRÍTICO

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PB1	300	75	7,5	15	3	349,2	360,8	1,03
PB2	300	75	7,5	15	4,5	345,4	359,8	1,04
PB3	300	75	7,5	15	6	346,6	360,8	1,04
PB4	300	75	7,5	15	7,5	343,4	358,4	1,04
PB5	300	75	7,5	15	9	343,4	359,8	1,05
PB6	300	75	6,3	15	3	321,9	332,6	1,03
PB7	300	75	6,3	15	4,5	322,6	336,6	1,04
PB8	300	75	6,3	15	6	319,8	332,6	1,04
PB9	300	75	6,3	15	7,5	318,7	333,3	1,05
PB10	300	75	6,3	15	9	319,0	332,6	1,04
PB11	300	75	5,4	15	3	303,4	312,9	1,03
PB12	300	75	5,4	15	4,5	306,0	316,8	1,04
PB13	300	75	5,4	15	6	300,9	312,9	1,04
PB14	300	75	5,4	15	7,5	302,4	314,1	1,04
PB15	300	75	5,4	15	9	300,3	312,9	1,04
PB16	300	75	4,7	15	3	288,4	298,2	1,03
PB17	300	75	4,7	15	4,5	288,9	299,1	1,04
PB18	300	75	4,7	15	6	286,1	298,2	1,04
PB19	300	75	4,7	15	7,5	287,2	297,6	1,04
PB20	300	75	4,7	15	9	286,4	298,2	1,04
PB21	300	75	4,2	15	3	277,2	286,9	1,03
PB22	300	75	4,2	15	4,5	276,4	285,3	1,03
PB23	300	75	4,2	15	6	276,3	286,9	1,04
PB24	300	75	4,2	15	7,5	274,3	284,9	1,04
PB25	300	75	4,2	15	9	274,9	285,3	1,04
PB26	300	75	3,8	15	3	269,3	277,9	1,03
PB27	300	75	3,8	15	4,5	265,1	274,4	1,04
PB28	300	75	3,8	15	6	266,3	275,6	1,03
PB29	300	75	3,8	15	7,5	264,6	274,8	1,04
PB30	300	75	3,8	15	9	264,6	274,4	1,04
PB31	300	75	7,5	7,5	3	117,1	116,8	1,00
PB32	300	75	7,5	7,5	4,5	116,9	116,8	1,00
PB33	300	75	7,5	7,5	6	112,6	112,6	1,00
PB34	300	75	7,5	7,5	7,5	110,5	110,8	1,00
PB35	300	75	7,5	7,5	9	109,8	110,5	1,01

(continua)

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PB36	300	75	6,3	7,5	3	103,0	103,1	1,00
PB37	300	75	6,3	7,5	4,5	102,8	103,1	1,00
PB38	300	75	6,3	7,5	6	102,5	103,1	1,01
PB39	300	75	6,3	7,5	7,5	100,4	101,0	1,01
PB40	300	75	6,3	7,5	9	99,8	100,1	1,00
PB41	300	75	5,4	7,5	3	93,8	93,8	1,00
PB42	300	75	5,4	7,5	4,5	93,6	93,8	1,00
PB43	300	75	5,4	7,5	6	93,5	93,8	1,00
PB44	300	75	5,4	7,5	7,5	93,2	93,8	1,01
PB45	300	75	5,4	7,5	9	92,8	93,1	1,00
PB46	300	75	4,7	7,5	3	86,9	87,0	1,00
PB47	300	75	4,7	7,5	4,5	86,6	87,0	1,00
PB48	300	75	4,7	7,5	6	86,3	87,0	1,01
PB49	300	75	4,7	7,5	7,5	86,9	87,0	1,00
PB50	300	75	4,7	7,5	9	86,8	87,0	1,00
PB51	300	75	4,2	7,5	3	81,7	81,8	1,00
PB52	300	75	4,2	7,5	4,5	81,8	81,8	1,00
PB53	300	75	4,2	7,5	6	81,7	81,8	1,00
PB54	300	75	4,2	7,5	7,5	81,4	81,8	1,00
PB55	300	75	4,2	7,5	9	81,6	81,8	1,00
PB56	300	75	3,8	7,5	3	77,8	77,7	1,00
PB57	300	75	3,8	7,5	4,5	77,1	77,7	1,01
PB58	300	75	3,8	7,5	6	77,3	77,7	1,00
PB59	300	75	3,8	7,5	7,5	77,3	77,7	1,00
PB60	300	75	3,8	7,5	9	77,6	77,7	1,00
PB61	300	75	7,5	5	3	66,4	64,5	0,97
PB62	300	75	7,5	5	4,5	61,8	60,7	0,98
PB63	300	75	7,5	5	6	64,6	64,1	0,99
PB64	300	75	7,5	5	7,5	61,0	60,1	0,99
PB65	300	75	7,5	5	9	61,3	60,7	0,99
PB66	300	75	6,3	5	3	60,4	59,0	0,98
PB67	300	75	6,3	5	4,5	53,8	53,2	0,99
PB68	300	75	6,3	5	6	55,9	55,4	0,99
PB69	300	75	6,3	5	7,5	54,1	53,5	0,99
PB70	300	75	6,3	5	9	53,9	53,2	0,99
PB71	300	75	5,4	5	3	56,7	55,6	0,98
PB72	300	75	5,4	5	4,5	48,9	48,4	0,99
PB73	300	75	5,4	5	6	50,0	49,6	0,99
PB74	300	75	5,4	5	7,5	49,9	49,3	0,99
PB75	300	75	5,4	5	9	48,8	48,4	0,99
PB76	300	75	4,7	5	3	53,6	53,3	0,99
PB77	300	75	4,7	5	4,5	45,3	44,9	0,99
PB78	300	75	4,7	5	6	45,6	45,5	1,00
PB79	300	75	4,7	5	7,5	47,0	46,4	0,99
PB80	300	75	4,7	5	9	45,4	44,9	0,99
PB81	300	75	4,2	5	3	51,8	51,6	1,00
PB82	300	75	4,2	5	4,5	42,9	42,4	0,99

(continua)

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PB83	300	75	4,2	5	6	42,9	42,4	0,99
PB84	300	75	4,2	5	7,5	43,5	43,3	0,99
PB85	300	75	4,2	5	9	42,8	42,4	0,99
PB86	300	75	3,8	5	3	47,9	47,6	0,99
PB87	300	75	3,8	5	4,5	40,6	40,4	1,00
PB88	300	75	3,8	5	6	40,2	40,0	0,99
PB89	300	75	3,8	5	7,5	40,9	40,6	0,99
PB90	300	75	3,8	5	9	40,8	40,4	0,99
PB91	300	75	7,5	3,75	3	41,9	40,2	0,96
PB92	300	75	7,5	3,75	4,5	46,9	46,2	0,98
PB93	300	75	7,5	3,75	6	41,6	40,2	0,97
PB94	300	75	7,5	3,75	7,5	43,2	42,6	0,99
PB95	300	75	7,5	3,75	9	41,1	40,2	0,98
PB96	300	75	6,3	3,75	3	36,2	34,9	0,97
PB97	300	75	6,3	3,75	4,5	39,4	38,8	0,99
PB98	300	75	6,3	3,75	6	35,9	34,9	0,97
PB99	300	75	6,3	3,75	7,5	36,7	36,2	0,99
PB100	300	75	6,3	3,75	9	35,8	34,9	0,98
PB101	300	75	5,4	3,75	3	32,6	31,7	0,97
PB102	300	75	5,4	3,75	4,5	34,6	34,1	0,99
PB103	300	75	5,4	3,75	6	32,6	31,7	0,97
PB104	300	75	5,4	3,75	7,5	32,6	32,1	0,98
PB105	300	75	5,4	3,75	9	32,3	31,7	0,98
PB106	300	75	4,7	3,75	3	29,8	29,4	0,99
PB107	300	75	4,7	3,75	4,5	31,0	30,7	0,99
PB108	300	75	4,7	3,75	6	29,8	29,4	0,99
PB109	300	75	4,7	3,75	7,5	29,8	29,2	0,98
PB110	300	75	4,7	3,75	9	30,1	29,4	0,98
PB111	300	75	4,2	3,75	3	28,6	27,8	0,97
PB112	300	75	4,2	3,75	4,5	28,6	28,2	0,99
PB113	300	75	4,2	3,75	6	28,5	27,8	0,97
PB114	300	75	4,2	3,75	7,5	27,4	27,1	0,99
PB115	300	75	4,2	3,75	9	28,3	27,8	0,98
PB116	300	75	3,8	3,75	3	27,1	26,6	0,98
PB117	300	75	3,8	3,75	4,5	26,4	26,2	0,99
PB118	300	75	3,8	3,75	6	26,8	26,6	0,99
PB119	300	75	3,8	3,75	7,5	25,8	25,5	0,99
PB120	300	75	3,8	3,75	9	26,5	26,2	0,99
PB121	300	75	7,5	3	3	32,8	31,5	0,96
PB122	300	75	7,5	3	4,5	34,8	32,6	0,94
PB123	300	75	7,5	3	6	32,4	31,5	0,97
PB124	300	75	7,5	3	7,5	31,3	30,2	0,96
PB125	300	75	7,5	3	9	32,0	31,5	0,99
PB126	300	75	6,3	3	3	27,4	26,4	0,96
PB127	300	75	6,3	3	4,5	30,0	28,9	0,96
PB128	300	75	6,3	3	6	27,1	26,4	0,97
PB129	300	75	6,3	3	7,5	26,9	25,9	0,96

(continua)

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PB130	300	75	6,3	3	9	27,0	26,4	0,98
PB131	300	75	5,4	3	3	23,9	23,1	0,97
PB132	300	75	5,4	3	4,5	27,8	26,7	0,96
PB133	300	75	5,4	3	6	23,9	23,1	0,97
PB134	300	75	5,4	3	7,5	24,3	23,4	0,96
PB135	300	75	5,4	3	9	23,6	23,1	0,98
PB136	300	75	4,7	3	3	21,4	20,9	0,98
PB137	300	75	4,7	3	4,5	25,3	25,3	1,00
PB138	300	75	4,7	3	6	21,2	20,9	0,99
PB139	300	75	4,7	3	7,5	22,8	21,7	0,95
PB140	300	75	4,7	3	9	21,4	20,9	0,98
PB141	300	75	4,2	3	3	19,9	19,3	0,97
PB142	300	75	4,2	3	4,5	23,4	23,1	0,99
PB143	300	75	4,2	3	6	19,9	19,3	0,97
PB144	300	75	4,2	3	7,5	21,1	20,5	0,97
PB145	300	75	4,2	3	9	19,7	19,3	0,98
PB146	300	75	3,8	3	3	18,6	18,1	0,98
PB147	300	75	3,8	3	4,5	21,4	21,2	0,99
PB148	300	75	3,8	3	6	18,3	18,1	0,99
PB149	300	75	3,8	3	7,5	19,6	19,4	0,99
PB150	300	75	3,8	3	9	18,5	18,1	0,98
PB151	300	100	10,0	15	3	561,1	582,8	1,04
PB152	300	100	10,0	15	4,5	560,0	582,8	1,04
PB153	300	100	10,0	15	6	559,6	582,8	1,04
PB154	300	100	10,0	15	7,5	559,3	582,8	1,04
PB155	300	100	10,0	15	9	558,4	582,8	1,04
PB156	300	100	8,3	15	3	515,7	537,9	1,04
PB157	300	100	8,3	15	4,5	517,1	537,9	1,04
PB158	300	100	8,3	15	6	518,0	537,9	1,04
PB159	300	100	8,3	15	7,5	513,0	535,6	1,04
PB160	300	100	8,3	15	9	510,2	532,2	1,04
PB161	300	100	7,1	15	3	488,0	507,2	1,04
PB162	300	100	7,1	15	4,5	486,6	507,2	1,04
PB163	300	100	7,1	15	6	480,4	499,2	1,04
PB164	300	100	7,1	15	7,5	475,5	494,7	1,04
PB165	300	100	7,1	15	9	471,7	493,1	1,05
PB166	300	100	6,3	15	3	468,6	484,8	1,03
PB167	300	100	6,3	15	4,5	457,2	475,6	1,04
PB155	300	100	10,0	15	9	558,4	582,8	1,04
PB156	300	100	8,3	15	3	515,7	537,9	1,04
PB157	300	100	8,3	15	4,5	517,1	537,9	1,04
PB158	300	100	8,3	15	6	518,0	537,9	1,04
PB159	300	100	8,3	15	7,5	513,0	535,6	1,04
PB160	300	100	8,3	15	9	510,2	532,2	1,04
PB161	300	100	7,1	15	3	488,0	507,2	1,04
PB162	300	100	7,1	15	4,5	486,6	507,2	1,04
PB163	300	100	7,1	15	6	480,4	499,2	1,04

(continua)

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PB164	300	100	7,1	15	7,5	475,5	494,7	1,04
PB165	300	100	7,1	15	9	471,7	493,1	1,05
PB166	300	100	6,3	15	3	468,6	484,8	1,03
PB167	300	100	6,3	15	4,5	457,2	475,6	1,04
PB168	300	100	6,3	15	6	447,4	466,8	1,04
PB169	300	100	6,3	15	7,5	445,4	464,5	1,04
PB170	300	100	6,3	15	9	446,2	464,4	1,04
PB171	300	100	5,6	15	3	452,8	467,6	1,03
PB172	300	100	5,6	15	4,5	430,0	447,6	1,04
PB173	300	100	5,6	15	6	425,7	441,9	1,04
PB174	300	100	5,6	15	7,5	423,7	441,3	1,04
PB175	300	100	5,6	15	9	423,9	442,3	1,04
PB176	300	100	5,0	15	3	432,0	445,9	1,03
PB177	300	100	5,0	15	4,5	409,0	425,3	1,04
PB178	300	100	5,0	15	6	405,2	422,1	1,04
PB179	300	100	5,0	15	7,5	406,7	422,9	1,04
PB180	300	100	5,0	15	9	407,5	424,7	1,04
PB181	300	100	10,0	7,5	3	216,1	214,7	0,99
PB182	300	100	10,0	7,5	4,5	198,2	197,7	1,00
PB183	300	100	10,0	7,5	6	206,6	207,0	1,00
PB184	300	100	10,0	7,5	7,5	197,3	197,4	1,00
PB185	300	100	10,0	7,5	9	196,6	197,7	1,01
PB186	300	100	8,3	7,5	3	196,9	197,1	1,00
PB187	300	100	8,3	7,5	4,5	174,3	174,1	1,00
PB188	300	100	8,3	7,5	6	178,6	179,5	1,01
PB189	300	100	8,3	7,5	7,5	174,6	176,4	1,01
PB190	300	100	8,3	7,5	9	171,8	174,1	1,01
PB191	300	100	7,1	7,5	3	185,9	186,1	1,00
PB192	300	100	7,1	7,5	4,5	158,7	158,7	1,00
PB193	300	100	7,1	7,5	6	160,0	161,3	1,01
PB194	300	100	7,1	7,5	7,5	162,7	163,0	1,00
PB195	300	100	7,1	7,5	9	156,3	158,7	1,02
PB196	300	100	6,3	7,5	3	179,2	178,5	1,00
PB197	300	100	6,3	7,5	4,5	146,4	147,8	1,01
PB198	300	100	6,3	7,5	6	146,4	148,3	1,01
PB199	300	100	6,3	7,5	7,5	149,8	151,7	1,01
PB200	300	100	6,3	7,5	9	146,4	147,8	1,01
PB201	300	100	5,6	7,5	3	164,0	165,7	1,01
PB202	300	100	5,6	7,5	4,5	138,5	139,7	1,01
PB203	300	100	5,6	7,5	6	137,4	138,5	1,01
PB204	300	100	5,6	7,5	7,5	139,3	140,8	1,01
PB205	300	100	5,6	7,5	9	137,8	139,7	1,01
PB206	300	100	5,0	7,5	3	151,5	153,0	1,01
PB207	300	100	5,0	7,5	4,5	131,7	133,3	1,01
PB208	300	100	5,0	7,5	6	129,3	130,9	1,01
PB209	300	100	5,0	7,5	7,5	131,0	132,3	1,01
PB210	300	100	5,0	7,5	9	131,9	133,3	1,01

(continua)

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PB211	300	100	10,0	5	3	116,6	113,4	0,97
PB212	300	100	10,0	5	4,5	137,1	133,3	0,97
PB213	300	100	10,0	5	6	115,6	113,4	0,98
PB214	300	100	10,0	5	7,5	119,7	116,5	0,97
PB215	300	100	10,0	5	9	114,6	113,4	0,99
PB216	300	100	8,3	5	3	98,8	96,8	0,98
PB217	300	100	8,3	5	4,5	114,8	114,3	1,00
PB218	300	100	8,3	5	6	98,8	96,8	0,98
PB219	300	100	8,3	5	7,5	103,3	102,8	1,00
PB220	300	100	8,3	5	9	97,2	96,8	1,00
PB221	300	100	7,1	5	3	87,9	86,5	0,98
PB222	300	100	7,1	5	4,5	99,8	99,3	1,00
PB223	300	100	7,1	5	6	87,2	86,5	0,99
PB224	300	100	7,1	5	7,5	92,0	91,5	0,99
PB225	300	100	7,1	5	9	86,2	86,5	1,00
PB226	300	100	6,3	5	3	80,7	79,5	0,98
PB227	300	100	6,3	5	4,5	88,5	88,8	1,00
PB228	300	100	6,3	5	6	79,3	79,5	1,00
PB229	300	100	6,3	5	7,5	82,1	82,5	1,00
PB230	300	100	6,3	5	9	79,8	79,5	1,00
PB231	300	100	5,6	5	3	74,7	74,4	1,00
PB232	300	100	5,6	5	4,5	80,6	80,9	1,00
PB233	300	100	5,6	5	6	75,1	74,4	0,99
PB234	300	100	5,6	5	7,5	75,6	75,8	1,00
PB235	300	100	5,6	5	9	74,7	74,4	1,00
PB236	300	100	5,0	5	3	71,4	70,5	0,99
PB237	300	100	5,0	5	4,5	74,2	74,8	1,01
PB238	300	100	5,0	5	6	70,0	70,5	1,01
PB239	300	100	5,0	5	7,5	70,2	70,7	1,01
PB240	300	100	5,0	5	9	70,5	70,5	1,00
PB241	300	100	10,0	3,75	3	90,0	88,7	0,99
PB242	300	100	10,0	3,75	4,5	83,9	80,1	0,95
PB243	300	100	10,0	3,75	6	88,7	88,7	1,00
PB244	300	100	10,0	3,75	7,5	80,7	79,0	0,98
PB245	300	100	10,0	3,75	9	83,2	80,1	0,96
PB246	300	100	8,3	3,75	3	73,9	72,4	0,98
PB247	300	100	8,3	3,75	4,5	71,2	68,3	0,96
PB248	300	100	8,3	3,75	6	73,5	72,4	0,99
PB249	300	100	8,3	3,75	7,5	66,5	65,7	0,99
PB250	300	100	8,3	3,75	9	70,0	68,3	0,98
PB251	300	100	7,1	3,75	3	63,5	62,3	0,98
PB252	300	100	7,1	3,75	4,5	63,9	61,5	0,96
PB253	300	100	7,1	3,75	6	62,9	62,3	0,99
PB254	300	100	7,1	3,75	7,5	59,4	57,7	0,97
PB255	300	100	7,1	3,75	9	61,8	61,5	1,00
PB256	300	100	6,3	3,75	3	56,5	55,4	0,98
PB257	300	100	6,3	3,75	4,5	57,6	57,0	0,99

(continua)

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PB258	300	100	6,3	3,75	6	55,5	55,4	1,00
PB259	300	100	6,3	3,75	7,5	52,9	52,5	0,99
PB260	300	100	6,3	3,75	9	55,7	55,4	0,99
PB261	300	100	5,6	3,75	3	50,9	50,4	0,99
PB262	300	100	5,6	3,75	4,5	54,7	54,0	0,99
PB263	300	100	5,6	3,75	6	51,0	50,4	0,99
PB264	300	100	5,6	3,75	7,5	49,4	48,7	0,99
PB265	300	100	5,6	3,75	9	50,7	50,4	0,99
PB266	300	100	5,0	3,75	3	47,3	46,6	0,99
PB267	300	100	5,0	3,75	4,5	51,3	51,7	1,01
PB268	300	100	5,0	3,75	6	46,4	46,6	1,00
PB269	300	100	5,0	3,75	7,5	46,3	45,9	0,99
PB270	300	100	5,0	3,75	9	46,7	46,6	1,00
PB271	300	100	10,0	3	3	78,2	79,9	1,02
PB272	300	100	10,0	3	4,5	63,1	61,1	0,97
PB273	300	100	10,0	3	6	69,9	65,7	0,94
PB274	300	100	10,0	3	7,5	65,0	65,6	1,01
PB275	300	100	10,0	3	9	62,3	61,1	0,98
PB276	300	100	8,3	3	3	63,9	63,7	1,00
PB277	300	100	8,3	3	4,5	51,7	49,6	0,96
PB278	300	100	8,3	3	6	59,1	55,7	0,94
PB279	300	100	8,3	3	7,5	52,7	52,5	1,00
PB280	300	100	8,3	3	9	50,8	49,6	0,98
PB281	300	100	7,1	3	3	54,3	53,7	0,99
PB282	300	100	7,1	3	4,5	44,8	42,9	0,96
PB283	300	100	7,1	3	6	52,0	50,1	0,96
PB284	300	100	7,1	3	7,5	45,7	44,6	0,98
PB285	300	100	7,1	3	9	43,7	42,9	0,98
PB286	300	100	6,3	3	3	47,6	46,8	0,98
PB287	300	100	6,3	3	4,5	39,3	38,6	0,98
PB288	300	100	6,3	3	6	46,4	46,6	1,00
PB289	300	100	6,3	3	7,5	39,8	39,4	0,99
PB290	300	100	6,3	3	9	39,7	38,6	0,97
PB291	300	100	5,6	3	3	42,2	41,8	0,99
PB292	300	100	5,6	3	4,5	36,3	35,6	0,98
PB293	300	100	5,6	3	6	42,2	41,8	0,99
PB294	300	100	5,6	3	7,5	36,3	35,7	0,98
PB295	300	100	5,6	3	9	36,3	35,6	0,98
PB296	300	100	5,0	3	3	38,6	38,1	0,99
PB297	300	100	5,0	3	4,5	33,4	33,4	1,00
PB298	300	100	5,0	3	6	37,9	38,1	1,00
PB299	300	100	5,0	3	7,5	33,3	33,0	0,99
PB300	300	100	5,0	3	9	34,2	33,4	0,98
PB301	300	150	15,0	15	3	1431,6	1508,5	1,05
PB302	300	150	15,0	15	4,5	1202,1	1267,3	1,05
PB303	300	150	15,0	15	6	1194,5	1261,5	1,06
PB304	300	150	15,0	15	7,5	1213,5	1283,9	1,06

(continua)

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PB305	300	150	15,0	15	9	1195,4	1267,3	1,06
PB306	300	150	12,5	15	3	1229,3	1296,7	1,05
PB307	300	150	12,5	15	4,5	1079,8	1142,9	1,06
PB308	300	150	12,5	15	6	1058,3	1119,6	1,06
PB309	300	150	12,5	15	7,5	1068,1	1130,0	1,06
PB310	300	150	12,5	15	9	1074,0	1142,9	1,06
PB311	300	150	10,7	15	3	1088,9	1151,9	1,06
PB312	300	150	10,7	15	4,5	998,3	1061,7	1,06
PB313	300	150	10,7	15	6	959,9	1025,5	1,07
PB314	300	150	10,7	15	7,5	966,7	1027,2	1,06
PB315	300	150	10,7	15	9	973,9	1036,0	1,06
PB316	300	150	9,4	15	3	986,9	1046,0	1,06
PB317	300	150	9,4	15	4,5	947,4	1004,1	1,06
PB318	300	150	9,4	15	6	897,6	958,2	1,07
PB319	300	150	9,4	15	7,5	896,6	953,2	1,06
PB320	300	150	9,4	15	9	902,5	957,3	1,06
PB321	300	150	8,3	15	3	906,5	965,0	1,06
PB322	300	150	8,3	15	4,5	903,3	961,1	1,06
PB323	300	150	8,3	15	6	857,9	907,5	1,06
PB324	300	150	8,3	15	7,5	846,4	897,3	1,06
PB325	300	150	8,3	15	9	845,5	897,6	1,06
PB326	300	150	7,5	15	3	853,8	900,9	1,06
PB327	300	150	7,5	15	4,5	847,9	900,9	1,06
PB328	300	150	7,5	15	6	817,9	867,8	1,06
PB329	300	150	7,5	15	7,5	809,3	853,3	1,05
PB330	300	150	7,5	15	9	805,1	850,7	1,06
PB331	300	150	15,0	7,5	3	499,1	503,6	1,01
PB332	300	150	15,0	7,5	4,5	522,5	529,5	1,01
PB333	300	150	15,0	7,5	6	492,4	503,6	1,02
PB334	300	150	15,0	7,5	7,5	476,8	486,3	1,02
PB335	300	150	15,0	7,5	9	488,7	503,6	1,03
PB336	300	150	12,5	7,5	3	417,2	420,4	1,01
PB337	300	150	12,5	7,5	4,5	458,8	466,6	1,02
PB338	300	150	12,5	7,5	6	410,9	420,4	1,02
PB339	300	150	12,5	7,5	7,5	408,9	416,8	1,02
PB340	300	150	12,5	7,5	9	407,5	420,4	1,03
PB341	300	150	10,7	7,5	3	362,9	368,6	1,02
PB342	300	150	10,7	7,5	4,5	416,8	429,7	1,03
PB343	300	150	10,7	7,5	6	356,0	368,6	1,04
PB344	300	150	10,7	7,5	7,5	363,3	375,1	1,03
PB345	300	150	10,7	7,5	9	356,4	368,6	1,03
PB346	300	150	9,4	7,5	3	325,2	333,4	1,03
PB347	300	150	9,4	7,5	4,5	391,7	405,8	1,04
PB348	300	150	9,4	7,5	6	320,3	333,4	1,04
PB349	300	150	9,4	7,5	7,5	334,9	347,5	1,04
PB350	300	150	9,4	7,5	9	321,4	333,4	1,04
PB351	300	150	8,3	7,5	3	297,5	307,7	1,03

(continua)

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PB352	300	150	8,3	7,5	4,5	352,1	366,7	1,04
PB353	300	150	8,3	7,5	6	297,4	307,7	1,03
PB354	300	150	8,3	7,5	7,5	315,3	327,8	1,04
PB355	300	150	8,3	7,5	9	296,2	307,7	1,04
PB356	300	150	7,5	7,5	3	281,6	288,2	1,02
PB357	300	150	7,5	7,5	4,5	323,0	336,2	1,04
PB358	300	150	7,5	7,5	6	276,7	288,2	1,04
PB359	300	150	7,5	7,5	7,5	296,5	307,7	1,04
PB360	300	150	7,5	7,5	9	278,4	288,2	1,04
PB361	300	150	15,0	5	3	380,9	399,0	1,05
PB362	300	150	15,0	5	4,5	301,2	303,5	1,01
PB363	300	150	15,0	5	6	326,4	323,8	0,99
PB364	300	150	15,0	5	7,5	312,4	327,0	1,05
PB365	300	150	15,0	5	9	295,3	303,5	1,03
PB366	300	150	12,5	5	3	311,8	317,4	1,02
PB367	300	150	12,5	5	4,5	246,2	244,4	0,99
PB368	300	150	12,5	5	6	272,4	271,6	1,00
PB369	300	150	12,5	5	7,5	255,4	260,1	1,02
PB370	300	150	12,5	5	9	240,3	244,4	1,02
PB371	300	150	10,7	5	3	263,1	266,8	1,01
PB372	300	150	10,7	5	4,5	209,7	210,2	1,00
PB373	300	150	10,7	5	6	238,1	242,4	1,02
PB374	300	150	10,7	5	7,5	216,0	220,3	1,02
PB375	300	150	10,7	5	9	206,6	210,2	1,02
PB376	300	150	9,4	5	3	228,4	232,4	1,02
PB377	300	150	9,4	5	4,5	187,6	188,2	1,00
PB378	300	150	9,4	5	6	220,0	224,3	1,02
PB379	300	150	9,4	5	7,5	189,7	194,0	1,02
PB380	300	150	9,4	5	9	184,5	188,2	1,02
PB381	300	150	8,3	5	3	202,3	207,4	1,03
PB382	300	150	8,3	5	4,5	170,9	172,9	1,01
PB383	300	150	8,3	5	6	201,5	207,4	1,03
PB384	300	150	8,3	5	7,5	170,9	175,4	1,03
PB385	300	150	8,3	5	9	169,0	172,9	1,02
PB386	300	150	7,5	5	3	184,9	188,4	1,02
PB387	300	150	7,5	5	4,5	158,1	161,8	1,02
PB388	300	150	7,5	5	6	182,0	188,4	1,04
PB389	300	150	7,5	5	7,5	158,2	161,5	1,02
PB390	300	150	7,5	5	9	158,5	161,8	1,02
PB391	300	150	15,0	3,75	3	335,0	373,5	1,11
PB392	300	150	15,0	3,75	4,5	231,3	248,5	1,07
PB393	300	150	15,0	3,75	6	222,2	227,4	1,02
PB394	300	150	15,0	3,75	7,5	242,5	242,5	1,00
PB395	300	150	15,0	3,75	9	225,2	248,5	1,10
PB396	300	150	12,5	3,75	3	276,9	292,3	1,06
PB397	300	150	12,5	3,75	4,5	187,3	190,3	1,02
PB398	300	150	12,5	3,75	6	178,1	176,9	0,99

(continua)

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PB399	300	150	12,5	3,75	7,5	200,3	195,0	0,97
PB400	300	150	12,5	3,75	9	182,2	190,3	1,04
PB401	300	150	10,7	3,75	3	234,0	242,0	1,03
PB402	300	150	10,7	3,75	4,5	156,0	156,7	1,00
PB403	300	150	10,7	3,75	6	148,9	148,8	1,00
PB404	300	150	10,7	3,75	7,5	172,4	169,3	0,98
PB405	300	150	10,7	3,75	9	153,1	156,7	1,02
PB406	300	150	9,4	3,75	3	202,3	207,8	1,03
PB407	300	150	9,4	3,75	4,5	135,4	135,2	1,00
PB408	300	150	9,4	3,75	6	131,6	131,5	1,00
PB409	300	150	9,4	3,75	7,5	152,0	153,7	1,01
PB410	300	150	9,4	3,75	9	132,9	135,2	1,02
PB411	300	150	8,3	3,75	3	177,8	183,0	1,03
PB412	300	150	8,3	3,75	4,5	119,9	120,3	1,00
PB413	300	150	8,3	3,75	6	120,0	120,0	1,00
PB414	300	150	8,3	3,75	7,5	134,7	138,3	1,03
PB415	300	150	8,3	3,75	9	118,3	120,3	1,02
PB416	300	150	7,5	3,75	3	160,5	164,1	1,02
PB417	300	150	7,5	3,75	4,5	108,0	109,4	1,01
PB418	300	150	7,5	3,75	6	111,0	111,8	1,01
PB419	300	150	7,5	3,75	7,5	122,1	124,6	1,02
PB420	300	150	7,5	3,75	9	107,8	109,4	1,02
PB421	300	150	15,0	3	3	310,7	364,4	1,17
PB422	300	150	15,0	3	4,5	194,8	228,9	1,18
PB423	300	150	15,0	3	6	173,6	193,1	1,11
PB424	300	150	15,0	3	7,5	179,1	189,2	1,06
PB425	300	150	15,0	3	9	188,7	200,6	1,06
PB426	300	150	12,5	3	3	258,5	283,4	1,10
PB427	300	150	12,5	3	4,5	159,8	171,0	1,07
PB428	300	150	12,5	3	6	139,0	143,1	1,03
PB429	300	150	12,5	3	7,5	144,3	142,7	0,99
PB430	300	150	12,5	3	9	154,9	155,7	1,00
PB431	300	150	10,7	3	3	219,8	233,2	1,06
PB432	300	150	10,7	3	4,5	133,4	137,7	1,03
PB433	300	150	10,7	3	6	114,6	115,5	1,01
PB434	300	150	10,7	3	7,5	120,2	117,6	0,98
PB435	300	150	10,7	3	9	130,4	131,8	1,01
PB436	300	150	9,4	3	3	190,9	199,1	1,04
PB437	300	150	9,4	3	4,5	114,9	116,3	1,01
PB438	300	150	9,4	3	6	98,8	98,5	1,00
PB439	300	150	9,4	3	7,5	104,8	102,5	0,98
PB440	300	150	9,4	3	9	112,8	116,3	1,03
PB441	300	150	8,3	3	3	167,8	174,3	1,04
PB442	300	150	8,3	3	4,5	100,7	101,6	1,01
PB443	300	150	8,3	3	6	87,8	87,2	0,99
PB444	300	150	8,3	3	7,5	92,7	92,6	1,00
PB445	300	150	8,3	3	9	99,3	101,6	1,02

(continua)

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PB446	300	150	7,5	3	3	151,0	155,5	1,03
PB447	300	150	7,5	3	4,5	89,6	90,8	1,01
PB448	300	150	7,5	3	6	79,2	79,2	1,00
PB449	300	150	7,5	3	7,5	87,6	85,8	0,98
PB450	300	150	7,5	3	9	89,2	90,8	1,02
PB451	600	150	15,0	30	6	2785,0	2886,5	1,04
PB452	600	150	15,0	30	9	2760,7	2878,2	1,04
PB453	600	150	15,0	30	12	2773,1	2886,5	1,04
PB454	600	150	15,0	30	15	2742,2	2867,3	1,05
PB455	600	150	15,0	30	18	2741,0	2878,2	1,05
PB456	600	150	12,5	30	6	2575,8	2661,1	1,03
PB457	600	150	12,5	30	9	2579,9	2692,4	1,04
PB458	600	150	12,5	30	12	2558,7	2661,1	1,04
PB459	600	150	12,5	30	15	2550,5	2666,3	1,05
PB460	600	150	12,5	30	18	2544,2	2661,1	1,05
PB461	600	150	10,7	30	6	2427,2	2503,0	1,03
PB462	600	150	10,7	30	9	2447,2	2534,2	1,04
PB463	600	150	10,7	30	12	2402,3	2503,0	1,04
PB464	600	150	10,7	30	15	2416,3	2512,6	1,04
PB465	600	150	10,7	30	18	2403,7	2503,0	1,04
PB466	600	150	9,4	30	6	2312,5	2385,7	1,03
PB467	600	150	9,4	30	9	2310,3	2392,4	1,04
PB468	600	150	9,4	30	12	2292,0	2385,7	1,04
PB469	600	150	9,4	30	15	2294,9	2381,0	1,04
PB470	600	150	9,4	30	18	2290,1	2385,7	1,04
PB471	600	150	8,3	30	6	2220,3	2295,1	1,03
PB472	600	150	8,3	30	9	2209,0	2282,7	1,03
PB473	600	150	8,3	30	12	2203,1	2295,1	1,04
PB474	600	150	8,3	30	15	2192,4	2279,2	1,04
PB475	600	150	8,3	30	18	2195,8	2282,7	1,04
PB476	600	150	7,5	30	6	2151,8	2223,0	1,03
PB477	600	150	7,5	30	9	2120,1	2195,2	1,04
PB478	600	150	7,5	30	12	2131,6	2204,8	1,03
PB479	600	150	7,5	30	15	2119,9	2198,0	1,04
PB480	600	150	7,5	30	18	2115,0	2195,2	1,04
PB481	600	150	15,0	15	6	932,9	934,2	1,00
PB482	600	150	15,0	15	9	932,4	934,2	1,00
PB483	600	150	15,0	15	12	899,3	901,1	1,00
PB484	600	150	15,0	15	15	881,5	886,7	1,01
PB485	600	150	15,0	15	18	876,6	884,1	1,01
PB486	600	150	12,5	15	6	824,2	824,9	1,00
PB487	600	150	12,5	15	9	819,4	824,9	1,01
PB488	600	150	12,5	15	12	823,0	824,9	1,00
PB489	600	150	12,5	15	15	802,3	807,9	1,01
PB490	600	150	12,5	15	18	794,0	800,7	1,01
PB491	600	150	10,7	15	6	750,4	750,3	1,00
PB492	600	150	10,7	15	9	745,7	750,3	1,01

(continua)

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PB493	600	150	10,7	15	12	747,9	750,3	1,00
PB494	600	150	10,7	15	15	746,1	750,3	1,01
PB495	600	150	10,7	15	18	744,6	744,8	1,00
PB496	600	150	9,4	15	6	697,1	695,8	1,00
PB497	600	150	9,4	15	9	692,4	695,8	1,00
PB498	600	150	9,4	15	12	689,2	695,8	1,01
PB499	600	150	9,4	15	15	694,1	695,8	1,00
PB500	600	150	9,4	15	18	692,5	695,8	1,00
PB501	600	150	8,3	15	6	651,1	654,3	1,00
PB502	600	150	8,3	15	9	653,4	654,3	1,00
PB503	600	150	8,3	15	12	649,8	654,3	1,01
PB504	600	150	8,3	15	15	648,4	654,3	1,01
PB505	600	150	8,3	15	18	650,1	654,3	1,01
PB506	600	150	7,5	15	6	619,6	621,5	1,00
PB507	600	150	7,5	15	9	617,4	621,5	1,01
PB508	600	150	7,5	15	12	619,2	621,5	1,00
PB509	600	150	7,5	15	15	619,5	621,5	1,00
PB510	600	150	7,5	15	18	620,0	621,5	1,00
PB511	600	150	15,0	10	6	523,2	515,8	0,99
PB512	600	150	15,0	10	9	493,8	485,3	0,98
PB513	600	150	15,0	10	12	516,7	512,5	0,99
PB514	600	150	15,0	10	15	486,7	480,5	0,99
PB515	600	150	15,0	10	18	487,8	485,3	0,99
PB516	600	150	12,5	10	6	483,0	472,3	0,98
PB517	600	150	12,5	10	9	431,0	425,7	0,99
PB518	600	150	12,5	10	12	448,8	442,9	0,99
PB519	600	150	12,5	10	15	432,3	428,1	0,99
PB520	600	150	12,5	10	18	427,5	425,7	1,00
PB521	600	150	10,7	10	6	453,0	445,0	0,98
PB522	600	150	10,7	10	9	390,3	386,9	0,99
PB523	600	150	10,7	10	12	400,0	396,8	0,99
PB524	600	150	10,7	10	15	399,5	394,4	0,99
PB525	600	150	10,7	10	18	390,3	386,9	0,99
PB526	600	150	9,4	10	6	439,4	426,3	0,97
PB527	600	150	9,4	10	9	361,9	359,5	0,99
PB528	600	150	9,4	10	12	365,0	363,9	1,00
PB529	600	150	9,4	10	15	375,4	370,8	0,99
PB530	600	150	9,4	10	18	363,2	359,5	0,99
PB531	600	150	8,3	10	6	413,3	412,7	1,00
PB532	600	150	8,3	10	9	342,8	339,0	0,99
PB533	600	150	8,3	10	12	340,0	339,1	1,00
PB534	600	150	8,3	10	15	347,8	346,4	1,00
PB535	600	150	8,3	10	18	341,5	339,0	0,99
PB536	600	150	7,5	10	6	381,6	380,9	1,00
PB537	600	150	7,5	10	9	323,7	323,2	1,00
PB538	600	150	7,5	10	12	321,1	319,8	1,00
PB539	600	150	7,5	10	15	327,8	324,8	0,99

(continua)

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PB540	600	150	7,5	10	18	326,7	323,2	0,99
PB541	600	150	15,0	7,5	6	331,1	321,5	0,97
PB542	600	150	15,0	7,5	9	374,5	369,5	0,99
PB543	600	150	15,0	7,5	12	331,0	321,5	0,97
PB544	600	150	15,0	7,5	15	345,4	341,0	0,99
PB545	600	150	15,0	7,5	18	326,6	321,5	0,98
PB546	600	150	12,5	7,5	6	289,3	279,5	0,97
PB547	600	150	12,5	7,5	9	315,3	310,8	0,99
PB548	600	150	12,5	7,5	12	289,9	279,5	0,96
PB549	600	150	12,5	7,5	15	293,7	289,7	0,99
PB550	600	150	12,5	7,5	18	283,5	279,5	0,99
PB551	600	150	10,7	7,5	6	260,3	253,3	0,97
PB552	600	150	10,7	7,5	9	275,9	272,6	0,99
PB553	600	150	10,7	7,5	12	259,9	253,3	0,97
PB554	600	150	10,7	7,5	15	261,1	256,7	0,98
PB555	600	150	10,7	7,5	18	258,7	253,3	0,98
PB556	600	150	9,4	7,5	6	243,6	235,4	0,97
PB557	600	150	9,4	7,5	9	248,2	245,6	0,99
PB558	600	150	9,4	7,5	12	239,1	235,4	0,98
PB559	600	150	9,4	7,5	15	238,0	233,7	0,98
PB560	600	150	9,4	7,5	18	241,2	235,4	0,98
PB561	600	150	8,3	7,5	6	226,3	222,4	0,98
PB562	600	150	8,3	7,5	9	228,6	225,5	0,99
PB563	600	150	8,3	7,5	12	225,8	222,4	0,98
PB564	600	150	8,3	7,5	15	219,0	216,7	0,99
PB565	600	150	8,3	7,5	18	224,6	222,4	0,99
PB566	600	150	7,5	7,5	6	217,7	212,5	0,98
PB567	600	150	7,5	7,5	9	211,0	209,9	1,00
PB568	600	150	7,5	7,5	12	215,2	212,5	0,99
PB569	600	150	7,5	7,5	15	207,0	203,6	0,98
PB570	600	150	7,5	7,5	18	212,4	209,9	0,99
PB571	600	150	15,0	6	6	259,4	252,3	0,97
PB572	600	150	15,0	6	9	273,8	261,0	0,95
PB573	600	150	15,0	6	12	257,9	252,3	0,98
PB574	600	150	15,0	6	15	249,0	241,3	0,97
PB575	600	150	15,0	6	18	254,5	252,3	0,99
PB576	600	150	12,5	6	6	219,0	210,9	0,96
PB577	600	150	12,5	6	9	243,1	231,0	0,95
PB578	600	150	12,5	6	12	218,4	210,9	0,97
PB579	600	150	12,5	6	15	214,7	207,5	0,97
PB580	600	150	12,5	6	18	214,0	210,9	0,99
PB581	600	150	10,7	6	6	191,1	185,1	0,97
PB582	600	150	10,7	6	9	221,7	213,5	0,96
PB583	600	150	10,7	6	12	190,2	185,1	0,97
PB584	600	150	10,7	6	15	193,3	187,2	0,97
PB585	600	150	10,7	6	18	189,3	185,1	0,98
PB586	600	150	9,4	6	6	173,8	167,4	0,96

(continua)

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PB587	600	150	9,4	6	9	205,9	202,2	0,98
PB588	600	150	9,4	6	12	170,6	167,4	0,98
PB589	600	150	9,4	6	15	180,6	173,7	0,96
PB590	600	150	9,4	6	18	171,8	167,4	0,97
PB591	600	150	8,3	6	6	158,0	154,7	0,98
PB592	600	150	8,3	6	9	187,3	185,1	0,99
PB593	600	150	8,3	6	12	157,4	154,7	0,98
PB594	600	150	8,3	6	15	168,3	164,1	0,98
PB595	600	150	8,3	6	18	156,6	154,7	0,99
PB596	600	150	7,5	6	6	148,7	144,9	0,97
PB597	600	150	7,5	6	9	170,4	169,6	1,00
PB598	600	150	7,5	6	12	147,1	144,9	0,99
PB599	600	150	7,5	6	15	157,6	155,1	0,98
PB600	600	150	7,5	6	18	147,9	144,9	0,98
PB601	600	200	20,0	30	6	4489,8	4662,1	1,04
PB602	600	200	20,0	30	9	4472,2	4662,1	1,04
PB603	600	200	20,0	30	12	4461,1	4662,1	1,05
PB604	600	200	20,0	30	15	4476,5	4662,1	1,04
PB605	600	200	20,0	30	18	4473,1	4662,1	1,04
PB606	600	200	16,7	30	6	4140,5	4303,1	1,04
PB607	600	200	16,7	30	9	4114,8	4303,1	1,05
PB608	600	200	16,7	30	12	4152,6	4303,1	1,04
PB609	600	200	16,7	30	15	4101,1	4284,7	1,04
PB610	600	200	16,7	30	18	4083,3	4257,4	1,04
PB611	600	200	14,3	30	6	3894,9	4057,5	1,04
PB612	600	200	14,3	30	9	3879,5	4057,5	1,05
PB613	600	200	14,3	30	12	3841,0	3993,3	1,04
PB614	600	200	14,3	30	15	3793,7	3957,2	1,04
PB615	600	200	14,3	30	18	3778,4	3944,8	1,04
PB616	600	200	12,5	30	6	3753,4	3878,2	1,03
PB617	600	200	12,5	30	9	3661,1	3804,5	1,04
PB618	600	200	12,5	30	12	3586,7	3734,4	1,04
PB619	600	200	12,5	30	15	3567,0	3715,9	1,04
PB620	600	200	12,5	30	18	3569,4	3714,8	1,04
PB621	600	200	11,1	30	6	3612,9	3741,1	1,04
PB622	600	200	11,1	30	9	3445,7	3580,7	1,04
PB623	600	200	11,1	30	12	3396,2	3535,0	1,04
PB624	600	200	11,1	30	15	3394,0	3530,4	1,04
PB625	600	200	11,1	30	18	3386,8	3538,1	1,04
PB626	600	200	10,0	30	6	3450,2	3566,9	1,03
PB627	600	200	10,0	30	9	3266,4	3402,6	1,04
PB628	600	200	10,0	30	12	3248,6	3376,6	1,04
PB629	600	200	10,0	30	15	3257,1	3383,0	1,04
PB630	600	200	10,0	30	18	3263,4	3397,9	1,04
PB631	600	200	20,0	15	6	1727,2	1717,9	0,99
PB632	600	200	20,0	15	9	1588,1	1581,5	1,00
PB633	600	200	20,0	15	12	1644,8	1655,9	1,01

(continua)

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PB634	600	200	20,0	15	15	1572,6	1578,9	1,00
PB635	600	200	20,0	15	18	1574,8	1581,5	1,00
PB636	600	200	16,7	15	6	1584,8	1577,0	1,00
PB637	600	200	16,7	15	9	1381,2	1392,5	1,01
PB638	600	200	16,7	15	12	1429,1	1436,0	1,00
PB639	600	200	16,7	15	15	1399,2	1411,5	1,01
PB640	600	200	16,7	15	18	1377,2	1392,5	1,01
PB641	600	200	14,3	15	6	1469,1	1488,6	1,01
PB642	600	200	14,3	15	9	1255,8	1269,3	1,01
PB643	600	200	14,3	15	12	1279,7	1290,4	1,01
PB644	600	200	14,3	15	15	1294,1	1303,9	1,01
PB645	600	200	14,3	15	18	1254,8	1269,3	1,01
PB646	600	200	12,5	15	6	1432,3	1427,8	1,00
PB647	600	200	12,5	15	9	1169,8	1182,2	1,01
PB648	600	200	12,5	15	12	1178,2	1186,4	1,01
PB649	600	200	12,5	15	15	1199,4	1213,7	1,01
PB650	600	200	12,5	15	18	1176,7	1182,2	1,00
PB651	600	200	11,1	15	6	1309,4	1325,7	1,01
PB652	600	200	11,1	15	9	1105,3	1117,2	1,01
PB653	600	200	11,1	15	12	1093,6	1108,1	1,01
PB654	600	200	11,1	15	15	1114,1	1126,7	1,01
PB655	600	200	11,1	15	18	1102,2	1117,2	1,01
PB656	600	200	10,0	15	6	1208,4	1224,2	1,01
PB657	600	200	10,0	15	9	1045,3	1066,7	1,02
PB658	600	200	10,0	15	12	1039,5	1047,0	1,01
PB659	600	200	10,0	15	15	1045,1	1058,4	1,01
PB660	600	200	10,0	15	18	1056,9	1066,7	1,01
PB661	600	200	20,0	10	6	931,8	907,1	0,97
PB662	600	200	20,0	10	9	1097,9	1066,2	0,97
PB663	600	200	20,0	10	12	916,2	907,1	0,99
PB664	600	200	20,0	10	15	956,8	932,0	0,97
PB665	600	200	20,0	10	18	920,4	907,1	0,99
PB666	600	200	16,7	10	6	793,8	774,7	0,98
PB667	600	200	16,7	10	9	912,0	914,5	1,00
PB668	600	200	16,7	10	12	792,7	774,7	0,98
PB669	600	200	16,7	10	15	828,9	822,3	0,99
PB670	600	200	16,7	10	18	779,6	774,7	0,99
PB671	600	200	14,3	10	6	696,6	692,3	0,99
PB672	600	200	14,3	10	9	792,1	794,7	1,00
PB673	600	200	14,3	10	12	696,9	692,3	0,99
PB674	600	200	14,3	10	15	733,0	732,2	1,00
PB675	600	200	14,3	10	18	696,0	692,3	0,99
PB676	600	200	12,5	10	6	646,2	636,0	0,98
PB677	600	200	12,5	10	9	707,4	710,1	1,00
PB678	600	200	12,5	10	12	638,7	636,0	1,00
PB679	600	200	12,5	10	15	661,1	660,1	1,00
PB680	600	200	12,5	10	18	644,8	636,0	0,99

(continua)

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PB681	600	200	11,1	10	6	598,2	595,1	0,99
PB682	600	200	11,1	10	9	644,0	647,1	1,00
PB683	600	200	11,1	10	12	592,4	595,1	1,00
PB684	600	200	11,1	10	15	605,7	606,7	1,00
PB685	600	200	11,1	10	18	591,9	595,1	1,01
PB686	600	200	10,0	10	6	569,8	563,9	0,99
PB687	600	200	10,0	10	9	590,5	598,1	1,01
PB688	600	200	10,0	10	12	561,3	563,9	1,00
PB689	600	200	10,0	10	15	564,0	565,5	1,00
PB690	600	200	10,0	10	18	564,9	563,9	1,00
PB691	600	200	20,0	7,5	6	719,0	709,7	0,99
PB692	600	200	20,0	7,5	9	670,3	640,6	0,96
PB693	600	200	20,0	7,5	12	704,0	709,7	1,01
PB694	600	200	20,0	7,5	15	645,1	632,0	0,98
PB695	600	200	20,0	7,5	18	664,9	640,6	0,96
PB696	600	200	16,7	7,5	6	593,2	579,4	0,98
PB697	600	200	16,7	7,5	9	558,0	546,6	0,98
PB698	600	200	16,7	7,5	12	589,4	579,4	0,98
PB699	600	200	16,7	7,5	15	535,5	525,5	0,98
PB700	600	200	16,7	7,5	18	562,3	546,6	0,97
PB701	600	200	14,3	7,5	6	504,7	498,4	0,99
PB702	600	200	14,3	7,5	9	499,9	491,8	0,98
PB703	600	200	14,3	7,5	12	502,7	498,4	0,99
PB704	600	200	14,3	7,5	15	469,6	461,8	0,98
PB705	600	200	14,3	7,5	18	499,1	491,8	0,99
PB706	600	200	12,5	7,5	6	452,2	443,2	0,98
PB707	600	200	12,5	7,5	9	462,8	456,4	0,99
PB708	600	200	12,5	7,5	12	446,5	443,2	0,99
PB709	600	200	12,5	7,5	15	426,1	419,6	0,98
PB710	600	200	12,5	7,5	18	449,1	443,2	0,99
PB711	600	200	11,1	7,5	6	407,3	403,1	0,99
PB712	600	200	11,1	7,5	9	434,2	431,8	0,99
PB713	600	200	11,1	7,5	12	403,1	403,1	1,00
PB714	600	200	11,1	7,5	15	394,5	389,7	0,99
PB715	600	200	11,1	7,5	18	402,4	403,1	1,00
PB716	600	200	10,0	7,5	6	377,5	372,6	0,99
PB717	600	200	10,0	7,5	9	409,7	413,7	1,01
PB718	600	200	10,0	7,5	12	372,2	372,6	1,00
PB719	600	200	10,0	7,5	15	369,2	367,4	1,00
PB720	600	200	10,0	7,5	18	373,7	372,6	1,00
PB721	600	200	20,0	6	6	625,3	639,4	1,02
PB722	600	200	20,0	6	9	504,4	489,1	0,97
PB723	600	200	20,0	6	12	551,4	526,0	0,95
PB724	600	200	20,0	6	15	519,2	525,1	1,01
PB725	600	200	20,0	6	18	497,5	489,1	0,98
PB726	600	200	16,7	6	6	513,2	509,8	0,99
PB727	600	200	16,7	6	9	407,0	396,7	0,97

(continua)

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PB728	600	200	16,7	6	12	476,8	445,6	0,93
PB729	600	200	16,7	6	15	423,5	419,8	0,99
PB730	600	200	16,7	6	18	407,3	396,7	0,97
PB731	600	200	14,3	6	6	432,1	429,4	0,99
PB732	600	200	14,3	6	9	351,9	343,1	0,97
PB733	600	200	14,3	6	12	414,7	400,6	0,97
PB734	600	200	14,3	6	15	362,4	356,9	0,98
PB735	600	200	14,3	6	18	352,1	343,1	0,97
PB736	600	200	12,5	6	6	380,8	374,6	0,98
PB737	600	200	12,5	6	9	315,7	308,5	0,98
PB738	600	200	12,5	6	12	375,8	372,7	0,99
PB739	600	200	12,5	6	15	320,6	315,3	0,98
PB740	600	200	12,5	6	18	321,9	308,5	0,96
PB741	600	200	11,1	6	6	337,9	334,8	0,99
PB742	600	200	11,1	6	9	288,6	284,6	0,99
PB743	600	200	11,1	6	12	334,0	334,8	1,00
PB744	600	200	11,1	6	15	290,0	285,9	0,99
PB745	600	200	11,1	6	18	288,3	284,6	0,99
PB746	600	200	10,0	6	6	308,2	304,5	0,99
PB747	600	200	10,0	6	9	266,8	267,1	1,00
PB748	600	200	10,0	6	12	304,0	304,5	1,00
PB749	600	200	10,0	6	15	265,9	264,0	0,99
PB750	600	200	10,0	6	18	273,3	267,1	0,98
PB751	600	300	30,0	30	6	11453,1	12067,8	1,05
PB752	600	300	30,0	30	9	9613,9	10138,2	1,05
PB753	600	300	30,0	30	12	9553,8	10092,3	1,06
PB754	600	300	30,0	30	15	9699,9	10271,2	1,06
PB755	600	300	30,0	30	18	9566,6	10138,2	1,06
PB756	600	300	25,0	30	6	9834,4	10373,8	1,05
PB757	600	300	25,0	30	9	8637,2	9143,6	1,06
PB758	600	300	25,0	30	12	8467,1	8957,0	1,06
PB759	600	300	25,0	30	15	8541,9	9039,9	1,06
PB760	600	300	25,0	30	18	8586,5	9143,6	1,06
PB761	600	300	21,4	30	6	8700,6	9214,9	1,06
PB762	600	300	21,4	30	9	8009,4	8493,3	1,06
PB763	600	300	21,4	30	12	7735,4	8204,2	1,06
PB764	600	300	21,4	30	15	7732,2	8217,2	1,06
PB765	600	300	21,4	30	18	7786,1	8287,9	1,06
PB766	600	300	18,8	30	6	7889,6	8368,0	1,06
PB767	600	300	18,8	30	9	7579,6	8032,9	1,06
PB768	600	300	18,8	30	12	7181,1	7665,7	1,07
PB769	600	300	18,8	30	15	7174,9	7625,6	1,06
PB770	600	300	18,8	30	18	7221,4	7658,4	1,06
PB771	600	300	16,7	30	6	7262,3	7720,0	1,06
PB772	600	300	16,7	30	9	7237,8	7688,4	1,06
PB773	600	300	16,7	30	12	6858,6	7259,8	1,06
PB774	600	300	16,7	30	15	6758,2	7178,1	1,06

(continua)

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PB775	600	300	16,7	30	18	6765,3	7181,1	1,06
PB776	600	300	15,0	30	6	6827,3	7207,2	1,06
PB777	600	300	15,0	30	9	6791,0	7207,2	1,06
PB778	600	300	15,0	30	12	6554,6	6942,2	1,06
PB779	600	300	15,0	30	15	6465,2	6826,8	1,06
PB780	600	300	15,0	30	18	6440,6	6805,9	1,06
PB781	600	300	30,0	15	6	3993,2	4029,1	1,01
PB782	600	300	30,0	15	9	4178,7	4236,4	1,01
PB783	600	300	30,0	15	12	3938,2	4029,1	1,02
PB784	600	300	30,0	15	15	3814,1	3890,3	1,02
PB785	600	300	30,0	15	18	3909,6	4029,1	1,03
PB786	600	300	25,0	15	6	3338,4	3362,8	1,01
PB787	600	300	25,0	15	9	3668,5	3733,0	1,02
PB788	600	300	25,0	15	12	3287,2	3362,8	1,02
PB789	600	300	25,0	15	15	3269,7	3334,3	1,02
PB790	600	300	25,0	15	18	3263,4	3362,8	1,03
PB791	600	300	21,4	15	6	2899,6	2949,0	1,02
PB792	600	300	21,4	15	9	3349,2	3437,9	1,03
PB793	600	300	21,4	15	12	2874,6	2949,0	1,03
PB794	600	300	21,4	15	15	2912,6	3000,8	1,03
PB795	600	300	21,4	15	18	2852,2	2949,0	1,03
PB796	600	300	18,8	15	6	2595,4	2666,9	1,03
PB797	600	300	18,8	15	9	3133,3	3246,3	1,04
PB798	600	300	18,8	15	12	2575,0	2666,9	1,04
PB799	600	300	18,8	15	15	2680,3	2779,7	1,04
PB800	600	300	18,8	15	18	2574,5	2666,9	1,04
PB801	600	300	16,7	15	6	2382,4	2461,8	1,03
PB802	600	300	16,7	15	9	2819,9	2933,8	1,04
PB803	600	300	16,7	15	12	2375,2	2461,8	1,04
PB804	600	300	16,7	15	15	2532,3	2622,6	1,04
PB805	600	300	16,7	15	18	2374,7	2461,8	1,04
PB806	600	300	15,0	15	6	2251,9	2305,6	1,02
PB807	600	300	15,0	15	9	2586,4	2689,3	1,04
PB808	600	300	15,0	15	12	2219,1	2305,6	1,04
PB809	600	300	15,0	15	15	2372,2	2461,8	1,04
PB810	600	300	15,0	15	18	2227,5	2305,6	1,04
PB811	600	300	30,0	10	6	3047,0	3191,7	1,05
PB812	600	300	30,0	10	9	2409,3	2428,3	1,01
PB813	600	300	30,0	10	12	2607,0	2590,3	0,99
PB814	600	300	30,0	10	15	2498,5	2616,1	1,05
PB815	600	300	30,0	10	18	2362,9	2428,3	1,03
PB816	600	300	25,0	10	6	2494,9	2538,9	1,02
PB817	600	300	25,0	10	9	1968,4	1955,2	0,99
PB818	600	300	25,0	10	12	2179,8	2172,6	1,00
PB819	600	300	25,0	10	15	2042,7	2081,1	1,02
PB820	600	300	25,0	10	18	1921,3	1955,2	1,02
PB821	600	300	21,4	10	6	2103,4	2134,4	1,01

(continua)

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PB822	600	300	21,4	10	9	1683,1	1681,3	1,00
PB823	600	300	21,4	10	12	1934,7	1939,2	1,00
PB824	600	300	21,4	10	15	1731,5	1762,3	1,02
PB825	600	300	21,4	10	18	1653,5	1681,3	1,02
PB826	600	300	18,8	10	6	1823,6	1859,3	1,02
PB827	600	300	18,8	10	9	1500,2	1505,3	1,00
PB828	600	300	18,8	10	12	1768,6	1794,0	1,01
PB829	600	300	18,8	10	15	1518,3	1552,1	1,02
PB830	600	300	18,8	10	18	1479,8	1505,3	1,02
PB831	600	300	16,7	10	6	1619,9	1659,5	1,02
PB832	600	300	16,7	10	9	1366,1	1383,3	1,01
PB833	600	300	16,7	10	12	1609,6	1659,5	1,03
PB834	600	300	16,7	10	15	1371,4	1403,3	1,02
PB835	600	300	16,7	10	18	1357,4	1383,3	1,02
PB836	600	300	15,0	10	6	1478,8	1507,5	1,02
PB837	600	300	15,0	10	9	1269,0	1294,0	1,02
PB838	600	300	15,0	10	12	1458,7	1507,5	1,03
PB839	600	300	15,0	10	15	1263,2	1292,3	1,02
PB840	600	300	15,0	10	18	1267,1	1294,0	1,02
PB841	600	300	30,0	7,5	6	2680,3	2987,9	1,11
PB842	600	300	30,0	7,5	9	1849,7	1988,2	1,07
PB843	600	300	30,0	7,5	12	1775,6	1819,4	1,02
PB844	600	300	30,0	7,5	15	1942,1	1939,9	1,00
PB845	600	300	30,0	7,5	18	1802,1	1988,2	1,10
PB846	600	300	25,0	7,5	6	2215,5	2338,3	1,06
PB847	600	300	25,0	7,5	9	1497,6	1522,5	1,02
PB848	600	300	25,0	7,5	12	1424,8	1414,8	0,99
PB849	600	300	25,0	7,5	15	1601,3	1560,2	0,97
PB850	600	300	25,0	7,5	18	1457,1	1522,5	1,04
PB851	600	300	21,4	7,5	6	1871,6	1936,1	1,03
PB852	600	300	21,4	7,5	9	1251,3	1253,7	1,00
PB853	600	300	21,4	7,5	12	1206,0	1190,6	0,99
PB854	600	300	21,4	7,5	15	1355,1	1354,1	1,00
PB855	600	300	21,4	7,5	18	1225,4	1253,7	1,02
PB856	600	300	18,8	7,5	6	1616,2	1662,7	1,03
PB857	600	300	18,8	7,5	9	1082,9	1081,5	1,00
PB858	600	300	18,8	7,5	12	1057,8	1052,2	0,99
PB859	600	300	18,8	7,5	15	1215,6	1229,6	1,01
PB860	600	300	18,8	7,5	18	1065,5	1081,5	1,01
PB861	600	300	16,7	7,5	6	1423,5	1464,2	1,03
PB862	600	300	16,7	7,5	9	958,8	962,4	1,00
PB863	600	300	16,7	7,5	12	967,6	959,7	0,99
PB864	600	300	16,7	7,5	15	1080,2	1106,5	1,02
PB865	600	300	16,7	7,5	18	949,3	962,4	1,01
PB866	600	300	15,0	7,5	6	1283,5	1313,2	1,02
PB867	600	300	15,0	7,5	9	866,2	875,4	1,01
PB868	600	300	15,0	7,5	12	890,7	894,1	1,00

(continua)

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PB869	600	300	15,0	7,5	15	975,3	997,1	1,02
PB870	600	300	15,0	7,5	18	861,8	875,4	1,02
PB871	600	300	30,0	6	6	2485,5	2915,3	1,17
PB872	600	300	30,0	6	9	1558,0	1831,5	1,18
PB873	600	300	30,0	6	12	1387,0	1544,9	1,11
PB874	600	300	30,0	6	15	1433,2	1513,9	1,06
PB875	600	300	30,0	6	18	1509,8	1605,0	1,06
PB876	600	300	25,0	6	6	2067,8	2266,9	1,10
PB877	600	300	25,0	6	9	1277,9	1368,4	1,07
PB878	600	300	25,0	6	12	1112,1	1145,0	1,03
PB879	600	300	25,0	6	15	1153,5	1141,5	0,99
PB880	600	300	25,0	6	18	1239,8	1245,6	1,00
PB881	600	300	21,4	6	6	1758,5	1865,5	1,06
PB882	600	300	21,4	6	9	1069,8	1101,5	1,03
PB883	600	300	21,4	6	12	925,7	924,0	1,00
PB884	600	300	21,4	6	15	948,2	940,6	0,99
PB885	600	300	21,4	6	18	1041,4	1054,3	1,01
PB886	600	300	18,8	6	6	1524,7	1592,6	1,04
PB887	600	300	18,8	6	9	919,4	930,6	1,01
PB888	600	300	18,8	6	12	793,5	788,0	0,99
PB889	600	300	18,8	6	15	838,0	819,8	0,98
PB890	600	300	18,8	6	18	903,6	930,6	1,03
PB891	600	300	16,7	6	6	1343,4	1394,6	1,04
PB892	600	300	16,7	6	9	805,9	812,6	1,01
PB893	600	300	16,7	6	12	706,9	697,3	0,99
PB894	600	300	16,7	6	15	743,7	741,1	1,00
PB895	600	300	16,7	6	18	796,2	812,6	1,02
PB896	600	300	15,0	6	6	1207,7	1244,0	1,03
PB897	600	300	15,0	6	9	718,4	726,4	1,01
PB898	600	300	15,0	6	12	635,7	633,2	1,00
PB899	600	300	15,0	6	15	695,7	686,6	0,99
PB900	600	300	15,0	6	18	712,8	726,4	1,02
PB901	900	225	22,5	45	9	9452,9	9741,8	1,03
PB902	900	225	22,5	45	13,5	9302,8	9713,9	1,04
PB903	900	225	22,5	45	18	9355,7	9741,8	1,04
PB904	900	225	22,5	45	22,5	9248,6	9677,0	1,05
PB905	900	225	22,5	45	27	9266,7	9713,9	1,05
PB906	900	225	18,8	45	9	8649,4	8981,2	1,04
PB907	900	225	18,8	45	13,5	8709,1	9086,9	1,04
PB908	900	225	18,8	45	18	8610,5	8981,2	1,04
PB909	900	225	18,8	45	22,5	8599,9	8998,8	1,05
PB910	900	225	18,8	45	27	8613,7	8981,2	1,04
PB911	900	225	16,1	45	9	8195,0	8447,7	1,03
PB912	900	225	16,1	45	13,5	8261,5	8553,0	1,04
PB913	900	225	16,1	45	18	8108,4	8447,7	1,04
PB914	900	225	16,1	45	22,5	8131,6	8480,1	1,04
PB915	900	225	16,1	45	27	8101,2	8447,7	1,04

(continua)

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PB916	900	225	14,1	45	9	7809,8	8051,9	1,03
PB917	900	225	14,1	45	13,5	7802,3	8074,5	1,03
PB918	900	225	14,1	45	18	7735,7	8051,9	1,04
PB919	900	225	14,1	45	22,5	7722,4	8035,9	1,04
PB920	900	225	14,1	45	27	7713,9	8051,9	1,04
PB921	900	225	12,5	45	9	7506,3	7746,1	1,03
PB922	900	225	12,5	45	13,5	7433,5	7704,1	1,04
PB923	900	225	12,5	45	18	7475,7	7746,1	1,04
PB924	900	225	12,5	45	22,5	7426,7	7692,2	1,04
PB925	900	225	12,5	45	27	7419,0	7704,1	1,04
PB926	900	225	11,3	45	9	7251,5	7502,5	1,03
PB927	900	225	11,3	45	13,5	7149,3	7408,7	1,04
PB928	900	225	11,3	45	18	7190,0	7441,4	1,03
PB929	900	225	11,3	45	22,5	7156,8	7418,3	1,04
PB930	900	225	11,3	45	27	7141,0	7408,7	1,04
PB931	900	225	22,5	22,5	9	3167,0	3153,0	1,00
PB932	900	225	22,5	22,5	13,5	3144,8	3153,0	1,00
PB933	900	225	22,5	22,5	18	3050,2	3041,2	1,00
PB934	900	225	22,5	22,5	22,5	2978,1	2992,5	1,00
PB935	900	225	22,5	22,5	27	2973,0	2983,7	1,00
PB936	900	225	18,8	22,5	9	2767,6	2784,0	1,01
PB937	900	225	18,8	22,5	13,5	2773,2	2784,0	1,00
PB938	900	225	18,8	22,5	18	2764,3	2784,0	1,01
PB939	900	225	18,8	22,5	22,5	2716,7	2726,5	1,00
PB940	900	225	18,8	22,5	27	2686,7	2702,4	1,01
PB941	900	225	16,1	22,5	9	2542,6	2532,1	1,00
PB942	900	225	16,1	22,5	13,5	2532,8	2532,1	1,00
PB943	900	225	16,1	22,5	18	2508,2	2532,1	1,01
PB944	900	225	16,1	22,5	22,5	2501,6	2532,1	1,01
PB945	900	225	16,1	22,5	27	2503,5	2513,7	1,00
PB946	900	225	14,1	22,5	9	2355,6	2348,5	1,00
PB947	900	225	14,1	22,5	13,5	2347,0	2348,5	1,00
PB948	900	225	14,1	22,5	18	2342,2	2348,5	1,00
PB949	900	225	14,1	22,5	22,5	2332,9	2348,5	1,01
PB950	900	225	14,1	22,5	27	2330,5	2348,5	1,01
PB951	900	225	12,5	22,5	9	2203,2	2208,3	1,00
PB952	900	225	12,5	22,5	13,5	2203,9	2208,3	1,00
PB953	900	225	12,5	22,5	18	2212,1	2208,3	1,00
PB954	900	225	12,5	22,5	22,5	2212,5	2208,3	1,00
PB955	900	225	12,5	22,5	27	2194,8	2208,3	1,01
PB956	900	225	11,3	22,5	9	2084,5	2097,6	1,01
PB957	900	225	11,3	22,5	13,5	2082,1	2097,6	1,01
PB958	900	225	11,3	22,5	18	2090,8	2097,6	1,00
PB959	900	225	11,3	22,5	22,5	2091,4	2097,6	1,00
PB960	900	225	11,3	22,5	27	2095,1	2097,6	1,00
PB961	900	225	22,5	15	9	1802,9	1740,8	0,97
PB962	900	225	22,5	15	13,5	1660,7	1637,7	0,99

(continua)

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PB963	900	225	22,5	15	18	1751,8	1729,7	0,99
PB964	900	225	22,5	15	22,5	1637,5	1621,7	0,99
PB965	900	225	22,5	15	27	1650,7	1637,7	0,99
PB966	900	225	18,8	15	9	1603,8	1593,9	0,99
PB967	900	225	18,8	15	13,5	1449,3	1436,8	0,99
PB968	900	225	18,8	15	18	1505,2	1494,6	0,99
PB969	900	225	18,8	15	22,5	1457,8	1444,7	0,99
PB970	900	225	18,8	15	27	1450,1	1436,8	0,99
PB971	900	225	16,1	15	9	1551,9	1501,8	0,97
PB972	900	225	16,1	15	13,5	1322,1	1305,8	0,99
PB973	900	225	16,1	15	18	1345,0	1339,1	1,00
PB974	900	225	16,1	15	22,5	1334,8	1331,0	1,00
PB975	900	225	16,1	15	27	1318,5	1305,8	0,99
PB976	900	225	14,1	15	9	1472,6	1438,7	0,98
PB977	900	225	14,1	15	13,5	1229,6	1213,3	0,99
PB978	900	225	14,1	15	18	1236,6	1228,1	0,99
PB979	900	225	14,1	15	22,5	1254,8	1251,5	1,00
PB980	900	225	14,1	15	27	1221,8	1213,3	0,99
PB981	900	225	12,5	15	9	1394,3	1392,7	1,00
PB982	900	225	12,5	15	13,5	1148,9	1144,3	1,00
PB983	900	225	12,5	15	18	1158,9	1144,6	0,99
PB984	900	225	12,5	15	22,5	1178,1	1169,0	0,99
PB985	900	225	12,5	15	27	1157,5	1144,3	0,99
PB986	900	225	11,3	15	9	1284,8	1285,6	1,00
PB987	900	225	11,3	15	13,5	1092,7	1090,7	1,00
PB988	900	225	11,3	15	18	1084,1	1079,4	1,00
PB989	900	225	11,3	15	22,5	1103,3	1096,1	0,99
PB990	900	225	11,3	15	27	1107,7	1090,7	0,98
PB991	900	225	22,5	11,25	9	1137,0	1085,1	0,95
PB992	900	225	22,5	11,25	13,5	1260,5	1247,0	0,99
PB993	900	225	22,5	11,25	18	1116,6	1085,1	0,97
PB994	900	225	22,5	11,25	22,5	1162,2	1151,0	0,99
PB995	900	225	22,5	11,25	27	1104,0	1085,1	0,98
PB996	900	225	18,8	11,25	9	963,3	943,3	0,98
PB997	900	225	18,8	11,25	13,5	1060,7	1048,9	0,99
PB998	900	225	18,8	11,25	18	963,5	943,3	0,98
PB999	900	225	18,8	11,25	22,5	991,0	977,6	0,99
PB1000	900	225	18,8	11,25	27	961,8	943,3	0,98
PB1001	900	225	16,1	11,25	9	889,1	854,9	0,96
PB1002	900	225	16,1	11,25	13,5	934,4	920,0	0,98
PB1003	900	225	16,1	11,25	18	870,0	854,9	0,98
PB1004	900	225	16,1	11,25	22,5	873,8	866,4	0,99
PB1005	900	225	16,1	11,25	27	869,4	854,9	0,98
PB1006	900	225	14,1	11,25	9	817,5	794,5	0,97
PB1007	900	225	14,1	11,25	13,5	842,3	829,0	0,98
PB1008	900	225	14,1	11,25	18	809,7	794,5	0,98
PB1009	900	225	14,1	11,25	22,5	796,9	788,9	0,99

(continua)

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PB1010	900	225	14,1	11,25	27	805,1	794,5	0,99
PB1011	900	225	12,5	11,25	9	769,1	750,6	0,98
PB1012	900	225	12,5	11,25	13,5	767,0	761,2	0,99
PB1013	900	225	12,5	11,25	18	776,5	750,6	0,97
PB1014	900	225	12,5	11,25	22,5	747,9	731,5	0,98
PB1015	900	225	12,5	11,25	27	762,4	750,6	0,98
PB1016	900	225	11,3	11,25	9	722,5	717,1	0,99
PB1017	900	225	11,3	11,25	13,5	712,2	708,5	0,99
PB1018	900	225	11,3	11,25	18	726,3	717,1	0,99
PB1019	900	225	11,3	11,25	22,5	700,6	687,3	0,98
PB1020	900	225	11,3	11,25	27	719,6	708,5	0,98
PB1021	900	225	22,5	9	9	888,6	851,6	0,96
PB1022	900	225	22,5	9	13,5	924,3	880,7	0,95
PB1023	900	225	22,5	9	18	870,2	851,6	0,98
PB1024	900	225	22,5	9	22,5	843,3	814,5	0,97
PB1025	900	225	22,5	9	27	860,0	851,6	0,99
PB1026	900	225	18,8	9	9	730,5	711,7	0,97
PB1027	900	225	18,8	9	13,5	816,4	779,8	0,96
PB1028	900	225	18,8	9	18	727,8	711,7	0,98
PB1029	900	225	18,8	9	22,5	725,9	700,3	0,96
PB1030	900	225	18,8	9	27	725,6	711,7	0,98
PB1031	900	225	16,1	9	9	651,6	624,6	0,96
PB1032	900	225	16,1	9	13,5	755,7	720,7	0,95
PB1033	900	225	16,1	9	18	637,7	624,6	0,98
PB1034	900	225	16,1	9	22,5	647,0	631,7	0,98
PB1035	900	225	16,1	9	27	636,6	624,6	0,98
PB1036	900	225	14,1	9	9	583,6	565,1	0,97
PB1037	900	225	14,1	9	13,5	701,7	682,5	0,97
PB1038	900	225	14,1	9	18	577,4	565,1	0,98
PB1039	900	225	14,1	9	22,5	599,0	586,2	0,98
PB1040	900	225	14,1	9	27	574,2	565,1	0,98
PB1041	900	225	12,5	9	9	536,4	521,9	0,97
PB1042	900	225	12,5	9	13,5	629,2	624,8	0,99
PB1043	900	225	12,5	9	18	539,7	521,9	0,97
PB1044	900	225	12,5	9	22,5	578,5	554,0	0,96
PB1045	900	225	12,5	9	27	531,1	521,9	0,98
PB1046	900	225	11,3	9	9	494,7	489,1	0,99
PB1047	900	225	11,3	9	13,5	575,2	572,5	1,00
PB1048	900	225	11,3	9	18	496,3	489,1	0,99
PB1049	900	225	11,3	9	22,5	533,1	523,4	0,98
PB1050	900	225	11,3	9	27	498,2	489,1	0,98
PB1051	900	300	30,0	45	9	15184,8	15734,5	1,04
PB1052	900	300	30,0	45	13,5	15147,6	15734,5	1,04
PB1053	900	300	30,0	45	18	15066,1	15734,5	1,04
PB1054	900	300	30,0	45	22,5	15095,3	15734,5	1,04
PB1055	900	300	30,0	45	27	15001,8	15734,5	1,05
PB1056	900	300	25,0	45	9	13941,7	14522,9	1,04

(continua)

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PB1057	900	300	25,0	45	13,5	13964,1	14522,9	1,04
PB1058	900	300	25,0	45	18	13943,7	14522,9	1,04
PB1059	900	300	25,0	45	22,5	13891,4	14461,0	1,04
PB1060	900	300	25,0	45	27	13765,0	14368,8	1,04
PB1061	900	300	21,4	45	9	13158,8	13694,1	1,04
PB1062	900	300	21,4	45	13,5	13142,9	13694,1	1,04
PB1063	900	300	21,4	45	18	12953,7	13477,4	1,04
PB1064	900	300	21,4	45	22,5	12839,8	13355,6	1,04
PB1065	900	300	21,4	45	27	12748,9	13313,8	1,04
PB1066	900	300	18,8	45	9	12668,5	13088,9	1,03
PB1067	900	300	18,8	45	13,5	12397,5	12840,3	1,04
PB1068	900	300	18,8	45	18	12036,5	12603,5	1,05
PB1069	900	300	18,8	45	22,5	12051,5	12541,2	1,04
PB1070	900	300	18,8	45	27	12060,3	12537,5	1,04
PB1071	900	300	16,7	45	9	12192,4	12626,3	1,04
PB1072	900	300	16,7	45	13,5	11652,3	12084,9	1,04
PB1073	900	300	16,7	45	18	11444,5	11930,6	1,04
PB1074	900	300	16,7	45	22,5	11438,8	11915,0	1,04
PB1075	900	300	16,7	45	27	11478,8	11941,1	1,04
PB1076	900	300	15,0	45	9	11677,8	12038,1	1,03
PB1077	900	300	15,0	45	13,5	11062,3	11483,9	1,04
PB1078	900	300	15,0	45	18	10962,8	11395,9	1,04
PB1079	900	300	15,0	45	22,5	10983,6	11417,7	1,04
PB1080	900	300	15,0	45	27	11052,1	11467,8	1,04
PB1081	900	300	30,0	22,5	9	5857,5	5798,0	0,99
PB1082	900	300	30,0	22,5	13,5	5334,1	5337,6	1,00
PB1083	900	300	30,0	22,5	18	5548,6	5588,8	1,01
PB1084	900	300	30,0	22,5	22,5	5305,2	5328,7	1,00
PB1085	900	300	30,0	22,5	27	5283,0	5337,6	1,01
PB1086	900	300	25,0	22,5	9	5312,9	5322,5	1,00
PB1087	900	300	25,0	22,5	13,5	4689,0	4699,7	1,00
PB1088	900	300	25,0	22,5	18	4811,1	4846,4	1,01
PB1089	900	300	25,0	22,5	22,5	4754,8	4763,8	1,00
PB1090	900	300	25,0	22,5	27	4651,5	4699,7	1,01
PB1091	900	300	21,4	22,5	9	4987,2	5023,9	1,01
PB1092	900	300	21,4	22,5	13,5	4258,3	4283,8	1,01
PB1093	900	300	21,4	22,5	18	4314,4	4354,9	1,01
PB1094	900	300	21,4	22,5	22,5	4390,8	4400,5	1,00
PB1095	900	300	21,4	22,5	27	4219,0	4283,8	1,02
PB1096	900	300	18,8	22,5	9	4858,7	4819,0	0,99
PB1097	900	300	18,8	22,5	13,5	3993,4	3990,0	1,00
PB1098	900	300	18,8	22,5	18	3912,7	4004,0	1,02
PB1099	900	300	18,8	22,5	22,5	4061,2	4096,2	1,01
PB1100	900	300	18,8	22,5	27	3970,1	3990,0	1,01
PB1101	900	300	16,7	22,5	9	4423,7	4474,2	1,01
PB1102	900	300	16,7	22,5	13,5	3756,3	3770,7	1,00
PB1103	900	300	16,7	22,5	18	3678,7	3740,0	1,02

(continua)

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PB1104	900	300	16,7	22,5	22,5	3760,8	3802,4	1,01
PB1105	900	300	16,7	22,5	27	3740,8	3770,7	1,01
PB1106	900	300	15,0	22,5	9	4093,7	4131,6	1,01
PB1107	900	300	15,0	22,5	13,5	3575,2	3600,2	1,01
PB1108	900	300	15,0	22,5	18	3502,7	3533,6	1,01
PB1109	900	300	15,0	22,5	22,5	3541,6	3572,2	1,01
PB1110	900	300	15,0	22,5	27	3573,9	3600,2	1,01
PB1111	900	300	30,0	15	9	3156,2	3061,3	0,97
PB1112	900	300	30,0	15	13,5	3692,8	3598,4	0,97
PB1113	900	300	30,0	15	18	3088,4	3061,3	0,99
PB1114	900	300	30,0	15	22,5	3200,2	3145,6	0,98
PB1115	900	300	30,0	15	27	3069,1	3061,3	1,00
PB1116	900	300	25,0	15	9	2667,0	2614,6	0,98
PB1117	900	300	25,0	15	13,5	3092,2	3086,6	1,00
PB1118	900	300	25,0	15	18	2636,4	2614,6	0,99
PB1119	900	300	25,0	15	22,5	2834,3	2775,4	0,98
PB1120	900	300	25,0	15	27	2627,2	2614,6	1,00
PB1121	900	300	21,4	15	9	2361,3	2336,4	0,99
PB1122	900	300	21,4	15	13,5	2683,6	2682,1	1,00
PB1123	900	300	21,4	15	18	2346,4	2336,4	1,00
PB1124	900	300	21,4	15	22,5	2483,5	2471,3	1,00
PB1125	900	300	21,4	15	27	2327,2	2336,4	1,00
PB1126	900	300	18,8	15	9	2192,8	2146,5	0,98
PB1127	900	300	18,8	15	13,5	2409,2	2396,7	0,99
PB1128	900	300	18,8	15	18	2110,9	2146,5	1,02
PB1129	900	300	18,8	15	22,5	2239,2	2227,7	0,99
PB1130	900	300	18,8	15	27	2173,6	2146,5	0,99
PB1131	900	300	16,7	15	9	2034,2	2008,3	0,99
PB1132	900	300	16,7	15	13,5	2185,5	2183,9	1,00
PB1133	900	300	16,7	15	18	1983,8	2008,3	1,01
PB1134	900	300	16,7	15	22,5	2039,3	2047,6	1,00
PB1135	900	300	16,7	15	27	2019,1	2008,3	0,99
PB1136	900	300	15,0	15	9	1930,1	1903,1	0,99
PB1137	900	300	15,0	15	13,5	2013,7	2018,7	1,00
PB1138	900	300	15,0	15	18	1911,7	1903,1	1,00
PB1139	900	300	15,0	15	22,5	1916,7	1908,7	1,00
PB1140	900	300	15,0	15	27	1934,8	1903,1	0,98
PB1141	900	300	30,0	11,25	9	2433,7	2395,2	0,98
PB1142	900	300	30,0	11,25	13,5	2258,9	2162,1	0,96
PB1143	900	300	30,0	11,25	18	2375,2	2395,2	1,01
PB1144	900	300	30,0	11,25	22,5	2163,2	2132,8	0,99
PB1145	900	300	30,0	11,25	27	2203,1	2162,1	0,98
PB1146	900	300	25,0	11,25	9	1995,6	1955,4	0,98
PB1147	900	300	25,0	11,25	13,5	1908,1	1844,7	0,97
PB1148	900	300	25,0	11,25	18	1966,2	1955,4	0,99
PB1149	900	300	25,0	11,25	22,5	1824,6	1773,6	0,97
PB1150	900	300	25,0	11,25	27	1898,1	1844,7	0,97

(continua)

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PB1151	900	300	21,4	11,25	9	1709,3	1682,2	0,98
PB1152	900	300	21,4	11,25	13,5	1700,7	1659,7	0,98
PB1153	900	300	21,4	11,25	18	1693,5	1682,2	0,99
PB1154	900	300	21,4	11,25	22,5	1586,9	1558,5	0,98
PB1155	900	300	21,4	11,25	27	1677,7	1659,7	0,99
PB1156	900	300	18,8	11,25	9	1532,9	1495,9	0,98
PB1157	900	300	18,8	11,25	13,5	1602,6	1540,3	0,96
PB1158	900	300	18,8	11,25	18	1481,7	1495,9	1,01
PB1159	900	300	18,8	11,25	22,5	1438,2	1416,2	0,98
PB1160	900	300	18,8	11,25	27	1515,4	1495,9	0,99
PB1161	900	300	16,7	11,25	9	1383,2	1360,6	0,98
PB1162	900	300	16,7	11,25	13,5	1501,5	1457,3	0,97
PB1163	900	300	16,7	11,25	18	1351,8	1360,6	1,01
PB1164	900	300	16,7	11,25	22,5	1315,2	1315,3	1,00
PB1165	900	300	16,7	11,25	27	1369,7	1360,6	0,99
PB1166	900	300	15,0	11,25	9	1278,0	1257,6	0,98
PB1167	900	300	15,0	11,25	13,5	1433,0	1396,3	0,97
PB1168	900	300	15,0	11,25	18	1265,3	1257,6	0,99
PB1169	900	300	15,0	11,25	22,5	1244,7	1240,0	1,00
PB1170	900	300	15,0	11,25	27	1276,9	1257,6	0,98
PB1171	900	300	30,0	9	9	2115,6	2157,9	1,02
PB1172	900	300	30,0	9	13,5	1700,6	1650,6	0,97
PB1173	900	300	30,0	9	18	1858,6	1775,2	0,96
PB1174	900	300	30,0	9	22,5	1743,1	1772,2	1,02
PB1175	900	300	30,0	9	27	1652,7	1650,6	1,00
PB1176	900	300	25,0	9	9	1727,7	1720,7	1,00
PB1177	900	300	25,0	9	13,5	1389,2	1338,8	0,96
PB1178	900	300	25,0	9	18	1576,6	1503,8	0,95
PB1179	900	300	25,0	9	22,5	1441,0	1416,9	0,98
PB1180	900	300	25,0	9	27	1374,9	1338,8	0,97
PB1181	900	300	21,4	9	9	1462,7	1449,2	0,99
PB1182	900	300	21,4	9	13,5	1196,2	1157,8	0,97
PB1183	900	300	21,4	9	18	1394,3	1352,1	0,97
PB1184	900	300	21,4	9	22,5	1224,4	1204,5	0,98
PB1185	900	300	21,4	9	27	1180,6	1157,8	0,98
PB1186	900	300	18,8	9	9	1289,8	1264,2	0,98
PB1187	900	300	18,8	9	13,5	1088,5	1041,3	0,96
PB1188	900	300	18,8	9	18	1246,1	1257,8	1,01
PB1189	900	300	18,8	9	22,5	1082,2	1064,3	0,98
PB1190	900	300	18,8	9	27	1083,9	1041,3	0,96
PB1191	900	300	16,7	9	9	1146,7	1129,9	0,99
PB1192	900	300	16,7	9	13,5	994,0	960,6	0,97
PB1193	900	300	16,7	9	18	1121,1	1129,9	1,01
PB1194	900	300	16,7	9	22,5	968,6	964,9	1,00
PB1195	900	300	16,7	9	27	994,3	960,6	0,97
PB1196	900	300	15,0	9	9	1042,8	1027,8	0,99
PB1197	900	300	15,0	9	13,5	927,8	901,5	0,97

(continua)

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PB1198	900	300	15,0	9	18	1032,4	1027,8	1,00
PB1199	900	300	15,0	9	22,5	896,7	890,9	0,99
PB1200	900	300	15,0	9	27	933,4	901,5	0,97
PB1201	900	450	45,0	45	9	38500,1	40728,7	1,06
PB1202	900	450	45,0	45	13,5	32325,5	34216,4	1,06
PB1203	900	450	45,0	45	18	32221,8	34061,6	1,06
PB1204	900	450	45,0	45	22,5	32707,1	34665,4	1,06
PB1205	900	450	45,0	45	27	32069,8	34216,4	1,07
PB1206	900	450	37,5	45	9	33099,4	35011,7	1,06
PB1207	900	450	37,5	45	13,5	29118,9	30859,6	1,06
PB1208	900	450	37,5	45	18	28411,5	30229,8	1,06
PB1209	900	450	37,5	45	22,5	28661,5	30509,7	1,06
PB1210	900	450	37,5	45	27	28832,5	30859,6	1,07
PB1211	900	450	32,1	45	9	29377,8	31100,4	1,06
PB1212	900	450	32,1	45	13,5	26969,1	28665,0	1,06
PB1213	900	450	32,1	45	18	26013,2	27689,1	1,06
PB1214	900	450	32,1	45	22,5	26040,8	27733,1	1,06
PB1215	900	450	32,1	45	27	26317,6	27971,8	1,06
PB1216	900	450	28,1	45	9	26545,2	28242,0	1,06
PB1217	900	450	28,1	45	13,5	25410,4	27111,0	1,07
PB1218	900	450	28,1	45	18	24350,8	25871,6	1,06
PB1219	900	450	28,1	45	22,5	24135,0	25736,4	1,07
PB1220	900	450	28,1	45	27	24226,3	25847,2	1,07
PB1221	900	450	25,0	45	9	24571,5	26055,0	1,06
PB1222	900	450	25,0	45	13,5	24277,3	25948,5	1,07
PB1223	900	450	25,0	45	18	22832,9	24501,9	1,07
PB1224	900	450	25,0	45	22,5	22775,2	24225,9	1,06
PB1225	900	450	25,0	45	27	22768,2	24236,4	1,06
PB1226	900	450	22,5	45	9	22875,9	24324,3	1,06
PB1227	900	450	22,5	45	13,5	22895,7	24324,3	1,06
PB1228	900	450	22,5	45	18	22104,0	23430,0	1,06
PB1229	900	450	22,5	45	22,5	21552,9	23040,4	1,07
PB1230	900	450	22,5	45	27	21596,0	22969,9	1,06
PB1231	900	450	45,0	22,5	9	13496,1	13598,3	1,01
PB1232	900	450	45,0	22,5	13,5	14078,1	14297,7	1,02
PB1233	900	450	45,0	22,5	18	13277,8	13598,3	1,02
PB1234	900	450	45,0	22,5	22,5	12825,6	13129,8	1,02
PB1235	900	450	45,0	22,5	27	13139,0	13598,3	1,03
PB1236	900	450	37,5	22,5	9	11198,1	11349,6	1,01
PB1237	900	450	37,5	22,5	13,5	12392,4	12598,7	1,02
PB1238	900	450	37,5	22,5	18	11052,0	11349,6	1,03
PB1239	900	450	37,5	22,5	22,5	10910,8	11253,3	1,03
PB1240	900	450	37,5	22,5	27	10973,8	11349,6	1,03
PB1241	900	450	32,1	22,5	9	9713,7	9952,9	1,02
PB1242	900	450	32,1	22,5	13,5	11247,7	11603,1	1,03
PB1243	900	450	32,1	22,5	18	9655,3	9952,9	1,03
PB1244	900	450	32,1	22,5	22,5	9765,7	10127,6	1,04

(continua)

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PB1245	900	450	32,1	22,5	27	9593,8	9952,9	1,04
PB1246	900	450	28,1	22,5	9	8697,8	9000,8	1,03
PB1247	900	450	28,1	22,5	13,5	10444,1	10956,3	1,05
PB1248	900	450	28,1	22,5	18	8733,0	9000,8	1,03
PB1249	900	450	28,1	22,5	22,5	8999,3	9381,6	1,04
PB1250	900	450	28,1	22,5	27	8659,9	9000,8	1,04
PB1251	900	450	25,0	22,5	9	8035,2	8308,6	1,03
PB1252	900	450	25,0	22,5	13,5	9479,2	9901,5	1,04
PB1253	900	450	25,0	22,5	18	7898,2	8308,6	1,05
PB1254	900	450	25,0	22,5	22,5	8420,6	8851,4	1,05
PB1255	900	450	25,0	22,5	27	7946,1	8308,6	1,05
PB1256	900	450	22,5	22,5	9	7466,1	7781,3	1,04
PB1257	900	450	22,5	22,5	13,5	8716,0	9076,3	1,04
PB1258	900	450	22,5	22,5	18	7464,0	7781,3	1,04
PB1259	900	450	22,5	22,5	22,5	7929,2	8308,7	1,05
PB1260	900	450	22,5	22,5	27	7445,8	7781,3	1,05
PB1261	900	450	45,0	15	9	10296,8	10772,0	1,05
PB1262	900	450	45,0	15	13,5	8128,6	8195,7	1,01
PB1263	900	450	45,0	15	18	8731,6	8742,2	1,00
PB1264	900	450	45,0	15	22,5	8408,1	8829,5	1,05
PB1265	900	450	45,0	15	27	7919,8	8195,7	1,03
PB1266	900	450	37,5	15	9	8383,9	8568,7	1,02
PB1267	900	450	37,5	15	13,5	6646,3	6598,8	0,99
PB1268	900	450	37,5	15	18	7234,1	7332,5	1,01
PB1269	900	450	37,5	15	22,5	6840,3	7023,8	1,03
PB1270	900	450	37,5	15	27	6454,9	6598,8	1,02
PB1271	900	450	32,1	15	9	7066,0	7203,7	1,02
PB1272	900	450	32,1	15	13,5	5658,7	5674,5	1,00
PB1273	900	450	32,1	15	18	6459,8	6544,9	1,01
PB1274	900	450	32,1	15	22,5	5816,3	5947,7	1,02
PB1275	900	450	32,1	15	27	5555,0	5674,5	1,02
PB1276	900	450	28,1	15	9	6122,3	6275,0	1,02
PB1277	900	450	28,1	15	13,5	4981,9	5080,3	1,02
PB1278	900	450	28,1	15	18	5906,9	6054,9	1,03
PB1279	900	450	28,1	15	22,5	5105,0	5238,2	1,03
PB1280	900	450	28,1	15	27	4922,1	5080,3	1,03
PB1281	900	450	25,0	15	9	5463,7	5600,7	1,03
PB1282	900	450	25,0	15	13,5	4603,7	4668,7	1,01
PB1283	900	450	25,0	15	18	5375,1	5600,7	1,04
PB1284	900	450	25,0	15	22,5	4582,3	4736,0	1,03
PB1285	900	450	25,0	15	27	4530,8	4668,7	1,03
PB1286	900	450	22,5	15	9	4928,1	5087,7	1,03
PB1287	900	450	22,5	15	13,5	4264,4	4367,3	1,02
PB1288	900	450	22,5	15	18	4910,5	5087,7	1,04
PB1289	900	450	22,5	15	22,5	4183,8	4361,6	1,04
PB1290	900	450	22,5	15	27	4201,6	4367,3	1,04
PB1291	900	450	45,0	11,25	9	9056,9	10084,0	1,11

(continua)

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PB1292	900	450	45,0	11,25	13,5	6245,7	6710,3	1,07
PB1293	900	450	45,0	11,25	18	5956,5	6140,5	1,03
PB1294	900	450	45,0	11,25	22,5	6524,6	6547,1	1,00
PB1295	900	450	45,0	11,25	27	6048,1	6710,3	1,11
PB1296	900	450	37,5	11,25	9	7451,8	7891,7	1,06
PB1297	900	450	37,5	11,25	13,5	5055,0	5138,3	1,02
PB1298	900	450	37,5	11,25	18	4743,4	4775,0	1,01
PB1299	900	450	37,5	11,25	22,5	5274,8	5265,5	1,00
PB1300	900	450	37,5	11,25	27	4898,9	5138,3	1,05
PB1301	900	450	32,1	11,25	9	6296,4	6534,5	1,04
PB1302	900	450	32,1	11,25	13,5	4209,6	4231,3	1,01
PB1303	900	450	32,1	11,25	18	4036,1	4018,2	1,00
PB1304	900	450	32,1	11,25	22,5	4573,5	4570,2	1,00
PB1305	900	450	32,1	11,25	27	4121,5	4231,3	1,03
PB1306	900	450	28,1	11,25	9	5430,9	5611,5	1,03
PB1307	900	450	28,1	11,25	13,5	3609,4	3650,0	1,01
PB1308	900	450	28,1	11,25	18	3536,1	3551,0	1,00
PB1309	900	450	28,1	11,25	22,5	4085,5	4149,8	1,02
PB1310	900	450	28,1	11,25	27	3556,3	3650,0	1,03
PB1311	900	450	25,0	11,25	9	4801,9	4941,6	1,03
PB1312	900	450	25,0	11,25	13,5	3230,5	3248,2	1,01
PB1313	900	450	25,0	11,25	18	3147,9	3238,9	1,03
PB1314	900	450	25,0	11,25	22,5	3619,0	3734,3	1,03
PB1315	900	450	25,0	11,25	27	3177,0	3248,2	1,02
PB1316	900	450	22,5	11,25	9	4289,1	4432,0	1,03
PB1317	900	450	22,5	11,25	13,5	2915,3	2954,6	1,01
PB1318	900	450	22,5	11,25	18	2975,0	3017,5	1,01
PB1319	900	450	22,5	11,25	22,5	3244,4	3365,3	1,04
PB1320	900	450	22,5	11,25	27	2869,9	2954,6	1,03
PB1321	900	450	45,0	9	9	8397,9	9839,0	1,17
PB1322	900	450	45,0	9	13,5	5263,4	6181,4	1,17
PB1323	900	450	45,0	9	18	4657,3	5214,0	1,12
PB1324	900	450	45,0	9	22,5	4815,8	5109,5	1,06
PB1325	900	450	45,0	9	27	5066,0	5416,8	1,07
PB1326	900	450	37,5	9	9	6959,4	7650,7	1,10
PB1327	900	450	37,5	9	13,5	4312,1	4618,2	1,07
PB1328	900	450	37,5	9	18	3708,6	3864,2	1,04
PB1329	900	450	37,5	9	22,5	3816,1	3852,5	1,01
PB1330	900	450	37,5	9	27	4153,9	4204,0	1,01
PB1331	900	450	32,1	9	9	5921,2	6296,2	1,06
PB1332	900	450	32,1	9	13,5	3600,0	3717,4	1,03
PB1333	900	450	32,1	9	18	3102,6	3118,5	1,01
PB1334	900	450	32,1	9	22,5	3199,2	3174,4	0,99
PB1335	900	450	32,1	9	27	3511,7	3558,1	1,01
PB1336	900	450	28,1	9	9	5125,9	5375,2	1,05
PB1337	900	450	28,1	9	13,5	3071,6	3140,6	1,02
PB1338	900	450	28,1	9	18	2657,7	2659,4	1,00

(continua)

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme

PB1339	900	450	28,1	9	22,5	2790,6	2766,7	0,99
PB1340	900	450	28,1	9	27	3021,5	3140,6	1,04
PB1341	900	450	25,0	9	9	4532,6	4706,9	1,04
PB1342	900	450	25,0	9	13,5	2714,6	2742,4	1,01
PB1343	900	450	25,0	9	18	2314,8	2353,5	1,02
PB1344	900	450	25,0	9	22,5	2491,8	2501,2	1,00
PB1345	900	450	25,0	9	27	2668,9	2742,4	1,03
PB1346	900	450	22,5	9	9	4042,4	4198,5	1,04
PB1347	900	450	22,5	9	13,5	2420,1	2451,5	1,01
PB1348	900	450	22,5	9	18	2128,1	2137,1	1,00
PB1349	900	450	22,5	9	22,5	2252,8	2317,3	1,03
PB1350	900	450	22,5	9	27	2380,9	2451,5	1,03
PB1351	1200	300	30,0	60	12	22299,5	23091,7	1,04
PB1352	1200	300	30,0	60	18	22100,5	23025,5	1,04
PB1353	1200	300	30,0	60	24	22111,5	23091,7	1,04
PB1354	1200	300	30,0	60	30	21889,2	22938,1	1,05
PB1355	1200	300	30,0	60	36	21949,5	23025,5	1,05
PB1356	1200	300	25,0	60	12	20585,9	21288,7	1,03
PB1357	1200	300	25,0	60	18	20603,1	21539,2	1,05
PB1358	1200	300	25,0	60	24	20399,5	21288,7	1,04
PB1359	1200	300	25,0	60	30	20386,9	21330,5	1,05
PB1360	1200	300	25,0	60	36	20332,4	21288,7	1,05
PB1361	1200	300	21,4	60	12	19328,2	20024,1	1,04
PB1362	1200	300	21,4	60	18	19558,8	20273,7	1,04
PB1363	1200	300	21,4	60	24	19203,9	20024,1	1,04
PB1364	1200	300	21,4	60	30	19268,8	20101,0	1,04
PB1365	1200	300	21,4	60	36	19171,0	20024,1	1,04
PB1366	1200	300	18,8	60	12	18411,5	19085,9	1,04
PB1367	1200	300	18,8	60	18	18489,2	19139,5	1,04
PB1368	1200	300	18,8	60	24	18289,2	19085,9	1,04
PB1369	1200	300	18,8	60	30	18301,7	19048,0	1,04
PB1370	1200	300	18,8	60	36	18276,5	19085,9	1,04
PB1371	1200	300	16,7	60	12	17763,2	18361,0	1,03
PB1372	1200	300	16,7	60	18	17643,4	18261,6	1,04
PB1373	1200	300	16,7	60	24	17609,3	18361,0	1,04
PB1374	1200	300	16,7	60	30	17530,6	18233,5	1,04
PB1375	1200	300	16,7	60	36	17572,7	18261,6	1,04
PB1376	1200	300	15,0	60	12	17225,0	17783,6	1,03
PB1377	1200	300	15,0	60	18	16947,4	17561,3	1,04
PB1378	1200	300	15,0	60	24	17046,4	17638,8	1,03
PB1379	1200	300	15,0	60	30	16913,3	17584,1	1,04
PB1380	1200	300	15,0	60	36	16907,7	17561,3	1,04
PB1381	1200	300	30,0	30	12	7462,9	7473,7	1,00
PB1382	1200	300	30,0	30	18	7471,6	7473,7	1,00
PB1383	1200	300	30,0	30	24	7155,4	7208,7	1,01
PB1384	1200	300	30,0	30	30	7052,6	7093,3	1,01
PB1385	1200	300	30,0	30	36	7036,8	7072,4	1,01
PB1386	1200	300	25,0	30	12	6592,8	6599,1	1,00

(continua)

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PB1387	1200	300	25,0	30	18	6564,7	6599,1	1,01
PB1388	1200	300	25,0	30	24	6540,4	6599,1	1,01
PB1389	1200	300	25,0	30	30	6407,6	6462,9	1,01
PB1390	1200	300	25,0	30	36	6336,5	6405,7	1,01
PB1391	1200	300	21,4	30	12	5983,0	6002,0	1,00
PB1392	1200	300	21,4	30	18	5965,6	6002,0	1,01
PB1393	1200	300	21,4	30	24	5974,8	6002,0	1,00
PB1394	1200	300	21,4	30	30	5949,6	6002,0	1,01
PB1395	1200	300	21,4	30	36	5906,9	5958,5	1,01
PB1396	1200	300	18,8	30	12	5537,4	5566,7	1,01
PB1397	1200	300	18,8	30	18	5552,1	5566,7	1,00
PB1398	1200	300	18,8	30	24	5519,9	5566,7	1,01
PB1399	1200	300	18,8	30	30	5515,9	5566,7	1,01
PB1400	1200	300	18,8	30	36	5529,8	5566,7	1,01
PB1401	1200	300	16,7	30	12	5225,7	5234,5	1,00
PB1402	1200	300	16,7	30	18	5218,7	5234,5	1,00
PB1403	1200	300	16,7	30	24	5195,6	5234,5	1,01
PB1404	1200	300	16,7	30	30	5202,2	5234,5	1,01
PB1405	1200	300	16,7	30	36	5208,5	5234,5	1,00
PB1406	1200	300	15,0	30	12	4984,2	4972,1	1,00
PB1407	1200	300	15,0	30	18	4953,7	4972,1	1,00
PB1408	1200	300	15,0	30	24	4956,5	4972,1	1,00
PB1409	1200	300	15,0	30	30	4951,7	4972,1	1,00
PB1410	1200	300	15,0	30	36	4940,6	4972,1	1,01
PB1411	1200	300	30,0	20	12	4187,0	4126,3	0,99
PB1412	1200	300	30,0	20	18	3955,2	3882,0	0,98
PB1413	1200	300	30,0	20	24	4117,7	4100,1	1,00
PB1414	1200	300	30,0	20	30	3893,2	3844,0	0,99
PB1415	1200	300	30,0	20	36	3903,4	3882,0	0,99
PB1416	1200	300	25,0	20	12	3814,5	3778,1	0,99
PB1417	1200	300	25,0	20	18	3434,6	3405,6	0,99
PB1418	1200	300	25,0	20	24	3561,4	3542,8	0,99
PB1419	1200	300	25,0	20	30	3460,2	3424,5	0,99
PB1420	1200	300	25,0	20	36	3407,9	3405,6	1,00
PB1421	1200	300	21,4	20	12	3565,1	3559,9	1,00
PB1422	1200	300	21,4	20	18	3123,5	3095,1	0,99
PB1423	1200	300	21,4	20	24	3192,5	3174,1	0,99
PB1424	1200	300	21,4	20	30	3166,2	3154,9	1,00
PB1425	1200	300	21,4	20	36	3102,0	3095,1	1,00
PB1426	1200	300	18,8	20	12	3430,8	3410,4	0,99
PB1427	1200	300	18,8	20	18	2907,1	2875,9	0,99
PB1428	1200	300	18,8	20	24	2911,9	2910,9	1,00
PB1429	1200	300	18,8	20	30	2970,5	2966,6	1,00
PB1430	1200	300	18,8	20	36	2882,6	2875,9	1,00
PB1431	1200	300	16,7	20	12	3315,8	3301,3	1,00
PB1432	1200	300	16,7	20	18	2745,6	2712,4	0,99
PB1433	1200	300	16,7	20	24	2717,5	2713,1	1,00

(continua)

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PB1434	1200	300	16,7	20	30	2783,5	2771,0	1,00
PB1435	1200	300	16,7	20	36	2724,6	2712,4	1,00
PB1436	1200	300	15,0	20	12	3065,7	3047,2	0,99
PB1437	1200	300	15,0	20	18	2591,7	2585,4	1,00
PB1438	1200	300	15,0	20	24	2575,4	2558,5	0,99
PB1439	1200	300	15,0	20	30	2604,9	2598,2	1,00
PB1440	1200	300	15,0	20	36	2602,5	2585,4	0,99
PB1441	1200	300	30,0	15	12	2650,2	2572,1	0,97
PB1442	1200	300	30,0	15	18	2999,1	2955,8	0,99
PB1443	1200	300	30,0	15	24	2631,2	2572,1	0,98
PB1444	1200	300	30,0	15	30	2762,7	2728,4	0,99
PB1445	1200	300	30,0	15	36	2617,3	2572,1	0,98
PB1446	1200	300	25,0	15	12	2290,3	2236,1	0,98
PB1447	1200	300	25,0	15	18	2514,1	2486,3	0,99
PB1448	1200	300	25,0	15	24	2287,7	2236,1	0,98
PB1449	1200	300	25,0	15	30	2351,5	2317,3	0,99
PB1450	1200	300	25,0	15	36	2253,4	2236,1	0,99
PB1451	1200	300	21,4	15	12	2054,6	2026,5	0,99
PB1452	1200	300	21,4	15	18	2208,6	2180,7	0,99
PB1453	1200	300	21,4	15	24	2070,0	2026,5	0,98
PB1454	1200	300	21,4	15	30	2073,5	2053,8	0,99
PB1455	1200	300	21,4	15	36	2043,2	2026,5	0,99
PB1456	1200	300	18,8	15	12	1910,5	1883,4	0,99
PB1457	1200	300	18,8	15	18	1992,6	1965,1	0,99
PB1458	1200	300	18,8	15	24	1897,4	1883,4	0,99
PB1459	1200	300	18,8	15	30	1882,0	1869,9	0,99
PB1460	1200	300	18,8	15	36	1901,5	1883,4	0,99
PB1461	1200	300	16,7	15	12	1816,9	1779,2	0,98
PB1462	1200	300	16,7	15	18	1830,6	1804,3	0,99
PB1463	1200	300	16,7	15	24	1796,0	1779,2	0,99
PB1464	1200	300	16,7	15	30	1756,3	1734,0	0,99
PB1465	1200	300	16,7	15	36	1804,3	1779,2	0,99
PB1466	1200	300	15,0	15	12	1740,0	1699,9	0,98
PB1467	1200	300	15,0	15	18	1689,2	1679,5	0,99
PB1468	1200	300	15,0	15	24	1734,2	1699,9	0,98
PB1469	1200	300	15,0	15	30	1647,0	1629,1	0,99
PB1470	1200	300	15,0	15	36	1692,1	1679,5	0,99
PB1471	1200	300	30,0	12	12	2075,6	2018,6	0,97
PB1472	1200	300	30,0	12	18	2194,6	2087,6	0,95
PB1473	1200	300	30,0	12	24	2051,9	2018,6	0,98
PB1474	1200	300	30,0	12	30	1986,7	1930,6	0,97
PB1475	1200	300	30,0	12	36	2038,6	2018,6	0,99
PB1476	1200	300	25,0	12	12	1736,3	1686,9	0,97
PB1477	1200	300	25,0	12	18	1906,5	1848,3	0,97
PB1478	1200	300	25,0	12	24	1727,4	1686,9	0,98
PB1479	1200	300	25,0	12	30	1709,3	1659,9	0,97
PB1480	1200	300	25,0	12	36	1702,6	1686,9	0,99

(continua)

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PB1481	1200	300	21,4	12	12	1511,5	1480,4	0,98
PB1482	1200	300	21,4	12	18	1758,0	1708,4	0,97
PB1483	1200	300	21,4	12	24	1516,4	1480,4	0,98
PB1484	1200	300	21,4	12	30	1531,1	1497,3	0,98
PB1485	1200	300	21,4	12	36	1498,1	1480,4	0,99
PB1486	1200	300	18,8	12	12	1366,8	1339,6	0,98
PB1487	1200	300	18,8	12	18	1657,7	1617,8	0,98
PB1488	1200	300	18,8	12	24	1355,4	1339,6	0,99
PB1489	1200	300	18,8	12	30	1416,5	1389,6	0,98
PB1490	1200	300	18,8	12	36	1356,8	1339,6	0,99
PB1491	1200	300	16,7	12	12	1267,7	1237,2	0,98
PB1492	1200	300	16,7	12	18	1500,3	1480,9	0,99
PB1493	1200	300	16,7	12	24	1253,0	1237,2	0,99
PB1494	1200	300	16,7	12	30	1340,3	1313,2	0,98
PB1495	1200	300	16,7	12	36	1257,1	1237,2	0,98
PB1496	1200	300	15,0	12	12	1188,7	1159,3	0,98
PB1497	1200	300	15,0	12	18	1364,5	1356,9	0,99
PB1498	1200	300	15,0	12	24	1183,6	1159,3	0,98
PB1499	1200	300	15,0	12	30	1254,4	1240,7	0,99
PB1500	1200	300	15,0	12	36	1179,1	1159,3	0,98
PB1501	1200	400	40,0	60	12	35999,4	37296,6	1,04
PB1502	1200	400	40,0	60	18	35912,9	37296,6	1,04
PB1503	1200	400	40,0	60	24	35769,3	37296,6	1,04
PB1504	1200	400	40,0	60	30	35604,9	37296,6	1,05
PB1505	1200	400	40,0	60	36	35598,1	37296,6	1,05
PB1506	1200	400	33,3	60	12	33211,8	34424,7	1,04
PB1507	1200	400	33,3	60	18	33004,1	34424,7	1,04
PB1508	1200	400	33,3	60	24	32962,9	34424,7	1,04
PB1509	1200	400	33,3	60	30	32752,6	34278,0	1,05
PB1510	1200	400	33,3	60	36	32529,3	34059,3	1,05
PB1511	1200	400	28,6	60	12	31129,2	32460,1	1,04
PB1512	1200	400	28,6	60	18	31181,7	32460,1	1,04
PB1513	1200	400	28,6	60	24	30672,0	31946,5	1,04
PB1514	1200	400	28,6	60	30	30281,4	31657,8	1,05
PB1515	1200	400	28,6	60	36	30289,3	31558,6	1,04
PB1516	1200	400	25,0	60	12	30089,9	31025,5	1,03
PB1517	1200	400	25,0	60	18	29368,2	30436,3	1,04
PB1518	1200	400	25,0	60	24	28688,4	29874,9	1,04
PB1519	1200	400	25,0	60	30	28618,6	29727,4	1,04
PB1520	1200	400	25,0	60	36	28395,1	29718,6	1,05
PB1521	1200	400	22,2	60	12	28906,1	29929,1	1,04
PB1522	1200	400	22,2	60	18	27603,3	28645,8	1,04
PB1523	1200	400	22,2	60	24	27207,2	28279,9	1,04
PB1524	1200	400	22,2	60	30	27251,5	28242,9	1,04
PB1525	1200	400	22,2	60	36	27203,2	28304,8	1,04
PB1526	1200	400	20,0	60	12	27666,4	28534,8	1,03
PB1527	1200	400	20,0	60	18	26209,3	27221,1	1,04

(continua)

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PB1528	1200	400	20,0	60	24	26063,5	27012,4	1,04
PB1529	1200	400	20,0	60	30	26160,7	27064,1	1,03
PB1530	1200	400	20,0	60	36	26183,2	27182,9	1,04
PB1531	1200	400	40,0	30	12	13813,6	13743,5	0,99
PB1532	1200	400	40,0	30	18	12696,4	12652,0	1,00
PB1533	1200	400	40,0	30	24	13210,9	13247,4	1,00
PB1534	1200	400	40,0	30	30	12506,5	12631,1	1,01
PB1535	1200	400	40,0	30	36	12557,0	12652,0	1,01
PB1536	1200	400	33,3	30	12	12696,5	12616,2	0,99
PB1537	1200	400	33,3	30	18	11085,3	11140,1	1,00
PB1538	1200	400	33,3	30	24	11387,1	11487,7	1,01
PB1539	1200	400	33,3	30	30	11133,5	11291,9	1,01
PB1540	1200	400	33,3	30	36	10989,5	11140,1	1,01
PB1541	1200	400	28,6	30	12	11882,0	11908,6	1,00
PB1542	1200	400	28,6	30	18	10131,7	10154,3	1,00
PB1543	1200	400	28,6	30	24	10215,9	10322,8	1,01
PB1544	1200	400	28,6	30	30	10246,6	10430,8	1,02
PB1545	1200	400	28,6	30	36	10092,0	10154,3	1,01
PB1546	1200	400	25,0	30	12	11415,3	11422,7	1,00
PB1547	1200	400	25,0	30	18	9438,8	9457,8	1,00
PB1548	1200	400	25,0	30	24	9381,4	9491,0	1,01
PB1549	1200	400	25,0	30	30	9621,5	9709,5	1,01
PB1550	1200	400	25,0	30	36	9296,0	9457,8	1,02
PB1551	1200	400	22,2	30	12	10480,5	10605,6	1,01
PB1552	1200	400	22,2	30	18	8886,0	8937,9	1,01
PB1553	1200	400	22,2	30	24	8772,6	8865,1	1,01
PB1554	1200	400	22,2	30	30	8949,9	9013,2	1,01
PB1555	1200	400	22,2	30	36	8886,1	8937,9	1,01
PB1556	1200	400	20,0	30	12	9692,7	9793,3	1,01
PB1557	1200	400	20,0	30	18	8435,7	8533,9	1,01
PB1558	1200	400	20,0	30	24	8322,6	8376,0	1,01
PB1559	1200	400	20,0	30	30	8434,8	8467,4	1,00
PB1560	1200	400	20,0	30	36	8512,5	8533,9	1,00
PB1561	1200	400	40,0	20	12	7455,0	7256,5	0,97
PB1562	1200	400	40,0	20	18	8784,1	8529,5	0,97
PB1563	1200	400	40,0	20	24	7383,8	7256,5	0,98
PB1564	1200	400	40,0	20	30	7501,2	7456,2	0,99
PB1565	1200	400	40,0	20	36	7322,7	7256,5	0,99
PB1566	1200	400	33,3	20	12	6358,4	6197,5	0,97
PB1567	1200	400	33,3	20	18	7314,2	7316,3	1,00
PB1568	1200	400	33,3	20	24	6266,9	6197,5	0,99
PB1569	1200	400	33,3	20	30	6594,7	6578,7	1,00
PB1570	1200	400	33,3	20	36	6219,9	6197,5	1,00
PB1571	1200	400	28,6	20	12	5619,3	5538,0	0,99
PB1572	1200	400	28,6	20	18	6378,8	6357,5	1,00
PB1573	1200	400	28,6	20	24	5596,6	5538,0	0,99
PB1574	1200	400	28,6	20	30	5820,4	5857,8	1,01

(continua)

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PB1575	1200	400	28,6	20	36	5572,2	5538,0	0,99
PB1576	1200	400	25,0	20	12	5152,1	5087,9	0,99
PB1577	1200	400	25,0	20	18	5698,6	5681,1	1,00
PB1578	1200	400	25,0	20	24	5099,9	5087,9	1,00
PB1579	1200	400	25,0	20	30	5299,6	5280,6	1,00
PB1580	1200	400	25,0	20	36	5046,0	5087,9	1,01
PB1581	1200	400	22,2	20	12	4794,9	4760,5	0,99
PB1582	1200	400	22,2	20	18	5173,1	5176,7	1,00
PB1583	1200	400	22,2	20	24	4793,4	4760,5	0,99
PB1584	1200	400	22,2	20	30	4887,3	4853,7	0,99
PB1585	1200	400	22,2	20	36	4772,3	4760,5	1,00
PB1586	1200	400	20,0	20	12	4571,8	4511,0	0,99
PB1587	1200	400	20,0	20	18	4756,1	4785,0	1,01
PB1588	1200	400	20,0	20	24	4533,7	4511,0	0,99
PB1589	1200	400	20,0	20	30	4555,5	4524,3	0,99
PB1590	1200	400	20,0	20	36	4528,2	4511,0	1,00
PB1591	1200	400	40,0	15	12	5753,5	5677,4	0,99
PB1592	1200	400	40,0	15	18	5358,4	5124,9	0,96
PB1593	1200	400	40,0	15	24	5666,9	5677,4	1,00
PB1594	1200	400	40,0	15	30	5082,0	5055,6	0,99
PB1595	1200	400	40,0	15	36	5250,5	5124,9	0,98
PB1596	1200	400	33,3	15	12	4751,6	4635,1	0,98
PB1597	1200	400	33,3	15	18	4528,4	4372,5	0,97
PB1598	1200	400	33,3	15	24	4670,2	4635,1	0,99
PB1599	1200	400	33,3	15	30	4251,5	4204,2	0,99
PB1600	1200	400	33,3	15	36	4454,4	4372,5	0,98
PB1601	1200	400	28,6	15	12	4064,7	3987,3	0,98
PB1602	1200	400	28,6	15	18	4029,4	3934,2	0,98
PB1603	1200	400	28,6	15	24	4034,3	3987,3	0,99
PB1604	1200	400	28,6	15	30	3719,1	3694,2	0,99
PB1605	1200	400	28,6	15	36	4007,5	3934,2	0,98
PB1606	1200	400	25,0	15	12	3608,1	3545,9	0,98
PB1607	1200	400	25,0	15	18	3782,6	3651,1	0,97
PB1608	1200	400	25,0	15	24	3566,9	3545,9	0,99
PB1609	1200	400	25,0	15	30	3440,1	3357,0	0,98
PB1610	1200	400	25,0	15	36	3532,2	3545,9	1,00
PB1611	1200	400	22,2	15	12	3263,8	3225,1	0,99
PB1612	1200	400	22,2	15	18	3525,0	3454,3	0,98
PB1613	1200	400	22,2	15	24	3254,3	3225,1	0,99
PB1614	1200	400	22,2	15	30	3190,4	3117,8	0,98
PB1615	1200	400	22,2	15	36	3240,4	3225,1	1,00
PB1616	1200	400	20,0	15	12	3027,5	2981,0	0,98
PB1617	1200	400	20,0	15	18	3330,3	3309,8	0,99
PB1618	1200	400	20,0	15	24	3001,2	2981,0	0,99
PB1619	1200	400	20,0	15	30	3016,9	2939,2	0,97
PB1620	1200	400	20,0	15	36	2995,3	2981,0	1,00
PB1621	1200	400	40,0	12	12	5004,6	5115,1	1,02

(continua)

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PB1622	1200	400	40,0	12	18	4035,2	3912,5	0,97
PB1623	1200	400	40,0	12	24	4444,9	4207,8	0,95
PB1624	1200	400	40,0	12	30	4102,3	4200,8	1,02
PB1625	1200	400	40,0	12	36	3937,2	3912,5	0,99
PB1626	1200	400	33,3	12	12	4110,5	4078,7	0,99
PB1627	1200	400	33,3	12	18	3296,3	3173,5	0,96
PB1628	1200	400	33,3	12	24	3752,3	3564,6	0,95
PB1629	1200	400	33,3	12	30	3366,9	3358,6	1,00
PB1630	1200	400	33,3	12	36	3233,3	3173,5	0,98
PB1631	1200	400	28,6	12	12	3476,6	3435,1	0,99
PB1632	1200	400	28,6	12	18	2833,9	2744,5	0,97
PB1633	1200	400	28,6	12	24	3339,9	3205,0	0,96
PB1634	1200	400	28,6	12	30	2874,6	2855,2	0,99
PB1635	1200	400	28,6	12	36	2838,4	2744,5	0,97
PB1636	1200	400	25,0	12	12	3039,4	2996,7	0,99
PB1637	1200	400	25,0	12	18	2571,4	2468,4	0,96
PB1638	1200	400	25,0	12	24	2992,8	2981,4	1,00
PB1639	1200	400	25,0	12	30	2584,3	2522,7	0,98
PB1640	1200	400	25,0	12	36	2492,8	2468,4	0,99
PB1641	1200	400	22,2	12	12	2707,4	2678,4	0,99
PB1642	1200	400	22,2	12	18	2337,3	2277,0	0,97
PB1643	1200	400	22,2	12	24	2695,3	2678,4	0,99
PB1644	1200	400	22,2	12	30	2341,3	2287,3	0,98
PB1645	1200	400	22,2	12	36	2340,1	2277,0	0,97
PB1646	1200	400	20,0	12	12	2470,6	2436,2	0,99
PB1647	1200	400	20,0	12	18	2163,6	2136,8	0,99
PB1648	1200	400	20,0	12	24	2448,6	2436,2	0,99
PB1649	1200	400	20,0	12	30	2165,8	2111,7	0,97
PB1650	1200	400	20,0	12	36	2187,7	2136,8	0,98
PB1651	1200	600	60,0	60	12	91413,3	96542,2	1,06
PB1652	1200	600	60,0	60	18	76414,2	81105,6	1,06
PB1653	1200	600	60,0	60	24	76164,3	80738,6	1,06
PB1654	1200	600	60,0	60	30	77693,8	82169,9	1,06
PB1655	1200	600	60,0	60	36	76270,7	81105,6	1,06
PB1656	1200	600	50,0	60	12	78437,8	82990,7	1,06
PB1657	1200	600	50,0	60	18	68476,9	73148,6	1,07
PB1658	1200	600	50,0	60	24	67132,2	71655,8	1,07
PB1659	1200	600	50,0	60	30	67915,9	72319,2	1,06
PB1660	1200	600	50,0	60	36	68563,7	73148,6	1,07
PB1661	1200	600	42,9	60	12	69405,5	73719,5	1,06
PB1662	1200	600	42,9	60	18	63575,1	67946,7	1,07
PB1663	1200	600	42,9	60	24	61695,5	65633,3	1,06
PB1664	1200	600	42,9	60	30	61587,3	65737,8	1,07
PB1665	1200	600	42,9	60	36	62044,6	66303,5	1,07
PB1666	1200	600	37,5	60	12	63087,5	66944,0	1,06
PB1667	1200	600	37,5	60	18	59932,3	64263,0	1,07
PB1668	1200	600	37,5	60	24	57338,9	61325,2	1,07

(continua)

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PB1669	1200	600	37,5	60	30	57290,3	61004,8	1,06
PB1670	1200	600	37,5	60	36	57547,0	61267,5	1,06
PB1671	1200	600	33,3	60	12	57938,7	61760,1	1,07
PB1672	1200	600	33,3	60	18	57526,2	61507,5	1,07
PB1673	1200	600	33,3	60	24	54554,9	58078,6	1,06
PB1674	1200	600	33,3	60	30	53704,0	57424,4	1,07
PB1675	1200	600	33,3	60	36	53845,9	57449,2	1,07
PB1676	1200	600	30,0	60	12	54142,8	57657,7	1,06
PB1677	1200	600	30,0	60	18	54181,0	57657,7	1,06
PB1678	1200	600	30,0	60	24	51769,5	55537,7	1,07
PB1679	1200	600	30,0	60	30	51354,8	54614,3	1,06
PB1680	1200	600	30,0	60	36	51267,7	54447,2	1,06
PB1681	1200	600	60,0	30	12	32040,4	32233,0	1,01
PB1682	1200	600	60,0	30	18	33040,2	33890,8	1,03
PB1683	1200	600	60,0	30	24	31377,5	32233,0	1,03
PB1684	1200	600	60,0	30	30	30575,2	31122,5	1,02
PB1685	1200	600	60,0	30	36	31245,0	32233,0	1,03
PB1686	1200	600	50,0	30	12	26530,3	26902,7	1,01
PB1687	1200	600	50,0	30	18	29031,8	29863,6	1,03
PB1688	1200	600	50,0	30	24	26019,2	26902,7	1,03
PB1689	1200	600	50,0	30	30	25795,2	26674,5	1,03
PB1690	1200	600	50,0	30	36	26015,1	26902,7	1,03
PB1691	1200	600	42,9	30	12	22956,4	23592,1	1,03
PB1692	1200	600	42,9	30	18	26549,5	27503,6	1,04
PB1693	1200	600	42,9	30	24	22881,9	23592,1	1,03
PB1694	1200	600	42,9	30	30	23198,5	24006,3	1,03
PB1695	1200	600	42,9	30	36	22752,5	23592,1	1,04
PB1696	1200	600	37,5	30	12	20751,6	21335,3	1,03
PB1697	1200	600	37,5	30	18	24567,5	25970,5	1,06
PB1698	1200	600	37,5	30	24	20453,5	21335,3	1,04
PB1699	1200	600	37,5	30	30	21189,6	22237,9	1,05
PB1700	1200	600	37,5	30	36	20490,5	21335,3	1,04
PB1701	1200	600	33,3	30	12	18888,4	19694,5	1,04
PB1702	1200	600	33,3	30	18	22461,3	23470,2	1,04
PB1703	1200	600	33,3	30	24	18907,3	19694,5	1,04
PB1704	1200	600	33,3	30	30	19835,4	20981,0	1,06
PB1705	1200	600	33,3	30	36	18879,3	19694,5	1,04
PB1706	1200	600	30,0	30	12	17723,2	18444,6	1,04
PB1707	1200	600	30,0	30	18	20537,9	21514,3	1,05
PB1708	1200	600	30,0	30	24	17549,4	18444,6	1,05
PB1709	1200	600	30,0	30	30	18833,7	19694,7	1,05
PB1710	1200	600	30,0	30	36	17664,8	18444,6	1,04
PB1711	1200	600	60,0	20	12	24440,9	25533,6	1,04
PB1712	1200	600	60,0	20	18	19120,7	19426,8	1,02
PB1713	1200	600	60,0	20	24	20562,8	20722,2	1,01
PB1714	1200	600	60,0	20	30	20022,0	20929,1	1,05
PB1715	1200	600	60,0	20	36	18805,4	19426,8	1,03

(continua)

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PB1716	1200	600	50,0	20	12	19871,8	20310,9	1,02
PB1717	1200	600	50,0	20	18	15627,3	15641,6	1,00
PB1718	1200	600	50,0	20	24	17098,1	17380,7	1,02
PB1719	1200	600	50,0	20	30	16183,4	16649,1	1,03
PB1720	1200	600	50,0	20	36	15361,1	15641,6	1,02
PB1721	1200	600	42,9	20	12	16704,6	17075,4	1,02
PB1722	1200	600	42,9	20	18	13378,4	13450,6	1,01
PB1723	1200	600	42,9	20	24	15424,4	15513,8	1,01
PB1724	1200	600	42,9	20	30	13809,8	14098,3	1,02
PB1725	1200	600	42,9	20	36	13213,8	13450,6	1,02
PB1726	1200	600	37,5	20	12	14585,7	14874,0	1,02
PB1727	1200	600	37,5	20	18	11757,2	12042,3	1,02
PB1728	1200	600	37,5	20	24	13857,2	14352,4	1,04
PB1729	1200	600	37,5	20	30	12049,6	12416,5	1,03
PB1730	1200	600	37,5	20	36	11735,0	12042,3	1,03
PB1731	1200	600	33,3	20	12	12881,9	13275,8	1,03
PB1732	1200	600	33,3	20	18	10796,7	11066,6	1,03
PB1733	1200	600	33,3	20	24	12835,6	13275,8	1,03
PB1734	1200	600	33,3	20	30	10814,5	11226,2	1,04
PB1735	1200	600	33,3	20	36	10639,2	11066,6	1,04
PB1736	1200	600	30,0	20	12	11692,3	12059,7	1,03
PB1737	1200	600	30,0	20	18	9989,6	10352,1	1,04
PB1738	1200	600	30,0	20	24	11576,6	12059,7	1,04
PB1739	1200	600	30,0	20	30	9995,0	10338,6	1,03
PB1740	1200	600	30,0	20	36	10016,4	10352,1	1,03
PB1741	1200	600	60,0	15	12	21497,3	23902,8	1,11
PB1742	1200	600	60,0	15	18	14707,8	15906,0	1,08
PB1743	1200	600	60,0	15	24	14045,9	14555,3	1,04
PB1744	1200	600	60,0	15	30	15551,5	15519,0	1,00
PB1745	1200	600	60,0	15	36	14355,6	15906,0	1,11
PB1746	1200	600	50,0	15	12	17665,1	18706,3	1,06
PB1747	1200	600	50,0	15	18	11906,6	12179,7	1,02
PB1748	1200	600	50,0	15	24	11222,9	11318,5	1,01
PB1749	1200	600	50,0	15	30	12385,2	12481,3	1,01
PB1750	1200	600	50,0	15	36	11645,1	12179,7	1,05
PB1751	1200	600	42,9	15	12	14885,3	15489,1	1,04
PB1752	1200	600	42,9	15	18	9960,3	10029,8	1,01
PB1753	1200	600	42,9	15	24	9628,9	9524,7	0,99
PB1754	1200	600	42,9	15	30	10829,1	10833,1	1,00
PB1755	1200	600	42,9	15	36	9799,3	10029,8	1,02
PB1756	1200	600	37,5	15	12	12929,0	13301,2	1,03
PB1757	1200	600	37,5	15	18	8526,7	8651,9	1,01
PB1758	1200	600	37,5	15	24	8332,2	8417,3	1,01
PB1759	1200	600	37,5	15	30	9668,3	9836,7	1,02
PB1760	1200	600	37,5	15	36	8466,9	8651,9	1,02
PB1761	1200	600	33,3	15	12	11336,8	11713,4	1,03
PB1762	1200	600	33,3	15	18	7595,0	7699,5	1,01

(continua)

Tabela B.1 – Modelos numéricos para verificação da influência do momento fletor uniforme

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PB1763	1200	600	33,3	15	24	7574,8	7677,4	1,01
PB1764	1200	600	33,3	15	30	8547,7	8851,6	1,04
PB1765	1200	600	33,3	15	36	7476,8	7699,5	1,03
PB1766	1200	600	30,0	15	12	10172,9	10505,5	1,03
PB1767	1200	600	30,0	15	18	6845,4	7003,5	1,02
PB1768	1200	600	30,0	15	24	6911,7	7152,7	1,03
PB1769	1200	600	30,0	15	30	7738,6	7976,9	1,03
PB1770	1200	600	30,0	15	36	6834,9	7003,5	1,02
PB1771	1200	600	60,0	12	12	19932,1	23322,1	1,17
PB1772	1200	600	60,0	12	18	12403,6	14652,2	1,18
PB1773	1200	600	60,0	12	24	10990,6	12359,2	1,12
PB1774	1200	600	60,0	12	30	11477,3	12111,3	1,06
PB1775	1200	600	60,0	12	36	12030,1	12839,8	1,07
PB1776	1200	600	50,0	12	12	16498,9	18134,9	1,10
PB1777	1200	600	50,0	12	18	10167,4	10946,9	1,08
PB1778	1200	600	50,0	12	24	8780,3	9159,7	1,04
PB1779	1200	600	50,0	12	30	8973,3	9131,9	1,02
PB1780	1200	600	50,0	12	36	9884,4	9965,0	1,01
PB1781	1200	600	42,9	12	12	13997,7	14924,2	1,07
PB1782	1200	600	42,9	12	18	8522,3	8811,7	1,03
PB1783	1200	600	42,9	12	24	7398,5	7392,0	1,00
PB1784	1200	600	42,9	12	30	7576,9	7524,4	0,99
PB1785	1200	600	42,9	12	36	8366,9	8434,1	1,01
PB1786	1200	600	37,5	12	12	12197,9	12741,1	1,04
PB1787	1200	600	37,5	12	18	7260,1	7444,5	1,03
PB1788	1200	600	37,5	12	24	6268,4	6303,7	1,01
PB1789	1200	600	37,5	12	30	6548,7	6558,1	1,00
PB1790	1200	600	37,5	12	36	7185,8	7444,5	1,04
PB1791	1200	600	33,3	12	12	10708,7	11157,0	1,04
PB1792	1200	600	33,3	12	18	6392,2	6500,4	1,02
PB1793	1200	600	33,3	12	24	5558,5	5578,6	1,00
PB1794	1200	600	33,3	12	30	5863,4	5928,7	1,01
PB1795	1200	600	33,3	12	36	6289,4	6500,4	1,03
PB1796	1200	600	30,0	12	12	9585,7	9952,0	1,04
PB1797	1200	600	30,0	12	18	5691,0	5811,0	1,02
PB1798	1200	600	30,0	12	24	4962,4	5065,6	1,02
PB1799	1200	600	30,0	12	30	5398,9	5492,9	1,02
PB1800	1200	600	30,0	12	36	5666,6	5811,0	1,03
							Média	1,01
							Coef. de variação	3,0%

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PK1	300	75	6,3	5,0	500	4,5	53,2	52,7	0,99
PK2	300	75	6,3	5,0	600	4,5	53,3	52,8	0,99
PK3	300	75	6,3	5,0	750	4,5	53,4	52,9	0,99
PK4	300	75	6,3	5,0	950	4,5	53,5	52,9	0,99
PK5	300	75	6,3	5,0	1200	4,5	53,5	53,0	0,99
PK6	300	75	6,3	5,0	1500	4,5	53,6	53,0	0,99
PK7	300	75	6,3	5,0	1800	4,5	53,6	53,1	0,99
PK8	300	75	6,3	5,0	2300	4,5	53,7	53,1	0,99
PK9	300	75	6,3	5,0	2900	4,5	53,7	53,1	0,99
PK10	300	75	6,3	5,0	3600	4,5	53,7	53,1	0,99
PK11	300	75	6,3	5,0	500	6	55,3	54,9	0,99
PK12	300	75	6,3	5,0	600	6	55,4	55,0	0,99
PK13	300	75	6,3	5,0	750	6	55,5	55,1	0,99
PK14	300	75	6,3	5,0	950	6	55,6	55,1	0,99
PK15	300	75	6,3	5,0	1200	6	55,6	55,2	0,99
PK16	300	75	6,3	5,0	1500	6	55,7	55,2	0,99
PK17	300	75	6,3	5,0	1800	6	55,7	55,2	0,99
PK18	300	75	6,3	5,0	2300	6	55,8	55,3	0,99
PK19	300	75	6,3	5,0	2900	6	55,8	55,3	0,99
PK20	300	75	6,3	5,0	3600	6	55,8	55,3	0,99
PK21	300	75	6,3	5,0	500	7,5	53,3	52,9	0,99
PK22	300	75	6,3	5,0	600	7,5	53,5	53,0	0,99
PK23	300	75	6,3	5,0	750	7,5	53,6	53,1	0,99
PK24	300	75	6,3	5,0	950	7,5	53,7	53,2	0,99
PK25	300	75	6,3	5,0	1200	7,5	53,8	53,2	0,99
PK26	300	75	6,3	5,0	1500	7,5	53,8	53,3	0,99
PK27	300	75	6,3	5,0	1800	7,5	53,9	53,3	0,99
PK28	300	75	6,3	5,0	2300	7,5	53,9	53,4	0,99
PK29	300	75	6,3	5,0	2900	7,5	54,0	53,4	0,99
PK30	300	75	6,3	5,0	3600	7,5	54,0	53,4	0,99
PK31	300	75	6,3	5,0	500	9	53,2	52,7	0,99
PK32	300	75	6,3	5,0	600	9	53,3	52,8	0,99
PK33	300	75	6,3	5,0	750	9	53,4	52,9	0,99
PK34	300	75	6,3	5,0	950	9	53,5	52,9	0,99
PK35	300	75	6,3	5,0	1200	9	53,6	53,0	0,99
PK36	300	75	6,3	5,0	1500	9	53,6	53,0	0,99
PK37	300	75	6,3	5,0	1800	9	53,7	53,1	0,99
PK38	300	75	6,3	5,0	2300	9	53,7	53,1	0,99
PK39	300	75	6,3	5,0	2900	9	53,7	53,1	0,99
PK40	300	75	6,3	5,0	3600	9	53,8	53,1	0,99
PK41	300	75	4,7	5,0	500	4,5	44,7	44,4	0,99
PK42	300	75	4,7	5,0	600	4,5	44,8	44,5	0,99
PK43	300	75	4,7	5,0	750	4,5	44,9	44,6	0,99
PK44	300	75	4,7	5,0	950	4,5	44,9	44,7	0,99
PK45	300	75	4,7	5,0	1200	4,5	45,0	44,7	0,99
PK46	300	75	4,7	5,0	1500	4,5	45,1	44,8	0,99
PK47	300	75	4,7	5,0	1800	4,5	45,1	44,8	0,99

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PK48	300	75	4,7	5,0	2300	4,5	45,1	44,8	0,99
PK49	300	75	4,7	5,0	2900	4,5	45,2	44,8	0,99
PK50	300	75	4,7	5,0	3600	4,5	45,2	44,9	0,99
PK51	300	75	4,7	5,0	500	6	45,1	45,1	1,00
PK52	300	75	4,7	5,0	600	6	45,2	45,1	1,00
PK53	300	75	4,7	5,0	750	6	45,3	45,2	1,00
PK54	300	75	4,7	5,0	950	6	45,4	45,3	1,00
PK55	300	75	4,7	5,0	1200	6	45,4	45,3	1,00
PK56	300	75	4,7	5,0	1500	6	45,5	45,3	1,00
PK57	300	75	4,7	5,0	1800	6	45,5	45,4	1,00
PK58	300	75	4,7	5,0	2300	6	45,5	45,4	1,00
PK59	300	75	4,7	5,0	2900	6	45,5	45,4	1,00
PK60	300	75	4,7	5,0	3600	6	45,6	45,4	1,00
PK61	300	75	4,7	5,0	500	7,5	46,4	45,7	0,99
PK62	300	75	4,7	5,0	600	7,5	46,5	45,8	0,99
PK63	300	75	4,7	5,0	750	7,5	46,6	45,9	0,99
PK64	300	75	4,7	5,0	950	7,5	46,7	46,0	0,99
PK65	300	75	4,7	5,0	1200	7,5	46,8	46,1	0,99
PK66	300	75	4,7	5,0	1500	7,5	46,8	46,1	0,99
PK67	300	75	4,7	5,0	1800	7,5	46,8	46,2	0,99
PK68	300	75	4,7	5,0	2300	7,5	46,9	46,2	0,99
PK69	300	75	4,7	5,0	2900	7,5	46,9	46,2	0,99
PK70	300	75	4,7	5,0	3600	7,5	46,9	46,3	0,99
PK71	300	75	4,7	5,0	500	9	44,8	44,4	0,99
PK72	300	75	4,7	5,0	600	9	44,9	44,5	0,99
PK73	300	75	4,7	5,0	750	9	45,0	44,6	0,99
PK74	300	75	4,7	5,0	950	9	45,1	44,7	0,99
PK75	300	75	4,7	5,0	1200	9	45,1	44,7	0,99
PK76	300	75	4,7	5,0	1500	9	45,2	44,8	0,99
PK77	300	75	4,7	5,0	1800	9	45,2	44,8	0,99
PK78	300	75	4,7	5,0	2300	9	45,3	44,8	0,99
PK79	300	75	4,7	5,0	2900	9	45,3	44,8	0,99
PK80	300	75	4,7	5,0	3600	9	45,3	44,9	0,99
PK81	300	75	6,3	4,0	500	4,5	41,5	40,9	0,99
PK82	300	75	6,3	4,0	600	4,5	41,5	41,0	0,99
PK83	300	75	6,3	4,0	750	4,5	41,5	41,0	0,99
PK84	300	75	6,3	4,0	950	4,5	41,6	41,0	0,99
PK85	300	75	6,3	4,0	1200	4,5	41,6	41,0	0,99
PK86	300	75	6,3	4,0	1500	4,5	41,6	41,0	0,99
PK87	300	75	6,3	4,0	1800	4,5	41,6	41,0	0,99
PK88	300	75	6,3	4,0	2300	4,5	41,6	41,1	0,99
PK89	300	75	6,3	4,0	2900	4,5	41,6	41,1	0,99
PK90	300	75	6,3	4,0	3600	4,5	41,6	41,1	0,99
PK91	300	75	6,3	4,0	500	6	39,4	38,4	0,98
PK92	300	75	6,3	4,0	600	6	39,5	38,5	0,98
PK93	300	75	6,3	4,0	750	6	39,5	38,5	0,98
PK94	300	75	6,3	4,0	950	6	39,6	38,6	0,98

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$
PK95	300	75	6,3	4,0	1200	6	39,6	38,6	0,97
PK96	300	75	6,3	4,0	1500	6	39,6	38,6	0,97
PK97	300	75	6,3	4,0	1800	6	39,6	38,6	0,97
PK98	300	75	6,3	4,0	2300	6	39,6	38,6	0,97
PK99	300	75	6,3	4,0	2900	6	39,7	38,7	0,97
PK100	300	75	6,3	4,0	3600	6	39,7	38,7	0,97
PK101	300	75	6,3	4,0	500	7,5	39,3	38,7	0,99
PK102	300	75	6,3	4,0	600	7,5	39,3	38,8	0,99
PK103	300	75	6,3	4,0	750	7,5	39,3	38,8	0,99
PK104	300	75	6,3	4,0	950	7,5	39,4	38,8	0,99
PK105	300	75	6,3	4,0	1200	7,5	39,4	38,8	0,99
PK106	300	75	6,3	4,0	1500	7,5	39,4	38,8	0,99
PK107	300	75	6,3	4,0	1800	7,5	39,4	38,9	0,99
PK108	300	75	6,3	4,0	2300	7,5	39,4	38,9	0,99
PK109	300	75	6,3	4,0	2900	7,5	39,4	38,9	0,99
PK110	300	75	6,3	4,0	3600	7,5	39,5	38,9	0,99
PK111	300	75	6,3	4,0	500	9	39,3	38,4	0,98
PK112	300	75	6,3	4,0	600	9	39,3	38,5	0,98
PK113	300	75	6,3	4,0	750	9	39,4	38,5	0,98
PK114	300	75	6,3	4,0	950	9	39,4	38,6	0,98
PK115	300	75	6,3	4,0	1200	9	39,4	38,6	0,98
PK116	300	75	6,3	4,0	1500	9	39,5	38,6	0,98
PK117	300	75	6,3	4,0	1800	9	39,5	38,6	0,98
PK118	300	75	6,3	4,0	2300	9	39,5	38,6	0,98
PK119	300	75	6,3	4,0	2900	9	39,5	38,7	0,98
PK120	300	75	6,3	4,0	3600	9	39,5	38,7	0,98
PK121	300	75	4,7	4,0	500	4,5	33,1	32,8	0,99
PK122	300	75	4,7	4,0	600	4,5	33,1	32,8	0,99
PK123	300	75	4,7	4,0	750	4,5	33,2	32,8	0,99
PK124	300	75	4,7	4,0	950	4,5	33,2	32,9	0,99
PK125	300	75	4,7	4,0	1200	4,5	33,2	32,9	0,99
PK126	300	75	4,7	4,0	1500	4,5	33,2	32,9	0,99
PK127	300	75	4,7	4,0	1800	4,5	33,2	32,9	0,99
PK128	300	75	4,7	4,0	2300	4,5	33,2	32,9	0,99
PK129	300	75	4,7	4,0	2900	4,5	33,2	32,9	0,99
PK130	300	75	4,7	4,0	3600	4,5	33,2	32,9	0,99
PK131	300	75	4,7	4,0	500	6	33,2	32,9	0,99
PK132	300	75	4,7	4,0	600	6	33,3	32,9	0,99
PK133	300	75	4,7	4,0	750	6	33,3	33,0	0,99
PK134	300	75	4,7	4,0	950	6	33,3	33,0	0,99
PK135	300	75	4,7	4,0	1200	6	33,4	33,0	0,99
PK136	300	75	4,7	4,0	1500	6	33,4	33,1	0,99
PK137	300	75	4,7	4,0	1800	6	33,4	33,1	0,99
PK138	300	75	4,7	4,0	2300	6	33,4	33,1	0,99
PK139	300	75	4,7	4,0	2900	6	33,4	33,1	0,99
PK140	300	75	4,7	4,0	3600	6	33,4	33,1	0,99
PK141	300	75	4,7	4,0	500	7,5	32,4	31,7	0,98

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PK142	300	75	4,7	4,0	600	7,5	32,4	31,7	0,98
PK143	300	75	4,7	4,0	750	7,5	32,4	31,8	0,98
PK144	300	75	4,7	4,0	950	7,5	32,5	31,8	0,98
PK145	300	75	4,7	4,0	1200	7,5	32,5	31,8	0,98
PK146	300	75	4,7	4,0	1500	7,5	32,5	31,8	0,98
PK147	300	75	4,7	4,0	1800	7,5	32,5	31,8	0,98
PK148	300	75	4,7	4,0	2300	7,5	32,5	31,9	0,98
PK149	300	75	4,7	4,0	2900	7,5	32,5	31,9	0,98
PK150	300	75	4,7	4,0	3600	7,5	32,5	31,9	0,98
PK151	300	75	4,7	4,0	500	9	33,2	32,8	0,99
PK152	300	75	4,7	4,0	600	9	33,2	32,8	0,99
PK153	300	75	4,7	4,0	750	9	33,2	32,8	0,99
PK154	300	75	4,7	4,0	950	9	33,2	32,9	0,99
PK155	300	75	4,7	4,0	1200	9	33,3	32,9	0,99
PK156	300	75	4,7	4,0	1500	9	33,3	32,9	0,99
PK157	300	75	4,7	4,0	1800	9	33,3	32,9	0,99
PK158	300	75	4,7	4,0	2300	9	33,3	32,9	0,99
PK159	300	75	4,7	4,0	2900	9	33,3	32,9	0,99
PK160	300	75	4,7	4,0	3600	9	33,3	32,9	0,99
PK161	300	75	6,3	3,3	500	4,5	36,0	35,7	0,99
PK162	300	75	6,3	3,3	600	4,5	36,0	35,7	0,99
PK163	300	75	6,3	3,3	750	4,5	36,0	35,7	0,99
PK164	300	75	6,3	3,3	950	4,5	36,1	35,7	0,99
PK165	300	75	6,3	3,3	1200	4,5	36,1	35,7	0,99
PK166	300	75	6,3	3,3	1500	4,5	36,1	35,7	0,99
PK167	300	75	6,3	3,3	1800	4,5	36,1	35,7	0,99
PK168	300	75	6,3	3,3	2300	4,5	36,1	35,7	0,99
PK169	300	75	6,3	3,3	2900	4,5	36,1	35,7	0,99
PK170	300	75	6,3	3,3	3600	4,5	36,1	35,7	0,99
PK171	300	75	6,3	3,3	500	6	30,5	29,6	0,97
PK172	300	75	6,3	3,3	600	6	30,5	29,6	0,97
PK173	300	75	6,3	3,3	750	6	30,5	29,6	0,97
PK174	300	75	6,3	3,3	950	6	30,5	29,7	0,97
PK175	300	75	6,3	3,3	1200	6	30,5	29,7	0,97
PK176	300	75	6,3	3,3	1500	6	30,5	29,7	0,97
PK177	300	75	6,3	3,3	1800	6	30,5	29,7	0,97
PK178	300	75	6,3	3,3	2300	6	30,5	29,7	0,97
PK179	300	75	6,3	3,3	2900	6	30,5	29,7	0,97
PK180	300	75	6,3	3,3	3600	6	30,5	29,7	0,97
PK181	300	75	6,3	3,3	500	7,5	31,9	30,9	0,97
PK182	300	75	6,3	3,3	600	7,5	31,9	30,9	0,97
PK183	300	75	6,3	3,3	750	7,5	32,0	30,9	0,97
PK184	300	75	6,3	3,3	950	7,5	32,0	31,0	0,97
PK185	300	75	6,3	3,3	1200	7,5	32,0	31,0	0,97
PK186	300	75	6,3	3,3	1500	7,5	32,0	31,0	0,97
PK187	300	75	6,3	3,3	1800	7,5	32,0	31,0	0,97
PK188	300	75	6,3	3,3	2300	7,5	32,0	31,0	0,97

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PK189	300	75	6,3	3,3	2900	7,5	32,0	31,0	0,97
PK190	300	75	6,3	3,3	3600	7,5	32,1	31,0	0,97
PK191	300	75	6,3	3,3	500	9	30,3	29,6	0,98
PK192	300	75	6,3	3,3	600	9	30,4	29,6	0,98
PK193	300	75	6,3	3,3	750	9	30,4	29,6	0,98
PK194	300	75	6,3	3,3	950	9	30,4	29,7	0,98
PK195	300	75	6,3	3,3	1200	9	30,4	29,7	0,98
PK196	300	75	6,3	3,3	1500	9	30,4	29,7	0,98
PK197	300	75	6,3	3,3	1800	9	30,4	29,7	0,98
PK198	300	75	6,3	3,3	2300	9	30,4	29,7	0,98
PK199	300	75	6,3	3,3	2900	9	30,4	29,7	0,98
PK200	300	75	6,3	3,3	3600	9	30,4	29,7	0,98
PK201	300	75	4,7	3,3	500	4,5	27,8	27,6	0,99
PK202	300	75	4,7	3,3	600	4,5	27,8	27,6	0,99
PK203	300	75	4,7	3,3	750	4,5	27,8	27,6	0,99
PK204	300	75	4,7	3,3	950	4,5	27,9	27,6	0,99
PK205	300	75	4,7	3,3	1200	4,5	27,9	27,6	0,99
PK206	300	75	4,7	3,3	1500	4,5	27,9	27,6	0,99
PK207	300	75	4,7	3,3	1800	4,5	27,9	27,6	0,99
PK208	300	75	4,7	3,3	2300	4,5	27,9	27,6	0,99
PK209	300	75	4,7	3,3	2900	4,5	27,9	27,6	0,99
PK210	300	75	4,7	3,3	3600	4,5	27,9	27,6	0,99
PK211	300	75	4,7	3,3	500	6	24,5	24,2	0,99
PK212	300	75	4,7	3,3	600	6	24,5	24,2	0,99
PK213	300	75	4,7	3,3	750	6	24,5	24,2	0,99
PK214	300	75	4,7	3,3	950	6	24,5	24,2	0,99
PK215	300	75	4,7	3,3	1200	6	24,5	24,2	0,99
PK216	300	75	4,7	3,3	1500	6	24,5	24,2	0,99
PK217	300	75	4,7	3,3	1800	6	24,6	24,2	0,99
PK218	300	75	4,7	3,3	2300	6	24,6	24,2	0,99
PK219	300	75	4,7	3,3	2900	6	24,6	24,2	0,99
PK220	300	75	4,7	3,3	3600	6	24,6	24,2	0,99
PK221	300	75	4,7	3,3	500	7,5	26,0	25,4	0,98
PK222	300	75	4,7	3,3	600	7,5	26,0	25,4	0,98
PK223	300	75	4,7	3,3	750	7,5	26,0	25,5	0,98
PK224	300	75	4,7	3,3	950	7,5	26,0	25,5	0,98
PK225	300	75	4,7	3,3	1200	7,5	26,0	25,5	0,98
PK226	300	75	4,7	3,3	1500	7,5	26,0	25,5	0,98
PK227	300	75	4,7	3,3	1800	7,5	26,0	25,5	0,98
PK228	300	75	4,7	3,3	2300	7,5	26,0	25,5	0,98
PK229	300	75	4,7	3,3	2900	7,5	26,0	25,5	0,98
PK230	300	75	4,7	3,3	3600	7,5	26,0	25,5	0,98
PK231	300	75	4,7	3,3	500	9	24,7	24,2	0,98
PK232	300	75	4,7	3,3	600	9	24,7	24,2	0,98
PK233	300	75	4,7	3,3	750	9	24,8	24,2	0,98
PK234	300	75	4,7	3,3	950	9	24,8	24,2	0,98
PK235	300	75	4,7	3,3	1200	9	24,8	24,2	0,98

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PK236	300	75	4,7	3,3	1500	9	24,8	24,2	0,98
PK237	300	75	4,7	3,3	1800	9	24,8	24,2	0,98
PK238	300	75	4,7	3,3	2300	9	24,8	24,2	0,98
PK239	300	75	4,7	3,3	2900	9	24,8	24,2	0,98
PK240	300	75	4,7	3,3	3600	9	24,8	24,2	0,98
PK241	300	150	12,5	5,0	500	4,5	243,1	242,2	1,00
PK242	300	150	12,5	5,0	600	4,5	243,6	242,5	1,00
PK243	300	150	12,5	5,0	750	4,5	244,1	242,9	1,00
PK244	300	150	12,5	5,0	950	4,5	244,5	243,2	0,99
PK245	300	150	12,5	5,0	1200	4,5	244,8	243,5	0,99
PK246	300	150	12,5	5,0	1500	4,5	245,1	243,6	0,99
PK247	300	150	12,5	5,0	1800	4,5	245,3	243,8	0,99
PK248	300	150	12,5	5,0	2300	4,5	245,4	243,9	0,99
PK249	300	150	12,5	5,0	2900	4,5	245,6	244,0	0,99
PK250	300	150	12,5	5,0	3600	4,5	245,7	244,1	0,99
PK251	300	150	12,5	5,0	500	6	267,8	267,6	1,00
PK252	300	150	12,5	5,0	600	6	268,6	268,3	1,00
PK253	300	150	12,5	5,0	750	6	269,3	268,9	1,00
PK254	300	150	12,5	5,0	950	6	270,0	269,5	1,00
PK255	300	150	12,5	5,0	1200	6	270,5	269,9	1,00
PK256	300	150	12,5	5,0	1500	6	270,9	270,2	1,00
PK257	300	150	12,5	5,0	1800	6	271,1	270,5	1,00
PK258	300	150	12,5	5,0	2300	6	271,4	270,7	1,00
PK259	300	150	12,5	5,0	2900	6	271,6	270,9	1,00
PK260	300	150	12,5	5,0	3600	6	271,8	271,0	1,00
PK261	300	150	12,5	5,0	500	7,5	253,0	258,6	1,02
PK262	300	150	12,5	5,0	600	7,5	253,4	258,8	1,02
PK263	300	150	12,5	5,0	750	7,5	253,8	259,1	1,02
PK264	300	150	12,5	5,0	950	7,5	254,1	259,3	1,02
PK265	300	150	12,5	5,0	1200	7,5	254,4	259,5	1,02
PK266	300	150	12,5	5,0	1500	7,5	254,6	259,6	1,02
PK267	300	150	12,5	5,0	1800	7,5	254,7	259,7	1,02
PK268	300	150	12,5	5,0	2300	7,5	254,8	259,8	1,02
PK269	300	150	12,5	5,0	2900	7,5	255,0	259,9	1,02
PK270	300	150	12,5	5,0	3600	7,5	255,0	259,9	1,02
PK271	300	150	12,5	5,0	500	9	237,3	242,2	1,02
PK272	300	150	12,5	5,0	600	9	237,8	242,5	1,02
PK273	300	150	12,5	5,0	750	9	238,3	242,9	1,02
PK274	300	150	12,5	5,0	950	9	238,7	243,2	1,02
PK275	300	150	12,5	5,0	1200	9	239,0	243,5	1,02
PK276	300	150	12,5	5,0	1500	9	239,3	243,6	1,02
PK277	300	150	12,5	5,0	1800	9	239,4	243,8	1,02
PK278	300	150	12,5	5,0	2300	9	239,6	243,9	1,02
PK279	300	150	12,5	5,0	2900	9	239,8	244,0	1,02
PK280	300	150	12,5	5,0	3600	9	239,9	244,1	1,02
PK281	300	150	9,4	5,0	500	4,5	185,1	186,0	1,00
PK282	300	150	9,4	5,0	600	4,5	185,5	186,4	1,00

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PK283	300	150	9,4	5,0	750	4,5	185,9	186,7	1,00
PK284	300	150	9,4	5,0	950	4,5	186,3	187,0	1,00
PK285	300	150	9,4	5,0	1200	4,5	186,5	187,2	1,00
PK286	300	150	9,4	5,0	1500	4,5	186,7	187,4	1,00
PK287	300	150	9,4	5,0	1800	4,5	186,9	187,5	1,00
PK288	300	150	9,4	5,0	2300	4,5	187,0	187,7	1,00
PK289	300	150	9,4	5,0	2900	4,5	187,1	187,8	1,00
PK290	300	150	9,4	5,0	3600	4,5	187,2	187,9	1,00
PK291	300	150	9,4	5,0	500	6	216,2	220,4	1,02
PK292	300	150	9,4	5,0	600	6	216,8	221,0	1,02
PK293	300	150	9,4	5,0	750	6	217,4	221,7	1,02
PK294	300	150	9,4	5,0	950	6	217,9	222,2	1,02
PK295	300	150	9,4	5,0	1200	6	218,3	222,6	1,02
PK296	300	150	9,4	5,0	1500	6	218,7	223,0	1,02
PK297	300	150	9,4	5,0	1800	6	218,9	223,2	1,02
PK298	300	150	9,4	5,0	2300	6	219,1	223,4	1,02
PK299	300	150	9,4	5,0	2900	6	219,3	223,6	1,02
PK300	300	150	9,4	5,0	3600	6	219,4	223,7	1,02
PK301	300	150	9,4	5,0	500	7,5	187,9	192,5	1,02
PK302	300	150	9,4	5,0	600	7,5	188,2	192,8	1,02
PK303	300	150	9,4	5,0	750	7,5	188,5	193,0	1,02
PK304	300	150	9,4	5,0	950	7,5	188,8	193,2	1,02
PK305	300	150	9,4	5,0	1200	7,5	189,0	193,4	1,02
PK306	300	150	9,4	5,0	1500	7,5	189,1	193,5	1,02
PK307	300	150	9,4	5,0	1800	7,5	189,2	193,6	1,02
PK308	300	150	9,4	5,0	2300	7,5	189,3	193,7	1,02
PK309	300	150	9,4	5,0	2900	7,5	189,4	193,7	1,02
PK310	300	150	9,4	5,0	3600	7,5	189,5	193,8	1,02
PK311	300	150	9,4	5,0	500	9	182,1	186,0	1,02
PK312	300	150	9,4	5,0	600	9	182,5	186,4	1,02
PK313	300	150	9,4	5,0	750	9	182,9	186,7	1,02
PK314	300	150	9,4	5,0	950	9	183,2	187,0	1,02
PK315	300	150	9,4	5,0	1200	9	183,5	187,2	1,02
PK316	300	150	9,4	5,0	1500	9	183,7	187,4	1,02
PK317	300	150	9,4	5,0	1800	9	183,8	187,5	1,02
PK318	300	150	9,4	5,0	2300	9	184,0	187,7	1,02
PK319	300	150	9,4	5,0	2900	9	184,1	187,8	1,02
PK320	300	150	9,4	5,0	3600	9	184,2	187,9	1,02
PK321	300	150	12,5	4,0	500	4,5	196,3	198,1	1,01
PK322	300	150	12,5	4,0	600	4,5	196,5	198,2	1,01
PK323	300	150	12,5	4,0	750	4,5	196,7	198,3	1,01
PK324	300	150	12,5	4,0	950	4,5	196,8	198,4	1,01
PK325	300	150	12,5	4,0	1200	4,5	196,9	198,5	1,01
PK326	300	150	12,5	4,0	1500	4,5	197,0	198,5	1,01
PK327	300	150	12,5	4,0	1800	4,5	197,1	198,6	1,01
PK328	300	150	12,5	4,0	2300	4,5	197,2	198,6	1,01
PK329	300	150	12,5	4,0	2900	4,5	197,2	198,6	1,01

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$
PK330	300	150	12,5	4,0	3600	4,5	197,2	198,7	1,01
PK331	300	150	12,5	4,0	500	6	192,0	190,6	0,99
PK332	300	150	12,5	4,0	600	6	192,3	190,7	0,99
PK333	300	150	12,5	4,0	750	6	192,5	190,9	0,99
PK334	300	150	12,5	4,0	950	6	192,7	191,1	0,99
PK335	300	150	12,5	4,0	1200	6	192,9	191,2	0,99
PK336	300	150	12,5	4,0	1500	6	193,0	191,3	0,99
PK337	300	150	12,5	4,0	1800	6	193,1	191,3	0,99
PK338	300	150	12,5	4,0	2300	6	193,2	191,4	0,99
PK339	300	150	12,5	4,0	2900	6	193,3	191,4	0,99
PK340	300	150	12,5	4,0	3600	6	193,3	191,5	0,99
PK341	300	150	12,5	4,0	500	7,5	216,8	216,3	1,00
PK342	300	150	12,5	4,0	600	7,5	216,9	216,6	1,00
PK343	300	150	12,5	4,0	750	7,5	217,1	216,8	1,00
PK344	300	150	12,5	4,0	950	7,5	217,2	217,1	1,00
PK345	300	150	12,5	4,0	1200	7,5	217,3	217,2	1,00
PK346	300	150	12,5	4,0	1500	7,5	217,4	217,4	1,00
PK347	300	150	12,5	4,0	1800	7,5	217,5	217,5	1,00
PK348	300	150	12,5	4,0	2300	7,5	217,5	217,6	1,00
PK349	300	150	12,5	4,0	2900	7,5	217,6	217,6	1,00
PK350	300	150	12,5	4,0	3600	7,5	217,6	217,7	1,00
PK351	300	150	12,5	4,0	500	9	191,2	198,1	1,04
PK352	300	150	12,5	4,0	600	9	191,3	198,2	1,04
PK353	300	150	12,5	4,0	750	9	191,5	198,3	1,04
PK354	300	150	12,5	4,0	950	9	191,6	198,4	1,04
PK355	300	150	12,5	4,0	1200	9	191,8	198,5	1,04
PK356	300	150	12,5	4,0	1500	9	191,9	198,5	1,03
PK357	300	150	12,5	4,0	1800	9	191,9	198,6	1,03
PK358	300	150	12,5	4,0	2300	9	192,0	198,6	1,03
PK359	300	150	12,5	4,0	2900	9	192,0	198,6	1,03
PK360	300	150	12,5	4,0	3600	9	192,1	198,7	1,03
PK361	300	150	9,4	4,0	500	4,5	143,0	142,9	1,00
PK362	300	150	9,4	4,0	600	4,5	143,1	143,0	1,00
PK363	300	150	9,4	4,0	750	4,5	143,2	143,1	1,00
PK364	300	150	9,4	4,0	950	4,5	143,3	143,1	1,00
PK365	300	150	9,4	4,0	1200	4,5	143,4	143,2	1,00
PK366	300	150	9,4	4,0	1500	4,5	143,5	143,3	1,00
PK367	300	150	9,4	4,0	1800	4,5	143,5	143,3	1,00
PK368	300	150	9,4	4,0	2300	4,5	143,6	143,3	1,00
PK369	300	150	9,4	4,0	2900	4,5	143,6	143,3	1,00
PK370	300	150	9,4	4,0	3600	4,5	143,6	143,4	1,00
PK371	300	150	9,4	4,0	500	6	144,4	145,0	1,00
PK372	300	150	9,4	4,0	600	6	144,6	145,1	1,00
PK373	300	150	9,4	4,0	750	6	144,8	145,3	1,00
PK374	300	150	9,4	4,0	950	6	145,0	145,4	1,00
PK375	300	150	9,4	4,0	1200	6	145,1	145,5	1,00
PK376	300	150	9,4	4,0	1500	6	145,2	145,6	1,00

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PK377	300	150	9,4	4,0	1800	6	145,3	145,7	1,00
PK378	300	150	9,4	4,0	2300	6	145,4	145,8	1,00
PK379	300	150	9,4	4,0	2900	6	145,4	145,8	1,00
PK380	300	150	9,4	4,0	3600	6	145,4	145,8	1,00
PK381	300	150	9,4	4,0	500	7,5	157,9	162,1	1,03
PK382	300	150	9,4	4,0	600	7,5	158,0	162,1	1,03
PK383	300	150	9,4	4,0	750	7,5	158,1	162,2	1,03
PK384	300	150	9,4	4,0	950	7,5	158,1	162,3	1,03
PK385	300	150	9,4	4,0	1200	7,5	158,2	162,3	1,03
PK386	300	150	9,4	4,0	1500	7,5	158,2	162,3	1,03
PK387	300	150	9,4	4,0	1800	7,5	158,3	162,4	1,03
PK388	300	150	9,4	4,0	2300	7,5	158,3	162,4	1,03
PK389	300	150	9,4	4,0	2900	7,5	158,3	162,4	1,03
PK390	300	150	9,4	4,0	3600	7,5	158,4	162,4	1,03
PK391	300	150	9,4	4,0	500	9	140,5	142,9	1,02
PK392	300	150	9,4	4,0	600	9	140,6	143,0	1,02
PK393	300	150	9,4	4,0	750	9	140,7	143,1	1,02
PK394	300	150	9,4	4,0	950	9	140,8	143,1	1,02
PK395	300	150	9,4	4,0	1200	9	140,9	143,2	1,02
PK396	300	150	9,4	4,0	1500	9	141,0	143,3	1,02
PK397	300	150	9,4	4,0	1800	9	141,0	143,3	1,02
PK398	300	150	9,4	4,0	2300	9	141,0	143,3	1,02
PK399	300	150	9,4	4,0	2900	9	141,1	143,3	1,02
PK400	300	150	9,4	4,0	3600	9	141,1	143,4	1,02
PK401	300	150	12,5	3,3	500	4,5	171,0	178,4	1,04
PK402	300	150	12,5	3,3	600	4,5	171,1	178,4	1,04
PK403	300	150	12,5	3,3	750	4,5	171,2	178,4	1,04
PK404	300	150	12,5	3,3	950	4,5	171,3	178,5	1,04
PK405	300	150	12,5	3,3	1200	4,5	171,3	178,5	1,04
PK406	300	150	12,5	3,3	1500	4,5	171,3	178,5	1,04
PK407	300	150	12,5	3,3	1800	4,5	171,4	178,5	1,04
PK408	300	150	12,5	3,3	2300	4,5	171,4	178,5	1,04
PK409	300	150	12,5	3,3	2900	4,5	171,4	178,5	1,04
PK410	300	150	12,5	3,3	3600	4,5	171,5	178,5	1,04
PK411	300	150	12,5	3,3	500	6	154,5	155,9	1,01
PK412	300	150	12,5	3,3	600	6	154,6	156,0	1,01
PK413	300	150	12,5	3,3	750	6	154,8	156,0	1,01
PK414	300	150	12,5	3,3	950	6	154,8	156,1	1,01
PK415	300	150	12,5	3,3	1200	6	154,9	156,1	1,01
PK416	300	150	12,5	3,3	1500	6	155,0	156,2	1,01
PK417	300	150	12,5	3,3	1800	6	155,0	156,2	1,01
PK418	300	150	12,5	3,3	2300	6	155,1	156,2	1,01
PK419	300	150	12,5	3,3	2900	6	155,1	156,2	1,01
PK420	300	150	12,5	3,3	3600	6	155,1	156,2	1,01
PK421	300	150	12,5	3,3	500	7,5	166,1	162,5	0,98
PK422	300	150	12,5	3,3	600	7,5	166,3	162,6	0,98
PK423	300	150	12,5	3,3	750	7,5	166,4	162,7	0,98

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PK424	300	150	12,5	3,3	950	7,5	166,5	162,8	0,98
PK425	300	150	12,5	3,3	1200	7,5	166,6	162,9	0,98
PK426	300	150	12,5	3,3	1500	7,5	166,7	162,9	0,98
PK427	300	150	12,5	3,3	1800	7,5	166,7	162,9	0,98
PK428	300	150	12,5	3,3	2300	7,5	166,8	163,0	0,98
PK429	300	150	12,5	3,3	2900	7,5	166,8	163,0	0,98
PK430	300	150	12,5	3,3	3600	7,5	166,9	163,0	0,98
PK431	300	150	12,5	3,3	500	9	166,2	178,4	1,07
PK432	300	150	12,5	3,3	600	9	166,3	178,4	1,07
PK433	300	150	12,5	3,3	750	9	166,4	178,4	1,07
PK434	300	150	12,5	3,3	950	9	166,5	178,5	1,07
PK435	300	150	12,5	3,3	1200	9	166,5	178,5	1,07
PK436	300	150	12,5	3,3	1500	9	166,5	178,5	1,07
PK437	300	150	12,5	3,3	1800	9	166,6	178,5	1,07
PK438	300	150	12,5	3,3	2300	9	166,6	178,5	1,07
PK439	300	150	12,5	3,3	2900	9	166,6	178,5	1,07
PK440	300	150	12,5	3,3	3600	9	166,6	178,5	1,07
PK441	300	150	9,4	3,3	500	4,5	122,9	123,5	1,00
PK442	300	150	9,4	3,3	600	4,5	123,0	123,5	1,00
PK443	300	150	9,4	3,3	750	4,5	123,0	123,5	1,00
PK444	300	150	9,4	3,3	950	4,5	123,1	123,6	1,00
PK445	300	150	9,4	3,3	1200	4,5	123,1	123,6	1,00
PK446	300	150	9,4	3,3	1500	4,5	123,1	123,6	1,00
PK447	300	150	9,4	3,3	1800	4,5	123,2	123,6	1,00
PK448	300	150	9,4	3,3	2300	4,5	123,2	123,6	1,00
PK449	300	150	9,4	3,3	2900	4,5	123,2	123,6	1,00
PK450	300	150	9,4	3,3	3600	4,5	123,2	123,7	1,00
PK451	300	150	9,4	3,3	500	6	111,4	111,0	1,00
PK452	300	150	9,4	3,3	600	6	111,5	111,1	1,00
PK453	300	150	9,4	3,3	750	6	111,6	111,1	1,00
PK454	300	150	9,4	3,3	950	6	111,6	111,2	1,00
PK455	300	150	9,4	3,3	1200	6	111,7	111,2	1,00
PK456	300	150	9,4	3,3	1500	6	111,7	111,3	1,00
PK457	300	150	9,4	3,3	1800	6	111,8	111,3	1,00
PK458	300	150	9,4	3,3	2300	6	111,8	111,3	1,00
PK459	300	150	9,4	3,3	2900	6	111,8	111,3	1,00
PK460	300	150	9,4	3,3	3600	6	111,8	111,3	1,00
PK461	300	150	9,4	3,3	500	7,5	124,1	121,9	0,98
PK462	300	150	9,4	3,3	600	7,5	124,2	122,0	0,98
PK463	300	150	9,4	3,3	750	7,5	124,4	122,1	0,98
PK464	300	150	9,4	3,3	950	7,5	124,4	122,2	0,98
PK465	300	150	9,4	3,3	1200	7,5	124,5	122,2	0,98
PK466	300	150	9,4	3,3	1500	7,5	124,6	122,3	0,98
PK467	300	150	9,4	3,3	1800	7,5	124,6	122,3	0,98
PK468	300	150	9,4	3,3	2300	7,5	124,6	122,3	0,98
PK469	300	150	9,4	3,3	2900	7,5	124,7	122,4	0,98
PK470	300	150	9,4	3,3	3600	7,5	124,7	122,4	0,98

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$
PK471	300	150	9,4	3,3	500	9	120,7	123,5	1,02
PK472	300	150	9,4	3,3	600	9	120,7	123,5	1,02
PK473	300	150	9,4	3,3	750	9	120,8	123,5	1,02
PK474	300	150	9,4	3,3	950	9	120,8	123,6	1,02
PK475	300	150	9,4	3,3	1200	9	120,8	123,6	1,02
PK476	300	150	9,4	3,3	1500	9	120,9	123,6	1,02
PK477	300	150	9,4	3,3	1800	9	120,9	123,6	1,02
PK478	300	150	9,4	3,3	2300	9	120,9	123,6	1,02
PK479	300	150	9,4	3,3	2900	9	120,9	123,6	1,02
PK480	300	150	9,4	3,3	3600	9	120,9	123,7	1,02
PK481	600	150	12,5	10,0	500	9	412,0	410,1	1,00
PK482	600	150	12,5	10,0	600	9	414,9	412,5	0,99
PK483	600	150	12,5	10,0	750	9	417,9	415,0	0,99
PK484	600	150	12,5	10,0	950	9	420,5	417,1	0,99
PK485	600	150	12,5	10,0	1200	9	422,5	418,8	0,99
PK486	600	150	12,5	10,0	1500	9	424,2	420,2	0,99
PK487	600	150	12,5	10,0	1800	9	425,3	421,1	0,99
PK488	600	150	12,5	10,0	2300	9	426,5	422,1	0,99
PK489	600	150	12,5	10,0	2900	9	427,4	422,8	0,99
PK490	600	150	12,5	10,0	3600	9	428,1	423,4	0,99
PK491	600	150	12,5	10,0	500	12	433,0	430,5	0,99
PK492	600	150	12,5	10,0	600	12	435,4	432,4	0,99
PK493	600	150	12,5	10,0	750	12	437,9	434,4	0,99
PK494	600	150	12,5	10,0	950	12	440,0	436,1	0,99
PK495	600	150	12,5	10,0	1200	12	441,8	437,4	0,99
PK496	600	150	12,5	10,0	1500	12	443,1	438,5	0,99
PK497	600	150	12,5	10,0	1800	12	444,0	439,2	0,99
PK498	600	150	12,5	10,0	2300	12	445,1	440,0	0,99
PK499	600	150	12,5	10,0	2900	12	445,8	440,6	0,99
PK500	600	150	12,5	10,0	3600	12	446,4	441,0	0,99
PK501	600	150	12,5	10,0	500	15	409,8	408,8	1,00
PK502	600	150	12,5	10,0	600	15	413,2	411,7	1,00
PK503	600	150	12,5	10,0	750	15	416,7	414,8	1,00
PK504	600	150	12,5	10,0	950	15	419,8	417,5	0,99
PK505	600	150	12,5	10,0	1200	15	422,3	419,6	0,99
PK506	600	150	12,5	10,0	1500	15	424,2	421,2	0,99
PK507	600	150	12,5	10,0	1800	15	425,5	422,3	0,99
PK508	600	150	12,5	10,0	2300	15	426,9	423,5	0,99
PK509	600	150	12,5	10,0	2900	15	428,0	424,5	0,99
PK510	600	150	12,5	10,0	3600	15	428,8	425,2	0,99
PK511	600	150	12,5	10,0	500	18	408,6	410,1	1,00
PK512	600	150	12,5	10,0	600	18	411,5	412,5	1,00
PK513	600	150	12,5	10,0	750	18	414,4	415,0	1,00
PK514	600	150	12,5	10,0	950	18	417,0	417,1	1,00
PK515	600	150	12,5	10,0	1200	18	419,1	418,8	1,00
PK516	600	150	12,5	10,0	1500	18	420,7	420,2	1,00
PK517	600	150	12,5	10,0	1800	18	421,8	421,1	1,00

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$
PK518	600	150	12,5	10,0	2300	18	423,0	422,1	1,00
PK519	600	150	12,5	10,0	2900	18	423,9	422,8	1,00
PK520	600	150	12,5	10,0	3600	18	424,6	423,4	1,00
PK521	600	150	9,4	10,0	500	9	344,0	344,1	1,00
PK522	600	150	9,4	10,0	600	9	346,7	346,5	1,00
PK523	600	150	9,4	10,0	750	9	349,5	348,9	1,00
PK524	600	150	9,4	10,0	950	9	352,0	351,0	1,00
PK525	600	150	9,4	10,0	1200	9	353,9	352,7	1,00
PK526	600	150	9,4	10,0	1500	9	355,5	354,0	1,00
PK527	600	150	9,4	10,0	1800	9	356,5	354,9	1,00
PK528	600	150	9,4	10,0	2300	9	357,6	355,9	1,00
PK529	600	150	9,4	10,0	2900	9	358,5	356,6	0,99
PK530	600	150	9,4	10,0	3600	9	359,1	357,2	0,99
PK531	600	150	9,4	10,0	500	12	350,4	351,7	1,00
PK532	600	150	9,4	10,0	600	12	352,6	353,6	1,00
PK533	600	150	9,4	10,0	750	12	354,9	355,5	1,00
PK534	600	150	9,4	10,0	950	12	356,9	357,2	1,00
PK535	600	150	9,4	10,0	1200	12	358,5	358,5	1,00
PK536	600	150	9,4	10,0	1500	12	359,8	359,6	1,00
PK537	600	150	9,4	10,0	1800	12	360,6	360,3	1,00
PK538	600	150	9,4	10,0	2300	12	361,5	361,0	1,00
PK539	600	150	9,4	10,0	2900	12	362,3	361,6	1,00
PK540	600	150	9,4	10,0	3600	12	362,8	362,0	1,00
PK541	600	150	9,4	10,0	500	15	354,9	351,8	0,99
PK542	600	150	9,4	10,0	600	15	358,2	354,8	0,99
PK543	600	150	9,4	10,0	750	15	361,5	357,8	0,99
PK544	600	150	9,4	10,0	950	15	364,4	360,4	0,99
PK545	600	150	9,4	10,0	1200	15	366,7	362,5	0,99
PK546	600	150	9,4	10,0	1500	15	368,5	364,1	0,99
PK547	600	150	9,4	10,0	1800	15	369,6	365,2	0,99
PK548	600	150	9,4	10,0	2300	15	370,9	366,4	0,99
PK549	600	150	9,4	10,0	2900	15	371,9	367,3	0,99
PK550	600	150	9,4	10,0	3600	15	372,6	368,0	0,99
PK551	600	150	9,4	10,0	500	18	345,3	344,1	1,00
PK552	600	150	9,4	10,0	600	18	348,1	346,5	1,00
PK553	600	150	9,4	10,0	750	18	350,9	348,9	0,99
PK554	600	150	9,4	10,0	950	18	353,3	351,0	0,99
PK555	600	150	9,4	10,0	1200	18	355,3	352,7	0,99
PK556	600	150	9,4	10,0	1500	18	356,8	354,0	0,99
PK557	600	150	9,4	10,0	1800	18	357,8	354,9	0,99
PK558	600	150	9,4	10,0	2300	18	359,0	355,9	0,99
PK559	600	150	9,4	10,0	2900	18	359,8	356,6	0,99
PK560	600	150	9,4	10,0	3600	18	360,5	357,2	0,99
PK561	600	150	12,5	8,0	500	9	327,8	324,4	0,99
PK562	600	150	12,5	8,0	600	9	328,7	325,1	0,99
PK563	600	150	12,5	8,0	750	9	329,6	325,8	0,99
PK564	600	150	12,5	8,0	950	9	330,5	326,4	0,99

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$
PK565	600	150	12,5	8,0	1200	9	331,1	326,9	0,99
PK566	600	150	12,5	8,0	1500	9	331,6	327,2	0,99
PK567	600	150	12,5	8,0	1800	9	331,9	327,5	0,99
PK568	600	150	12,5	8,0	2300	9	332,3	327,7	0,99
PK569	600	150	12,5	8,0	2900	9	332,6	327,9	0,99
PK570	600	150	12,5	8,0	3600	9	332,8	328,1	0,99
PK571	600	150	12,5	8,0	500	12	311,6	301,9	0,97
PK572	600	150	12,5	8,0	600	12	313,0	303,2	0,97
PK573	600	150	12,5	8,0	750	12	314,5	304,4	0,97
PK574	600	150	12,5	8,0	950	12	315,8	305,5	0,97
PK575	600	150	12,5	8,0	1200	12	316,8	306,3	0,97
PK576	600	150	12,5	8,0	1500	12	317,5	306,9	0,97
PK577	600	150	12,5	8,0	1800	12	318,1	307,4	0,97
PK578	600	150	12,5	8,0	2300	12	318,6	307,8	0,97
PK579	600	150	12,5	8,0	2900	12	319,1	308,2	0,97
PK580	600	150	12,5	8,0	3600	12	319,4	308,5	0,97
PK581	600	150	12,5	8,0	500	15	308,8	306,0	0,99
PK582	600	150	12,5	8,0	600	15	309,9	306,8	0,99
PK583	600	150	12,5	8,0	750	15	311,0	307,7	0,99
PK584	600	150	12,5	8,0	950	15	311,9	308,4	0,99
PK585	600	150	12,5	8,0	1200	15	312,7	309,0	0,99
PK586	600	150	12,5	8,0	1500	15	313,2	309,4	0,99
PK587	600	150	12,5	8,0	1800	15	313,6	309,7	0,99
PK588	600	150	12,5	8,0	2300	15	314,1	310,0	0,99
PK589	600	150	12,5	8,0	2900	15	314,4	310,3	0,99
PK590	600	150	12,5	8,0	3600	15	314,6	310,5	0,99
PK591	600	150	12,5	8,0	500	18	304,5	301,9	0,99
PK592	600	150	12,5	8,0	600	18	305,9	303,2	0,99
PK593	600	150	12,5	8,0	750	18	307,4	304,4	0,99
PK594	600	150	12,5	8,0	950	18	308,6	305,5	0,99
PK595	600	150	12,5	8,0	1200	18	309,6	306,3	0,99
PK596	600	150	12,5	8,0	1500	18	310,4	306,9	0,99
PK597	600	150	12,5	8,0	1800	18	310,9	307,4	0,99
PK598	600	150	12,5	8,0	2300	18	311,4	307,8	0,99
PK599	600	150	12,5	8,0	2900	18	311,9	308,2	0,99
PK600	600	150	12,5	8,0	3600	18	312,2	308,5	0,99
PK601	600	150	9,4	8,0	500	9	260,8	259,2	0,99
PK602	600	150	9,4	8,0	600	9	261,6	259,8	0,99
PK603	600	150	9,4	8,0	750	9	262,5	260,5	0,99
PK604	600	150	9,4	8,0	950	9	263,2	261,1	0,99
PK605	600	150	9,4	8,0	1200	9	263,7	261,6	0,99
PK606	600	150	9,4	8,0	1500	9	264,2	261,9	0,99
PK607	600	150	9,4	8,0	1800	9	264,5	262,2	0,99
PK608	600	150	9,4	8,0	2300	9	264,8	262,4	0,99
PK609	600	150	9,4	8,0	2900	9	265,0	262,6	0,99
PK610	600	150	9,4	8,0	3600	9	265,2	262,8	0,99
PK611	600	150	9,4	8,0	500	12	260,5	257,7	0,99

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PK612	600	150	9,4	8,0	600	12	261,8	258,9	0,99
PK613	600	150	9,4	8,0	750	12	263,2	260,1	0,99
PK614	600	150	9,4	8,0	950	12	264,4	261,1	0,99
PK615	600	150	9,4	8,0	1200	12	265,3	262,0	0,99
PK616	600	150	9,4	8,0	1500	12	266,0	262,6	0,99
PK617	600	150	9,4	8,0	1800	12	266,5	263,0	0,99
PK618	600	150	9,4	8,0	2300	12	267,0	263,5	0,99
PK619	600	150	9,4	8,0	2900	12	267,4	263,8	0,99
PK620	600	150	9,4	8,0	3600	12	267,7	264,1	0,99
PK621	600	150	9,4	8,0	500	15	253,5	249,9	0,99
PK622	600	150	9,4	8,0	600	15	254,5	250,7	0,99
PK623	600	150	9,4	8,0	750	15	255,5	251,6	0,98
PK624	600	150	9,4	8,0	950	15	256,3	252,3	0,98
PK625	600	150	9,4	8,0	1200	15	257,0	252,9	0,98
PK626	600	150	9,4	8,0	1500	15	257,5	253,3	0,98
PK627	600	150	9,4	8,0	1800	15	257,9	253,6	0,98
PK628	600	150	9,4	8,0	2300	15	258,2	253,9	0,98
PK629	600	150	9,4	8,0	2900	15	258,5	254,2	0,98
PK630	600	150	9,4	8,0	3600	15	258,7	254,4	0,98
PK631	600	150	9,4	8,0	500	18	260,8	257,7	0,99
PK632	600	150	9,4	8,0	600	18	261,7	258,9	0,99
PK633	600	150	9,4	8,0	750	18	262,7	260,1	0,99
PK634	600	150	9,4	8,0	950	18	263,4	261,1	0,99
PK635	600	150	9,4	8,0	1200	18	264,0	261,6	0,99
PK636	600	150	9,4	8,0	1500	18	264,5	261,9	0,99
PK637	600	150	9,4	8,0	1800	18	264,8	262,2	0,99
PK638	600	150	9,4	8,0	2300	18	265,1	262,4	0,99
PK639	600	150	9,4	8,0	2900	18	265,4	262,6	0,99
PK640	600	150	9,4	8,0	3600	18	265,6	262,8	0,99
PK641	600	150	12,5	6,7	500	9	286,6	282,8	0,99
PK642	600	150	12,5	6,7	600	9	287,0	283,8	0,99
PK643	600	150	12,5	6,7	750	9	287,3	284,8	0,99
PK644	600	150	12,5	6,7	950	9	287,7	285,0	0,99
PK645	600	150	12,5	6,7	1200	9	287,9	285,2	0,99
PK646	600	150	12,5	6,7	1500	9	288,1	285,3	0,99
PK647	600	150	12,5	6,7	1800	9	288,3	285,4	0,99
PK648	600	150	12,5	6,7	2300	9	288,4	285,5	0,99
PK649	600	150	12,5	6,7	2900	9	288,5	285,6	0,99
PK650	600	150	12,5	6,7	3600	9	288,6	285,6	0,99
PK651	600	150	12,5	6,7	500	12	243,1	235,0	0,97
PK652	600	150	12,5	6,7	600	12	243,7	235,5	0,97
PK653	600	150	12,5	6,7	750	12	244,3	235,9	0,97
PK654	600	150	12,5	6,7	950	12	244,7	236,2	0,97
PK655	600	150	12,5	6,7	1200	12	245,1	236,5	0,97
PK656	600	150	12,5	6,7	1500	12	245,4	236,8	0,96
PK657	600	150	12,5	6,7	1800	12	245,6	236,9	0,96
PK658	600	150	12,5	6,7	2300	12	245,8	237,1	0,96

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PK659	600	150	12,5	6,7	2900	12	245,9	237,2	0,96
PK660	600	150	12,5	6,7	3600	12	246,1	237,3	0,96
PK661	600	150	12,5	6,7	500	15	251,3	244,1	0,97
PK662	600	150	12,5	6,7	600	15	252,0	244,8	0,97
PK663	600	150	12,5	6,7	750	15	252,8	245,4	0,97
PK664	600	150	12,5	6,7	950	15	253,5	246,0	0,97
PK665	600	150	12,5	6,7	1200	15	254,0	246,4	0,97
PK666	600	150	12,5	6,7	1500	15	254,4	246,8	0,97
PK667	600	150	12,5	6,7	1800	15	254,7	247,0	0,97
PK668	600	150	12,5	6,7	2300	15	255,0	247,3	0,97
PK669	600	150	12,5	6,7	2900	15	255,2	247,4	0,97
PK670	600	150	12,5	6,7	3600	15	255,4	247,6	0,97
PK671	600	150	12,5	6,7	500	18	238,0	235,0	0,99
PK672	600	150	12,5	6,7	600	18	238,6	235,5	0,99
PK673	600	150	12,5	6,7	750	18	239,1	235,9	0,99
PK674	600	150	12,5	6,7	950	18	239,6	236,2	0,99
PK675	600	150	12,5	6,7	1200	18	240,0	236,5	0,99
PK676	600	150	12,5	6,7	1500	18	240,2	236,8	0,99
PK677	600	150	12,5	6,7	1800	18	240,4	236,9	0,99
PK678	600	150	12,5	6,7	2300	18	240,6	237,1	0,99
PK679	600	150	12,5	6,7	2900	18	240,8	237,2	0,98
PK680	600	150	12,5	6,7	3600	18	240,9	237,3	0,98
PK681	600	150	9,4	6,7	500	9	221,2	219,5	0,99
PK682	600	150	9,4	6,7	600	9	221,5	219,7	0,99
PK683	600	150	9,4	6,7	750	9	221,8	219,9	0,99
PK684	600	150	9,4	6,7	950	9	222,1	220,1	0,99
PK685	600	150	9,4	6,7	1200	9	222,3	220,3	0,99
PK686	600	150	9,4	6,7	1500	9	222,4	220,4	0,99
PK687	600	150	9,4	6,7	1800	9	222,5	220,5	0,99
PK688	600	150	9,4	6,7	2300	9	222,7	220,6	0,99
PK689	600	150	9,4	6,7	2900	9	222,8	220,6	0,99
PK690	600	150	9,4	6,7	3600	9	222,8	220,7	0,99
PK691	600	150	9,4	6,7	500	12	194,4	191,4	0,98
PK692	600	150	9,4	6,7	600	12	194,9	191,8	0,98
PK693	600	150	9,4	6,7	750	12	195,3	192,2	0,98
PK694	600	150	9,4	6,7	950	12	195,8	192,6	0,98
PK695	600	150	9,4	6,7	1200	12	196,1	192,9	0,98
PK696	600	150	9,4	6,7	1500	12	196,4	193,1	0,98
PK697	600	150	9,4	6,7	1800	12	196,5	193,2	0,98
PK698	600	150	9,4	6,7	2300	12	196,7	193,4	0,98
PK699	600	150	9,4	6,7	2900	12	196,8	193,5	0,98
PK700	600	150	9,4	6,7	3600	12	197,0	193,6	0,98
PK701	600	150	9,4	6,7	500	15	205,4	202,2	0,98
PK702	600	150	9,4	6,7	600	15	205,7	202,5	0,98
PK703	600	150	9,4	6,7	750	15	206,1	202,8	0,98
PK704	600	150	9,4	6,7	950	15	206,4	203,0	0,98
PK705	600	150	9,4	6,7	1200	15	206,7	203,2	0,98

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$
PK706	600	150	9,4	6,7	1500	15	206,9	203,4	0,98
PK707	600	150	9,4	6,7	1800	15	207,0	203,5	0,98
PK708	600	150	9,4	6,7	2300	15	207,1	203,6	0,98
PK709	600	150	9,4	6,7	2900	15	207,2	203,6	0,98
PK710	600	150	9,4	6,7	3600	15	207,3	203,7	0,98
PK711	600	150	9,4	6,7	500	18	196,0	191,4	0,98
PK712	600	150	9,4	6,7	600	18	196,5	191,8	0,98
PK713	600	150	9,4	6,7	750	18	197,0	192,2	0,98
PK714	600	150	9,4	6,7	950	18	197,4	192,6	0,98
PK715	600	150	9,4	6,7	1200	18	197,7	192,9	0,98
PK716	600	150	9,4	6,7	1500	18	198,0	193,1	0,98
PK717	600	150	9,4	6,7	1800	18	198,1	193,2	0,98
PK718	600	150	9,4	6,7	2300	18	198,3	193,4	0,98
PK719	600	150	9,4	6,7	2900	18	198,5	193,5	0,98
PK720	600	150	9,4	6,7	3600	18	198,6	193,6	0,97
PK721	600	300	25,0	10,0	500	9	1880,3	1888,7	1,00
PK722	600	300	25,0	10,0	600	9	1893,4	1898,9	1,00
PK723	600	300	25,0	10,0	750	9	1907,1	1909,5	1,00
PK724	600	300	25,0	10,0	950	9	1919,0	1918,6	1,00
PK725	600	300	25,0	10,0	1200	9	1928,7	1925,9	1,00
PK726	600	300	25,0	10,0	1500	9	1936,2	1931,6	1,00
PK727	600	300	25,0	10,0	1800	9	1941,3	1935,4	1,00
PK728	600	300	25,0	10,0	2300	9	1946,9	1939,6	1,00
PK729	600	300	25,0	10,0	2900	9	1951,2	1942,8	1,00
PK730	600	300	25,0	10,0	3600	9	1954,4	1945,2	1,00
PK731	600	300	25,0	10,0	500	12	2044,9	2054,4	1,00
PK732	600	300	25,0	10,0	600	12	2065,3	2072,6	1,00
PK733	600	300	25,0	10,0	750	12	2086,5	2091,3	1,00
PK734	600	300	25,0	10,0	950	12	2104,9	2107,5	1,00
PK735	600	300	25,0	10,0	1200	12	2119,7	2120,6	1,00
PK736	600	300	25,0	10,0	1500	12	2131,1	2130,6	1,00
PK737	600	300	25,0	10,0	1800	12	2138,9	2137,4	1,00
PK738	600	300	25,0	10,0	2300	12	2147,5	2144,9	1,00
PK739	600	300	25,0	10,0	2900	12	2154,0	2150,5	1,00
PK740	600	300	25,0	10,0	3600	12	2158,9	2154,8	1,00
PK741	600	300	25,0	10,0	500	15	1973,8	2035,0	1,03
PK742	600	300	25,0	10,0	600	15	1983,9	2042,1	1,03
PK743	600	300	25,0	10,0	750	15	1994,5	2049,4	1,03
PK744	600	300	25,0	10,0	950	15	2003,8	2055,7	1,03
PK745	600	300	25,0	10,0	1200	15	2011,4	2060,8	1,02
PK746	600	300	25,0	10,0	1500	15	2017,3	2064,7	1,02
PK747	600	300	25,0	10,0	1800	15	2021,3	2067,4	1,02
PK748	600	300	25,0	10,0	2300	15	2025,8	2070,3	1,02
PK749	600	300	25,0	10,0	2900	15	2029,1	2072,5	1,02
PK750	600	300	25,0	10,0	3600	15	2031,7	2074,2	1,02
PK751	600	300	25,0	10,0	500	18	1834,0	1888,7	1,03
PK752	600	300	25,0	10,0	600	18	1847,0	1898,9	1,03

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PK753	600	300	25,0	10,0	750	18	1860,5	1909,5	1,03
PK754	600	300	25,0	10,0	950	18	1872,4	1918,6	1,02
PK755	600	300	25,0	10,0	1200	18	1882,0	1925,9	1,02
PK756	600	300	25,0	10,0	1500	18	1889,5	1931,6	1,02
PK757	600	300	25,0	10,0	1800	18	1894,5	1935,4	1,02
PK758	600	300	25,0	10,0	2300	18	1900,1	1939,6	1,02
PK759	600	300	25,0	10,0	2900	18	1904,4	1942,8	1,02
PK760	600	300	25,0	10,0	3600	18	1907,5	1945,2	1,02
PK761	600	300	18,8	10,0	500	9	1429,3	1440,9	1,01
PK762	600	300	18,8	10,0	600	9	1440,0	1450,8	1,01
PK763	600	300	18,8	10,0	750	9	1451,2	1461,0	1,01
PK764	600	300	18,8	10,0	950	9	1460,9	1469,8	1,01
PK765	600	300	18,8	10,0	1200	9	1468,7	1476,9	1,01
PK766	600	300	18,8	10,0	1500	9	1474,7	1482,4	1,01
PK767	600	300	18,8	10,0	1800	9	1478,8	1486,1	1,00
PK768	600	300	18,8	10,0	2300	9	1483,3	1490,2	1,00
PK769	600	300	18,8	10,0	2900	9	1486,7	1493,3	1,00
PK770	600	300	18,8	10,0	3600	9	1489,3	1495,6	1,00
PK771	600	300	18,8	10,0	500	12	1654,7	1679,5	1,01
PK772	600	300	18,8	10,0	600	12	1672,4	1697,1	1,01
PK773	600	300	18,8	10,0	750	12	1690,6	1715,3	1,01
PK774	600	300	18,8	10,0	950	12	1706,4	1731,0	1,01
PK775	600	300	18,8	10,0	1200	12	1719,0	1743,6	1,01
PK776	600	300	18,8	10,0	1500	12	1728,7	1753,4	1,01
PK777	600	300	18,8	10,0	1800	12	1735,2	1760,0	1,01
PK778	600	300	18,8	10,0	2300	12	1742,4	1767,2	1,01
PK779	600	300	18,8	10,0	2900	12	1747,7	1772,7	1,01
PK780	600	300	18,8	10,0	3600	12	1751,8	1776,8	1,01
PK781	600	300	18,8	10,0	500	15	1466,0	1507,3	1,03
PK782	600	300	18,8	10,0	600	15	1473,9	1514,2	1,03
PK783	600	300	18,8	10,0	750	15	1482,0	1521,3	1,03
PK784	600	300	18,8	10,0	950	15	1489,2	1527,5	1,03
PK785	600	300	18,8	10,0	1200	15	1494,9	1532,4	1,03
PK786	600	300	18,8	10,0	1500	15	1499,4	1536,2	1,02
PK787	600	300	18,8	10,0	1800	15	1502,4	1538,8	1,02
PK788	600	300	18,8	10,0	2300	15	1505,7	1541,6	1,02
PK789	600	300	18,8	10,0	2900	15	1508,2	1543,7	1,02
PK790	600	300	18,8	10,0	3600	15	1510,1	1545,3	1,02
PK791	600	300	18,8	10,0	500	18	1409,4	1440,9	1,02
PK792	600	300	18,8	10,0	600	18	1420,1	1450,8	1,02
PK793	600	300	18,8	10,0	750	18	1431,2	1461,0	1,02
PK794	600	300	18,8	10,0	950	18	1440,8	1469,8	1,02
PK795	600	300	18,8	10,0	1200	18	1448,5	1476,9	1,02
PK796	600	300	18,8	10,0	1500	18	1454,5	1482,4	1,02
PK797	600	300	18,8	10,0	1800	18	1458,6	1486,1	1,02
PK798	600	300	18,8	10,0	2300	18	1463,1	1490,2	1,02
PK799	600	300	18,8	10,0	2900	18	1466,4	1493,3	1,02

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PK800	600	300	18,8	10,0	3600	18	1469,0	1495,6	1,02
PK801	600	300	25,0	8,0	500	9	1546,9	1571,7	1,02
PK802	600	300	25,0	8,0	600	9	1551,7	1574,6	1,01
PK803	600	300	25,0	8,0	750	9	1556,7	1577,6	1,01
PK804	600	300	25,0	8,0	950	9	1561,1	1580,1	1,01
PK805	600	300	25,0	8,0	1200	9	1564,6	1582,1	1,01
PK806	600	300	25,0	8,0	1500	9	1567,2	1583,6	1,01
PK807	600	300	25,0	8,0	1800	9	1569,1	1584,7	1,01
PK808	600	300	25,0	8,0	2300	9	1571,1	1585,8	1,01
PK809	600	300	25,0	8,0	2900	9	1572,6	1586,6	1,01
PK810	600	300	25,0	8,0	3600	9	1573,7	1587,3	1,01
PK811	600	300	25,0	8,0	500	12	1503,0	1500,5	1,00
PK812	600	300	25,0	8,0	600	12	1510,1	1505,7	1,00
PK813	600	300	25,0	8,0	750	12	1517,3	1511,0	1,00
PK814	600	300	25,0	8,0	950	12	1523,6	1515,5	0,99
PK815	600	300	25,0	8,0	1200	12	1528,5	1519,0	0,99
PK816	600	300	25,0	8,0	1500	12	1532,4	1521,8	0,99
PK817	600	300	25,0	8,0	1800	12	1534,9	1523,6	0,99
PK818	600	300	25,0	8,0	2300	12	1537,8	1525,6	0,99
PK819	600	300	25,0	8,0	2900	12	1539,9	1527,1	0,99
PK820	600	300	25,0	8,0	3600	12	1541,5	1528,2	0,99
PK821	600	300	25,0	8,0	500	15	1713,7	1692,8	0,99
PK822	600	300	25,0	8,0	600	15	1718,8	1700,8	0,99
PK823	600	300	25,0	8,0	750	15	1723,6	1709,1	0,99
PK824	600	300	25,0	8,0	950	15	1727,5	1716,1	0,99
PK825	600	300	25,0	8,0	1200	15	1730,5	1721,7	0,99
PK826	600	300	25,0	8,0	1500	15	1732,9	1726,0	1,00
PK827	600	300	25,0	8,0	1800	15	1734,4	1728,8	1,00
PK828	600	300	25,0	8,0	2300	15	1736,1	1732,0	1,00
PK829	600	300	25,0	8,0	2900	15	1737,4	1734,3	1,00
PK830	600	300	25,0	8,0	3600	15	1738,4	1736,1	1,00
PK831	600	300	25,0	8,0	500	18	1505,5	1571,7	1,04
PK832	600	300	25,0	8,0	600	18	1510,4	1574,6	1,04
PK833	600	300	25,0	8,0	750	18	1515,4	1577,6	1,04
PK834	600	300	25,0	8,0	950	18	1519,7	1580,1	1,04
PK835	600	300	25,0	8,0	1200	18	1523,1	1582,1	1,04
PK836	600	300	25,0	8,0	1500	18	1525,8	1583,6	1,04
PK837	600	300	25,0	8,0	1800	18	1527,6	1584,7	1,04
PK838	600	300	25,0	8,0	2300	18	1529,6	1585,8	1,04
PK839	600	300	25,0	8,0	2900	18	1531,1	1586,6	1,04
PK840	600	300	25,0	8,0	3600	18	1532,2	1587,3	1,04
PK841	600	300	18,8	8,0	500	9	1127,0	1129,9	1,00
PK842	600	300	18,8	8,0	600	9	1130,6	1132,7	1,00
PK843	600	300	18,8	8,0	750	9	1134,3	1135,6	1,00
PK844	600	300	18,8	8,0	950	9	1137,4	1138,0	1,00
PK845	600	300	18,8	8,0	1200	9	1139,9	1140,0	1,00
PK846	600	300	18,8	8,0	1500	9	1141,8	1141,5	1,00

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PK847	600	300	18,8	8,0	1800	9	1143,1	1142,5	1,00
PK848	600	300	18,8	8,0	2300	9	1144,5	1143,6	1,00
PK849	600	300	18,8	8,0	2900	9	1145,6	1144,4	1,00
PK850	600	300	18,8	8,0	3600	9	1146,4	1145,0	1,00
PK851	600	300	18,8	8,0	500	12	1134,9	1136,4	1,00
PK852	600	300	18,8	8,0	600	12	1140,5	1141,4	1,00
PK853	600	300	18,8	8,0	750	12	1146,2	1146,5	1,00
PK854	600	300	18,8	8,0	950	12	1151,1	1150,9	1,00
PK855	600	300	18,8	8,0	1200	12	1155,0	1154,3	1,00
PK856	600	300	18,8	8,0	1500	12	1158,0	1157,0	1,00
PK857	600	300	18,8	8,0	1800	12	1160,0	1158,8	1,00
PK858	600	300	18,8	8,0	2300	12	1162,2	1160,7	1,00
PK859	600	300	18,8	8,0	2900	12	1163,9	1162,2	1,00
PK860	600	300	18,8	8,0	3600	12	1165,1	1163,3	1,00
PK861	600	300	18,8	8,0	500	15	1250,1	1287,5	1,03
PK862	600	300	18,8	8,0	600	15	1252,9	1289,5	1,03
PK863	600	300	18,8	8,0	750	15	1255,7	1291,5	1,03
PK864	600	300	18,8	8,0	950	15	1258,2	1293,2	1,03
PK865	600	300	18,8	8,0	1200	15	1260,1	1294,5	1,03
PK866	600	300	18,8	8,0	1500	15	1261,6	1295,6	1,03
PK867	600	300	18,8	8,0	1800	15	1262,6	1296,3	1,03
PK868	600	300	18,8	8,0	2300	15	1263,7	1297,0	1,03
PK869	600	300	18,8	8,0	2900	15	1264,6	1297,6	1,03
PK870	600	300	18,8	8,0	3600	15	1265,2	1298,0	1,03
PK871	600	300	18,8	8,0	500	18	1109,4	1129,9	1,02
PK872	600	300	18,8	8,0	600	18	1113,0	1132,7	1,02
PK873	600	300	18,8	8,0	750	18	1116,6	1135,6	1,02
PK874	600	300	18,8	8,0	950	18	1119,7	1138,0	1,02
PK875	600	300	18,8	8,0	1200	18	1122,2	1140,0	1,02
PK876	600	300	18,8	8,0	1500	18	1124,1	1141,5	1,02
PK877	600	300	18,8	8,0	1800	18	1125,4	1142,5	1,02
PK878	600	300	18,8	8,0	2300	18	1126,8	1143,6	1,01
PK879	600	300	18,8	8,0	2900	18	1127,8	1144,4	1,01
PK880	600	300	18,8	8,0	3600	18	1128,6	1145,0	1,01
PK881	600	300	25,0	6,7	500	9	1357,3	1422,2	1,05
PK882	600	300	25,0	6,7	600	9	1359,5	1423,2	1,05
PK883	600	300	25,0	6,7	750	9	1361,8	1424,3	1,05
PK884	600	300	25,0	6,7	950	9	1363,8	1425,1	1,04
PK885	600	300	25,0	6,7	1200	9	1365,3	1425,8	1,04
PK886	600	300	25,0	6,7	1500	9	1366,5	1426,3	1,04
PK887	600	300	25,0	6,7	1800	9	1367,4	1426,7	1,04
PK888	600	300	25,0	6,7	2300	9	1368,3	1427,1	1,04
PK889	600	300	25,0	6,7	2900	9	1369,0	1427,4	1,04
PK890	600	300	25,0	6,7	3600	9	1369,5	1427,6	1,04
PK891	600	300	25,0	6,7	500	12	1222,0	1239,1	1,01
PK892	600	300	25,0	6,7	600	12	1225,1	1240,9	1,01
PK893	600	300	25,0	6,7	750	12	1228,3	1242,7	1,01

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$
PK894	600	300	25,0	6,7	950	12	1231,0	1244,3	1,01
PK895	600	300	25,0	6,7	1200	12	1233,1	1245,5	1,01
PK896	600	300	25,0	6,7	1500	12	1234,8	1246,4	1,01
PK897	600	300	25,0	6,7	1800	12	1235,9	1247,1	1,01
PK898	600	300	25,0	6,7	2300	12	1237,1	1247,7	1,01
PK899	600	300	25,0	6,7	2900	12	1238,0	1248,2	1,01
PK900	600	300	25,0	6,7	3600	12	1238,7	1248,6	1,01
PK901	600	300	25,0	6,7	500	15	1308,8	1287,4	0,98
PK902	600	300	25,0	6,7	600	15	1312,9	1290,3	0,98
PK903	600	300	25,0	6,7	750	15	1317,1	1293,1	0,98
PK904	600	300	25,0	6,7	950	15	1320,7	1295,5	0,98
PK905	600	300	25,0	6,7	1200	15	1323,5	1297,4	0,98
PK906	600	300	25,0	6,7	1500	15	1325,6	1298,9	0,98
PK907	600	300	25,0	6,7	1800	15	1327,1	1299,9	0,98
PK908	600	300	25,0	6,7	2300	15	1328,7	1300,9	0,98
PK909	600	300	25,0	6,7	2900	15	1329,9	1301,7	0,98
PK910	600	300	25,0	6,7	3600	15	1330,8	1302,3	0,98
PK911	600	300	25,0	6,7	500	18	1319,0	1422,2	1,08
PK912	600	300	25,0	6,7	600	18	1321,2	1423,2	1,08
PK913	600	300	25,0	6,7	750	18	1323,5	1424,3	1,08
PK914	600	300	25,0	6,7	950	18	1325,4	1425,1	1,08
PK915	600	300	25,0	6,7	1200	18	1327,0	1425,8	1,07
PK916	600	300	25,0	6,7	1500	18	1328,2	1426,3	1,07
PK917	600	300	25,0	6,7	1800	18	1329,0	1426,7	1,07
PK918	600	300	25,0	6,7	2300	18	1329,9	1427,1	1,07
PK919	600	300	25,0	6,7	2900	18	1330,6	1427,4	1,07
PK920	600	300	25,0	6,7	3600	18	1331,1	1427,6	1,07
PK921	600	300	18,8	6,7	500	9	976,3	983,4	1,01
PK922	600	300	18,8	6,7	600	9	977,8	984,4	1,01
PK923	600	300	18,8	6,7	750	9	979,4	985,4	1,01
PK924	600	300	18,8	6,7	950	9	980,7	986,2	1,01
PK925	600	300	18,8	6,7	1200	9	981,7	986,9	1,01
PK926	600	300	18,8	6,7	1500	9	982,5	987,4	1,00
PK927	600	300	18,8	6,7	1800	9	983,0	987,7	1,00
PK928	600	300	18,8	6,7	2300	9	983,6	988,1	1,00
PK929	600	300	18,8	6,7	2900	9	984,1	988,4	1,00
PK930	600	300	18,8	6,7	3600	9	984,4	988,6	1,00
PK931	600	300	18,8	6,7	500	12	884,6	880,3	1,00
PK932	600	300	18,8	6,7	600	12	886,9	882,0	0,99
PK933	600	300	18,8	6,7	750	12	889,1	883,8	0,99
PK934	600	300	18,8	6,7	950	12	891,1	885,3	0,99
PK935	600	300	18,8	6,7	1200	12	892,6	886,5	0,99
PK936	600	300	18,8	6,7	1500	12	893,8	887,4	0,99
PK937	600	300	18,8	6,7	1800	12	894,6	888,0	0,99
PK938	600	300	18,8	6,7	2300	12	895,4	888,6	0,99
PK939	600	300	18,8	6,7	2900	12	896,1	889,1	0,99
PK940	600	300	18,8	6,7	3600	12	896,5	889,5	0,99

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PK941	600	300	18,8	6,7	500	15	977,9	962,8	0,98
PK942	600	300	18,8	6,7	600	15	981,0	965,5	0,98
PK943	600	300	18,8	6,7	750	15	984,2	968,3	0,98
PK944	600	300	18,8	6,7	950	15	986,9	970,6	0,98
PK945	600	300	18,8	6,7	1200	15	989,1	972,5	0,98
PK946	600	300	18,8	6,7	1500	15	990,7	973,9	0,98
PK947	600	300	18,8	6,7	1800	15	991,8	974,8	0,98
PK948	600	300	18,8	6,7	2300	15	993,0	975,9	0,98
PK949	600	300	18,8	6,7	2900	15	993,9	976,6	0,98
PK950	600	300	18,8	6,7	3600	15	994,6	977,2	0,98
PK951	600	300	18,8	6,7	500	18	960,0	983,4	1,02
PK952	600	300	18,8	6,7	600	18	961,5	984,4	1,02
PK953	600	300	18,8	6,7	750	18	963,0	985,4	1,02
PK954	600	300	18,8	6,7	950	18	964,3	986,2	1,02
PK955	600	300	18,8	6,7	1200	18	965,4	986,9	1,02
PK956	600	300	18,8	6,7	1500	18	966,1	987,4	1,02
PK957	600	300	18,8	6,7	1800	18	966,7	987,7	1,02
PK958	600	300	18,8	6,7	2300	18	967,3	988,1	1,02
PK959	600	300	18,8	6,7	2900	18	967,7	988,4	1,02
PK960	600	300	18,8	6,7	3600	18	968,0	988,6	1,02
PK961	900	225	18,8	15,0	500	13,5	1322,1	1330,2	1,01
PK962	900	225	18,8	15,0	600	13,5	1339,5	1345,2	1,00
PK963	900	225	18,8	15,0	750	13,5	1358,2	1361,1	1,00
PK964	900	225	18,8	15,0	950	13,5	1375,1	1375,4	1,00
PK965	900	225	18,8	15,0	1200	13,5	1389,0	1387,1	1,00
PK966	900	225	18,8	15,0	1500	13,5	1400,1	1396,3	1,00
PK967	900	225	18,8	15,0	1800	13,5	1407,7	1402,7	1,00
PK968	900	225	18,8	15,0	2300	13,5	1416,2	1409,7	1,00
PK969	900	225	18,8	15,0	2900	13,5	1422,7	1415,1	0,99
PK970	900	225	18,8	15,0	3600	13,5	1427,7	1419,2	0,99
PK971	900	225	18,8	15,0	500	18	1398,9	1404,5	1,00
PK972	900	225	18,8	15,0	600	18	1413,8	1422,3	1,01
PK973	900	225	18,8	15,0	750	18	1429,4	1434,9	1,00
PK974	900	225	18,8	15,0	950	18	1443,4	1446,1	1,00
PK975	900	225	18,8	15,0	1200	18	1454,9	1455,4	1,00
PK976	900	225	18,8	15,0	1500	18	1464,1	1462,7	1,00
PK977	900	225	18,8	15,0	1800	18	1470,5	1467,7	1,00
PK978	900	225	18,8	15,0	2300	18	1477,6	1473,3	1,00
PK979	900	225	18,8	15,0	2900	18	1483,0	1477,5	1,00
PK980	900	225	18,8	15,0	3600	18	1487,1	1480,8	1,00
PK981	900	225	18,8	15,0	500	22,5	1306,4	1313,1	1,01
PK982	900	225	18,8	15,0	600	22,5	1327,3	1331,6	1,00
PK983	900	225	18,8	15,0	750	22,5	1349,6	1351,3	1,00
PK984	900	225	18,8	15,0	950	22,5	1369,7	1368,9	1,00
PK985	900	225	18,8	15,0	1200	22,5	1386,3	1383,4	1,00
PK986	900	225	18,8	15,0	1500	22,5	1399,4	1394,8	1,00
PK987	900	225	18,8	15,0	1800	22,5	1408,5	1402,6	1,00

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PK988	900	225	18,8	15,0	2300	22,5	1418,6	1411,3	0,99
PK989	900	225	18,8	15,0	2900	22,5	1426,3	1418,0	0,99
PK990	900	225	18,8	15,0	3600	22,5	1432,2	1423,0	0,99
PK991	900	225	18,8	15,0	500	27	1322,7	1330,2	1,01
PK992	900	225	18,8	15,0	600	27	1340,2	1345,2	1,00
PK993	900	225	18,8	15,0	750	27	1359,0	1361,1	1,00
PK994	900	225	18,8	15,0	950	27	1375,9	1375,4	1,00
PK995	900	225	18,8	15,0	1200	27	1389,8	1387,1	1,00
PK996	900	225	18,8	15,0	1500	27	1400,9	1396,3	1,00
PK997	900	225	18,8	15,0	1800	27	1408,5	1402,7	1,00
PK998	900	225	18,8	15,0	2300	27	1417,0	1409,7	0,99
PK999	900	225	18,8	15,0	2900	27	1423,5	1415,1	0,99
PK1000	900	225	18,8	15,0	3600	27	1428,5	1419,2	0,99
PK1001	900	225	14,1	15,0	500	13,5	1109,1	1108,3	1,00
PK1002	900	225	14,1	15,0	600	13,5	1125,8	1123,1	1,00
PK1003	900	225	14,1	15,0	750	13,5	1143,6	1138,8	1,00
PK1004	900	225	14,1	15,0	950	13,5	1159,5	1152,8	0,99
PK1005	900	225	14,1	15,0	1200	13,5	1172,7	1164,4	0,99
PK1006	900	225	14,1	15,0	1500	13,5	1183,2	1173,5	0,99
PK1007	900	225	14,1	15,0	1800	13,5	1190,4	1179,7	0,99
PK1008	900	225	14,1	15,0	2300	13,5	1198,4	1186,7	0,99
PK1009	900	225	14,1	15,0	2900	13,5	1204,5	1192,0	0,99
PK1010	900	225	14,1	15,0	3600	13,5	1209,2	1196,0	0,99
PK1011	900	225	14,1	15,0	500	18	1137,8	1145,1	1,01
PK1012	900	225	14,1	15,0	600	18	1151,4	1156,8	1,00
PK1013	900	225	14,1	15,0	750	18	1166,0	1169,2	1,00
PK1014	900	225	14,1	15,0	950	18	1179,1	1180,3	1,00
PK1015	900	225	14,1	15,0	1200	18	1189,9	1189,4	1,00
PK1016	900	225	14,1	15,0	1500	18	1198,5	1196,6	1,00
PK1017	900	225	14,1	15,0	1800	18	1204,4	1201,5	1,00
PK1018	900	225	14,1	15,0	2300	18	1211,0	1207,0	1,00
PK1019	900	225	14,1	15,0	2900	18	1216,0	1211,2	1,00
PK1020	900	225	14,1	15,0	3600	18	1219,9	1214,4	1,00
PK1021	900	225	14,1	15,0	500	22,5	1114,2	1121,9	1,01
PK1022	900	225	14,1	15,0	600	22,5	1134,2	1140,2	1,01
PK1023	900	225	14,1	15,0	750	22,5	1155,5	1159,6	1,00
PK1024	900	225	14,1	15,0	950	22,5	1174,6	1176,9	1,00
PK1025	900	225	14,1	15,0	1200	22,5	1190,3	1191,1	1,00
PK1026	900	225	14,1	15,0	1500	22,5	1202,8	1202,4	1,00
PK1027	900	225	14,1	15,0	1800	22,5	1211,3	1210,1	1,00
PK1028	900	225	14,1	15,0	2300	22,5	1220,7	1218,7	1,00
PK1029	900	225	14,1	15,0	2900	22,5	1227,8	1225,2	1,00
PK1030	900	225	14,1	15,0	3600	22,5	1233,2	1230,2	1,00
PK1031	900	225	14,1	15,0	500	27	1101,5	1108,3	1,01
PK1032	900	225	14,1	15,0	600	27	1118,1	1123,1	1,00
PK1033	900	225	14,1	15,0	750	27	1135,9	1138,8	1,00
PK1034	900	225	14,1	15,0	950	27	1151,9	1152,8	1,00

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PK1035	900	225	14,1	15,0	1200	27	1165,0	1164,4	1,00
PK1036	900	225	14,1	15,0	1500	27	1175,5	1173,5	1,00
PK1037	900	225	14,1	15,0	1800	27	1182,6	1179,7	1,00
PK1038	900	225	14,1	15,0	2300	27	1190,7	1186,7	1,00
PK1039	900	225	14,1	15,0	2900	27	1196,8	1192,0	1,00
PK1040	900	225	14,1	15,0	3600	27	1201,5	1196,0	1,00
PK1041	900	225	18,8	12,0	500	13,5	1081,2	1078,7	1,00
PK1042	900	225	18,8	12,0	600	13,5	1087,3	1083,4	1,00
PK1043	900	225	18,8	12,0	750	13,5	1093,7	1088,2	0,99
PK1044	900	225	18,8	12,0	950	13,5	1099,3	1092,4	0,99
PK1045	900	225	18,8	12,0	1200	13,5	1103,8	1095,8	0,99
PK1046	900	225	18,8	12,0	1500	13,5	1107,4	1098,4	0,99
PK1047	900	225	18,8	12,0	1800	13,5	1109,8	1100,2	0,99
PK1048	900	225	18,8	12,0	2300	13,5	1112,4	1102,1	0,99
PK1049	900	225	18,8	12,0	2900	13,5	1114,4	1103,6	0,99
PK1050	900	225	18,8	12,0	3600	13,5	1115,9	1104,7	0,99
PK1051	900	225	18,8	12,0	500	18	1001,3	990,2	0,99
PK1052	900	225	18,8	12,0	600	18	1010,9	998,5	0,99
PK1053	900	225	18,8	12,0	750	18	1020,9	1007,1	0,99
PK1054	900	225	18,8	12,0	950	18	1029,6	1014,6	0,99
PK1055	900	225	18,8	12,0	1200	18	1036,7	1020,6	0,98
PK1056	900	225	18,8	12,0	1500	18	1042,1	1025,2	0,98
PK1057	900	225	18,8	12,0	1800	18	1045,8	1028,4	0,98
PK1058	900	225	18,8	12,0	2300	18	1049,9	1031,9	0,98
PK1059	900	225	18,8	12,0	2900	18	1053,0	1034,5	0,98
PK1060	900	225	18,8	12,0	3600	18	1055,3	1036,4	0,98
PK1061	900	225	18,8	12,0	500	22,5	1016,7	1012,6	1,00
PK1062	900	225	18,8	12,0	600	22,5	1023,8	1018,3	0,99
PK1063	900	225	18,8	12,0	750	22,5	1031,3	1024,3	0,99
PK1064	900	225	18,8	12,0	950	22,5	1037,8	1029,5	0,99
PK1065	900	225	18,8	12,0	1200	22,5	1043,1	1033,7	0,99
PK1066	900	225	18,8	12,0	1500	22,5	1047,2	1036,9	0,99
PK1067	900	225	18,8	12,0	1800	22,5	1050,0	1039,1	0,99
PK1068	900	225	18,8	12,0	2300	22,5	1053,1	1041,5	0,99
PK1069	900	225	18,8	12,0	2900	22,5	1055,4	1043,3	0,99
PK1070	900	225	18,8	12,0	3600	22,5	1057,1	1044,7	0,99
PK1071	900	225	18,8	12,0	500	27	999,5	990,2	0,99
PK1072	900	225	18,8	12,0	600	27	1009,1	998,5	0,99
PK1073	900	225	18,8	12,0	750	27	1019,1	1007,1	0,99
PK1074	900	225	18,8	12,0	950	27	1027,9	1014,6	0,99
PK1075	900	225	18,8	12,0	1200	27	1034,9	1020,6	0,99
PK1076	900	225	18,8	12,0	1500	27	1040,4	1025,2	0,99
PK1077	900	225	18,8	12,0	1800	27	1044,1	1028,4	0,98
PK1078	900	225	18,8	12,0	2300	27	1048,2	1031,9	0,98
PK1079	900	225	18,8	12,0	2900	27	1051,3	1034,5	0,98
PK1080	900	225	18,8	12,0	3600	27	1053,6	1036,4	0,98
PK1081	900	225	14,1	12,0	500	13,5	866,3	858,7	0,99

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$
PK1082	900	225	14,1	12,0	600	13,5	871,8	863,3	0,99
PK1083	900	225	14,1	12,0	750	13,5	877,5	868,1	0,99
PK1084	900	225	14,1	12,0	950	13,5	882,5	872,2	0,99
PK1085	900	225	14,1	12,0	1200	13,5	886,6	875,5	0,99
PK1086	900	225	14,1	12,0	1500	13,5	889,7	878,1	0,99
PK1087	900	225	14,1	12,0	1800	13,5	891,9	879,9	0,99
PK1088	900	225	14,1	12,0	2300	13,5	894,2	881,8	0,99
PK1089	900	225	14,1	12,0	2900	13,5	896,0	883,2	0,99
PK1090	900	225	14,1	12,0	3600	13,5	897,3	884,3	0,99
PK1091	900	225	14,1	12,0	500	18	851,0	841,3	0,99
PK1092	900	225	14,1	12,0	600	18	860,1	849,5	0,99
PK1093	900	225	14,1	12,0	750	18	869,5	857,9	0,99
PK1094	900	225	14,1	12,0	950	18	877,6	865,3	0,99
PK1095	900	225	14,1	12,0	1200	18	884,2	871,2	0,99
PK1096	900	225	14,1	12,0	1500	18	889,3	875,8	0,98
PK1097	900	225	14,1	12,0	1800	18	892,8	878,9	0,98
PK1098	900	225	14,1	12,0	2300	18	896,6	882,3	0,98
PK1099	900	225	14,1	12,0	2900	18	899,5	884,9	0,98
PK1100	900	225	14,1	12,0	3600	18	901,7	886,8	0,98
PK1101	900	225	14,1	12,0	500	22,5	825,5	823,7	1,00
PK1102	900	225	14,1	12,0	600	22,5	832,1	829,4	1,00
PK1103	900	225	14,1	12,0	750	22,5	838,9	835,3	1,00
PK1104	900	225	14,1	12,0	950	22,5	844,8	840,4	0,99
PK1105	900	225	14,1	12,0	1200	22,5	849,6	844,5	0,99
PK1106	900	225	14,1	12,0	1500	22,5	853,4	847,7	0,99
PK1107	900	225	14,1	12,0	1800	22,5	855,9	849,8	0,99
PK1108	900	225	14,1	12,0	2300	22,5	858,7	852,2	0,99
PK1109	900	225	14,1	12,0	2900	22,5	860,8	854,0	0,99
PK1110	900	225	14,1	12,0	3600	22,5	862,4	855,3	0,99
PK1111	900	225	14,1	12,0	500	27	845,9	841,3	0,99
PK1112	900	225	14,1	12,0	600	27	854,9	849,5	0,99
PK1113	900	225	14,1	12,0	750	27	864,1	857,9	0,99
PK1114	900	225	14,1	12,0	950	27	872,0	865,3	0,99
PK1115	900	225	14,1	12,0	1200	27	878,1	871,2	0,99
PK1116	900	225	14,1	12,0	1500	27	882,4	875,8	0,99
PK1117	900	225	14,1	12,0	1800	27	885,1	878,9	0,99
PK1118	900	225	14,1	12,0	2300	27	887,7	881,8	0,99
PK1119	900	225	14,1	12,0	2900	27	889,7	883,2	0,99
PK1120	900	225	14,1	12,0	3600	27	891,1	884,3	0,99
PK1121	900	225	18,8	10,0	500	13,5	952,0	931,4	0,98
PK1122	900	225	18,8	10,0	600	13,5	955,5	938,2	0,98
PK1123	900	225	18,8	10,0	750	13,5	958,8	945,1	0,99
PK1124	900	225	18,8	10,0	950	13,5	961,5	951,1	0,99
PK1125	900	225	18,8	10,0	1200	13,5	963,6	955,8	0,99
PK1126	900	225	18,8	10,0	1500	13,5	965,2	959,4	0,99
PK1127	900	225	18,8	10,0	1800	13,5	966,3	961,5	1,00
PK1128	900	225	18,8	10,0	2300	13,5	967,4	962,2	0,99

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PK1129	900	225	18,8	10,0	2900	13,5	968,3	962,7	0,99
PK1130	900	225	18,8	10,0	3600	13,5	968,9	963,1	0,99
PK1131	900	225	18,8	10,0	500	18	796,1	782,9	0,98
PK1132	900	225	18,8	10,0	600	18	799,9	786,0	0,98
PK1133	900	225	18,8	10,0	750	18	803,8	789,0	0,98
PK1134	900	225	18,8	10,0	950	18	807,2	791,7	0,98
PK1135	900	225	18,8	10,0	1200	18	809,9	793,8	0,98
PK1136	900	225	18,8	10,0	1500	18	812,0	795,4	0,98
PK1137	900	225	18,8	10,0	1800	18	813,4	796,5	0,98
PK1138	900	225	18,8	10,0	2300	18	814,9	797,7	0,98
PK1139	900	225	18,8	10,0	2900	18	816,1	798,6	0,98
PK1140	900	225	18,8	10,0	3600	18	816,9	799,2	0,98
PK1141	900	225	18,8	10,0	500	22,5	831,1	807,7	0,97
PK1142	900	225	18,8	10,0	600	22,5	836,6	812,4	0,97
PK1143	900	225	18,8	10,0	750	22,5	842,2	817,2	0,97
PK1144	900	225	18,8	10,0	950	22,5	847,1	821,4	0,97
PK1145	900	225	18,8	10,0	1200	22,5	850,9	824,6	0,97
PK1146	900	225	18,8	10,0	1500	22,5	853,9	827,2	0,97
PK1147	900	225	18,8	10,0	1800	22,5	855,9	828,9	0,97
PK1148	900	225	18,8	10,0	2300	22,5	858,1	830,7	0,97
PK1149	900	225	18,8	10,0	2900	22,5	859,8	832,1	0,97
PK1150	900	225	18,8	10,0	3600	22,5	861,0	833,2	0,97
PK1151	900	225	18,8	10,0	500	27	794,0	782,9	0,99
PK1152	900	225	18,8	10,0	600	27	797,8	786,0	0,99
PK1153	900	225	18,8	10,0	750	27	801,7	789,0	0,98
PK1154	900	225	18,8	10,0	950	27	805,1	791,7	0,98
PK1155	900	225	18,8	10,0	1200	27	807,8	793,8	0,98
PK1156	900	225	18,8	10,0	1500	27	809,9	795,4	0,98
PK1157	900	225	18,8	10,0	1800	27	811,3	796,5	0,98
PK1158	900	225	18,8	10,0	2300	27	812,9	797,7	0,98
PK1159	900	225	18,8	10,0	2900	27	814,0	798,6	0,98
PK1160	900	225	18,8	10,0	3600	27	814,9	799,2	0,98
PK1161	900	225	14,1	10,0	500	13,5	743,1	735,0	0,99
PK1162	900	225	14,1	10,0	600	13,5	745,3	736,6	0,99
PK1163	900	225	14,1	10,0	750	13,5	747,5	738,3	0,99
PK1164	900	225	14,1	10,0	950	13,5	749,4	739,8	0,99
PK1165	900	225	14,1	10,0	1200	13,5	751,0	741,0	0,99
PK1166	900	225	14,1	10,0	1500	13,5	752,1	741,9	0,99
PK1167	900	225	14,1	10,0	1800	13,5	752,9	742,5	0,99
PK1168	900	225	14,1	10,0	2300	13,5	753,8	743,1	0,99
PK1169	900	225	14,1	10,0	2900	13,5	754,5	743,6	0,99
PK1170	900	225	14,1	10,0	3600	13,5	755,0	744,0	0,99
PK1171	900	225	14,1	10,0	500	18	646,3	635,8	0,98
PK1172	900	225	14,1	10,0	600	18	649,7	638,8	0,98
PK1173	900	225	14,1	10,0	750	18	653,2	641,8	0,98
PK1174	900	225	14,1	10,0	950	18	656,2	644,4	0,98
PK1175	900	225	14,1	10,0	1200	18	658,6	646,5	0,98

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PK1176	900	225	14,1	10,0	1500	18	660,5	648,1	0,98
PK1177	900	225	14,1	10,0	1800	18	661,8	649,1	0,98
PK1178	900	225	14,1	10,0	2300	18	663,1	650,3	0,98
PK1179	900	225	14,1	10,0	2900	18	664,2	651,2	0,98
PK1180	900	225	14,1	10,0	3600	18	664,9	651,9	0,98
PK1181	900	225	14,1	10,0	500	22,5	678,9	675,3	0,99
PK1182	900	225	14,1	10,0	600	22,5	681,5	677,4	0,99
PK1183	900	225	14,1	10,0	750	22,5	684,2	679,5	0,99
PK1184	900	225	14,1	10,0	950	22,5	686,5	681,3	0,99
PK1185	900	225	14,1	10,0	1200	22,5	688,3	682,7	0,99
PK1186	900	225	14,1	10,0	1500	22,5	689,7	683,8	0,99
PK1187	900	225	14,1	10,0	1800	22,5	690,6	684,6	0,99
PK1188	900	225	14,1	10,0	2300	22,5	691,7	685,4	0,99
PK1189	900	225	14,1	10,0	2900	22,5	692,4	686,0	0,99
PK1190	900	225	14,1	10,0	3600	22,5	693,0	686,5	0,99
PK1191	900	225	14,1	10,0	500	27	642,5	635,8	0,99
PK1192	900	225	14,1	10,0	600	27	646,0	638,8	0,99
PK1193	900	225	14,1	10,0	750	27	649,5	641,8	0,99
PK1194	900	225	14,1	10,0	950	27	652,5	644,4	0,99
PK1195	900	225	14,1	10,0	1200	27	654,9	646,5	0,99
PK1196	900	225	14,1	10,0	1500	27	656,7	648,1	0,99
PK1197	900	225	14,1	10,0	1800	27	658,0	649,1	0,99
PK1198	900	225	14,1	10,0	2300	27	659,4	650,3	0,99
PK1199	900	225	14,1	10,0	2900	27	660,4	651,2	0,99
PK1200	900	225	14,1	10,0	3600	27	661,2	651,9	0,99
PK1201	900	450	37,5	15,0	500	13,5	6065,8	6146,0	1,01
PK1202	900	450	37,5	15,0	600	13,5	6142,4	6209,4	1,01
PK1203	900	450	37,5	15,0	750	13,5	6225,6	6277,0	1,01
PK1204	900	450	37,5	15,0	950	13,5	6301,4	6337,5	1,01
PK1205	900	450	37,5	15,0	1200	13,5	6364,7	6387,2	1,00
PK1206	900	450	37,5	15,0	1500	13,5	6415,4	6426,6	1,00
PK1207	900	450	37,5	15,0	1800	13,5	6450,6	6453,6	1,00
PK1208	900	450	37,5	15,0	2300	13,5	6490,1	6483,6	1,00
PK1209	900	450	37,5	15,0	2900	13,5	6520,5	6506,6	1,00
PK1210	900	450	37,5	15,0	3600	13,5	6543,6	6524,0	1,00
PK1211	900	450	37,5	15,0	500	18	6340,8	6527,5	1,03
PK1212	900	450	37,5	15,0	600	18	6462,3	6640,3	1,03
PK1213	900	450	37,5	15,0	750	18	6593,0	6760,4	1,03
PK1214	900	450	37,5	15,0	950	18	6711,0	6868,0	1,02
PK1215	900	450	37,5	15,0	1200	18	6808,7	6956,4	1,02
PK1216	900	450	37,5	15,0	1500	18	6886,5	7026,3	1,02
PK1217	900	450	37,5	15,0	1800	18	6940,2	7074,3	1,02
PK1218	900	450	37,5	15,0	2300	18	7000,3	7127,8	1,02
PK1219	900	450	37,5	15,0	2900	18	7046,3	7168,5	1,02
PK1220	900	450	37,5	15,0	3600	18	7081,2	7199,4	1,02
PK1221	900	450	37,5	15,0	500	22,5	6396,9	6709,4	1,05
PK1222	900	450	37,5	15,0	600	22,5	6453,9	6753,4	1,05

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PK1223	900	450	37,5	15,0	750	22,5	6516,3	6800,4	1,04
PK1224	900	450	37,5	15,0	950	22,5	6573,7	6842,4	1,04
PK1225	900	450	37,5	15,0	1200	22,5	6621,9	6876,9	1,04
PK1226	900	450	37,5	15,0	1500	22,5	6660,8	6904,2	1,04
PK1227	900	450	37,5	15,0	1800	22,5	6687,9	6923,0	1,04
PK1228	900	450	37,5	15,0	2300	22,5	6718,5	6943,9	1,03
PK1229	900	450	37,5	15,0	2900	22,5	6742,1	6959,8	1,03
PK1230	900	450	37,5	15,0	3600	22,5	6760,1	6971,9	1,03
PK1231	900	450	37,5	15,0	500	27	5880,0	6146,0	1,05
PK1232	900	450	37,5	15,0	600	27	5956,1	6209,4	1,04
PK1233	900	450	37,5	15,0	750	27	6038,6	6277,0	1,04
PK1234	900	450	37,5	15,0	950	27	6113,8	6337,5	1,04
PK1235	900	450	37,5	15,0	1200	27	6176,6	6387,2	1,03
PK1236	900	450	37,5	15,0	1500	27	6226,9	6426,6	1,03
PK1237	900	450	37,5	15,0	1800	27	6261,7	6453,6	1,03
PK1238	900	450	37,5	15,0	2300	27	6300,9	6483,6	1,03
PK1239	900	450	37,5	15,0	2900	27	6331,0	6506,6	1,03
PK1240	900	450	37,5	15,0	3600	27	6353,9	6524,0	1,03
PK1241	900	450	28,1	15,0	500	13,5	4513,3	4641,1	1,03
PK1242	900	450	28,1	15,0	600	13,5	4577,5	4702,7	1,03
PK1243	900	450	28,1	15,0	750	13,5	4646,3	4768,4	1,03
PK1244	900	450	28,1	15,0	950	13,5	4708,4	4827,1	1,03
PK1245	900	450	28,1	15,0	1200	13,5	4759,7	4875,3	1,02
PK1246	900	450	28,1	15,0	1500	13,5	4800,5	4913,5	1,02
PK1247	900	450	28,1	15,0	1800	13,5	4828,6	4939,6	1,02
PK1248	900	450	28,1	15,0	2300	13,5	4860,0	4968,8	1,02
PK1249	900	450	28,1	15,0	2900	13,5	4884,0	4991,0	1,02
PK1250	900	450	28,1	15,0	3600	13,5	4902,3	5007,9	1,02
PK1251	900	450	28,1	15,0	500	18	5129,6	5274,0	1,03
PK1252	900	450	28,1	15,0	600	18	5237,6	5383,6	1,03
PK1253	900	450	28,1	15,0	750	18	5353,0	5500,3	1,03
PK1254	900	450	28,1	15,0	950	18	5456,5	5604,7	1,03
PK1255	900	450	28,1	15,0	1200	18	5541,8	5690,4	1,03
PK1256	900	450	28,1	15,0	1500	18	5609,3	5758,2	1,03
PK1257	900	450	28,1	15,0	1800	18	5655,7	5804,8	1,03
PK1258	900	450	28,1	15,0	2300	18	5707,5	5856,6	1,03
PK1259	900	450	28,1	15,0	2900	18	5747,0	5896,1	1,03
PK1260	900	450	28,1	15,0	3600	18	5777,0	5926,0	1,03
PK1261	900	450	28,1	15,0	500	22,5	4756,4	4933,2	1,04
PK1262	900	450	28,1	15,0	600	22,5	4803,5	4976,0	1,04
PK1263	900	450	28,1	15,0	750	22,5	4854,3	5021,6	1,03
PK1264	900	450	28,1	15,0	950	22,5	4900,3	5062,4	1,03
PK1265	900	450	28,1	15,0	1200	22,5	4938,4	5095,9	1,03
PK1266	900	450	28,1	15,0	1500	22,5	4968,8	5122,3	1,03
PK1267	900	450	28,1	15,0	1800	22,5	4989,8	5140,5	1,03
PK1268	900	450	28,1	15,0	2300	22,5	5013,4	5160,8	1,03
PK1269	900	450	28,1	15,0	2900	22,5	5031,4	5176,2	1,03

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PK1270	900	450	28,1	15,0	3600	22,5	5045,1	5187,9	1,03
PK1271	900	450	28,1	15,0	500	27	4454,3	4641,1	1,04
PK1272	900	450	28,1	15,0	600	27	4518,5	4702,7	1,04
PK1273	900	450	28,1	15,0	750	27	4587,3	4768,4	1,04
PK1274	900	450	28,1	15,0	950	27	4649,2	4827,1	1,04
PK1275	900	450	28,1	15,0	1200	27	4700,5	4875,3	1,04
PK1276	900	450	28,1	15,0	1500	27	4741,2	4913,5	1,04
PK1277	900	450	28,1	15,0	1800	27	4769,2	4939,6	1,04
PK1278	900	450	28,1	15,0	2300	27	4800,6	4968,8	1,04
PK1279	900	450	28,1	15,0	2900	27	4824,6	4991,0	1,03
PK1280	900	450	28,1	15,0	3600	27	4842,8	5007,9	1,03
PK1281	900	450	37,5	12,0	500	13,5	5110,9	5235,5	1,02
PK1282	900	450	37,5	12,0	600	13,5	5141,8	5255,3	1,02
PK1283	900	450	37,5	12,0	750	13,5	5174,5	5275,8	1,02
PK1284	900	450	37,5	12,0	950	13,5	5203,6	5293,7	1,02
PK1285	900	450	37,5	12,0	1200	13,5	5227,4	5308,1	1,02
PK1286	900	450	37,5	12,0	1500	13,5	5246,2	5319,2	1,01
PK1287	900	450	37,5	12,0	1800	13,5	5259,1	5326,8	1,01
PK1288	900	450	37,5	12,0	2300	13,5	5273,4	5335,1	1,01
PK1289	900	450	37,5	12,0	2900	13,5	5284,3	5341,4	1,01
PK1290	900	450	37,5	12,0	3600	13,5	5292,6	5346,1	1,01
PK1291	900	450	37,5	12,0	500	18	4837,3	4941,6	1,02
PK1292	900	450	37,5	12,0	600	18	4883,2	4976,9	1,02
PK1293	900	450	37,5	12,0	750	18	4931,5	5013,4	1,02
PK1294	900	450	37,5	12,0	950	18	4973,9	5045,2	1,01
PK1295	900	450	37,5	12,0	1200	18	5008,4	5070,7	1,01
PK1296	900	450	37,5	12,0	1500	18	5035,4	5090,5	1,01
PK1297	900	450	37,5	12,0	1800	18	5053,7	5104,0	1,01
PK1298	900	450	37,5	12,0	2300	18	5074,1	5118,7	1,01
PK1299	900	450	37,5	12,0	2900	18	5089,5	5129,9	1,01
PK1300	900	450	37,5	12,0	3600	18	5101,2	5138,3	1,01
PK1301	900	450	37,5	12,0	500	22,5	5445,0	5521,5	1,01
PK1302	900	450	37,5	12,0	600	22,5	5508,7	5576,6	1,01
PK1303	900	450	37,5	12,0	750	22,5	5574,9	5633,7	1,01
PK1304	900	450	37,5	12,0	950	22,5	5632,6	5683,3	1,01
PK1305	900	450	37,5	12,0	1200	22,5	5678,7	5723,2	1,01
PK1306	900	450	37,5	12,0	1500	22,5	5714,1	5754,2	1,01
PK1307	900	450	37,5	12,0	1800	22,5	5737,4	5775,2	1,01
PK1308	900	450	37,5	12,0	2300	22,5	5762,3	5798,3	1,01
PK1309	900	450	37,5	12,0	2900	22,5	5779,9	5815,7	1,01
PK1310	900	450	37,5	12,0	3600	22,5	5792,3	5828,8	1,01
PK1311	900	450	37,5	12,0	500	27	4950,7	5235,5	1,06
PK1312	900	450	37,5	12,0	600	27	4981,4	5255,3	1,05
PK1313	900	450	37,5	12,0	750	27	5014,0	5275,8	1,05
PK1314	900	450	37,5	12,0	950	27	5043,0	5293,7	1,05
PK1315	900	450	37,5	12,0	1200	27	5066,7	5308,1	1,05
PK1316	900	450	37,5	12,0	1500	27	5085,4	5319,2	1,05

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PK1317	900	450	37,5	12,0	1800	27	5098,1	5326,8	1,04
PK1318	900	450	37,5	12,0	2300	27	5112,4	5335,1	1,04
PK1319	900	450	37,5	12,0	2900	27	5123,2	5341,4	1,04
PK1320	900	450	37,5	12,0	3600	27	5131,4	5346,1	1,04
PK1321	900	450	28,1	12,0	500	13,5	3672,2	3746,5	1,02
PK1322	900	450	28,1	12,0	600	13,5	3695,4	3765,7	1,02
PK1323	900	450	28,1	12,0	750	13,5	3719,7	3785,6	1,02
PK1324	900	450	28,1	12,0	950	13,5	3741,0	3803,0	1,02
PK1325	900	450	28,1	12,0	1200	13,5	3758,3	3816,9	1,02
PK1326	900	450	28,1	12,0	1500	13,5	3771,8	3827,7	1,01
PK1327	900	450	28,1	12,0	1800	13,5	3781,0	3835,0	1,01
PK1328	900	450	28,1	12,0	2300	13,5	3791,2	3843,1	1,01
PK1329	900	450	28,1	12,0	2900	13,5	3798,9	3849,1	1,01
PK1330	900	450	28,1	12,0	3600	13,5	3804,7	3853,7	1,01
PK1331	900	450	28,1	12,0	500	18	3662,2	3716,5	1,01
PK1332	900	450	28,1	12,0	600	18	3699,2	3750,7	1,01
PK1333	900	450	28,1	12,0	750	18	3737,8	3786,1	1,01
PK1334	900	450	28,1	12,0	950	18	3771,6	3816,9	1,01
PK1335	900	450	28,1	12,0	1200	18	3798,7	3841,6	1,01
PK1336	900	450	28,1	12,0	1500	18	3819,9	3860,9	1,01
PK1337	900	450	28,1	12,0	1800	18	3834,3	3873,9	1,01
PK1338	900	450	28,1	12,0	2300	18	3850,2	3888,2	1,01
PK1339	900	450	28,1	12,0	2900	18	3862,1	3899,0	1,01
PK1340	900	450	28,1	12,0	3600	18	3871,2	3907,1	1,01
PK1341	900	450	28,1	12,0	500	22,5	4141,4	4299,0	1,04
PK1342	900	450	28,1	12,0	600	22,5	4159,8	4312,4	1,04
PK1343	900	450	28,1	12,0	750	22,5	4179,0	4326,2	1,04
PK1344	900	450	28,1	12,0	950	22,5	4195,8	4338,3	1,03
PK1345	900	450	28,1	12,0	1200	22,5	4209,4	4347,9	1,03
PK1346	900	450	28,1	12,0	1500	22,5	4220,0	4355,4	1,03
PK1347	900	450	28,1	12,0	1800	22,5	4227,3	4360,5	1,03
PK1348	900	450	28,1	12,0	2300	22,5	4235,3	4366,1	1,03
PK1349	900	450	28,1	12,0	2900	22,5	4241,3	4370,3	1,03
PK1350	900	450	28,1	12,0	3600	22,5	4245,9	4373,5	1,03
PK1351	900	450	28,1	12,0	500	27	3618,3	3746,5	1,04
PK1352	900	450	28,1	12,0	600	27	3641,5	3765,7	1,03
PK1353	900	450	28,1	12,0	750	27	3665,8	3785,6	1,03
PK1354	900	450	28,1	12,0	950	27	3687,1	3803,0	1,03
PK1355	900	450	28,1	12,0	1200	27	3704,4	3816,9	1,03
PK1356	900	450	28,1	12,0	1500	27	3717,9	3827,7	1,03
PK1357	900	450	28,1	12,0	1800	27	3727,0	3835,0	1,03
PK1358	900	450	28,1	12,0	2300	27	3737,2	3843,1	1,03
PK1359	900	450	28,1	12,0	2900	27	3744,9	3849,1	1,03
PK1360	900	450	28,1	12,0	3600	27	3750,7	3853,7	1,03
PK1361	900	450	37,5	10,0	500	13,5	4529,0	4775,3	1,05
PK1362	900	450	37,5	10,0	600	13,5	4543,6	4782,5	1,05
PK1363	900	450	37,5	10,0	750	13,5	4558,9	4789,9	1,05

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PK1364	900	450	37,5	10,0	950	13,5	4572,4	4796,2	1,05
PK1365	900	450	37,5	10,0	1200	13,5	4583,3	4801,3	1,05
PK1366	900	450	37,5	10,0	1500	13,5	4591,8	4805,1	1,05
PK1367	900	450	37,5	10,0	1800	13,5	4597,7	4807,7	1,05
PK1368	900	450	37,5	10,0	2300	13,5	4604,1	4810,6	1,04
PK1369	900	450	37,5	10,0	2900	13,5	4609,1	4812,7	1,04
PK1370	900	450	37,5	10,0	3600	13,5	4612,8	4814,3	1,04
PK1371	900	450	37,5	10,0	500	18	3999,0	4138,2	1,03
PK1372	900	450	37,5	10,0	600	18	4019,9	4151,0	1,03
PK1373	900	450	37,5	10,0	750	18	4041,6	4164,1	1,03
PK1374	900	450	37,5	10,0	950	18	4060,5	4175,4	1,03
PK1375	900	450	37,5	10,0	1200	18	4075,7	4184,3	1,03
PK1376	900	450	37,5	10,0	1500	18	4087,5	4191,2	1,03
PK1377	900	450	37,5	10,0	1800	18	4095,5	4195,8	1,02
PK1378	900	450	37,5	10,0	2300	18	4104,3	4200,9	1,02
PK1379	900	450	37,5	10,0	2900	18	4111,0	4204,7	1,02
PK1380	900	450	37,5	10,0	3600	18	4116,0	4207,5	1,02
PK1381	900	450	37,5	10,0	500	22,5	4224,7	4276,6	1,01
PK1382	900	450	37,5	10,0	600	22,5	4252,6	4296,7	1,01
PK1383	900	450	37,5	10,0	750	22,5	4281,4	4317,1	1,01
PK1384	900	450	37,5	10,0	950	22,5	4306,4	4334,7	1,01
PK1385	900	450	37,5	10,0	1200	22,5	4326,3	4348,7	1,01
PK1386	900	450	37,5	10,0	1500	22,5	4341,7	4359,4	1,00
PK1387	900	450	37,5	10,0	1800	22,5	4352,2	4366,7	1,00
PK1388	900	450	37,5	10,0	2300	22,5	4363,7	4374,6	1,00
PK1389	900	450	37,5	10,0	2900	22,5	4372,3	4380,5	1,00
PK1390	900	450	37,5	10,0	3600	22,5	4378,8	4385,0	1,00
PK1391	900	450	37,5	10,0	500	27	4383,5	4775,3	1,09
PK1392	900	450	37,5	10,0	600	27	4398,2	4782,5	1,09
PK1393	900	450	37,5	10,0	750	27	4413,5	4789,9	1,09
PK1394	900	450	37,5	10,0	950	27	4427,0	4796,2	1,08
PK1395	900	450	37,5	10,0	1200	27	4437,9	4801,3	1,08
PK1396	900	450	37,5	10,0	1500	27	4446,5	4805,1	1,08
PK1397	900	450	37,5	10,0	1800	27	4452,3	4807,7	1,08
PK1398	900	450	37,5	10,0	2300	27	4458,7	4810,6	1,08
PK1399	900	450	37,5	10,0	2900	27	4463,6	4812,7	1,08
PK1400	900	450	37,5	10,0	3600	27	4467,3	4814,3	1,08
PK1401	900	450	28,1	10,0	500	13,5	3223,2	3295,0	1,02
PK1402	900	450	28,1	10,0	600	13,5	3233,4	3302,0	1,02
PK1403	900	450	28,1	10,0	750	13,5	3243,9	3309,2	1,02
PK1404	900	450	28,1	10,0	950	13,5	3253,1	3315,3	1,02
PK1405	900	450	28,1	10,0	1200	13,5	3260,4	3320,2	1,02
PK1406	900	450	28,1	10,0	1500	13,5	3266,1	3323,9	1,02
PK1407	900	450	28,1	10,0	1800	13,5	3269,9	3326,4	1,02
PK1408	900	450	28,1	10,0	2300	13,5	3274,2	3329,2	1,02
PK1409	900	450	28,1	10,0	2900	13,5	3277,4	3331,3	1,02
PK1410	900	450	28,1	10,0	3600	13,5	3279,8	3332,8	1,02

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PK1411	900	450	28,1	10,0	500	18	2907,5	2928,4	1,01
PK1412	900	450	28,1	10,0	600	18	2922,9	2940,8	1,01
PK1413	900	450	28,1	10,0	750	18	2938,7	2953,5	1,01
PK1414	900	450	28,1	10,0	950	18	2952,4	2964,4	1,00
PK1415	900	450	28,1	10,0	1200	18	2963,3	2973,1	1,00
PK1416	900	450	28,1	10,0	1500	18	2971,7	2979,8	1,00
PK1417	900	450	28,1	10,0	1800	18	2977,4	2984,2	1,00
PK1418	900	450	28,1	10,0	2300	18	2983,6	2989,2	1,00
PK1419	900	450	28,1	10,0	2900	18	2988,3	2992,8	1,00
PK1420	900	450	28,1	10,0	3600	18	2991,9	2995,6	1,00
PK1421	900	450	28,1	10,0	500	22,5	3176,9	3183,1	1,00
PK1422	900	450	28,1	10,0	600	22,5	3199,0	3202,5	1,00
PK1423	900	450	28,1	10,0	750	22,5	3221,7	3222,4	1,00
PK1424	900	450	28,1	10,0	950	22,5	3241,2	3239,4	1,00
PK1425	900	450	28,1	10,0	1200	22,5	3256,7	3252,9	1,00
PK1426	900	450	28,1	10,0	1500	22,5	3268,7	3263,3	1,00
PK1427	900	450	28,1	10,0	1800	22,5	3276,7	3270,3	1,00
PK1428	900	450	28,1	10,0	2300	22,5	3285,6	3278,0	1,00
PK1429	900	450	28,1	10,0	2900	22,5	3292,3	3283,8	1,00
PK1430	900	450	28,1	10,0	3600	22,5	3297,3	3288,1	1,00
PK1431	900	450	28,1	10,0	500	27	3172,3	3295,0	1,04
PK1432	900	450	28,1	10,0	600	27	3182,5	3302,0	1,04
PK1433	900	450	28,1	10,0	750	27	3193,0	3309,2	1,04
PK1434	900	450	28,1	10,0	950	27	3202,2	3315,3	1,04
PK1435	900	450	28,1	10,0	1200	27	3209,5	3320,2	1,03
PK1436	900	450	28,1	10,0	1500	27	3215,2	3323,9	1,03
PK1437	900	450	28,1	10,0	1800	27	3219,0	3326,4	1,03
PK1438	900	450	28,1	10,0	2300	27	3223,2	3329,2	1,03
PK1439	900	450	28,1	10,0	2900	27	3226,4	3331,3	1,03
PK1440	900	450	28,1	10,0	3600	27	3228,8	3332,8	1,03
PK1441	1200	300	25,0	20,0	500	18	2971,8	3012,4	1,01
PK1442	1200	300	25,0	20,0	600	18	3027,8	3061,7	1,01
PK1443	1200	300	25,0	20,0	750	18	3090,2	3116,1	1,01
PK1444	1200	300	25,0	20,0	950	18	3148,6	3166,5	1,01
PK1445	1200	300	25,0	20,0	1200	18	3198,6	3209,3	1,00
PK1446	1200	300	25,0	20,0	1500	18	3239,4	3244,0	1,00
PK1447	1200	300	25,0	20,0	1800	18	3268,2	3268,2	1,00
PK1448	1200	300	25,0	20,0	2300	18	3301,0	3295,7	1,00
PK1449	1200	300	25,0	20,0	2900	18	3326,5	3317,0	1,00
PK1450	1200	300	25,0	20,0	3600	18	3346,1	3333,3	1,00
PK1451	1200	300	25,0	20,0	500	24	3064,5	3079,0	1,00
PK1452	1200	300	25,0	20,0	600	24	3157,4	3166,6	1,00
PK1453	1200	300	25,0	20,0	750	24	3254,8	3263,3	1,00
PK1454	1200	300	25,0	20,0	950	24	3319,0	3353,0	1,01
PK1455	1200	300	25,0	20,0	1200	24	3362,8	3387,7	1,01
PK1456	1200	300	25,0	20,0	1500	24	3397,4	3415,1	1,01
PK1457	1200	300	25,0	20,0	1800	24	3421,7	3434,3	1,00

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PK1458	1200	300	25,0	20,0	2300	24	3449,2	3456,0	1,00
PK1459	1200	300	25,0	20,0	2900	24	3470,6	3472,8	1,00
PK1460	1200	300	25,0	20,0	3600	24	3487,1	3485,7	1,00
PK1461	1200	300	25,0	20,0	500	30	2907,3	2939,0	1,01
PK1462	1200	300	25,0	20,0	600	30	2974,7	2999,8	1,01
PK1463	1200	300	25,0	20,0	750	30	3049,6	3067,0	1,01
PK1464	1200	300	25,0	20,0	950	30	3119,7	3129,2	1,00
PK1465	1200	300	25,0	20,0	1200	30	3179,4	3182,0	1,00
PK1466	1200	300	25,0	20,0	1500	30	3228,2	3224,9	1,00
PK1467	1200	300	25,0	20,0	1800	30	3262,6	3254,8	1,00
PK1468	1200	300	25,0	20,0	2300	30	3301,6	3288,8	1,00
PK1469	1200	300	25,0	20,0	2900	30	3331,9	3315,0	0,99
PK1470	1200	300	25,0	20,0	3600	30	3355,3	3335,2	0,99
PK1471	1200	300	25,0	20,0	500	36	2945,5	3012,4	1,02
PK1472	1200	300	25,0	20,0	600	36	3001,7	3061,7	1,02
PK1473	1200	300	25,0	20,0	750	36	3064,1	3116,1	1,02
PK1474	1200	300	25,0	20,0	950	36	3122,5	3166,5	1,01
PK1475	1200	300	25,0	20,0	1200	36	3172,4	3209,3	1,01
PK1476	1200	300	25,0	20,0	1500	36	3213,2	3244,0	1,01
PK1477	1200	300	25,0	20,0	1800	36	3241,9	3268,2	1,01
PK1478	1200	300	25,0	20,0	2300	36	3274,6	3295,7	1,01
PK1479	1200	300	25,0	20,0	2900	36	3300,1	3317,0	1,01
PK1480	1200	300	25,0	20,0	3600	36	3319,7	3333,3	1,00
PK1481	1200	300	18,8	20,0	500	18	2467,5	2488,3	1,01
PK1482	1200	300	18,8	20,0	600	18	2521,3	2537,0	1,01
PK1483	1200	300	18,8	20,0	750	18	2581,1	2590,6	1,00
PK1484	1200	300	18,8	20,0	950	18	2636,8	2640,4	1,00
PK1485	1200	300	18,8	20,0	1200	18	2684,4	2682,5	1,00
PK1486	1200	300	18,8	20,0	1500	18	2723,1	2716,7	1,00
PK1487	1200	300	18,8	20,0	1800	18	2750,4	2740,6	1,00
PK1488	1200	300	18,8	20,0	2300	18	2781,3	2767,7	1,00
PK1489	1200	300	18,8	20,0	2900	18	2805,4	2788,7	0,99
PK1490	1200	300	18,8	20,0	3600	18	2823,9	2804,8	0,99
PK1491	1200	300	18,8	20,0	500	24	2552,9	2604,7	1,02
PK1492	1200	300	18,8	20,0	600	24	2596,6	2643,1	1,02
PK1493	1200	300	18,8	20,0	750	24	2645,3	2685,5	1,02
PK1494	1200	300	18,8	20,0	950	24	2690,7	2724,8	1,01
PK1495	1200	300	18,8	20,0	1200	24	2729,4	2758,1	1,01
PK1496	1200	300	18,8	20,0	1500	24	2761,1	2785,1	1,01
PK1497	1200	300	18,8	20,0	1800	24	2783,4	2804,0	1,01
PK1498	1200	300	18,8	20,0	2300	24	2808,7	2825,4	1,01
PK1499	1200	300	18,8	20,0	2900	24	2828,4	2842,0	1,00
PK1500	1200	300	18,8	20,0	3600	24	2843,6	2854,7	1,00
PK1501	1200	300	18,8	20,0	500	30	2443,0	2488,1	1,02
PK1502	1200	300	18,8	20,0	600	30	2507,8	2548,1	1,02
PK1503	1200	300	18,8	20,0	750	30	2579,7	2614,4	1,01
PK1504	1200	300	18,8	20,0	950	30	2646,8	2675,8	1,01

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PK1505	1200	300	18,8	20,0	1200	30	2703,9	2727,8	1,01
PK1506	1200	300	18,8	20,0	1500	30	2750,4	2770,0	1,01
PK1507	1200	300	18,8	20,0	1800	30	2783,0	2799,6	1,01
PK1508	1200	300	18,8	20,0	2300	30	2820,1	2833,0	1,00
PK1509	1200	300	18,8	20,0	2900	30	2848,9	2858,9	1,00
PK1510	1200	300	18,8	20,0	3600	30	2871,1	2878,7	1,00
PK1511	1200	300	18,8	20,0	500	36	2444,2	2488,3	1,02
PK1512	1200	300	18,8	20,0	600	36	2497,9	2537,0	1,02
PK1513	1200	300	18,8	20,0	750	36	2557,6	2590,6	1,01
PK1514	1200	300	18,8	20,0	950	36	2613,2	2640,4	1,01
PK1515	1200	300	18,8	20,0	1200	36	2660,6	2682,5	1,01
PK1516	1200	300	18,8	20,0	1500	36	2699,3	2716,7	1,01
PK1517	1200	300	18,8	20,0	1800	36	2726,4	2740,6	1,01
PK1518	1200	300	18,8	20,0	2300	36	2757,3	2767,7	1,00
PK1519	1200	300	18,8	20,0	2900	36	2781,3	2788,7	1,00
PK1520	1200	300	18,8	20,0	3600	36	2799,8	2804,8	1,00
PK1521	1200	300	25,0	16,0	500	18	2502,3	2510,0	1,00
PK1522	1200	300	25,0	16,0	600	18	2524,0	2527,0	1,00
PK1523	1200	300	25,0	16,0	750	18	2547,3	2545,1	1,00
PK1524	1200	300	25,0	16,0	950	18	2568,3	2561,2	1,00
PK1525	1200	300	25,0	16,0	1200	18	2585,6	2574,3	1,00
PK1526	1200	300	25,0	16,0	1500	18	2599,3	2584,7	0,99
PK1527	1200	300	25,0	16,0	1800	18	2608,8	2591,8	0,99
PK1528	1200	300	25,0	16,0	2300	18	2619,3	2599,7	0,99
PK1529	1200	300	25,0	16,0	2900	18	2627,4	2605,6	0,99
PK1530	1200	300	25,0	16,0	3600	18	2633,5	2610,2	0,99
PK1531	1200	300	25,0	16,0	500	24	2280,7	2263,7	0,99
PK1532	1200	300	25,0	16,0	600	24	2315,5	2294,0	0,99
PK1533	1200	300	25,0	16,0	750	24	2352,6	2326,2	0,99
PK1534	1200	300	25,0	16,0	950	24	2385,7	2354,7	0,99
PK1535	1200	300	25,0	16,0	1200	24	2413,0	2378,1	0,99
PK1536	1200	300	25,0	16,0	1500	24	2434,6	2396,5	0,98
PK1537	1200	300	25,0	16,0	1800	24	2449,4	2409,1	0,98
PK1538	1200	300	25,0	16,0	2300	24	2466,0	2423,2	0,98
PK1539	1200	300	25,0	16,0	2900	24	2478,6	2433,8	0,98
PK1540	1200	300	25,0	16,0	3600	24	2488,1	2441,9	0,98
PK1541	1200	300	25,0	16,0	500	30	2341,7	2342,2	1,00
PK1542	1200	300	25,0	16,0	600	30	2367,3	2363,2	1,00
PK1543	1200	300	25,0	16,0	750	30	2394,7	2385,6	1,00
PK1544	1200	300	25,0	16,0	950	30	2419,2	2405,4	0,99
PK1545	1200	300	25,0	16,0	1200	30	2439,5	2421,6	0,99
PK1546	1200	300	25,0	16,0	1500	30	2455,5	2434,4	0,99
PK1547	1200	300	25,0	16,0	1800	30	2466,5	2443,2	0,99
PK1548	1200	300	25,0	16,0	2300	30	2478,9	2452,9	0,99
PK1549	1200	300	25,0	16,0	2900	30	2488,3	2460,3	0,99
PK1550	1200	300	25,0	16,0	3600	30	2495,4	2465,9	0,99
PK1551	1200	300	25,0	16,0	500	36	2244,3	2263,7	1,01

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PK1552	1200	300	25,0	16,0	600	36	2278,8	2294,0	1,01
PK1553	1200	300	25,0	16,0	750	36	2315,5	2326,2	1,00
PK1554	1200	300	25,0	16,0	950	36	2348,4	2354,7	1,00
PK1555	1200	300	25,0	16,0	1200	36	2375,5	2378,1	1,00
PK1556	1200	300	25,0	16,0	1500	36	2396,9	2396,5	1,00
PK1557	1200	300	25,0	16,0	1800	36	2411,6	2409,1	1,00
PK1558	1200	300	25,0	16,0	2300	36	2428,0	2423,2	1,00
PK1559	1200	300	25,0	16,0	2900	36	2440,5	2433,8	1,00
PK1560	1200	300	25,0	16,0	3600	36	2449,9	2441,9	1,00
PK1561	1200	300	18,8	16,0	500	18	1993,9	1989,2	1,00
PK1562	1200	300	18,8	16,0	600	18	2013,7	2006,0	1,00
PK1563	1200	300	18,8	16,0	750	18	2034,9	2023,8	0,99
PK1564	1200	300	18,8	16,0	950	18	2053,8	2039,6	0,99
PK1565	1200	300	18,8	16,0	1200	18	2069,4	2052,6	0,99
PK1566	1200	300	18,8	16,0	1500	18	2081,7	2062,8	0,99
PK1567	1200	300	18,8	16,0	1800	18	2090,2	2069,8	0,99
PK1568	1200	300	18,8	16,0	2300	18	2099,6	2077,5	0,99
PK1569	1200	300	18,8	16,0	2900	18	2106,8	2083,4	0,99
PK1570	1200	300	18,8	16,0	3600	18	2112,3	2087,9	0,99
PK1571	1200	300	18,8	16,0	500	24	1903,1	1911,8	1,00
PK1572	1200	300	18,8	16,0	600	24	1935,6	1941,7	1,00
PK1573	1200	300	18,8	16,0	750	24	1970,1	1973,4	1,00
PK1574	1200	300	18,8	16,0	950	24	2001,0	2001,6	1,00
PK1575	1200	300	18,8	16,0	1200	24	2026,3	2024,6	1,00
PK1576	1200	300	18,8	16,0	1500	24	2046,3	2042,7	1,00
PK1577	1200	300	18,8	16,0	1800	24	2060,0	2055,2	1,00
PK1578	1200	300	18,8	16,0	2300	24	2075,3	2068,9	1,00
PK1579	1200	300	18,8	16,0	2900	24	2086,9	2079,4	1,00
PK1580	1200	300	18,8	16,0	3600	24	2095,7	2087,4	1,00
PK1581	1200	300	18,8	16,0	500	30	1883,7	1895,3	1,01
PK1582	1200	300	18,8	16,0	600	30	1907,4	1916,1	1,00
PK1583	1200	300	18,8	16,0	750	30	1932,5	1938,1	1,00
PK1584	1200	300	18,8	16,0	950	30	1955,0	1957,7	1,00
PK1585	1200	300	18,8	16,0	1200	30	1973,4	1973,7	1,00
PK1586	1200	300	18,8	16,0	1500	30	1988,0	1986,2	1,00
PK1587	1200	300	18,8	16,0	1800	30	1998,1	1994,9	1,00
PK1588	1200	300	18,8	16,0	2300	30	2009,3	2004,5	1,00
PK1589	1200	300	18,8	16,0	2900	30	2017,8	2011,7	1,00
PK1590	1200	300	18,8	16,0	3600	30	2024,2	2017,2	1,00
PK1591	1200	300	18,8	16,0	500	36	1907,8	1911,8	1,00
PK1592	1200	300	18,8	16,0	600	36	1940,3	1941,7	1,00
PK1593	1200	300	18,8	16,0	750	36	1974,9	1973,4	1,00
PK1594	1200	300	18,8	16,0	950	36	2005,7	2001,6	1,00
PK1595	1200	300	18,8	16,0	1200	36	2030,8	2024,6	1,00
PK1596	1200	300	18,8	16,0	1500	36	2050,5	2042,7	1,00
PK1597	1200	300	18,8	16,0	1800	36	2063,7	2055,2	1,00
PK1598	1200	300	18,8	16,0	2300	36	2077,6	2068,9	1,00

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PK1599	1200	300	18,8	16,0	2900	36	2086,9	2079,4	1,00
PK1600	1200	300	18,8	16,0	3600	36	2093,2	2087,4	1,00
PK1601	1200	300	25,0	13,3	500	18	2175,3	2137,0	0,98
PK1602	1200	300	25,0	13,3	600	18	2203,7	2163,2	0,98
PK1603	1200	300	25,0	13,3	750	18	2232,4	2190,4	0,98
PK1604	1200	300	25,0	13,3	950	18	2255,4	2214,0	0,98
PK1605	1200	300	25,0	13,3	1200	18	2269,7	2233,0	0,98
PK1606	1200	300	25,0	13,3	1500	18	2277,8	2247,7	0,99
PK1607	1200	300	25,0	13,3	1800	18	2282,6	2257,7	0,99
PK1608	1200	300	25,0	13,3	2300	18	2287,5	2268,7	0,99
PK1609	1200	300	25,0	13,3	2900	18	2291,1	2277,0	0,99
PK1610	1200	300	25,0	13,3	3600	18	2293,8	2280,0	0,99
PK1611	1200	300	25,0	13,3	500	24	1849,6	1824,4	0,99
PK1612	1200	300	25,0	13,3	600	24	1864,2	1836,0	0,98
PK1613	1200	300	25,0	13,3	750	24	1879,5	1848,1	0,98
PK1614	1200	300	25,0	13,3	950	24	1892,9	1858,6	0,98
PK1615	1200	300	25,0	13,3	1200	24	1903,7	1867,1	0,98
PK1616	1200	300	25,0	13,3	1500	24	1912,1	1873,6	0,98
PK1617	1200	300	25,0	13,3	1800	24	1917,8	1878,0	0,98
PK1618	1200	300	25,0	13,3	2300	24	1924,2	1882,9	0,98
PK1619	1200	300	25,0	13,3	2900	24	1928,9	1886,6	0,98
PK1620	1200	300	25,0	13,3	3600	24	1932,5	1889,4	0,98
PK1621	1200	300	25,0	13,3	500	30	1898,5	1865,4	0,98
PK1622	1200	300	25,0	13,3	600	30	1919,5	1883,6	0,98
PK1623	1200	300	25,0	13,3	750	30	1941,4	1902,5	0,98
PK1624	1200	300	25,0	13,3	950	30	1960,5	1918,9	0,98
PK1625	1200	300	25,0	13,3	1200	30	1975,9	1932,1	0,98
PK1626	1200	300	25,0	13,3	1500	30	1987,9	1942,3	0,98
PK1627	1200	300	25,0	13,3	1800	30	1996,0	1949,2	0,98
PK1628	1200	300	25,0	13,3	2300	30	2005,0	1956,9	0,98
PK1629	1200	300	25,0	13,3	2900	30	2011,8	1962,6	0,98
PK1630	1200	300	25,0	13,3	3600	30	2016,9	1967,0	0,98
PK1631	1200	300	25,0	13,3	500	36	1821,8	1824,4	1,00
PK1632	1200	300	25,0	13,3	600	36	1836,3	1836,0	1,00
PK1633	1200	300	25,0	13,3	750	36	1851,5	1848,1	1,00
PK1634	1200	300	25,0	13,3	950	36	1864,8	1858,6	1,00
PK1635	1200	300	25,0	13,3	1200	36	1875,5	1867,1	1,00
PK1636	1200	300	25,0	13,3	1500	36	1883,9	1873,6	0,99
PK1637	1200	300	25,0	13,3	1800	36	1889,6	1878,0	0,99
PK1638	1200	300	25,0	13,3	2300	36	1895,9	1882,9	0,99
PK1639	1200	300	25,0	13,3	2900	36	1900,6	1886,6	0,99
PK1640	1200	300	25,0	13,3	3600	36	1904,2	1889,4	0,99
PK1641	1200	300	18,8	13,3	500	18	1735,3	1724,7	0,99
PK1642	1200	300	18,8	13,3	600	18	1743,6	1731,2	0,99
PK1643	1200	300	18,8	13,3	750	18	1752,3	1737,9	0,99
PK1644	1200	300	18,8	13,3	950	18	1759,8	1743,7	0,99
PK1645	1200	300	18,8	13,3	1200	18	1765,9	1748,3	0,99

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PK1646	1200	300	18,8	13,3	1500	18	1770,7	1752,0	0,99
PK1647	1200	300	18,8	13,3	1800	18	1773,9	1754,4	0,99
PK1648	1200	300	18,8	13,3	2300	18	1777,5	1757,1	0,99
PK1649	1200	300	18,8	13,3	2900	18	1780,2	1759,2	0,99
PK1650	1200	300	18,8	13,3	3600	18	1782,3	1760,7	0,99
PK1651	1200	300	18,8	13,3	500	24	1480,1	1476,1	1,00
PK1652	1200	300	18,8	13,3	600	24	1493,2	1487,6	1,00
PK1653	1200	300	18,8	13,3	750	24	1506,8	1499,5	1,00
PK1654	1200	300	18,8	13,3	950	24	1518,6	1509,8	0,99
PK1655	1200	300	18,8	13,3	1200	24	1528,2	1518,1	0,99
PK1656	1200	300	18,8	13,3	1500	24	1535,7	1524,6	0,99
PK1657	1200	300	18,8	13,3	1800	24	1540,7	1529,0	0,99
PK1658	1200	300	18,8	13,3	2300	24	1546,3	1533,8	0,99
PK1659	1200	300	18,8	13,3	2900	24	1550,5	1537,4	0,99
PK1660	1200	300	18,8	13,3	3600	24	1553,7	1540,1	0,99
PK1661	1200	300	18,8	13,3	500	30	1578,5	1579,2	1,00
PK1662	1200	300	18,8	13,3	600	30	1588,3	1587,2	1,00
PK1663	1200	300	18,8	13,3	750	30	1598,4	1595,5	1,00
PK1664	1200	300	18,8	13,3	950	30	1607,3	1602,6	1,00
PK1665	1200	300	18,8	13,3	1200	30	1614,4	1608,4	1,00
PK1666	1200	300	18,8	13,3	1500	30	1620,0	1612,9	1,00
PK1667	1200	300	18,8	13,3	1800	30	1623,8	1615,9	1,00
PK1668	1200	300	18,8	13,3	2300	30	1627,9	1619,3	0,99
PK1669	1200	300	18,8	13,3	2900	30	1631,1	1621,8	0,99
PK1670	1200	300	18,8	13,3	3600	30	1633,5	1623,7	0,99
PK1671	1200	300	18,8	13,3	500	36	1482,4	1476,1	1,00
PK1672	1200	300	18,8	13,3	600	36	1495,5	1487,6	0,99
PK1673	1200	300	18,8	13,3	750	36	1509,1	1499,5	0,99
PK1674	1200	300	18,8	13,3	950	36	1521,0	1509,8	0,99
PK1675	1200	300	18,8	13,3	1200	36	1530,6	1518,1	0,99
PK1676	1200	300	18,8	13,3	1500	36	1538,0	1524,6	0,99
PK1677	1200	300	18,8	13,3	1800	36	1543,1	1529,0	0,99
PK1678	1200	300	18,8	13,3	2300	36	1548,7	1533,8	0,99
PK1679	1200	300	18,8	13,3	2900	36	1552,9	1537,4	0,99
PK1680	1200	300	18,8	13,3	3600	36	1556,1	1540,1	0,99
PK1681	1200	600	50,0	20,0	500	18	13578,2	13974,2	1,03
PK1682	1200	600	50,0	20,0	600	18	13811,9	14182,0	1,03
PK1683	1200	600	50,0	20,0	750	18	14076,9	14411,8	1,02
PK1684	1200	600	50,0	20,0	950	18	14329,2	14625,2	1,02
PK1685	1200	600	50,0	20,0	1200	18	14548,4	14806,4	1,02
PK1686	1200	600	50,0	20,0	1500	18	14730,0	14953,5	1,02
PK1687	1200	600	50,0	20,0	1800	18	14859,0	15056,6	1,01
PK1688	1200	600	50,0	20,0	2300	18	15007,4	15173,5	1,01
PK1689	1200	600	50,0	20,0	2900	18	15123,7	15264,0	1,01
PK1690	1200	600	50,0	20,0	3600	18	15214,0	15333,5	1,01
PK1691	1200	600	50,0	20,0	500	24	13881,7	14416,4	1,04
PK1692	1200	600	50,0	20,0	600	24	14265,4	14785,8	1,04

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PK1693	1200	600	50,0	20,0	750	24	14695,1	15194,4	1,03
PK1694	1200	600	50,0	20,0	950	24	15099,1	15573,8	1,03
PK1695	1200	600	50,0	20,0	1200	24	15446,0	15895,8	1,03
PK1696	1200	600	50,0	20,0	1500	24	15730,5	16157,5	1,03
PK1697	1200	600	50,0	20,0	1800	24	15931,3	16340,7	1,03
PK1698	1200	600	50,0	20,0	2300	24	16160,4	16548,5	1,02
PK1699	1200	600	50,0	20,0	2900	24	16339,1	16709,5	1,02
PK1700	1200	600	50,0	20,0	3600	24	16476,9	16833,0	1,02
PK1701	1200	600	50,0	20,0	500	30	14629,0	15491,2	1,06
PK1702	1200	600	50,0	20,0	600	30	14799,6	15635,4	1,06
PK1703	1200	600	50,0	20,0	750	30	14994,9	15795,0	1,05
PK1704	1200	600	50,0	20,0	950	30	15182,9	15943,2	1,05
PK1705	1200	600	50,0	20,0	1200	30	15347,9	16069,1	1,05
PK1706	1200	600	50,0	20,0	1500	30	15485,7	16171,3	1,04
PK1707	1200	600	50,0	20,0	1800	30	15584,4	16242,8	1,04
PK1708	1200	600	50,0	20,0	2300	30	15698,6	16324,0	1,04
PK1709	1200	600	50,0	20,0	2900	30	15788,6	16386,9	1,04
PK1710	1200	600	50,0	20,0	3600	30	15858,8	16435,1	1,04
PK1711	1200	600	50,0	20,0	500	36	13307,0	13974,2	1,05
PK1712	1200	600	50,0	20,0	600	36	13541,8	14182,0	1,05
PK1713	1200	600	50,0	20,0	750	36	13807,9	14411,8	1,04
PK1714	1200	600	50,0	20,0	950	36	14061,2	14625,2	1,04
PK1715	1200	600	50,0	20,0	1200	36	14281,2	14806,4	1,04
PK1716	1200	600	50,0	20,0	1500	36	14463,3	14953,5	1,03
PK1717	1200	600	50,0	20,0	1800	36	14592,8	15056,6	1,03
PK1718	1200	600	50,0	20,0	2300	36	14741,5	15173,5	1,03
PK1719	1200	600	50,0	20,0	2900	36	14858,1	15264,0	1,03
PK1720	1200	600	50,0	20,0	3600	36	14948,6	15333,5	1,03
PK1721	1200	600	37,5	20,0	500	18	10059,1	10423,1	1,04
PK1722	1200	600	37,5	20,0	600	18	10263,6	10625,4	1,04
PK1723	1200	600	37,5	20,0	750	18	10492,1	10849,0	1,03
PK1724	1200	600	37,5	20,0	950	18	10706,2	11056,4	1,03
PK1725	1200	600	37,5	20,0	1200	18	10889,6	11232,4	1,03
PK1726	1200	600	37,5	20,0	1500	18	11039,8	11375,3	1,03
PK1727	1200	600	37,5	20,0	1800	18	11145,5	11475,3	1,03
PK1728	1200	600	37,5	20,0	2300	18	11266,0	11588,7	1,03
PK1729	1200	600	37,5	20,0	2900	18	11359,9	11676,5	1,03
PK1730	1200	600	37,5	20,0	3600	18	11432,2	11743,9	1,03
PK1731	1200	600	37,5	20,0	500	24	11050,6	11473,7	1,04
PK1732	1200	600	37,5	20,0	600	24	11399,6	11833,4	1,04
PK1733	1200	600	37,5	20,0	750	24	11786,6	12230,9	1,04
PK1734	1200	600	37,5	20,0	950	24	12146,7	12599,8	1,04
PK1735	1200	600	37,5	20,0	1200	24	12452,8	12912,6	1,04
PK1736	1200	600	37,5	20,0	1500	24	12701,6	13166,6	1,04
PK1737	1200	600	37,5	20,0	1800	24	12875,8	13344,5	1,04
PK1738	1200	600	37,5	20,0	2300	24	13073,2	13546,0	1,04
PK1739	1200	600	37,5	20,0	2900	24	13225,9	13702,1	1,04

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PK1740	1200	600	37,5	20,0	3600	24	13343,0	13821,8	1,04
PK1741	1200	600	37,5	20,0	500	30	10802,5	11292,1	1,05
PK1742	1200	600	37,5	20,0	600	30	10949,7	11432,6	1,04
PK1743	1200	600	37,5	20,0	750	30	11115,1	11587,9	1,04
PK1744	1200	600	37,5	20,0	950	30	11271,0	11731,9	1,04
PK1745	1200	600	37,5	20,0	1200	30	11405,3	11854,2	1,04
PK1746	1200	600	37,5	20,0	1500	30	11515,7	11953,4	1,04
PK1747	1200	600	37,5	20,0	1800	30	11593,8	12022,8	1,04
PK1748	1200	600	37,5	20,0	2300	30	11683,0	12101,6	1,04
PK1749	1200	600	37,5	20,0	2900	30	11752,7	12162,5	1,03
PK1750	1200	600	37,5	20,0	3600	30	11806,5	12209,3	1,03
PK1751	1200	600	37,5	20,0	500	36	10026,1	10423,1	1,04
PK1752	1200	600	37,5	20,0	600	36	10232,3	10625,4	1,04
PK1753	1200	600	37,5	20,0	750	36	10462,4	10849,0	1,04
PK1754	1200	600	37,5	20,0	950	36	10678,1	11056,4	1,04
PK1755	1200	600	37,5	20,0	1200	36	10862,8	11232,4	1,03
PK1756	1200	600	37,5	20,0	1500	36	11013,9	11375,3	1,03
PK1757	1200	600	37,5	20,0	1800	36	11120,3	11475,3	1,03
PK1758	1200	600	37,5	20,0	2300	36	11241,5	11588,7	1,03
PK1759	1200	600	37,5	20,0	2900	36	11335,9	11676,5	1,03
PK1760	1200	600	37,5	20,0	3600	36	11408,6	11743,9	1,03
PK1761	1200	600	50,0	16,0	500	18	11742,0	12210,7	1,04
PK1762	1200	600	50,0	16,0	600	18	11844,8	12283,0	1,04
PK1763	1200	600	50,0	16,0	750	18	11957,6	12359,7	1,03
PK1764	1200	600	50,0	16,0	950	18	12061,4	12427,9	1,03
PK1765	1200	600	50,0	16,0	1200	18	12148,8	12483,8	1,03
PK1766	1200	600	50,0	16,0	1500	18	12219,4	12527,9	1,03
PK1767	1200	600	50,0	16,0	1800	18	12268,6	12558,1	1,02
PK1768	1200	600	50,0	16,0	2300	18	12324,3	12591,6	1,02
PK1769	1200	600	50,0	16,0	2900	18	12367,2	12617,1	1,02
PK1770	1200	600	50,0	16,0	3600	18	12400,1	12636,5	1,02
PK1771	1200	600	50,0	16,0	500	24	10998,2	11359,2	1,03
PK1772	1200	600	50,0	16,0	600	24	11157,5	11487,7	1,03
PK1773	1200	600	50,0	16,0	750	24	11329,6	11624,0	1,03
PK1774	1200	600	50,0	16,0	950	24	11485,7	11745,4	1,02
PK1775	1200	600	50,0	16,0	1200	24	11615,5	11844,8	1,02
PK1776	1200	600	50,0	16,0	1500	24	11719,1	11923,1	1,02
PK1777	1200	600	50,0	16,0	1800	24	11790,8	11976,8	1,02
PK1778	1200	600	50,0	16,0	2300	24	11871,1	12036,4	1,01
PK1779	1200	600	50,0	16,0	2900	24	11932,8	12081,8	1,01
PK1780	1200	600	50,0	16,0	3600	24	11979,7	12116,1	1,01
PK1781	1200	600	50,0	16,0	500	30	12148,6	12534,5	1,03
PK1782	1200	600	50,0	16,0	600	30	12373,9	12735,3	1,03
PK1783	1200	600	50,0	16,0	750	30	12615,2	12948,3	1,03
PK1784	1200	600	50,0	16,0	950	30	12832,0	13137,9	1,02
PK1785	1200	600	50,0	16,0	1200	30	13010,7	13293,2	1,02
PK1786	1200	600	50,0	16,0	1500	30	13152,1	13415,6	1,02

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PK1787	1200	600	50,0	16,0	1800	30	13249,0	13499,4	1,02
PK1788	1200	600	50,0	16,0	2300	30	13356,7	13592,6	1,02
PK1789	1200	600	50,0	16,0	2900	30	13438,1	13663,5	1,02
PK1790	1200	600	50,0	16,0	3600	30	13499,3	13717,2	1,02
PK1791	1200	600	50,0	16,0	500	36	11477,5	12210,7	1,06
PK1792	1200	600	50,0	16,0	600	36	11581,0	12283,0	1,06
PK1793	1200	600	50,0	16,0	750	36	11694,4	12359,7	1,06
PK1794	1200	600	50,0	16,0	950	36	11798,7	12427,9	1,05
PK1795	1200	600	50,0	16,0	1200	36	11886,6	12483,8	1,05
PK1796	1200	600	50,0	16,0	1500	36	11957,5	12527,9	1,05
PK1797	1200	600	50,0	16,0	1800	36	12006,9	12558,1	1,05
PK1798	1200	600	50,0	16,0	2300	36	12062,7	12591,6	1,04
PK1799	1200	600	50,0	16,0	2900	36	12105,8	12617,1	1,04
PK1800	1200	600	50,0	16,0	3600	36	12138,7	12636,5	1,04
PK1801	1200	600	37,5	16,0	500	18	8444,9	8687,0	1,03
PK1802	1200	600	37,5	16,0	600	18	8526,4	8757,3	1,03
PK1803	1200	600	37,5	16,0	750	18	8614,1	8831,7	1,03
PK1804	1200	600	37,5	16,0	950	18	8693,3	8898,0	1,02
PK1805	1200	600	37,5	16,0	1200	18	8759,0	8952,2	1,02
PK1806	1200	600	37,5	16,0	1500	18	8811,3	8994,9	1,02
PK1807	1200	600	37,5	16,0	1800	18	8847,4	9024,1	1,02
PK1808	1200	600	37,5	16,0	2300	18	8887,9	9056,7	1,02
PK1809	1200	600	37,5	16,0	2900	18	8918,8	9081,4	1,02
PK1810	1200	600	37,5	16,0	3600	18	8942,4	9100,1	1,02
PK1811	1200	600	37,5	16,0	500	24	8255,7	8465,4	1,03
PK1812	1200	600	37,5	16,0	600	24	8388,3	8590,3	1,02
PK1813	1200	600	37,5	16,0	750	24	8529,9	8722,6	1,02
PK1814	1200	600	37,5	16,0	950	24	8656,8	8840,4	1,02
PK1815	1200	600	37,5	16,0	1200	24	8761,3	8936,8	1,02
PK1816	1200	600	37,5	16,0	1500	24	8844,1	9012,7	1,02
PK1817	1200	600	37,5	16,0	1800	24	8901,0	9064,7	1,02
PK1818	1200	600	37,5	16,0	2300	24	8964,5	9122,5	1,02
PK1819	1200	600	37,5	16,0	2900	24	9012,9	9166,5	1,02
PK1820	1200	600	37,5	16,0	3600	24	9049,7	9199,8	1,02
PK1821	1200	600	37,5	16,0	500	30	9613,1	9901,5	1,03
PK1822	1200	600	37,5	16,0	600	30	9687,0	10096,6	1,04
PK1823	1200	600	37,5	16,0	750	30	9753,0	10156,4	1,04
PK1824	1200	600	37,5	16,0	950	30	9812,9	10202,4	1,04
PK1825	1200	600	37,5	16,0	1200	30	9862,7	10240,0	1,04
PK1826	1200	600	37,5	16,0	1500	30	9902,6	10269,7	1,04
PK1827	1200	600	37,5	16,0	1800	30	9930,3	10290,0	1,04
PK1828	1200	600	37,5	16,0	2300	30	9961,4	10312,6	1,04
PK1829	1200	600	37,5	16,0	2900	30	9985,2	10329,8	1,03
PK1830	1200	600	37,5	16,0	3600	30	10003,4	10342,8	1,03
PK1831	1200	600	37,5	16,0	500	36	8388,1	8687,0	1,04
PK1832	1200	600	37,5	16,0	600	36	8470,2	8757,3	1,03
PK1833	1200	600	37,5	16,0	750	36	8558,4	8831,7	1,03

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PK1834	1200	600	37,5	16,0	950	36	8638,1	8898,0	1,03
PK1835	1200	600	37,5	16,0	1200	36	8704,1	8952,2	1,03
PK1836	1200	600	37,5	16,0	1500	36	8756,6	8994,9	1,03
PK1837	1200	600	37,5	16,0	1800	36	8792,9	9024,1	1,03
PK1838	1200	600	37,5	16,0	2300	36	8833,5	9056,7	1,03
PK1839	1200	600	37,5	16,0	2900	36	8864,6	9081,4	1,02
PK1840	1200	600	37,5	16,0	3600	36	8888,2	9100,1	1,02
PK1841	1200	600	50,0	13,3	500	18	10531,3	11244,0	1,07
PK1842	1200	600	50,0	13,3	600	18	10582,3	11271,9	1,07
PK1843	1200	600	50,0	13,3	750	18	10637,2	11300,7	1,06
PK1844	1200	600	50,0	13,3	950	18	10686,8	11325,9	1,06
PK1845	1200	600	50,0	13,3	1200	18	10728,0	11346,1	1,06
PK1846	1200	600	50,0	13,3	1500	18	10760,8	11361,8	1,06
PK1847	1200	600	50,0	13,3	1800	18	10783,5	11372,4	1,05
PK1848	1200	600	50,0	13,3	2300	18	10808,9	11384,1	1,05
PK1849	1200	600	50,0	13,3	2900	18	10828,4	11392,9	1,05
PK1850	1200	600	50,0	13,3	3600	18	10843,3	11399,6	1,05
PK1851	1200	600	50,0	13,3	500	24	9255,7	9675,2	1,05
PK1852	1200	600	50,0	13,3	600	24	9331,9	9724,7	1,04
PK1853	1200	600	50,0	13,3	750	24	9412,7	9776,0	1,04
PK1854	1200	600	50,0	13,3	950	24	9484,6	9820,7	1,04
PK1855	1200	600	50,0	13,3	1200	24	9543,4	9856,6	1,03
PK1856	1200	600	50,0	13,3	1500	24	9589,7	9884,5	1,03
PK1857	1200	600	50,0	13,3	1800	24	9621,5	9903,4	1,03
PK1858	1200	600	50,0	13,3	2300	24	9656,8	9924,2	1,03
PK1859	1200	600	50,0	13,3	2900	24	9683,7	9939,9	1,03
PK1860	1200	600	50,0	13,3	3600	24	9704,1	9951,7	1,03
PK1861	1200	600	50,0	13,3	500	30	9642,8	9928,1	1,03
PK1862	1200	600	50,0	13,3	600	30	9746,4	10005,4	1,03
PK1863	1200	600	50,0	13,3	750	30	9855,3	10085,6	1,02
PK1864	1200	600	50,0	13,3	950	30	9951,4	10155,4	1,02
PK1865	1200	600	50,0	13,3	1200	30	10029,5	10211,5	1,02
PK1866	1200	600	50,0	13,3	1500	30	10090,8	10255,1	1,02
PK1867	1200	600	50,0	13,3	1800	30	10132,6	10284,7	1,02
PK1868	1200	600	50,0	13,3	2300	30	10178,9	10317,2	1,01
PK1869	1200	600	50,0	13,3	2900	30	10214,0	10341,7	1,01
PK1870	1200	600	50,0	13,3	3600	30	10240,6	10360,2	1,01
PK1871	1200	600	50,0	13,3	500	36	10271,4	11104,2	1,08
PK1872	1200	600	50,0	13,3	600	36	10323,2	11215,5	1,09
PK1873	1200	600	50,0	13,3	750	36	10378,9	11300,7	1,09
PK1874	1200	600	50,0	13,3	950	36	10429,2	11325,9	1,09
PK1875	1200	600	50,0	13,3	1200	36	10470,8	11346,1	1,08
PK1876	1200	600	50,0	13,3	1500	36	10503,9	11361,8	1,08
PK1877	1200	600	50,0	13,3	1800	36	10526,7	11372,4	1,08
PK1878	1200	600	50,0	13,3	2300	36	10552,3	11384,1	1,08
PK1879	1200	600	50,0	13,3	2900	36	10572,0	11392,9	1,08
PK1880	1200	600	50,0	13,3	3600	36	10586,9	11399,6	1,08

(continua)

Tabela B.2 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PK1881	1200	600	37,5	13,3	500	18	7513,1	7737,4	1,03
PK1882	1200	600	37,5	13,3	600	18	7550,6	7764,4	1,03
PK1883	1200	600	37,5	13,3	750	18	7590,3	7792,4	1,03
PK1884	1200	600	37,5	13,3	950	18	7625,4	7816,8	1,03
PK1885	1200	600	37,5	13,3	1200	18	7654,0	7836,3	1,02
PK1886	1200	600	37,5	13,3	1500	18	7676,6	7851,6	1,02
PK1887	1200	600	37,5	13,3	1800	18	7692,0	7861,9	1,02
PK1888	1200	600	37,5	13,3	2300	18	7709,1	7873,2	1,02
PK1889	1200	600	37,5	13,3	2900	18	7722,1	7881,8	1,02
PK1890	1200	600	37,5	13,3	3600	18	7731,9	7888,2	1,02
PK1891	1200	600	37,5	13,3	500	24	6695,3	6811,6	1,02
PK1892	1200	600	37,5	13,3	600	24	6753,3	6859,6	1,02
PK1893	1200	600	37,5	13,3	750	24	6814,0	6909,4	1,01
PK1894	1200	600	37,5	13,3	950	24	6867,4	6952,7	1,01
PK1895	1200	600	37,5	13,3	1200	24	6910,6	6987,5	1,01
PK1896	1200	600	37,5	13,3	1500	24	6944,4	7014,6	1,01
PK1897	1200	600	37,5	13,3	1800	24	6967,4	7032,9	1,01
PK1898	1200	600	37,5	13,3	2300	24	6992,8	7053,0	1,01
PK1899	1200	600	37,5	13,3	2900	24	7012,1	7068,3	1,01
PK1900	1200	600	37,5	13,3	3600	24	7026,6	7079,7	1,01
PK1901	1200	600	37,5	13,3	500	30	7221,5	7342,4	1,02
PK1902	1200	600	37,5	13,3	600	30	7304,5	7417,4	1,02
PK1903	1200	600	37,5	13,3	750	30	7390,9	7495,1	1,01
PK1904	1200	600	37,5	13,3	950	30	7466,6	7562,8	1,01
PK1905	1200	600	37,5	13,3	1200	30	7527,7	7617,2	1,01
PK1906	1200	600	37,5	13,3	1500	30	7575,3	7659,4	1,01
PK1907	1200	600	37,5	13,3	1800	30	7607,7	7688,1	1,01
PK1908	1200	600	37,5	13,3	2300	30	7643,4	7719,6	1,01
PK1909	1200	600	37,5	13,3	2900	30	7670,4	7743,3	1,01
PK1910	1200	600	37,5	13,3	3600	30	7690,7	7761,2	1,01
PK1911	1200	600	37,5	13,3	500	36	7445,0	7737,4	1,04
PK1912	1200	600	37,5	13,3	600	36	7482,9	7764,4	1,04
PK1913	1200	600	37,5	13,3	750	36	7522,8	7792,4	1,04
PK1914	1200	600	37,5	13,3	950	36	7558,2	7816,8	1,03
PK1915	1200	600	37,5	13,3	1200	36	7587,0	7836,3	1,03
PK1916	1200	600	37,5	13,3	1500	36	7609,6	7851,6	1,03
PK1917	1200	600	37,5	13,3	1800	36	7625,1	7861,9	1,03
PK1918	1200	600	37,5	13,3	2300	36	7642,2	7873,2	1,03
PK1919	1200	600	37,5	13,3	2900	36	7655,3	7881,8	1,03
PK1920	1200	600	37,5	13,3	3600	36	7665,2	7888,2	1,03
								Média	1,01
								Coef. de variação	2,2%

Tabela B.3 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PL1	300	75	6,3	7,5	0	4,5	102,8	103,1	1,00
PL2	300	75	6,3	7,5	0,1	4,5	85,3	86,3	1,01
PL3	300	75	6,3	7,5	0,2	4,5	72,9	73,6	1,01
PL4	300	75	6,3	7,5	0,3	4,5	63,6	64,3	1,01
PL5	300	75	6,3	7,5	0,4	4,5	56,4	57,3	1,01
PL6	300	75	6,3	7,5	0,5	4,5	50,7	51,7	1,02
PL7	300	75	6,3	7,5	0	6	102,5	103,1	1,01
PL8	300	75	6,3	7,5	0,1	6	85,0	86,3	1,02
PL9	300	75	6,3	7,5	0,2	6	72,5	73,6	1,01
PL10	300	75	6,3	7,5	0,3	6	63,3	64,3	1,02
PL11	300	75	6,3	7,5	0,4	6	56,1	57,3	1,02
PL12	300	75	6,3	7,5	0,5	6	50,4	51,7	1,03
PL13	300	75	6,3	7,5	0	7,5	100,4	101,0	1,01
PL14	300	75	6,3	7,5	0,1	7,5	83,2	84,5	1,02
PL15	300	75	6,3	7,5	0,2	7,5	71,1	72,1	1,01
PL16	300	75	6,3	7,5	0,3	7,5	62,0	62,9	1,02
PL17	300	75	6,3	7,5	0,4	7,5	54,9	56,1	1,02
PL18	300	75	6,3	7,5	0,5	7,5	49,4	50,6	1,03
PL19	300	75	6,3	7,5	0	9	99,8	100,1	1,00
PL20	300	75	6,3	7,5	0,1	9	82,7	83,7	1,01
PL21	300	75	6,3	7,5	0,2	9	70,6	71,5	1,01
PL22	300	75	6,3	7,5	0,3	9	61,5	62,4	1,01
PL23	300	75	6,3	7,5	0,4	9	54,6	55,6	1,02
PL24	300	75	6,3	7,5	0,5	9	49,0	50,2	1,02
PL25	300	75	4,7	7,5	0	4,5	86,6	87,0	1,00
PL26	300	75	4,7	7,5	0,1	4,5	71,8	72,8	1,01
PL27	300	75	4,7	7,5	0,2	4,5	61,3	62,2	1,01
PL28	300	75	4,7	7,5	0,3	4,5	53,5	54,3	1,02
PL29	300	75	4,7	7,5	0,4	4,5	47,5	48,4	1,02
PL30	300	75	4,7	7,5	0,5	4,5	42,6	43,7	1,03
PL31	300	75	4,7	7,5	0	6	86,3	87,0	1,01
PL32	300	75	4,7	7,5	0,1	6	71,5	72,8	1,02
PL33	300	75	4,7	7,5	0,2	6	61,0	62,2	1,02
PL34	300	75	4,7	7,5	0,3	6	53,2	54,3	1,02
PL35	300	75	4,7	7,5	0,4	6	47,1	48,4	1,03
PL36	300	75	4,7	7,5	0,5	6	42,3	43,7	1,03
PL37	300	75	4,7	7,5	0	7,5	86,9	87,0	1,00
PL38	300	75	4,7	7,5	0,1	7,5	72,0	72,8	1,01
PL39	300	75	4,7	7,5	0,2	7,5	61,4	62,2	1,01
PL40	300	75	4,7	7,5	0,3	7,5	53,5	54,3	1,01
PL41	300	75	4,7	7,5	0,4	7,5	47,4	48,4	1,02
PL42	300	75	4,7	7,5	0,5	7,5	42,6	43,7	1,03
PL43	300	75	4,7	7,5	0	9	86,8	87,0	1,00
PL44	300	75	4,7	7,5	0,1	9	71,8	72,8	1,01
PL45	300	75	4,7	7,5	0,2	9	61,3	62,2	1,02
PL46	300	75	4,7	7,5	0,3	9	53,4	54,3	1,02
PL47	300	75	4,7	7,5	0,4	9	47,3	48,4	1,02

(continua)

Tabela B.3 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PL48	300	75	4,7	7,5	0,5	9	42,5	43,7	1,03
PL49	300	75	6,3	5,5	0	4,5	61,1	60,6	0,99
PL50	300	75	6,3	5,5	0,1	4,5	50,8	50,7	1,00
PL51	300	75	6,3	5,5	0,2	4,5	43,5	43,3	0,99
PL52	300	75	6,3	5,5	0,3	4,5	38,0	37,8	0,99
PL53	300	75	6,3	5,5	0,4	4,5	33,8	33,7	1,00
PL54	300	75	6,3	5,5	0,5	4,5	30,4	30,4	1,00
PL55	300	75	6,3	5,5	0	6	61,9	61,4	0,99
PL56	300	75	6,3	5,5	0,1	6	51,4	51,4	1,00
PL57	300	75	6,3	5,5	0,2	6	44,0	43,9	1,00
PL58	300	75	6,3	5,5	0,3	6	38,4	38,3	1,00
PL59	300	75	6,3	5,5	0,4	6	34,1	34,1	1,00
PL60	300	75	6,3	5,5	0,5	6	30,6	30,8	1,01
PL61	300	75	6,3	5,5	0	7,5	62,9	62,4	0,99
PL62	300	75	6,3	5,5	0,1	7,5	52,3	52,2	1,00
PL63	300	75	6,3	5,5	0,2	7,5	44,7	44,6	1,00
PL64	300	75	6,3	5,5	0,3	7,5	39,0	38,9	1,00
PL65	300	75	6,3	5,5	0,4	7,5	34,6	34,7	1,00
PL66	300	75	6,3	5,5	0,5	7,5	31,1	31,3	1,01
PL67	300	75	6,3	5,5	0	9	61,3	60,6	0,99
PL68	300	75	6,3	5,5	0,1	9	50,8	50,7	1,00
PL69	300	75	6,3	5,5	0,2	9	43,4	43,3	1,00
PL70	300	75	6,3	5,5	0,3	9	37,9	37,8	1,00
PL71	300	75	6,3	5,5	0,4	9	33,6	33,7	1,00
PL72	300	75	6,3	5,5	0,5	9	30,2	30,4	1,01
PL73	300	75	4,7	5,5	0	4,5	52,6	52,3	0,99
PL74	300	75	4,7	5,5	0,1	4,5	43,7	43,8	1,00
PL75	300	75	4,7	5,5	0,2	4,5	37,4	37,4	1,00
PL76	300	75	4,7	5,5	0,3	4,5	32,6	32,6	1,00
PL77	300	75	4,7	5,5	0,4	4,5	29,0	29,1	1,00
PL78	300	75	4,7	5,5	0,5	4,5	26,0	26,3	1,01
PL79	300	75	4,7	5,5	0	6	51,6	51,5	1,00
PL80	300	75	4,7	5,5	0,1	6	42,8	43,1	1,01
PL81	300	75	4,7	5,5	0,2	6	36,6	36,8	1,01
PL82	300	75	4,7	5,5	0,3	6	31,9	32,2	1,01
PL83	300	75	4,7	5,5	0,4	6	28,3	28,7	1,01
PL84	300	75	4,7	5,5	0,5	6	25,4	25,9	1,02
PL85	300	75	4,7	5,5	0	7,5	52,5	52,1	0,99
PL86	300	75	4,7	5,5	0,1	7,5	43,5	43,7	1,00
PL87	300	75	4,7	5,5	0,2	7,5	37,2	37,3	1,00
PL88	300	75	4,7	5,5	0,3	7,5	32,5	32,6	1,00
PL89	300	75	4,7	5,5	0,4	7,5	28,8	29,0	1,01
PL90	300	75	4,7	5,5	0,5	7,5	25,9	26,2	1,01
PL91	300	75	4,7	5,5	0	9	52,8	52,3	0,99
PL92	300	75	4,7	5,5	0,1	9	43,8	43,8	1,00
PL93	300	75	4,7	5,5	0,2	9	37,4	37,4	1,00
PL94	300	75	4,7	5,5	0,3	9	32,6	32,6	1,00

(continua)

Tabela B.3 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PL95	300	75	4,7	5,5	0,4	9	28,9	29,1	1,01
PL96	300	75	4,7	5,5	0,5	9	26,0	26,3	1,01
PL97	300	75	6,3	4,3	0	4,5	44,6	44,0	0,99
PL98	300	75	6,3	4,3	0,1	4,5	37,1	36,8	0,99
PL99	300	75	6,3	4,3	0,2	4,5	31,8	31,4	0,99
PL100	300	75	6,3	4,3	0,3	4,5	27,8	27,4	0,99
PL101	300	75	6,3	4,3	0,4	4,5	24,7	24,4	0,99
PL102	300	75	6,3	4,3	0,5	4,5	22,2	22,1	0,99
PL103	300	75	6,3	4,3	0	6	44,7	43,6	0,98
PL104	300	75	6,3	4,3	0,1	6	37,2	36,5	0,98
PL105	300	75	6,3	4,3	0,2	6	31,8	31,1	0,98
PL106	300	75	6,3	4,3	0,3	6	27,8	27,2	0,98
PL107	300	75	6,3	4,3	0,4	6	24,7	24,2	0,98
PL108	300	75	6,3	4,3	0,5	6	22,2	21,9	0,98
PL109	300	75	6,3	4,3	0	7,5	43,0	42,4	0,99
PL110	300	75	6,3	4,3	0,1	7,5	35,8	35,5	0,99
PL111	300	75	6,3	4,3	0,2	7,5	30,6	30,3	0,99
PL112	300	75	6,3	4,3	0,3	7,5	26,7	26,4	0,99
PL113	300	75	6,3	4,3	0,4	7,5	23,7	23,6	0,99
PL114	300	75	6,3	4,3	0,5	7,5	21,3	21,3	1,00
PL115	300	75	6,3	4,3	0	9	44,4	43,6	0,98
PL116	300	75	6,3	4,3	0,1	9	36,9	36,5	0,99
PL117	300	75	6,3	4,3	0,2	9	31,5	31,1	0,99
PL118	300	75	6,3	4,3	0,3	9	27,5	27,2	0,99
PL119	300	75	6,3	4,3	0,4	9	24,4	24,2	0,99
PL120	300	75	6,3	4,3	0,5	9	21,9	21,9	1,00
PL121	300	75	4,7	4,3	0	4,5	36,2	35,8	0,99
PL122	300	75	4,7	4,3	0,1	4,5	30,1	30,0	1,00
PL123	300	75	4,7	4,3	0,2	4,5	25,8	25,6	0,99
PL124	300	75	4,7	4,3	0,3	4,5	22,5	22,4	0,99
PL125	300	75	4,7	4,3	0,4	4,5	20,0	19,9	1,00
PL126	300	75	4,7	4,3	0,5	4,5	18,0	18,0	1,00
PL127	300	75	4,7	4,3	0	6	38,1	38,0	1,00
PL128	300	75	4,7	4,3	0,1	6	31,6	31,8	1,01
PL129	300	75	4,7	4,3	0,2	6	27,1	27,2	1,00
PL130	300	75	4,7	4,3	0,3	6	23,6	23,7	1,00
PL131	300	75	4,7	4,3	0,4	6	21,0	21,2	1,01
PL132	300	75	4,7	4,3	0,5	6	18,8	19,1	1,01
PL133	300	75	4,7	4,3	0	7,5	36,1	35,4	0,98
PL134	300	75	4,7	4,3	0,1	7,5	30,0	29,6	0,99
PL135	300	75	4,7	4,3	0,2	7,5	25,7	25,3	0,98
PL136	300	75	4,7	4,3	0,3	7,5	22,5	22,1	0,98
PL137	300	75	4,7	4,3	0,4	7,5	19,9	19,7	0,99
PL138	300	75	4,7	4,3	0,5	7,5	17,9	17,8	0,99
PL139	300	75	4,7	4,3	0	9	36,3	35,8	0,99
PL140	300	75	4,7	4,3	0,1	9	30,1	30,0	1,00

(continua)

Tabela B.3 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PL141	300	75	4,7	4,3	0,2	9	25,7	25,6	1,00
PL142	300	75	4,7	4,3	0,3	9	22,5	22,4	1,00
PL143	300	75	4,7	4,3	0,4	9	19,9	19,9	1,00
PL144	300	75	4,7	4,3	0,5	9	17,9	18,0	1,00
PL145	300	75	6,3	3,5	0	4,5	37,6	37,1	0,99
PL146	300	75	6,3	3,5	0,1	4,5	31,3	31,0	0,99
PL147	300	75	6,3	3,5	0,2	4,5	26,8	26,5	0,99
PL148	300	75	6,3	3,5	0,3	4,5	23,4	23,1	0,99
PL149	300	75	6,3	3,5	0,4	4,5	20,8	20,6	0,99
PL150	300	75	6,3	3,5	0,5	4,5	18,7	18,6	1,00
PL151	300	75	6,3	3,5	0	6	32,9	32,0	0,97
PL152	300	75	6,3	3,5	0,1	6	27,4	26,8	0,98
PL153	300	75	6,3	3,5	0,2	6	23,5	22,9	0,97
PL154	300	75	6,3	3,5	0,3	6	20,5	20,0	0,97
PL155	300	75	6,3	3,5	0,4	6	18,2	17,8	0,98
PL156	300	75	6,3	3,5	0,5	6	16,4	16,1	0,98
PL157	300	75	6,3	3,5	0	7,5	34,6	34,1	0,99
PL158	300	75	6,3	3,5	0,1	7,5	28,7	28,5	0,99
PL159	300	75	6,3	3,5	0,2	7,5	24,6	24,4	0,99
PL160	300	75	6,3	3,5	0,3	7,5	21,5	21,3	0,99
PL161	300	75	6,3	3,5	0,4	7,5	19,1	18,9	0,99
PL162	300	75	6,3	3,5	0,5	7,5	17,1	17,1	1,00
PL163	300	75	6,3	3,5	0	9	32,8	32,0	0,98
PL164	300	75	6,3	3,5	0,1	9	27,3	26,8	0,98
PL165	300	75	6,3	3,5	0,2	9	23,3	22,9	0,98
PL166	300	75	6,3	3,5	0,3	9	20,4	20,0	0,98
PL167	300	75	6,3	3,5	0,4	9	18,1	17,8	0,98
PL168	300	75	6,3	3,5	0,5	9	16,3	16,1	0,99
PL169	300	75	4,7	3,5	0	4,5	29,3	29,0	0,99
PL170	300	75	4,7	3,5	0,1	4,5	24,4	24,3	1,00
PL171	300	75	4,7	3,5	0,2	4,5	20,9	20,7	0,99
PL172	300	75	4,7	3,5	0,3	4,5	18,2	18,1	0,99
PL173	300	75	4,7	3,5	0,4	4,5	16,2	16,1	0,99
PL174	300	75	4,7	3,5	0,5	4,5	14,6	14,6	1,00
PL175	300	75	4,7	3,5	0	6	26,9	26,5	0,99
PL176	300	75	4,7	3,5	0,1	6	22,3	22,2	0,99
PL177	300	75	4,7	3,5	0,2	6	19,1	19,0	0,99
PL178	300	75	4,7	3,5	0,3	6	16,7	16,6	0,99
PL179	300	75	4,7	3,5	0,4	6	14,8	14,8	1,00
PL180	300	75	4,7	3,5	0,5	6	13,3	13,3	1,00
PL181	300	75	4,7	3,5	0	7,5	27,7	27,1	0,98
PL182	300	75	4,7	3,5	0,1	7,5	23,1	22,7	0,99
PL183	300	75	4,7	3,5	0,2	7,5	19,7	19,4	0,98
PL184	300	75	4,7	3,5	0,3	7,5	17,3	16,9	0,98
PL185	300	75	4,7	3,5	0,4	7,5	15,3	15,1	0,99
PL186	300	75	4,7	3,5	0,5	7,5	13,8	13,6	0,99
PL187	300	75	4,7	3,5	0	9	27,2	26,5	0,98

(continua)

Tabela B.3 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$
PL188	300	75	4,7	3,5	0,1	9	22,6	22,2	0,98
PL189	300	75	4,7	3,5	0,2	9	19,3	19,0	0,98
PL190	300	75	4,7	3,5	0,3	9	16,9	16,6	0,98
PL191	300	75	4,7	3,5	0,4	9	15,0	14,8	0,98
PL192	300	75	4,7	3,5	0,5	9	13,5	13,3	0,99
PL193	300	150	12,5	7,5	0	4,5	458,8	466,6	1,02
PL194	300	150	12,5	7,5	0,1	4,5	381,8	389,0	1,02
PL195	300	150	12,5	7,5	0,2	4,5	326,8	331,1	1,01
PL196	300	150	12,5	7,5	0,3	4,5	285,6	288,5	1,01
PL197	300	150	12,5	7,5	0,4	4,5	253,6	256,7	1,01
PL198	300	150	12,5	7,5	0,5	4,5	228,1	231,5	1,02
PL199	300	150	12,5	7,5	0	6	410,9	420,4	1,02
PL200	300	150	12,5	7,5	0,1	6	340,9	350,4	1,03
PL201	300	150	12,5	7,5	0,2	6	291,2	298,2	1,02
PL202	300	150	12,5	7,5	0,3	6	254,2	259,9	1,02
PL203	300	150	12,5	7,5	0,4	6	225,5	231,3	1,03
PL204	300	150	12,5	7,5	0,5	6	202,6	208,6	1,03
PL205	300	150	12,5	7,5	0	7,5	408,9	416,8	1,02
PL206	300	150	12,5	7,5	0,1	7,5	339,2	347,4	1,02
PL207	300	150	12,5	7,5	0,2	7,5	289,8	295,7	1,02
PL208	300	150	12,5	7,5	0,3	7,5	252,9	257,7	1,02
PL209	300	150	12,5	7,5	0,4	7,5	224,3	229,3	1,02
PL210	300	150	12,5	7,5	0,5	7,5	201,6	206,8	1,03
PL211	300	150	12,5	7,5	0	9	407,5	420,4	1,03
PL212	300	150	12,5	7,5	0,1	9	337,6	350,4	1,04
PL213	300	150	12,5	7,5	0,2	9	288,2	298,2	1,03
PL214	300	150	12,5	7,5	0,3	9	251,3	259,9	1,03
PL215	300	150	12,5	7,5	0,4	9	222,8	231,3	1,04
PL216	300	150	12,5	7,5	0,5	9	200,1	208,6	1,04
PL217	300	150	9,4	7,5	0	4,5	391,7	405,8	1,04
PL218	300	150	9,4	7,5	0,1	4,5	325,8	338,9	1,04
PL219	300	150	9,4	7,5	0,2	4,5	278,8	288,8	1,04
PL220	300	150	9,4	7,5	0,3	4,5	243,7	251,9	1,03
PL221	300	150	9,4	7,5	0,4	4,5	216,3	224,3	1,04
PL222	300	150	9,4	7,5	0,5	4,5	194,5	202,4	1,04
PL223	300	150	9,4	7,5	0	6	320,3	333,4	1,04
PL224	300	150	9,4	7,5	0,1	6	265,8	278,4	1,05
PL225	300	150	9,4	7,5	0,2	6	227,2	237,3	1,04
PL226	300	150	9,4	7,5	0,3	6	198,3	206,9	1,04
PL227	300	150	9,4	7,5	0,4	6	175,9	184,3	1,05
PL228	300	150	9,4	7,5	0,5	6	158,1	166,3	1,05
PL229	300	150	9,4	7,5	0	7,5	334,9	347,5	1,04
PL230	300	150	9,4	7,5	0,1	7,5	277,8	290,2	1,04
PL231	300	150	9,4	7,5	0,2	7,5	237,2	247,3	1,04
PL232	300	150	9,4	7,5	0,3	7,5	207,0	215,7	1,04
PL233	300	150	9,4	7,5	0,4	7,5	183,6	192,1	1,05
PL234	300	150	9,4	7,5	0,5	7,5	164,9	173,3	1,05

(continua)

Tabela B.3 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$
PL235	300	150	9,4	7,5	0	9	321,4	333,4	1,04
PL236	300	150	9,4	7,5	0,1	9	266,7	278,4	1,04
PL237	300	150	9,4	7,5	0,2	9	227,8	237,3	1,04
PL238	300	150	9,4	7,5	0,3	9	198,9	206,9	1,04
PL239	300	150	9,4	7,5	0,4	9	176,4	184,3	1,04
PL240	300	150	9,4	7,5	0,5	9	158,5	166,3	1,05
PL241	300	150	12,5	5,5	0	4,5	273,9	272,3	0,99
PL242	300	150	12,5	5,5	0,1	4,5	227,8	227,0	1,00
PL243	300	150	12,5	5,5	0,2	4,5	194,9	193,2	0,99
PL244	300	150	12,5	5,5	0,3	4,5	170,3	168,3	0,99
PL245	300	150	12,5	5,5	0,4	4,5	151,2	149,8	0,99
PL246	300	150	12,5	5,5	0,5	4,5	135,9	135,1	0,99
PL247	300	150	12,5	5,5	0	6	318,8	320,4	1,01
PL248	300	150	12,5	5,5	0,1	6	264,8	267,1	1,01
PL249	300	150	12,5	5,5	0,2	6	226,3	227,3	1,00
PL250	300	150	12,5	5,5	0,3	6	197,6	198,1	1,00
PL251	300	150	12,5	5,5	0,4	6	175,3	176,3	1,01
PL252	300	150	12,5	5,5	0,5	6	157,5	159,0	1,01
PL253	300	150	12,5	5,5	0	7,5	275,9	279,8	1,01
PL254	300	150	12,5	5,5	0,1	7,5	228,8	233,3	1,02
PL255	300	150	12,5	5,5	0,2	7,5	195,4	198,5	1,02
PL256	300	150	12,5	5,5	0,3	7,5	170,5	173,0	1,01
PL257	300	150	12,5	5,5	0,4	7,5	151,3	154,0	1,02
PL258	300	150	12,5	5,5	0,5	7,5	135,9	138,8	1,02
PL259	300	150	12,5	5,5	0	9	267,7	272,3	1,02
PL260	300	150	12,5	5,5	0,1	9	221,9	227,0	1,02
PL261	300	150	12,5	5,5	0,2	9	189,4	193,2	1,02
PL262	300	150	12,5	5,5	0,3	9	165,2	168,3	1,02
PL263	300	150	12,5	5,5	0,4	9	146,5	149,8	1,02
PL264	300	150	12,5	5,5	0,5	9	131,6	135,1	1,03
PL265	300	150	9,4	5,5	0	4,5	213,9	215,5	1,01
PL266	300	150	9,4	5,5	0,1	4,5	178,3	180,0	1,01
PL267	300	150	9,4	5,5	0,2	4,5	152,8	153,4	1,00
PL268	300	150	9,4	5,5	0,3	4,5	133,6	133,8	1,00
PL269	300	150	9,4	5,5	0,4	4,5	118,7	119,1	1,00
PL270	300	150	9,4	5,5	0,5	4,5	106,8	107,5	1,01
PL271	300	150	9,4	5,5	0	6	237,0	245,1	1,03
PL272	300	150	9,4	5,5	0,1	6	196,8	204,7	1,04
PL273	300	150	9,4	5,5	0,2	6	168,2	174,4	1,04
PL274	300	150	9,4	5,5	0,3	6	146,9	152,1	1,04
PL275	300	150	9,4	5,5	0,4	6	130,3	135,5	1,04
PL276	300	150	9,4	5,5	0,5	6	117,1	122,3	1,04
PL277	300	150	9,4	5,5	0	7,5	208,2	213,3	1,02
PL278	300	150	9,4	5,5	0,1	7,5	172,8	178,1	1,03
PL279	300	150	9,4	5,5	0,2	7,5	147,6	151,8	1,03
PL280	300	150	9,4	5,5	0,3	7,5	128,8	132,4	1,03
PL281	300	150	9,4	5,5	0,4	7,5	114,3	117,9	1,03

(continua)

Tabela B.3 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PL282	300	150	9,4	5,5	0,5	7,5	102,7	106,4	1,04
PL283	300	150	9,4	5,5	0	9	210,5	215,5	1,02
PL284	300	150	9,4	5,5	0,1	9	174,8	180,0	1,03
PL285	300	150	9,4	5,5	0,2	9	149,4	153,4	1,03
PL286	300	150	9,4	5,5	0,3	9	130,5	133,8	1,03
PL287	300	150	9,4	5,5	0,4	9	115,8	119,1	1,03
PL288	300	150	9,4	5,5	0,5	9	104,0	107,5	1,03
PL289	300	150	12,5	4,3	0	4,5	209,9	209,8	1,00
PL290	300	150	12,5	4,3	0,1	4,5	174,5	174,9	1,00
PL291	300	150	12,5	4,3	0,2	4,5	149,2	148,8	1,00
PL292	300	150	12,5	4,3	0,3	4,5	130,4	129,7	0,99
PL293	300	150	12,5	4,3	0,4	4,5	115,7	115,4	1,00
PL294	300	150	12,5	4,3	0,5	4,5	104,0	104,1	1,00
PL295	300	150	12,5	4,3	0	6	213,1	210,9	0,99
PL296	300	150	12,5	4,3	0,1	6	176,9	175,8	0,99
PL297	300	150	12,5	4,3	0,2	6	151,2	149,6	0,99
PL298	300	150	12,5	4,3	0,3	6	132,0	130,4	0,99
PL299	300	150	12,5	4,3	0,4	6	117,1	116,0	0,99
PL300	300	150	12,5	4,3	0,5	6	105,2	104,6	0,99
PL301	300	150	12,5	4,3	0	7,5	227,7	235,7	1,04
PL302	300	150	12,5	4,3	0,1	7,5	188,8	196,5	1,04
PL303	300	150	12,5	4,3	0,2	7,5	161,2	167,2	1,04
PL304	300	150	12,5	4,3	0,3	7,5	140,6	145,7	1,04
PL305	300	150	12,5	4,3	0,4	7,5	124,7	129,7	1,04
PL306	300	150	12,5	4,3	0,5	7,5	112,0	116,9	1,04
PL307	300	150	12,5	4,3	0	9	204,5	209,8	1,03
PL308	300	150	12,5	4,3	0,1	9	169,5	174,9	1,03
PL309	300	150	12,5	4,3	0,2	9	144,7	148,8	1,03
PL310	300	150	12,5	4,3	0,3	9	126,2	129,7	1,03
PL311	300	150	12,5	4,3	0,4	9	111,9	115,4	1,03
PL312	300	150	12,5	4,3	0,5	9	100,5	104,1	1,04
PL313	300	150	9,4	4,3	0	4,5	154,5	154,2	1,00
PL314	300	150	9,4	4,3	0,1	4,5	128,7	128,8	1,00
PL315	300	150	9,4	4,3	0,2	4,5	110,3	109,8	1,00
PL316	300	150	9,4	4,3	0,3	4,5	96,4	95,7	0,99
PL317	300	150	9,4	4,3	0,4	4,5	85,7	85,3	1,00
PL318	300	150	9,4	4,3	0,5	4,5	77,1	76,9	1,00
PL319	300	150	9,4	4,3	0	6	163,7	164,9	1,01
PL320	300	150	9,4	4,3	0,1	6	136,1	137,7	1,01
PL321	300	150	9,4	4,3	0,2	6	116,4	117,3	1,01
PL322	300	150	9,4	4,3	0,3	6	101,6	102,3	1,01
PL323	300	150	9,4	4,3	0,4	6	90,2	91,1	1,01
PL324	300	150	9,4	4,3	0,5	6	81,1	82,2	1,01
PL325	300	150	9,4	4,3	0	7,5	166,2	170,1	1,02
PL326	300	150	9,4	4,3	0,1	7,5	137,9	142,0	1,03
PL327	300	150	9,4	4,3	0,2	7,5	117,8	121,1	1,03
PL328	300	150	9,4	4,3	0,3	7,5	102,8	105,6	1,03

(continua)

Tabela B.3 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PL329	300	150	9,4	4,3	0,4	7,5	91,2	94,0	1,03
PL330	300	150	9,4	4,3	0,5	7,5	82,0	84,8	1,04
PL331	300	150	9,4	4,3	0	9	151,8	154,2	1,02
PL332	300	150	9,4	4,3	0,1	9	126,1	128,8	1,02
PL333	300	150	9,4	4,3	0,2	9	107,7	109,8	1,02
PL334	300	150	9,4	4,3	0,3	9	94,1	95,7	1,02
PL335	300	150	9,4	4,3	0,4	9	83,5	85,3	1,02
PL336	300	150	9,4	4,3	0,5	9	75,0	76,9	1,03
PL337	300	150	12,5	3,5	0	4,5	178,8	183,7	1,03
PL338	300	150	12,5	3,5	0,1	4,5	148,6	153,2	1,03
PL339	300	150	12,5	3,5	0,2	4,5	127,0	130,4	1,03
PL340	300	150	12,5	3,5	0,3	4,5	110,9	113,6	1,02
PL341	300	150	12,5	3,5	0,4	4,5	98,4	101,1	1,03
PL342	300	150	12,5	3,5	0,5	4,5	88,4	91,2	1,03
PL343	300	150	12,5	3,5	0	6	165,6	165,4	1,00
PL344	300	150	12,5	3,5	0,1	6	137,4	137,8	1,00
PL345	300	150	12,5	3,5	0,2	6	117,4	117,3	1,00
PL346	300	150	12,5	3,5	0,3	6	102,4	102,2	1,00
PL347	300	150	12,5	3,5	0,4	6	90,8	91,0	1,00
PL348	300	150	12,5	3,5	0,5	6	81,6	82,0	1,01
PL349	300	150	12,5	3,5	0	7,5	181,9	177,2	0,97
PL350	300	150	12,5	3,5	0,1	7,5	151,1	147,7	0,98
PL351	300	150	12,5	3,5	0,2	7,5	129,1	125,7	0,97
PL352	300	150	12,5	3,5	0,3	7,5	112,7	109,5	0,97
PL353	300	150	12,5	3,5	0,4	7,5	99,9	97,5	0,98
PL354	300	150	12,5	3,5	0,5	7,5	89,8	87,9	0,98
PL355	300	150	12,5	3,5	0	9	173,8	183,7	1,06
PL356	300	150	12,5	3,5	0,1	9	144,0	153,2	1,06
PL357	300	150	12,5	3,5	0,2	9	122,9	130,4	1,06
PL358	300	150	12,5	3,5	0,3	9	107,2	113,6	1,06
PL359	300	150	12,5	3,5	0,4	9	95,0	101,1	1,06
PL360	300	150	12,5	3,5	0,5	9	85,3	91,2	1,07
PL361	300	150	9,4	3,5	0	4,5	128,7	128,8	1,00
PL362	300	150	9,4	3,5	0,1	4,5	107,2	107,5	1,00
PL363	300	150	9,4	3,5	0,2	4,5	91,8	91,6	1,00
PL364	300	150	9,4	3,5	0,3	4,5	80,2	79,9	1,00
PL365	300	150	9,4	3,5	0,4	4,5	71,3	71,2	1,00
PL366	300	150	9,4	3,5	0,5	4,5	64,1	64,2	1,00
PL367	300	150	9,4	3,5	0	6	120,7	120,3	1,00
PL368	300	150	9,4	3,5	0,1	6	100,3	100,4	1,00
PL369	300	150	9,4	3,5	0,2	6	85,7	85,6	1,00
PL370	300	150	9,4	3,5	0,3	6	74,9	74,7	1,00
PL371	300	150	9,4	3,5	0,4	6	66,5	66,5	1,00
PL372	300	150	9,4	3,5	0,5	6	59,7	60,0	1,00
PL373	300	150	9,4	3,5	0	7,5	138,3	136,2	0,98
PL374	300	150	9,4	3,5	0,1	7,5	114,9	113,8	0,99
PL375	300	150	9,4	3,5	0,2	7,5	98,3	97,0	0,99

(continua)

Tabela B.3 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$
PL376	300	150	9,4	3,5	0,3	7,5	85,8	84,6	0,99
PL377	300	150	9,4	3,5	0,4	7,5	76,1	75,3	0,99
PL378	300	150	9,4	3,5	0,5	7,5	68,4	68,0	0,99
PL379	300	150	9,4	3,5	0	9	126,3	128,8	1,02
PL380	300	150	9,4	3,5	0,1	9	104,9	107,5	1,03
PL381	300	150	9,4	3,5	0,2	9	89,6	91,6	1,02
PL382	300	150	9,4	3,5	0,3	9	78,2	79,9	1,02
PL383	300	150	9,4	3,5	0,4	9	69,4	71,2	1,03
PL384	300	150	9,4	3,5	0,5	9	62,4	64,2	1,03
PL385	600	150	12,5	15,0	0	9	819,4	824,9	1,01
PL386	600	150	12,5	15,0	0,1	9	679,7	690,2	1,02
PL387	600	150	12,5	15,0	0,2	9	580,7	589,0	1,01
PL388	600	150	12,5	15,0	0,3	9	506,7	514,1	1,01
PL389	600	150	12,5	15,0	0,4	9	449,5	458,1	1,02
PL390	600	150	12,5	15,0	0,5	9	403,9	413,7	1,02
PL391	600	150	12,5	15,0	0	12	823,0	824,9	1,00
PL392	600	150	12,5	15,0	0,1	12	682,4	690,2	1,01
PL393	600	150	12,5	15,0	0,2	12	582,7	589,0	1,01
PL394	600	150	12,5	15,0	0,3	12	508,3	514,1	1,01
PL395	600	150	12,5	15,0	0,4	12	450,8	458,1	1,02
PL396	600	150	12,5	15,0	0,5	12	405,0	413,7	1,02
PL397	600	150	12,5	15,0	0	15	802,3	807,9	1,01
PL398	600	150	12,5	15,0	0,1	15	664,7	675,9	1,02
PL399	600	150	12,5	15,0	0,2	15	567,2	576,8	1,02
PL400	600	150	12,5	15,0	0,3	15	494,7	503,5	1,02
PL401	600	150	12,5	15,0	0,4	15	438,6	448,6	1,02
PL402	600	150	12,5	15,0	0,5	15	393,9	405,2	1,03
PL403	600	150	12,5	15,0	0	18	794,0	800,7	1,01
PL404	600	150	12,5	15,0	0,1	18	657,3	669,9	1,02
PL405	600	150	12,5	15,0	0,2	18	560,7	571,7	1,02
PL406	600	150	12,5	15,0	0,3	18	488,8	499,0	1,02
PL407	600	150	12,5	15,0	0,4	18	433,2	444,7	1,03
PL408	600	150	12,5	15,0	0,5	18	389,0	401,6	1,03
PL409	600	150	9,4	15,0	0	9	692,4	695,8	1,00
PL410	600	150	9,4	15,0	0,1	9	574,0	582,7	1,02
PL411	600	150	9,4	15,0	0,2	9	490,1	497,6	1,02
PL412	600	150	9,4	15,0	0,3	9	427,6	434,5	1,02
PL413	600	150	9,4	15,0	0,4	9	379,1	387,3	1,02
PL414	600	150	9,4	15,0	0,5	9	340,6	349,9	1,03
PL415	600	150	9,4	15,0	0	12	689,2	695,8	1,01
PL416	600	150	9,4	15,0	0,1	12	570,7	582,7	1,02
PL417	600	150	9,4	15,0	0,2	12	486,8	497,6	1,02
PL418	600	150	9,4	15,0	0,3	12	424,4	434,5	1,02
PL419	600	150	9,4	15,0	0,4	12	376,1	387,3	1,03
PL420	600	150	9,4	15,0	0,5	12	337,7	349,9	1,04
PL421	600	150	9,4	15,0	0	15	694,1	695,8	1,00
PL422	600	150	9,4	15,0	0,1	15	574,7	582,7	1,01

(continua)

Tabela B.3 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PL423	600	150	9,4	15,0	0,2	15	490,3	497,6	1,01
PL424	600	150	9,4	15,0	0,3	15	427,5	434,5	1,02
PL425	600	150	9,4	15,0	0,4	15	378,9	387,3	1,02
PL426	600	150	9,4	15,0	0,5	15	340,2	349,9	1,03
PL427	600	150	9,4	15,0	0	18	692,5	695,8	1,00
PL428	600	150	9,4	15,0	0,1	18	572,9	582,7	1,02
PL429	600	150	9,4	15,0	0,2	18	488,5	497,6	1,02
PL430	600	150	9,4	15,0	0,3	18	425,7	434,5	1,02
PL431	600	150	9,4	15,0	0,4	18	377,2	387,3	1,03
PL432	600	150	9,4	15,0	0,5	18	338,6	349,9	1,03
PL433	600	150	12,5	10,9	0	9	489,8	485,0	0,99
PL434	600	150	12,5	10,9	0,1	9	407,3	405,8	1,00
PL435	600	150	12,5	10,9	0,2	9	348,4	346,3	0,99
PL436	600	150	12,5	10,9	0,3	9	304,4	302,3	0,99
PL437	600	150	12,5	10,9	0,4	9	270,3	269,3	1,00
PL438	600	150	12,5	10,9	0,5	9	243,0	243,2	1,00
PL439	600	150	12,5	10,9	0	12	497,4	491,3	0,99
PL440	600	150	12,5	10,9	0,1	12	413,3	411,1	0,99
PL441	600	150	12,5	10,9	0,2	12	353,5	350,8	0,99
PL442	600	150	12,5	10,9	0,3	12	308,8	306,2	0,99
PL443	600	150	12,5	10,9	0,4	12	274,1	272,8	1,00
PL444	600	150	12,5	10,9	0,5	12	246,4	246,4	1,00
PL445	600	150	12,5	10,9	0	15	502,5	499,5	0,99
PL446	600	150	12,5	10,9	0,1	15	417,0	417,9	1,00
PL447	600	150	12,5	10,9	0,2	15	356,3	356,6	1,00
PL448	600	150	12,5	10,9	0,3	15	311,0	311,3	1,00
PL449	600	150	12,5	10,9	0,4	15	275,9	277,4	1,01
PL450	600	150	12,5	10,9	0,5	15	247,9	250,5	1,01
PL451	600	150	12,5	10,9	0	18	485,9	485,0	1,00
PL452	600	150	12,5	10,9	0,1	18	402,9	405,8	1,01
PL453	600	150	12,5	10,9	0,2	18	344,0	346,3	1,01
PL454	600	150	12,5	10,9	0,3	18	300,2	302,3	1,01
PL455	600	150	12,5	10,9	0,4	18	266,2	269,3	1,01
PL456	600	150	12,5	10,9	0,5	18	239,2	243,2	1,02
PL457	600	150	9,4	10,9	0	9	420,2	418,2	1,00
PL458	600	150	9,4	10,9	0,1	9	349,1	350,2	1,00
PL459	600	150	9,4	10,9	0,2	9	298,5	299,1	1,00
PL460	600	150	9,4	10,9	0,3	9	260,7	261,2	1,00
PL461	600	150	9,4	10,9	0,4	9	231,4	232,8	1,01
PL462	600	150	9,4	10,9	0,5	9	208,0	210,3	1,01
PL463	600	150	9,4	10,9	0	12	412,6	411,9	1,00
PL464	600	150	9,4	10,9	0,1	12	342,4	344,9	1,01
PL465	600	150	9,4	10,9	0,2	12	292,6	294,6	1,01
PL466	600	150	9,4	10,9	0,3	12	255,4	257,2	1,01
PL467	600	150	9,4	10,9	0,4	12	226,6	229,3	1,01
PL468	600	150	9,4	10,9	0,5	12	203,6	207,1	1,02
PL469	600	150	9,4	10,9	0	15	419,7	417,1	0,99

(continua)

Tabela B.3 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$
PL470	600	150	9,4	10,9	0,1	15	348,2	349,3	1,00
PL471	600	150	9,4	10,9	0,2	15	297,5	298,3	1,00
PL472	600	150	9,4	10,9	0,3	15	259,6	260,4	1,00
PL473	600	150	9,4	10,9	0,4	15	230,3	232,1	1,01
PL474	600	150	9,4	10,9	0,5	15	206,9	209,7	1,01
PL475	600	150	9,4	10,9	0	18	422,0	418,2	0,99
PL476	600	150	9,4	10,9	0,1	18	350,0	350,2	1,00
PL477	600	150	9,4	10,9	0,2	18	299,0	299,1	1,00
PL478	600	150	9,4	10,9	0,3	18	261,0	261,2	1,00
PL479	600	150	9,4	10,9	0,4	18	231,5	232,8	1,01
PL480	600	150	9,4	10,9	0,5	18	208,0	210,3	1,01
PL481	600	150	12,5	8,6	0	9	357,4	352,1	0,99
PL482	600	150	12,5	8,6	0,1	9	297,3	294,6	0,99
PL483	600	150	12,5	8,6	0,2	9	254,5	251,4	0,99
PL484	600	150	12,5	8,6	0,3	9	222,4	219,4	0,99
PL485	600	150	12,5	8,6	0,4	9	197,5	195,5	0,99
PL486	600	150	12,5	8,6	0,5	9	177,6	176,6	0,99
PL487	600	150	12,5	8,6	0	12	360,9	348,8	0,97
PL488	600	150	12,5	8,6	0,1	12	300,7	291,8	0,97
PL489	600	150	12,5	8,6	0,2	12	257,6	249,1	0,97
PL490	600	150	12,5	8,6	0,3	12	225,3	217,4	0,96
PL491	600	150	12,5	8,6	0,4	12	200,2	193,7	0,97
PL492	600	150	12,5	8,6	0,5	12	180,2	174,9	0,97
PL493	600	150	12,5	8,6	0	15	344,0	339,4	0,99
PL494	600	150	12,5	8,6	0,1	15	285,7	284,0	0,99
PL495	600	150	12,5	8,6	0,2	15	244,3	242,4	0,99
PL496	600	150	12,5	8,6	0,3	15	213,4	211,5	0,99
PL497	600	150	12,5	8,6	0,4	15	189,4	188,5	1,00
PL498	600	150	12,5	8,6	0,5	15	170,2	170,2	1,00
PL499	600	150	12,5	8,6	0	18	352,5	348,8	0,99
PL500	600	150	12,5	8,6	0,1	18	292,6	291,8	1,00
PL501	600	150	12,5	8,6	0,2	18	250,1	249,1	1,00
PL502	600	150	12,5	8,6	0,3	18	218,3	217,4	1,00
PL503	600	150	12,5	8,6	0,4	18	193,7	193,7	1,00
PL504	600	150	12,5	8,6	0,5	18	174,1	174,9	1,00
PL505	600	150	9,4	8,6	0	9	289,2	286,6	0,99
PL506	600	150	9,4	8,6	0,1	9	240,5	240,0	1,00
PL507	600	150	9,4	8,6	0,2	9	205,8	204,9	1,00
PL508	600	150	9,4	8,6	0,3	9	179,9	178,9	0,99
PL509	600	150	9,4	8,6	0,4	9	159,7	159,5	1,00
PL510	600	150	9,4	8,6	0,5	9	143,6	144,1	1,00
PL511	600	150	9,4	8,6	0	12	304,5	304,0	1,00
PL512	600	150	9,4	8,6	0,1	12	252,9	254,6	1,01
PL513	600	150	9,4	8,6	0,2	12	216,2	217,4	1,01
PL514	600	150	9,4	8,6	0,3	12	188,8	189,9	1,01
PL515	600	150	9,4	8,6	0,4	12	167,6	169,2	1,01
PL516	600	150	9,4	8,6	0,5	12	150,6	152,9	1,02

(continua)

Tabela B.3 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PL517	600	150	9,4	8,6	0	15	287,9	283,0	0,98
PL518	600	150	9,4	8,6	0,1	15	239,4	237,0	0,99
PL519	600	150	9,4	8,6	0,2	15	204,8	202,4	0,99
PL520	600	150	9,4	8,6	0,3	15	178,9	176,7	0,99
PL521	600	150	9,4	8,6	0,4	15	158,9	157,5	0,99
PL522	600	150	9,4	8,6	0,5	15	142,8	142,3	1,00
PL523	600	150	9,4	8,6	0	18	290,0	286,6	0,99
PL524	600	150	9,4	8,6	0,1	18	240,8	240,0	1,00
PL525	600	150	9,4	8,6	0,2	18	205,8	204,9	1,00
PL526	600	150	9,4	8,6	0,3	18	179,7	178,9	1,00
PL527	600	150	9,4	8,6	0,4	18	159,5	159,5	1,00
PL528	600	150	9,4	8,6	0,5	18	143,3	144,1	1,01
PL529	600	150	12,5	7,1	0	9	300,7	296,8	0,99
PL530	600	150	12,5	7,1	0,1	9	250,3	248,4	0,99
PL531	600	150	12,5	7,1	0,2	9	214,3	212,0	0,99
PL532	600	150	12,5	7,1	0,3	9	187,3	185,0	0,99
PL533	600	150	12,5	7,1	0,4	9	166,4	164,8	0,99
PL534	600	150	12,5	7,1	0,5	9	149,6	148,9	1,00
PL535	600	150	12,5	7,1	0	12	265,7	256,1	0,96
PL536	600	150	12,5	7,1	0,1	12	221,4	214,3	0,97
PL537	600	150	12,5	7,1	0,2	12	189,7	182,9	0,96
PL538	600	150	12,5	7,1	0,3	12	166,0	159,6	0,96
PL539	600	150	12,5	7,1	0,4	12	147,5	142,2	0,96
PL540	600	150	12,5	7,1	0,5	12	132,7	128,4	0,97
PL541	600	150	12,5	7,1	0	15	276,4	272,9	0,99
PL542	600	150	12,5	7,1	0,1	15	229,7	228,3	0,99
PL543	600	150	12,5	7,1	0,2	15	196,4	194,8	0,99
PL544	600	150	12,5	7,1	0,3	15	171,6	170,1	0,99
PL545	600	150	12,5	7,1	0,4	15	152,3	151,5	1,00
PL546	600	150	12,5	7,1	0,5	15	136,9	136,8	1,00
PL547	600	150	12,5	7,1	0	18	260,1	256,1	0,98
PL548	600	150	12,5	7,1	0,1	18	216,0	214,3	0,99
PL549	600	150	12,5	7,1	0,2	18	184,6	182,9	0,99
PL550	600	150	12,5	7,1	0,3	18	161,2	159,6	0,99
PL551	600	150	12,5	7,1	0,4	18	143,1	142,2	0,99
PL552	600	150	12,5	7,1	0,5	18	128,6	128,4	1,00
PL553	600	150	9,4	7,1	0	9	234,2	231,8	0,99
PL554	600	150	9,4	7,1	0,1	9	194,9	194,1	1,00
PL555	600	150	9,4	7,1	0,2	9	166,9	165,8	0,99
PL556	600	150	9,4	7,1	0,3	9	145,8	144,8	0,99
PL557	600	150	9,4	7,1	0,4	9	129,5	129,0	1,00
PL558	600	150	9,4	7,1	0,5	9	116,5	116,6	1,00
PL559	600	150	9,4	7,1	0	12	215,8	212,3	0,98
PL560	600	150	9,4	7,1	0,1	12	179,5	177,7	0,99
PL561	600	150	9,4	7,1	0,2	12	153,7	151,8	0,99
PL562	600	150	9,4	7,1	0,3	12	134,3	132,5	0,99
PL563	600	150	9,4	7,1	0,4	12	119,3	118,1	0,99

(continua)

Tabela B.3 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$
PL564	600	150	9,4	7,1	0,5	12	107,2	106,7	1,00
PL565	600	150	9,4	7,1	0	15	221,1	217,1	0,98
PL566	600	150	9,4	7,1	0,1	15	183,9	181,8	0,99
PL567	600	150	9,4	7,1	0,2	15	157,4	155,3	0,99
PL568	600	150	9,4	7,1	0,3	15	137,5	135,6	0,99
PL569	600	150	9,4	7,1	0,4	15	122,1	120,8	0,99
PL570	600	150	9,4	7,1	0,5	15	109,8	109,2	0,99
PL571	600	150	9,4	7,1	0	18	217,7	212,3	0,98
PL572	600	150	9,4	7,1	0,1	18	181,1	177,7	0,98
PL573	600	150	9,4	7,1	0,2	18	155,0	151,8	0,98
PL574	600	150	9,4	7,1	0,3	18	135,5	132,5	0,98
PL575	600	150	9,4	7,1	0,4	18	120,3	118,1	0,98
PL576	600	150	9,4	7,1	0,5	18	108,2	106,7	0,99
PL577	600	300	25,0	15,0	0	9	3668,5	3733,0	1,02
PL578	600	300	25,0	15,0	0,1	9	3052,4	3111,8	1,02
PL579	600	300	25,0	15,0	0,2	9	2612,7	2648,5	1,01
PL580	600	300	25,0	15,0	0,3	9	2283,3	2307,6	1,01
PL581	600	300	25,0	15,0	0,4	9	2027,5	2053,9	1,01
PL582	600	300	25,0	15,0	0,5	9	1823,2	1852,0	1,02
PL583	600	300	25,0	15,0	0	12	3287,2	3362,8	1,02
PL584	600	300	25,0	15,0	0,1	12	2727,4	2803,3	1,03
PL585	600	300	25,0	15,0	0,2	12	2330,1	2385,9	1,02
PL586	600	300	25,0	15,0	0,3	12	2033,6	2078,8	1,02
PL587	600	300	25,0	15,0	0,4	12	1804,0	1850,3	1,03
PL588	600	300	25,0	15,0	0,5	12	1620,9	1668,4	1,03
PL589	600	300	25,0	15,0	0	15	3269,7	3334,3	1,02
PL590	600	300	25,0	15,0	0,1	15	2712,5	2779,5	1,02
PL591	600	300	25,0	15,0	0,2	15	2317,2	2365,6	1,02
PL592	600	300	25,0	15,0	0,3	15	2022,2	2061,2	1,02
PL593	600	300	25,0	15,0	0,4	15	1793,8	1834,6	1,02
PL594	600	300	25,0	15,0	0,5	15	1611,7	1654,3	1,03
PL595	600	300	25,0	15,0	0	18	3263,4	3362,8	1,03
PL596	600	300	25,0	15,0	0,1	18	2704,4	2803,3	1,04
PL597	600	300	25,0	15,0	0,2	18	2308,6	2385,9	1,03
PL598	600	300	25,0	15,0	0,3	18	2013,7	2078,8	1,03
PL599	600	300	25,0	15,0	0,4	18	1785,6	1850,3	1,04
PL600	600	300	25,0	15,0	0,5	18	1603,8	1668,4	1,04
PL601	600	300	18,8	15,0	0	9	3133,3	3246,3	1,04
PL602	600	300	18,8	15,0	0,1	9	2606,2	2711,2	1,04
PL603	600	300	18,8	15,0	0,2	9	2230,2	2310,6	1,04
PL604	600	300	18,8	15,0	0,3	9	1948,8	2015,0	1,03
PL605	600	300	18,8	15,0	0,4	9	1730,2	1794,5	1,04
PL606	600	300	18,8	15,0	0,5	9	1555,7	1619,4	1,04
PL607	600	300	18,8	15,0	0	12	2575,0	2666,9	1,04
PL608	600	300	18,8	15,0	0,1	12	2139,4	2227,3	1,04
PL609	600	300	18,8	15,0	0,2	12	1829,5	1898,2	1,04
PL610	600	300	18,8	15,0	0,3	12	1597,8	1655,4	1,04

(continua)

Tabela B.3 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$
PL611	600	300	18,8	15,0	0,4	12	1418,2	1474,2	1,04
PL612	600	300	18,8	15,0	0,5	12	1274,8	1330,4	1,04
PL613	600	300	18,8	15,0	0	15	2680,3	2779,7	1,04
PL614	600	300	18,8	15,0	0,1	15	2223,1	2321,5	1,04
PL615	600	300	18,8	15,0	0,2	15	1898,8	1978,6	1,04
PL616	600	300	18,8	15,0	0,3	15	1656,9	1725,4	1,04
PL617	600	300	18,8	15,0	0,4	15	1469,6	1536,6	1,05
PL618	600	300	18,8	15,0	0,5	15	1320,3	1386,7	1,05
PL619	600	300	18,8	15,0	0	18	2574,5	2666,9	1,04
PL620	600	300	18,8	15,0	0,1	18	2136,4	2227,3	1,04
PL621	600	300	18,8	15,0	0,2	18	1825,5	1898,2	1,04
PL622	600	300	18,8	15,0	0,3	18	1593,4	1655,4	1,04
PL623	600	300	18,8	15,0	0,4	18	1413,6	1474,2	1,04
PL624	600	300	18,8	15,0	0,5	18	1270,3	1330,4	1,05
PL625	600	300	25,0	10,9	0	9	2190,0	2178,5	0,99
PL626	600	300	25,0	10,9	0,1	9	1821,4	1816,0	1,00
PL627	600	300	25,0	10,9	0,2	9	1558,5	1545,6	0,99
PL628	600	300	25,0	10,9	0,3	9	1361,7	1346,7	0,99
PL629	600	300	25,0	10,9	0,4	9	1208,9	1198,6	0,99
PL630	600	300	25,0	10,9	0,5	9	1086,9	1080,8	0,99
PL631	600	300	25,0	10,9	0	12	2550,9	2563,6	1,00
PL632	600	300	25,0	10,9	0,1	12	2118,5	2137,0	1,01
PL633	600	300	25,0	10,9	0,2	12	1810,8	1818,8	1,00
PL634	600	300	25,0	10,9	0,3	12	1580,9	1584,7	1,00
PL635	600	300	25,0	10,9	0,4	12	1402,6	1410,5	1,01
PL636	600	300	25,0	10,9	0,5	12	1260,4	1271,9	1,01
PL637	600	300	25,0	10,9	0	15	2206,9	2238,5	1,01
PL638	600	300	25,0	10,9	0,1	15	1830,3	1866,0	1,02
PL639	600	300	25,0	10,9	0,2	15	1563,2	1588,2	1,02
PL640	600	300	25,0	10,9	0,3	15	1364,0	1383,8	1,01
PL641	600	300	25,0	10,9	0,4	15	1209,7	1231,7	1,02
PL642	600	300	25,0	10,9	0,5	15	1086,8	1110,6	1,02
PL643	600	300	25,0	10,9	0	18	2140,0	2178,5	1,02
PL644	600	300	25,0	10,9	0,1	18	1773,8	1816,0	1,02
PL645	600	300	25,0	10,9	0,2	18	1514,3	1545,6	1,02
PL646	600	300	25,0	10,9	0,3	18	1320,9	1346,7	1,02
PL647	600	300	25,0	10,9	0,4	18	1171,3	1198,6	1,02
PL648	600	300	25,0	10,9	0,5	18	1052,0	1080,8	1,03
PL649	600	300	18,8	10,9	0	9	1710,8	1723,9	1,01
PL650	600	300	18,8	10,9	0,1	9	1425,6	1439,7	1,01
PL651	600	300	18,8	10,9	0,2	9	1221,5	1227,1	1,00
PL652	600	300	18,8	10,9	0,3	9	1068,4	1070,1	1,00
PL653	600	300	18,8	10,9	0,4	9	949,3	953,0	1,00
PL654	600	300	18,8	10,9	0,5	9	854,0	860,0	1,01
PL655	600	300	18,8	10,9	0	12	1903,5	1960,7	1,03
PL656	600	300	18,8	10,9	0,1	12	1581,7	1637,5	1,04
PL657	600	300	18,8	10,9	0,2	12	1352,6	1395,6	1,03

(continua)

Tabela B.3 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$
PL658	600	300	18,8	10,9	0,3	12	1181,3	1217,0	1,03
PL659	600	300	18,8	10,9	0,4	12	1048,5	1083,8	1,03
PL660	600	300	18,8	10,9	0,5	12	942,5	978,1	1,04
PL661	600	300	18,8	10,9	0	15	1666,4	1706,2	1,02
PL662	600	300	18,8	10,9	0,1	15	1382,7	1425,0	1,03
PL663	600	300	18,8	10,9	0,2	15	1181,4	1214,5	1,03
PL664	600	300	18,8	10,9	0,3	15	1031,1	1059,1	1,03
PL665	600	300	18,8	10,9	0,4	15	914,7	943,2	1,03
PL666	600	300	18,8	10,9	0,5	15	821,8	851,2	1,04
PL667	600	300	18,8	10,9	0	18	1688,8	1723,9	1,02
PL668	600	300	18,8	10,9	0,1	18	1402,2	1439,7	1,03
PL669	600	300	18,8	10,9	0,2	18	1198,5	1227,1	1,02
PL670	600	300	18,8	10,9	0,3	18	1046,3	1070,1	1,02
PL671	600	300	18,8	10,9	0,4	18	928,4	953,0	1,03
PL672	600	300	18,8	10,9	0,5	18	834,3	860,0	1,03
PL673	600	300	25,0	8,6	0	9	1678,5	1678,1	1,00
PL674	600	300	25,0	8,6	0,1	9	1395,4	1398,8	1,00
PL675	600	300	25,0	8,6	0,2	9	1193,4	1190,6	1,00
PL676	600	300	25,0	8,6	0,3	9	1042,4	1037,3	1,00
PL677	600	300	25,0	8,6	0,4	9	925,1	923,3	1,00
PL678	600	300	25,0	8,6	0,5	9	831,5	832,5	1,00
PL679	600	300	25,0	8,6	0	12	1705,0	1687,3	0,99
PL680	600	300	25,0	8,6	0,1	12	1415,7	1406,5	0,99
PL681	600	300	25,0	8,6	0,2	12	1209,8	1197,1	0,99
PL682	600	300	25,0	8,6	0,3	12	1056,0	1043,0	0,99
PL683	600	300	25,0	8,6	0,4	12	936,9	928,4	0,99
PL684	600	300	25,0	8,6	0,5	12	841,8	837,1	0,99
PL685	600	300	25,0	8,6	0	15	1821,8	1885,8	1,04
PL686	600	300	25,0	8,6	0,1	15	1510,4	1572,0	1,04
PL687	600	300	25,0	8,6	0,2	15	1289,5	1337,9	1,04
PL688	600	300	25,0	8,6	0,3	15	1124,9	1165,7	1,04
PL689	600	300	25,0	8,6	0,4	15	997,4	1037,6	1,04
PL690	600	300	25,0	8,6	0,5	15	895,9	935,6	1,04
PL691	600	300	25,0	8,6	0	18	1635,3	1678,1	1,03
PL692	600	300	25,0	8,6	0,1	18	1355,2	1398,8	1,03
PL693	600	300	25,0	8,6	0,2	18	1156,7	1190,6	1,03
PL694	600	300	25,0	8,6	0,3	18	1008,8	1037,3	1,03
PL695	600	300	25,0	8,6	0,4	18	894,4	923,3	1,03
PL696	600	300	25,0	8,6	0,5	18	803,3	832,5	1,04
PL697	600	300	18,8	8,6	0	9	1235,7	1233,9	1,00
PL698	600	300	18,8	8,6	0,1	9	1029,4	1030,5	1,00
PL699	600	300	18,8	8,6	0,2	9	881,8	878,2	1,00
PL700	600	300	18,8	8,6	0,3	9	771,0	765,9	0,99
PL701	600	300	18,8	8,6	0,4	9	684,9	682,1	1,00
PL702	600	300	18,8	8,6	0,5	9	616,1	615,5	1,00
PL703	600	300	18,8	8,6	0	12	1316,3	1318,9	1,00
PL704	600	300	18,8	8,6	0,1	12	1094,8	1101,5	1,01

(continua)

Tabela B.3 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$
PL705	600	300	18,8	8,6	0,2	12	936,8	938,8	1,00
PL706	600	300	18,8	8,6	0,3	12	818,5	818,7	1,00
PL707	600	300	18,8	8,6	0,4	12	726,6	729,1	1,00
PL708	600	300	18,8	8,6	0,5	12	653,2	657,9	1,01
PL709	600	300	18,8	8,6	0	15	1330,1	1360,7	1,02
PL710	600	300	18,8	8,6	0,1	15	1103,8	1136,4	1,03
PL711	600	300	18,8	8,6	0,2	15	943,0	968,5	1,03
PL712	600	300	18,8	8,6	0,3	15	823,0	844,6	1,03
PL713	600	300	18,8	8,6	0,4	15	730,1	752,2	1,03
PL714	600	300	18,8	8,6	0,5	15	656,0	678,8	1,03
PL715	600	300	18,8	8,6	0	18	1217,2	1233,9	1,01
PL716	600	300	18,8	8,6	0,1	18	1010,6	1030,5	1,02
PL717	600	300	18,8	8,6	0,2	18	863,7	878,2	1,02
PL718	600	300	18,8	8,6	0,3	18	754,0	765,9	1,02
PL719	600	300	18,8	8,6	0,4	18	669,0	682,1	1,02
PL720	600	300	18,8	8,6	0,5	18	601,2	615,5	1,02
PL721	600	300	25,0	7,1	0	9	1429,8	1469,9	1,03
PL722	600	300	25,0	7,1	0,1	9	1188,0	1225,4	1,03
PL723	600	300	25,0	7,1	0,2	9	1015,6	1042,9	1,03
PL724	600	300	25,0	7,1	0,3	9	886,7	908,7	1,02
PL725	600	300	25,0	7,1	0,4	9	786,7	808,8	1,03
PL726	600	300	25,0	7,1	0,5	9	706,9	729,3	1,03
PL727	600	300	25,0	7,1	0	12	1324,7	1322,9	1,00
PL728	600	300	25,0	7,1	0,1	12	1099,4	1102,7	1,00
PL729	600	300	25,0	7,1	0,2	12	939,2	938,5	1,00
PL730	600	300	25,0	7,1	0,3	12	819,5	817,8	1,00
PL731	600	300	25,0	7,1	0,4	12	726,8	727,9	1,00
PL732	600	300	25,0	7,1	0,5	12	652,9	656,3	1,01
PL733	600	300	25,0	7,1	0	15	1454,1	1417,5	0,97
PL734	600	300	25,0	7,1	0,1	15	1207,3	1181,6	0,98
PL735	600	300	25,0	7,1	0,2	15	1031,6	1005,7	0,97
PL736	600	300	25,0	7,1	0,3	15	900,4	876,3	0,97
PL737	600	300	25,0	7,1	0,4	15	798,6	779,9	0,98
PL738	600	300	25,0	7,1	0,5	15	717,5	703,3	0,98
PL739	600	300	25,0	7,1	0	18	1390,3	1469,9	1,06
PL740	600	300	25,0	7,1	0,1	18	1151,8	1225,4	1,06
PL741	600	300	25,0	7,1	0,2	18	982,8	1042,9	1,06
PL742	600	300	25,0	7,1	0,3	18	857,0	908,7	1,06
PL743	600	300	25,0	7,1	0,4	18	759,6	808,8	1,06
PL744	600	300	25,0	7,1	0,5	18	682,1	729,3	1,07
PL745	600	300	18,8	7,1	0	9	1029,4	1030,1	1,00
PL746	600	300	18,8	7,1	0,1	9	857,2	860,2	1,00
PL747	600	300	18,8	7,1	0,2	9	734,0	733,2	1,00
PL748	600	300	18,8	7,1	0,3	9	641,6	639,4	1,00
PL749	600	300	18,8	7,1	0,4	9	569,8	569,4	1,00
PL750	600	300	18,8	7,1	0,5	9	512,4	513,8	1,00
PL751	600	300	18,8	7,1	0	12	969,4	962,1	0,99

(continua)

Tabela B.3 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$
PL752	600	300	18,8	7,1	0,1	12	806,1	803,5	1,00
PL753	600	300	18,8	7,1	0,2	12	689,6	684,8	0,99
PL754	600	300	18,8	7,1	0,3	12	602,4	597,2	0,99
PL755	600	300	18,8	7,1	0,4	12	534,7	531,9	0,99
PL756	600	300	18,8	7,1	0,5	12	480,7	480,0	1,00
PL757	600	300	18,8	7,1	0	15	1105,7	1089,9	0,99
PL758	600	300	18,8	7,1	0,1	15	918,6	910,3	0,99
PL759	600	300	18,8	7,1	0,2	15	785,3	775,8	0,99
PL760	600	300	18,8	7,1	0,3	15	685,6	676,5	0,99
PL761	600	300	18,8	7,1	0,4	15	608,3	602,5	0,99
PL762	600	300	18,8	7,1	0,5	15	546,6	543,7	0,99
PL763	600	300	18,8	7,1	0	18	1012,5	1030,1	1,02
PL764	600	300	18,8	7,1	0,1	18	840,5	860,2	1,02
PL765	600	300	18,8	7,1	0,2	18	718,2	733,2	1,02
PL766	600	300	18,8	7,1	0,3	18	626,9	639,4	1,02
PL767	600	300	18,8	7,1	0,4	18	556,2	569,4	1,02
PL768	600	300	18,8	7,1	0,5	18	499,8	513,8	1,03
PL769	900	225	18,8	22,5	0	13,5	2773,2	2784,0	1,00
PL770	900	225	18,8	22,5	0,1	13,5	2301,3	2329,3	1,01
PL771	900	225	18,8	22,5	0,2	13,5	1966,4	1987,8	1,01
PL772	900	225	18,8	22,5	0,3	13,5	1716,3	1735,0	1,01
PL773	900	225	18,8	22,5	0,4	13,5	1522,7	1546,0	1,02
PL774	900	225	18,8	22,5	0,5	13,5	1368,2	1396,2	1,02
PL775	900	225	18,8	22,5	0	18	2764,3	2784,0	1,01
PL776	900	225	18,8	22,5	0,1	18	2290,4	2329,3	1,02
PL777	900	225	18,8	22,5	0,2	18	1954,8	1987,8	1,02
PL778	900	225	18,8	22,5	0,3	18	1704,9	1735,0	1,02
PL779	900	225	18,8	22,5	0,4	18	1511,6	1546,0	1,02
PL780	900	225	18,8	22,5	0,5	18	1357,6	1396,2	1,03
PL781	900	225	18,8	22,5	0	22,5	2716,7	2726,5	1,00
PL782	900	225	18,8	22,5	0,1	22,5	2251,3	2281,2	1,01
PL783	900	225	18,8	22,5	0,2	22,5	1921,7	1946,8	1,01
PL784	900	225	18,8	22,5	0,3	22,5	1676,1	1699,2	1,01
PL785	900	225	18,8	22,5	0,4	22,5	1486,1	1514,1	1,02
PL786	900	225	18,8	22,5	0,5	22,5	1334,7	1367,4	1,02
PL787	900	225	18,8	22,5	0	27	2686,7	2702,4	1,01
PL788	900	225	18,8	22,5	0,1	27	2224,4	2261,0	1,02
PL789	900	225	18,8	22,5	0,2	27	1897,6	1929,6	1,02
PL790	900	225	18,8	22,5	0,3	27	1654,3	1684,2	1,02
PL791	900	225	18,8	22,5	0,4	27	1466,3	1500,7	1,02
PL792	900	225	18,8	22,5	0,5	27	1316,7	1355,3	1,03
PL793	900	225	14,1	22,5	0	13,5	2347,0	2348,5	1,00
PL794	900	225	14,1	22,5	0,1	13,5	1947,1	1966,7	1,01
PL795	900	225	14,1	22,5	0,2	13,5	1663,3	1679,5	1,01
PL796	900	225	14,1	22,5	0,3	13,5	1451,6	1466,5	1,01
PL797	900	225	14,1	22,5	0,4	13,5	1287,6	1307,1	1,02
PL798	900	225	14,1	22,5	0,5	13,5	1156,8	1180,9	1,02

(continua)

Tabela B.3 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$
PL799	900	225	14,1	22,5	0	18	2342,2	2348,5	1,00
PL800	900	225	14,1	22,5	0,1	18	1940,6	1966,7	1,01
PL801	900	225	14,1	22,5	0,2	18	1656,2	1679,5	1,01
PL802	900	225	14,1	22,5	0,3	18	1444,4	1466,5	1,02
PL803	900	225	14,1	22,5	0,4	18	1280,6	1307,1	1,02
PL804	900	225	14,1	22,5	0,5	18	1150,1	1180,9	1,03
PL805	900	225	14,1	22,5	0	22,5	2332,9	2348,5	1,01
PL806	900	225	14,1	22,5	0,1	22,5	1931,0	1966,7	1,02
PL807	900	225	14,1	22,5	0,2	22,5	1646,9	1679,5	1,02
PL808	900	225	14,1	22,5	0,3	22,5	1435,6	1466,5	1,02
PL809	900	225	14,1	22,5	0,4	22,5	1272,3	1307,1	1,03
PL810	900	225	14,1	22,5	0,5	22,5	1142,4	1180,9	1,03
PL811	900	225	14,1	22,5	0	27	2330,5	2348,5	1,01
PL812	900	225	14,1	22,5	0,1	27	1927,4	1966,7	1,02
PL813	900	225	14,1	22,5	0,2	27	1643,0	1679,5	1,02
PL814	900	225	14,1	22,5	0,3	27	1431,6	1466,5	1,02
PL815	900	225	14,1	22,5	0,4	27	1268,4	1307,1	1,03
PL816	900	225	14,1	22,5	0,5	27	1138,5	1180,9	1,04
PL817	900	225	18,8	16,4	0	13,5	1647,0	1636,9	0,99
PL818	900	225	18,8	16,4	0,1	13,5	1369,1	1369,5	1,00
PL819	900	225	18,8	16,4	0,2	13,5	1171,3	1168,8	1,00
PL820	900	225	18,8	16,4	0,3	13,5	1023,3	1020,1	1,00
PL821	900	225	18,8	16,4	0,4	13,5	908,4	909,0	1,00
PL822	900	225	18,8	16,4	0,5	13,5	816,7	820,9	1,01
PL823	900	225	18,8	16,4	0	18	1667,4	1658,2	0,99
PL824	900	225	18,8	16,4	0,1	18	1384,6	1387,3	1,00
PL825	900	225	18,8	16,4	0,2	18	1183,7	1184,0	1,00
PL826	900	225	18,8	16,4	0,3	18	1033,6	1033,4	1,00
PL827	900	225	18,8	16,4	0,4	18	917,2	920,8	1,00
PL828	900	225	18,8	16,4	0,5	18	824,4	831,6	1,01
PL829	900	225	18,8	16,4	0	22,5	1694,7	1685,7	0,99
PL830	900	225	18,8	16,4	0,1	22,5	1406,4	1410,3	1,00
PL831	900	225	18,8	16,4	0,2	22,5	1201,7	1203,6	1,00
PL832	900	225	18,8	16,4	0,3	22,5	1048,9	1050,5	1,00
PL833	900	225	18,8	16,4	0,4	22,5	930,6	936,1	1,01
PL834	900	225	18,8	16,4	0,5	22,5	836,2	845,4	1,01
PL835	900	225	18,8	16,4	0	27	1649,0	1636,9	0,99
PL836	900	225	18,8	16,4	0,1	27	1367,8	1369,5	1,00
PL837	900	225	18,8	16,4	0,2	27	1168,3	1168,8	1,00
PL838	900	225	18,8	16,4	0,3	27	1019,6	1020,1	1,00
PL839	900	225	18,8	16,4	0,4	27	904,4	909,0	1,01
PL840	900	225	18,8	16,4	0,5	27	812,6	820,9	1,01
PL841	900	225	14,1	16,4	0	13,5	1428,5	1411,5	0,99
PL842	900	225	14,1	16,4	0,1	13,5	1188,3	1182,1	0,99
PL843	900	225	14,1	16,4	0,2	13,5	1017,0	1009,5	0,99
PL844	900	225	14,1	16,4	0,3	13,5	888,8	881,4	0,99
PL845	900	225	14,1	16,4	0,4	13,5	789,2	785,7	1,00

(continua)

Tabela B.3 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$
PL846	900	225	14,1	16,4	0,5	13,5	709,7	709,8	1,00
PL847	900	225	14,1	16,4	0	18	1398,0	1390,1	0,99
PL848	900	225	14,1	16,4	0,1	18	1160,7	1164,1	1,00
PL849	900	225	14,1	16,4	0,2	18	992,1	994,1	1,00
PL850	900	225	14,1	16,4	0,3	18	866,2	868,1	1,00
PL851	900	225	14,1	16,4	0,4	18	768,6	773,7	1,01
PL852	900	225	14,1	16,4	0,5	18	690,7	699,0	1,01
PL853	900	225	14,1	16,4	0	22,5	1401,1	1407,7	1,00
PL854	900	225	14,1	16,4	0,1	22,5	1161,0	1178,8	1,02
PL855	900	225	14,1	16,4	0,2	22,5	991,0	1006,7	1,02
PL856	900	225	14,1	16,4	0,3	22,5	864,4	879,0	1,02
PL857	900	225	14,1	16,4	0,4	22,5	766,4	783,5	1,02
PL858	900	225	14,1	16,4	0,5	22,5	688,3	707,8	1,03
PL859	900	225	14,1	16,4	0	27	1419,3	1411,5	0,99
PL860	900	225	14,1	16,4	0,1	27	1176,9	1182,1	1,00
PL861	900	225	14,1	16,4	0,2	27	1005,0	1009,5	1,00
PL862	900	225	14,1	16,4	0,3	27	876,9	881,4	1,01
PL863	900	225	14,1	16,4	0,4	27	777,7	785,7	1,01
PL864	900	225	14,1	16,4	0,5	27	698,6	709,8	1,02
PL865	900	225	18,8	12,9	0	13,5	1202,1	1188,4	0,99
PL866	900	225	18,8	12,9	0,1	13,5	1000,0	994,3	0,99
PL867	900	225	18,8	12,9	0,2	13,5	855,9	848,5	0,99
PL868	900	225	18,8	12,9	0,3	13,5	748,0	740,6	0,99
PL869	900	225	18,8	12,9	0,4	13,5	664,2	659,9	0,99
PL870	900	225	18,8	12,9	0,5	13,5	597,3	596,0	1,00
PL871	900	225	18,8	12,9	0	18	1197,8	1177,2	0,98
PL872	900	225	18,8	12,9	0,1	18	996,5	985,0	0,99
PL873	900	225	18,8	12,9	0,2	18	852,9	840,6	0,99
PL874	900	225	18,8	12,9	0,3	18	745,5	733,7	0,98
PL875	900	225	18,8	12,9	0,4	18	662,0	653,8	0,99
PL876	900	225	18,8	12,9	0,5	18	595,3	590,4	0,99
PL877	900	225	18,8	12,9	0	22,5	1160,1	1145,6	0,99
PL878	900	225	18,8	12,9	0,1	22,5	963,7	958,5	0,99
PL879	900	225	18,8	12,9	0,2	22,5	824,1	818,0	0,99
PL880	900	225	18,8	12,9	0,3	22,5	719,7	713,9	0,99
PL881	900	225	18,8	12,9	0,4	22,5	638,8	636,2	1,00
PL882	900	225	18,8	12,9	0,5	22,5	574,2	574,5	1,00
PL883	900	225	18,8	12,9	0	27	1193,7	1177,2	0,99
PL884	900	225	18,8	12,9	0,1	27	990,6	985,0	0,99
PL885	900	225	18,8	12,9	0,2	27	846,5	840,6	0,99
PL886	900	225	18,8	12,9	0,3	27	738,9	733,7	0,99
PL887	900	225	18,8	12,9	0,4	27	655,5	653,8	1,00
PL888	900	225	18,8	12,9	0,5	27	589,0	590,4	1,00
PL889	900	225	14,1	12,9	0	13,5	982,1	967,2	0,98
PL890	900	225	14,1	12,9	0,1	13,5	817,7	809,9	0,99
PL891	900	225	14,1	12,9	0,2	13,5	700,3	691,7	0,99
PL892	900	225	14,1	12,9	0,3	13,5	612,3	604,0	0,99

(continua)

Tabela B.3 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$
PL893	900	225	14,1	12,9	0,4	13,5	543,9	538,3	0,99
PL894	900	225	14,1	12,9	0,5	13,5	489,3	486,3	0,99
PL895	900	225	14,1	12,9	0	18	1034,2	1026,2	0,99
PL896	900	225	14,1	12,9	0,1	18	859,4	859,3	1,00
PL897	900	225	14,1	12,9	0,2	18	735,1	733,9	1,00
PL898	900	225	14,1	12,9	0,3	18	642,1	640,8	1,00
PL899	900	225	14,1	12,9	0,4	18	570,0	571,2	1,00
PL900	900	225	14,1	12,9	0,5	18	512,4	516,0	1,01
PL901	900	225	14,1	12,9	0	22,5	963,3	955,2	0,99
PL902	900	225	14,1	12,9	0,1	22,5	800,0	799,9	1,00
PL903	900	225	14,1	12,9	0,2	22,5	683,9	683,1	1,00
PL904	900	225	14,1	12,9	0,3	22,5	597,2	596,5	1,00
PL905	900	225	14,1	12,9	0,4	22,5	530,0	531,7	1,00
PL906	900	225	14,1	12,9	0,5	22,5	476,3	480,3	1,01
PL907	900	225	14,1	12,9	0	27	975,8	967,2	0,99
PL908	900	225	14,1	12,9	0,1	27	810,0	809,9	1,00
PL909	900	225	14,1	12,9	0,2	27	692,2	691,7	1,00
PL910	900	225	14,1	12,9	0,3	27	604,3	604,0	1,00
PL911	900	225	14,1	12,9	0,4	27	536,2	538,3	1,00
PL912	900	225	14,1	12,9	0,5	27	481,8	486,3	1,01
PL913	900	225	18,8	10,6	0	13,5	1011,7	1001,8	0,99
PL914	900	225	18,8	10,6	0,1	13,5	841,9	838,2	1,00
PL915	900	225	18,8	10,6	0,2	13,5	720,6	715,4	0,99
PL916	900	225	18,8	10,6	0,3	13,5	629,9	624,4	0,99
PL917	900	225	18,8	10,6	0,4	13,5	559,4	556,4	0,99
PL918	900	225	18,8	10,6	0,5	13,5	503,0	502,4	1,00
PL919	900	225	18,8	10,6	0	18	883,9	864,4	0,98
PL920	900	225	18,8	10,6	0,1	18	735,6	723,2	0,98
PL921	900	225	18,8	10,6	0,2	18	629,7	617,2	0,98
PL922	900	225	18,8	10,6	0,3	18	550,5	538,7	0,98
PL923	900	225	18,8	10,6	0,4	18	488,9	480,0	0,98
PL924	900	225	18,8	10,6	0,5	18	439,7	433,5	0,99
PL925	900	225	18,8	10,6	0	22,5	932,9	920,9	0,99
PL926	900	225	18,8	10,6	0,1	22,5	775,2	770,5	0,99
PL927	900	225	18,8	10,6	0,2	22,5	663,0	657,6	0,99
PL928	900	225	18,8	10,6	0,3	22,5	579,2	573,9	0,99
PL929	900	225	18,8	10,6	0,4	22,5	514,1	511,4	0,99
PL930	900	225	18,8	10,6	0,5	22,5	462,2	461,9	1,00
PL931	900	225	18,8	10,6	0	27	882,0	864,4	0,98
PL932	900	225	18,8	10,6	0,1	27	732,7	723,2	0,99
PL933	900	225	18,8	10,6	0,2	27	626,5	617,2	0,99
PL934	900	225	18,8	10,6	0,3	27	547,2	538,7	0,98
PL935	900	225	18,8	10,6	0,4	27	485,6	480,0	0,99
PL936	900	225	18,8	10,6	0,5	27	436,5	433,5	0,99
PL937	900	225	14,1	10,6	0	13,5	794,8	782,4	0,98
PL938	900	225	14,1	10,6	0,1	13,5	662,1	655,2	0,99
PL939	900	225	14,1	10,6	0,2	13,5	567,3	559,5	0,99

(continua)

Tabela B.3 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$
PL940	900	225	14,1	10,6	0,3	13,5	496,1	488,6	0,98
PL941	900	225	14,1	10,6	0,4	13,5	440,8	435,5	0,99
PL942	900	225	14,1	10,6	0,5	13,5	396,5	393,4	0,99
PL943	900	225	14,1	10,6	0	18	730,7	716,4	0,98
PL944	900	225	14,1	10,6	0,1	18	608,4	599,9	0,99
PL945	900	225	14,1	10,6	0,2	18	521,0	512,3	0,98
PL946	900	225	14,1	10,6	0,3	18	455,6	447,3	0,98
PL947	900	225	14,1	10,6	0,4	18	404,7	398,7	0,99
PL948	900	225	14,1	10,6	0,5	18	364,0	360,2	0,99
PL949	900	225	14,1	10,6	0	22,5	740,4	732,7	0,99
PL950	900	225	14,1	10,6	0,1	22,5	615,2	613,6	1,00
PL951	900	225	14,1	10,6	0,2	22,5	526,1	524,0	1,00
PL952	900	225	14,1	10,6	0,3	22,5	459,5	457,5	1,00
PL953	900	225	14,1	10,6	0,4	22,5	407,9	407,8	1,00
PL954	900	225	14,1	10,6	0,5	22,5	366,7	368,4	1,00
PL955	900	225	14,1	10,6	0	27	726,5	716,4	0,99
PL956	900	225	14,1	10,6	0,1	27	603,7	599,9	0,99
PL957	900	225	14,1	10,6	0,2	27	516,3	512,3	0,99
PL958	900	225	14,1	10,6	0,3	27	451,0	447,3	0,99
PL959	900	225	14,1	10,6	0,4	27	400,3	398,7	1,00
PL960	900	225	14,1	10,6	0,5	27	359,9	360,2	1,00
PL961	900	450	37,5	22,5	0	13,5	12392,4	12598,7	1,02
PL962	900	450	37,5	22,5	0,1	13,5	10301,5	10502,3	1,02
PL963	900	450	37,5	22,5	0,2	13,5	8811,6	8938,6	1,01
PL964	900	450	37,5	22,5	0,3	13,5	7697,0	7788,3	1,01
PL965	900	450	37,5	22,5	0,4	13,5	6832,1	6932,1	1,01
PL966	900	450	37,5	22,5	0,5	13,5	6141,6	6250,7	1,02
PL967	900	450	37,5	22,5	0	18	11052,0	11349,6	1,03
PL968	900	450	37,5	22,5	0,1	18	9167,0	9461,0	1,03
PL969	900	450	37,5	22,5	0,2	18	7829,8	8052,4	1,03
PL970	900	450	37,5	22,5	0,3	18	6832,5	7016,1	1,03
PL971	900	450	37,5	22,5	0,4	18	6060,2	6244,8	1,03
PL972	900	450	37,5	22,5	0,5	18	5444,5	5630,9	1,03
PL973	900	450	37,5	22,5	0	22,5	10910,8	11253,3	1,03
PL974	900	450	37,5	22,5	0,1	22,5	9041,3	9380,8	1,04
PL975	900	450	37,5	22,5	0,2	22,5	7717,4	7984,0	1,03
PL976	900	450	37,5	22,5	0,3	22,5	6731,1	6956,6	1,03
PL977	900	450	37,5	22,5	0,4	22,5	5968,1	6191,8	1,04
PL978	900	450	37,5	22,5	0,5	22,5	5360,3	5583,2	1,04
PL979	900	450	37,5	22,5	0	27	10973,8	11349,6	1,03
PL980	900	450	37,5	22,5	0,1	27	9090,5	9461,0	1,04
PL981	900	450	37,5	22,5	0,2	27	7757,8	8052,4	1,04
PL982	900	450	37,5	22,5	0,3	27	6765,4	7016,1	1,04
PL983	900	450	37,5	22,5	0,4	27	5997,9	6244,8	1,04
PL984	900	450	37,5	22,5	0,5	27	5386,7	5630,9	1,05
PL985	900	450	28,1	22,5	0	13,5	10444,1	10956,3	1,05
PL986	900	450	28,1	22,5	0,1	13,5	8698,2	9150,2	1,05

(continua)

Tabela B.3 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$
PL987	900	450	28,1	22,5	0,2	13,5	7449,2	7798,4	1,05
PL988	900	450	28,1	22,5	0,3	13,5	6512,3	6800,7	1,04
PL989	900	450	28,1	22,5	0,4	13,5	5783,9	6056,5	1,05
PL990	900	450	28,1	22,5	0,5	13,5	5201,6	5465,5	1,05
PL991	900	450	28,1	22,5	0	18	8733,0	9000,8	1,03
PL992	900	450	28,1	22,5	0,1	18	7256,3	7517,0	1,04
PL993	900	450	28,1	22,5	0,2	18	6205,5	6406,6	1,03
PL994	900	450	28,1	22,5	0,3	18	5420,0	5586,9	1,03
PL995	900	450	28,1	22,5	0,4	18	4810,7	4975,6	1,03
PL996	900	450	28,1	22,5	0,5	18	4324,4	4490,0	1,04
PL997	900	450	28,1	22,5	0	22,5	8999,3	9381,6	1,04
PL998	900	450	28,1	22,5	0,1	22,5	7467,2	7835,1	1,05
PL999	900	450	28,1	22,5	0,2	22,5	6379,5	6677,6	1,05
PL1000	900	450	28,1	22,5	0,3	22,5	5567,9	5823,3	1,05
PL1001	900	450	28,1	22,5	0,4	22,5	4939,2	5186,1	1,05
PL1002	900	450	28,1	22,5	0,5	22,5	4437,9	4680,0	1,05
PL1003	900	450	28,1	22,5	0	27	8659,9	9000,8	1,04
PL1004	900	450	28,1	22,5	0,1	27	7182,9	7517,0	1,05
PL1005	900	450	28,1	22,5	0,2	27	6135,4	6406,6	1,04
PL1006	900	450	28,1	22,5	0,3	27	5354,1	5586,9	1,04
PL1007	900	450	28,1	22,5	0,4	27	4749,1	4975,6	1,05
PL1008	900	450	28,1	22,5	0,5	27	4266,8	4490,0	1,05
PL1009	900	450	37,5	16,4	0	13,5	7395,5	7352,3	0,99
PL1010	900	450	37,5	16,4	0,1	13,5	6146,2	6128,9	1,00
PL1011	900	450	37,5	16,4	0,2	13,5	5256,3	5216,4	0,99
PL1012	900	450	37,5	16,4	0,3	13,5	4590,7	4545,1	0,99
PL1013	900	450	37,5	16,4	0,4	13,5	4074,4	4045,4	0,99
PL1014	900	450	37,5	16,4	0,5	13,5	3662,3	3647,7	1,00
PL1015	900	450	37,5	16,4	0	18	8465,6	8652,0	1,02
PL1016	900	450	37,5	16,4	0,1	18	7018,2	7212,3	1,03
PL1017	900	450	37,5	16,4	0,2	18	5991,5	6138,4	1,02
PL1018	900	450	37,5	16,4	0,3	18	5226,0	5348,5	1,02
PL1019	900	450	37,5	16,4	0,4	18	4633,5	4760,5	1,03
PL1020	900	450	37,5	16,4	0,5	18	4161,5	4292,6	1,03
PL1021	900	450	37,5	16,4	0	22,5	7385,5	7555,0	1,02
PL1022	900	450	37,5	16,4	0,1	22,5	6120,3	6297,9	1,03
PL1023	900	450	37,5	16,4	0,2	22,5	5224,1	5360,2	1,03
PL1024	900	450	37,5	16,4	0,3	22,5	4556,4	4670,4	1,03
PL1025	900	450	37,5	16,4	0,4	22,5	4039,8	4156,9	1,03
PL1026	900	450	37,5	16,4	0,5	22,5	3628,3	3748,3	1,03
PL1027	900	450	37,5	16,4	0	27	7187,7	7352,3	1,02
PL1028	900	450	37,5	16,4	0,1	27	5955,8	6128,9	1,03
PL1029	900	450	37,5	16,4	0,2	27	5083,4	5216,4	1,03
PL1030	900	450	37,5	16,4	0,3	27	4433,4	4545,1	1,03
PL1031	900	450	37,5	16,4	0,4	27	3930,6	4045,4	1,03
PL1032	900	450	37,5	16,4	0,5	27	3530,2	3647,7	1,03
PL1033	900	450	28,1	16,4	0	13,5	5673,7	5818,3	1,03

(continua)

Tabela B.3 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$
PL1034	900	450	28,1	16,4	0,1	13,5	4724,9	4859,1	1,03
PL1035	900	450	28,1	16,4	0,2	13,5	4046,7	4141,3	1,02
PL1036	900	450	28,1	16,4	0,3	13,5	3538,1	3611,5	1,02
PL1037	900	450	28,1	16,4	0,4	13,5	3142,9	3216,3	1,02
PL1038	900	450	28,1	16,4	0,5	13,5	2826,9	2902,4	1,03
PL1039	900	450	28,1	16,4	0	18	6449,9	6617,3	1,03
PL1040	900	450	28,1	16,4	0,1	18	5360,1	5526,4	1,03
PL1041	900	450	28,1	16,4	0,2	18	4584,1	4710,0	1,03
PL1042	900	450	28,1	16,4	0,3	18	4003,9	4107,4	1,03
PL1043	900	450	28,1	16,4	0,4	18	3553,8	3658,0	1,03
PL1044	900	450	28,1	16,4	0,5	18	3194,5	3301,0	1,03
PL1045	900	450	28,1	16,4	0	22,5	5602,0	5758,6	1,03
PL1046	900	450	28,1	16,4	0,1	22,5	4650,0	4809,3	1,03
PL1047	900	450	28,1	16,4	0,2	22,5	3973,7	4098,8	1,03
PL1048	900	450	28,1	16,4	0,3	22,5	3468,9	3574,4	1,03
PL1049	900	450	28,1	16,4	0,4	22,5	3077,6	3183,3	1,03
PL1050	900	450	28,1	16,4	0,5	22,5	2765,6	2872,7	1,04
PL1051	900	450	28,1	16,4	0	27	5610,8	5818,3	1,04
PL1052	900	450	28,1	16,4	0,1	27	4650,6	4859,1	1,04
PL1053	900	450	28,1	16,4	0,2	27	3970,2	4141,3	1,04
PL1054	900	450	28,1	16,4	0,3	27	3463,2	3611,5	1,04
PL1055	900	450	28,1	16,4	0,4	27	3070,8	3216,3	1,05
PL1056	900	450	28,1	16,4	0,5	27	2758,2	2902,4	1,05
PL1057	900	450	37,5	12,9	0	13,5	5666,4	5663,4	1,00
PL1058	900	450	37,5	12,9	0,1	13,5	4707,7	4721,0	1,00
PL1059	900	450	37,5	12,9	0,2	13,5	4024,7	4018,1	1,00
PL1060	900	450	37,5	12,9	0,3	13,5	3514,1	3501,0	1,00
PL1061	900	450	37,5	12,9	0,4	13,5	3118,1	3116,1	1,00
PL1062	900	450	37,5	12,9	0,5	13,5	2802,2	2809,8	1,00
PL1063	900	450	37,5	12,9	0	18	5668,6	5694,5	1,00
PL1064	900	450	37,5	12,9	0,1	18	4699,1	4747,0	1,01
PL1065	900	450	37,5	12,9	0,2	18	4011,3	4040,2	1,01
PL1066	900	450	37,5	12,9	0,3	18	3498,6	3520,2	1,01
PL1067	900	450	37,5	12,9	0,4	18	3101,7	3133,2	1,01
PL1068	900	450	37,5	12,9	0,5	18	2785,5	2825,3	1,01
PL1069	900	450	37,5	12,9	0	22,5	6106,5	6364,5	1,04
PL1070	900	450	37,5	12,9	0,1	22,5	5059,4	5305,4	1,05
PL1071	900	450	37,5	12,9	0,2	22,5	4317,7	4515,5	1,05
PL1072	900	450	37,5	12,9	0,3	22,5	3765,1	3934,4	1,04
PL1073	900	450	37,5	12,9	0,4	22,5	3337,7	3501,9	1,05
PL1074	900	450	37,5	12,9	0,5	22,5	2997,3	3157,6	1,05
PL1075	900	450	37,5	12,9	0	27	5496,6	5663,4	1,03
PL1076	900	450	37,5	12,9	0,1	27	4553,6	4721,0	1,04
PL1077	900	450	37,5	12,9	0,2	27	3885,9	4018,1	1,03
PL1078	900	450	37,5	12,9	0,3	27	3388,6	3501,0	1,03
PL1079	900	450	37,5	12,9	0,4	27	3003,9	3116,1	1,04
PL1080	900	450	37,5	12,9	0,5	27	2697,5	2809,8	1,04

(continua)

Tabela B.3 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$
PL1081	900	450	28,1	12,9	0	13,5	4112,3	4164,3	1,01
PL1082	900	450	28,1	12,9	0,1	13,5	3423,7	3477,8	1,02
PL1083	900	450	28,1	12,9	0,2	13,5	2931,6	2964,0	1,01
PL1084	900	450	28,1	12,9	0,3	13,5	2562,7	2584,8	1,01
PL1085	900	450	28,1	12,9	0,4	13,5	2276,0	2302,0	1,01
PL1086	900	450	28,1	12,9	0,5	13,5	2046,9	2077,3	1,01
PL1087	900	450	28,1	12,9	0	18	4394,3	4451,3	1,01
PL1088	900	450	28,1	12,9	0,1	18	3655,0	3717,5	1,02
PL1089	900	450	28,1	12,9	0,2	18	3127,5	3168,3	1,01
PL1090	900	450	28,1	12,9	0,3	18	2732,6	2763,0	1,01
PL1091	900	450	28,1	12,9	0,4	18	2426,0	2460,6	1,01
PL1092	900	450	28,1	12,9	0,5	18	2181,1	2220,5	1,02
PL1093	900	450	28,1	12,9	0	22,5	4474,3	4592,3	1,03
PL1094	900	450	28,1	12,9	0,1	22,5	3714,1	3835,2	1,03
PL1095	900	450	28,1	12,9	0,2	22,5	3173,9	3268,7	1,03
PL1096	900	450	28,1	12,9	0,3	22,5	2770,5	2850,5	1,03
PL1097	900	450	28,1	12,9	0,4	22,5	2457,9	2538,6	1,03
PL1098	900	450	28,1	12,9	0,5	22,5	2208,6	2290,8	1,04
PL1099	900	450	28,1	12,9	0	27	4056,6	4164,3	1,03
PL1100	900	450	28,1	12,9	0,1	27	3363,2	3477,8	1,03
PL1101	900	450	28,1	12,9	0,2	27	2871,6	2964,0	1,03
PL1102	900	450	28,1	12,9	0,3	27	2505,2	2584,8	1,03
PL1103	900	450	28,1	12,9	0,4	27	2221,5	2302,0	1,04
PL1104	900	450	28,1	12,9	0,5	27	1995,5	2077,3	1,04
PL1105	900	450	37,5	10,6	0	13,5	4825,6	4961,1	1,03
PL1106	900	450	37,5	10,6	0,1	13,5	4007,5	4135,6	1,03
PL1107	900	450	37,5	10,6	0,2	13,5	3424,8	3519,8	1,03
PL1108	900	450	37,5	10,6	0,3	13,5	2989,3	3066,8	1,03
PL1109	900	450	37,5	10,6	0,4	13,5	2651,7	2729,7	1,03
PL1110	900	450	37,5	10,6	0,5	13,5	2382,3	2461,4	1,03
PL1111	900	450	37,5	10,6	0	18	4412,3	4464,6	1,01
PL1112	900	450	37,5	10,6	0,1	18	3656,8	3721,7	1,02
PL1113	900	450	37,5	10,6	0,2	18	3120,8	3167,6	1,01
PL1114	900	450	37,5	10,6	0,3	18	2721,3	2760,0	1,01
PL1115	900	450	37,5	10,6	0,4	18	2412,2	2456,5	1,02
PL1116	900	450	37,5	10,6	0,5	18	2166,0	2215,1	1,02
PL1117	900	450	37,5	10,6	0	22,5	4795,7	4784,0	1,00
PL1118	900	450	37,5	10,6	0,1	22,5	3971,7	3988,0	1,00
PL1119	900	450	37,5	10,6	0,2	22,5	3387,9	3394,2	1,00
PL1120	900	450	37,5	10,6	0,3	22,5	2953,0	2957,4	1,00
PL1121	900	450	37,5	10,6	0,4	22,5	2616,7	2632,3	1,01
PL1122	900	450	37,5	10,6	0,5	22,5	2349,0	2373,5	1,01
PL1123	900	450	37,5	10,6	0	27	4674,7	4961,1	1,06
PL1124	900	450	37,5	10,6	0,1	27	3871,6	4135,6	1,07
PL1125	900	450	37,5	10,6	0,2	27	3302,9	3519,8	1,07
PL1126	900	450	37,5	10,6	0,3	27	2879,5	3066,8	1,07
PL1127	900	450	37,5	10,6	0,4	27	2552,1	2729,7	1,07

(continua)

Tabela B.3 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$
PL1128	900	450	37,5	10,6	0,5	27	2291,4	2461,4	1,07
PL1129	900	450	28,1	10,6	0	13,5	3433,5	3476,4	1,01
PL1130	900	450	28,1	10,6	0,1	13,5	2857,7	2903,3	1,02
PL1131	900	450	28,1	10,6	0,2	13,5	2446,2	2474,4	1,01
PL1132	900	450	28,1	10,6	0,3	13,5	2137,8	2157,9	1,01
PL1133	900	450	28,1	10,6	0,4	13,5	1898,2	1921,7	1,01
PL1134	900	450	28,1	10,6	0,5	13,5	1706,7	1734,2	1,02
PL1135	900	450	28,1	10,6	0	18	3242,2	3247,2	1,00
PL1136	900	450	28,1	10,6	0,1	18	2696,0	2711,9	1,01
PL1137	900	450	28,1	10,6	0,2	18	2306,4	2311,3	1,00
PL1138	900	450	28,1	10,6	0,3	18	2014,8	2015,6	1,00
PL1139	900	450	28,1	10,6	0,4	18	1788,4	1795,0	1,00
PL1140	900	450	28,1	10,6	0,5	18	1607,7	1619,9	1,01
PL1141	900	450	28,1	10,6	0	22,5	3677,7	3678,5	1,00
PL1142	900	450	28,1	10,6	0,1	22,5	3056,8	3072,1	1,01
PL1143	900	450	28,1	10,6	0,2	22,5	2614,2	2618,3	1,00
PL1144	900	450	28,1	10,6	0,3	22,5	2283,0	2283,3	1,00
PL1145	900	450	28,1	10,6	0,4	22,5	2026,0	2033,4	1,00
PL1146	900	450	28,1	10,6	0,5	22,5	1820,9	1835,0	1,01
PL1147	900	450	28,1	10,6	0	27	3381,4	3476,4	1,03
PL1148	900	450	28,1	10,6	0,1	27	2803,6	2903,3	1,04
PL1149	900	450	28,1	10,6	0,2	27	2393,8	2474,4	1,03
PL1150	900	450	28,1	10,6	0,3	27	2088,3	2157,9	1,03
PL1151	900	450	28,1	10,6	0,4	27	1851,7	1921,7	1,04
PL1152	900	450	28,1	10,6	0,5	27	1663,3	1734,2	1,04
PL1153	1200	300	25,0	30,0	0	18	6564,7	6599,1	1,01
PL1154	1200	300	25,0	30,0	0,1	18	5447,1	5521,2	1,01
PL1155	1200	300	25,0	30,0	0,2	18	4653,8	4711,9	1,01
PL1156	1200	300	25,0	30,0	0,3	18	4061,8	4112,6	1,01
PL1157	1200	300	25,0	30,0	0,4	18	3603,2	3664,7	1,02
PL1158	1200	300	25,0	30,0	0,5	18	3237,5	3309,5	1,02
PL1159	1200	300	25,0	30,0	0	24	6540,4	6599,1	1,01
PL1160	1200	300	25,0	30,0	0,1	24	5418,9	5521,2	1,02
PL1161	1200	300	25,0	30,0	0,2	24	4624,9	4711,9	1,02
PL1162	1200	300	25,0	30,0	0,3	24	4033,5	4112,6	1,02
PL1163	1200	300	25,0	30,0	0,4	24	3576,1	3664,7	1,02
PL1164	1200	300	25,0	30,0	0,5	24	3211,7	3309,5	1,03
PL1165	1200	300	25,0	30,0	0	30	6407,6	6462,9	1,01
PL1166	1200	300	25,0	30,0	0,1	30	5307,9	5407,3	1,02
PL1167	1200	300	25,0	30,0	0,2	30	4529,6	4614,7	1,02
PL1168	1200	300	25,0	30,0	0,3	30	3950,1	4027,7	1,02
PL1169	1200	300	25,0	30,0	0,4	30	3501,8	3589,0	1,02
PL1170	1200	300	25,0	30,0	0,5	30	3144,9	3241,2	1,03
PL1171	1200	300	25,0	30,0	0	36	6336,5	6405,7	1,01
PL1172	1200	300	25,0	30,0	0,1	36	5244,2	5359,5	1,02
PL1173	1200	300	25,0	30,0	0,2	36	4472,5	4573,9	1,02
PL1174	1200	300	25,0	30,0	0,3	36	3898,5	3992,1	1,02

(continua)

Tabela B.3 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$
PL1175	1200	300	25,0	30,0	0,4	36	3455,0	3557,3	1,03
PL1176	1200	300	25,0	30,0	0,5	36	3102,0	3212,6	1,04
PL1177	1200	300	18,8	30,0	0	18	5552,1	5566,7	1,00
PL1178	1200	300	18,8	30,0	0,1	18	4604,6	4661,7	1,01
PL1179	1200	300	18,8	30,0	0,2	18	3932,5	3981,0	1,01
PL1180	1200	300	18,8	30,0	0,3	18	3431,3	3476,2	1,01
PL1181	1200	300	18,8	30,0	0,4	18	3043,2	3098,4	1,02
PL1182	1200	300	18,8	30,0	0,5	18	2733,9	2799,1	1,02
PL1183	1200	300	18,8	30,0	0	24	5519,9	5566,7	1,01
PL1184	1200	300	18,8	30,0	0,1	24	4570,4	4661,7	1,02
PL1185	1200	300	18,8	30,0	0,2	24	3899,0	3981,0	1,02
PL1186	1200	300	18,8	30,0	0,3	24	3399,2	3476,2	1,02
PL1187	1200	300	18,8	30,0	0,4	24	3012,9	3098,4	1,03
PL1188	1200	300	18,8	30,0	0,5	24	2705,3	2799,1	1,03
PL1189	1200	300	18,8	30,0	0	30	5515,9	5566,7	1,01
PL1190	1200	300	18,8	30,0	0,1	30	4564,5	4661,7	1,02
PL1191	1200	300	18,8	30,0	0,2	30	3892,4	3981,0	1,02
PL1192	1200	300	18,8	30,0	0,3	30	3392,6	3476,2	1,02
PL1193	1200	300	18,8	30,0	0,4	30	3006,4	3098,4	1,03
PL1194	1200	300	18,8	30,0	0,5	30	2699,0	2799,1	1,04
PL1195	1200	300	18,8	30,0	0	36	5529,8	5566,7	1,01
PL1196	1200	300	18,8	30,0	0,1	36	4574,2	4661,7	1,02
PL1197	1200	300	18,8	30,0	0,2	36	3899,6	3981,0	1,02
PL1198	1200	300	18,8	30,0	0,3	36	3398,2	3476,2	1,02
PL1199	1200	300	18,8	30,0	0,4	36	3010,9	3098,4	1,03
PL1200	1200	300	18,8	30,0	0,5	36	2702,8	2799,1	1,04
PL1201	1200	300	25,0	21,8	0	18	3902,5	3879,9	0,99
PL1202	1200	300	25,0	21,8	0,1	18	3244,4	3246,2	1,00
PL1203	1200	300	25,0	21,8	0,2	18	2775,7	2770,4	1,00
PL1204	1200	300	25,0	21,8	0,3	18	2425,0	2418,0	1,00
PL1205	1200	300	25,0	21,8	0,4	18	2152,9	2154,7	1,00
PL1206	1200	300	25,0	21,8	0,5	18	1935,7	1945,8	1,01
PL1207	1200	300	25,0	21,8	0	24	3945,3	3930,4	1,00
PL1208	1200	300	25,0	21,8	0,1	24	3275,5	3288,5	1,00
PL1209	1200	300	25,0	21,8	0,2	24	2799,7	2806,5	1,00
PL1210	1200	300	25,0	21,8	0,3	24	2444,4	2449,5	1,00
PL1211	1200	300	25,0	21,8	0,4	24	2169,0	2182,7	1,01
PL1212	1200	300	25,0	21,8	0,5	24	1949,3	1971,2	1,01
PL1213	1200	300	25,0	21,8	0	30	4022,4	3995,7	0,99
PL1214	1200	300	25,0	21,8	0,1	30	3338,4	3343,0	1,00
PL1215	1200	300	25,0	21,8	0,2	30	2852,7	2853,0	1,00
PL1216	1200	300	25,0	21,8	0,3	30	2490,0	2490,1	1,00
PL1217	1200	300	25,0	21,8	0,4	30	2209,1	2218,9	1,00
PL1218	1200	300	25,0	21,8	0,5	30	1985,0	2003,9	1,01
PL1219	1200	300	25,0	21,8	0	36	3872,9	3879,9	1,00
PL1220	1200	300	25,0	21,8	0,1	36	3209,7	3246,2	1,01
PL1221	1200	300	25,0	21,8	0,2	36	2740,0	2770,4	1,01

(continua)

Tabela B.3 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$
PL1222	1200	300	25,0	21,8	0,3	36	2390,1	2418,0	1,01
PL1223	1200	300	25,0	21,8	0,4	36	2119,3	2154,7	1,02
PL1224	1200	300	25,0	21,8	0,5	36	1903,6	1945,8	1,02
PL1225	1200	300	18,8	21,8	0	18	3376,3	3345,9	0,99
PL1226	1200	300	18,8	21,8	0,1	18	2807,6	2801,9	1,00
PL1227	1200	300	18,8	21,8	0,2	18	2402,3	2392,8	1,00
PL1228	1200	300	18,8	21,8	0,3	18	2099,0	2089,3	1,00
PL1229	1200	300	18,8	21,8	0,4	18	1863,6	1862,3	1,00
PL1230	1200	300	18,8	21,8	0,5	18	1675,6	1682,4	1,00
PL1231	1200	300	18,8	21,8	0	24	3290,4	3295,1	1,00
PL1232	1200	300	18,8	21,8	0,1	24	2730,1	2759,4	1,01
PL1233	1200	300	18,8	21,8	0,2	24	2332,4	2356,5	1,01
PL1234	1200	300	18,8	21,8	0,3	24	2035,7	2057,6	1,01
PL1235	1200	300	18,8	21,8	0,4	24	1805,9	1834,0	1,02
PL1236	1200	300	18,8	21,8	0,5	24	1622,7	1656,9	1,02
PL1237	1200	300	18,8	21,8	0	30	3330,8	3336,7	1,00
PL1238	1200	300	18,8	21,8	0,1	30	2761,6	2794,2	1,01
PL1239	1200	300	18,8	21,8	0,2	30	2358,2	2386,2	1,01
PL1240	1200	300	18,8	21,8	0,3	30	2057,5	2083,6	1,01
PL1241	1200	300	18,8	21,8	0,4	30	1824,7	1857,2	1,02
PL1242	1200	300	18,8	21,8	0,5	30	1639,2	1677,8	1,02
PL1243	1200	300	18,8	21,8	0	36	3346,7	3345,9	1,00
PL1244	1200	300	18,8	21,8	0,1	36	2773,1	2801,9	1,01
PL1245	1200	300	18,8	21,8	0,2	36	2367,0	2392,8	1,01
PL1246	1200	300	18,8	21,8	0,3	36	2064,5	2089,3	1,01
PL1247	1200	300	18,8	21,8	0,4	36	1830,4	1862,3	1,02
PL1248	1200	300	18,8	21,8	0,5	36	1644,0	1682,4	1,02
PL1249	1200	300	25,0	17,1	0	18	2849,0	2816,9	0,99
PL1250	1200	300	25,0	17,1	0,1	18	2370,3	2356,8	0,99
PL1251	1200	300	25,0	17,1	0,2	18	2028,9	2011,3	0,99
PL1252	1200	300	25,0	17,1	0,3	18	1773,3	1755,5	0,99
PL1253	1200	300	25,0	17,1	0,4	18	1574,8	1564,3	0,99
PL1254	1200	300	25,0	17,1	0,5	18	1416,2	1412,7	1,00
PL1255	1200	300	25,0	17,1	0	24	2844,4	2790,5	0,98
PL1256	1200	300	25,0	17,1	0,1	24	2366,0	2334,7	0,99
PL1257	1200	300	25,0	17,1	0,2	24	2025,0	1992,5	0,98
PL1258	1200	300	25,0	17,1	0,3	24	1769,6	1739,1	0,98
PL1259	1200	300	25,0	17,1	0,4	24	1571,4	1549,6	0,99
PL1260	1200	300	25,0	17,1	0,5	24	1413,0	1399,5	0,99
PL1261	1200	300	25,0	17,1	0	30	2753,2	2715,4	0,99
PL1262	1200	300	25,0	17,1	0,1	30	2287,5	2271,9	0,99
PL1263	1200	300	25,0	17,1	0,2	30	1956,2	1938,9	0,99
PL1264	1200	300	25,0	17,1	0,3	30	1708,7	1692,3	0,99
PL1265	1200	300	25,0	17,1	0,4	30	1516,7	1507,9	0,99
PL1266	1200	300	25,0	17,1	0,5	30	1363,4	1361,8	1,00
PL1267	1200	300	25,0	17,1	0	36	2798,9	2790,5	1,00
PL1268	1200	300	25,0	17,1	0,1	36	2321,1	2334,7	1,01

(continua)

Tabela B.3 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$
PL1269	1200	300	25,0	17,1	0,2	36	1982,3	1992,5	1,01
PL1270	1200	300	25,0	17,1	0,3	36	1729,7	1739,1	1,01
PL1271	1200	300	25,0	17,1	0,4	36	1534,1	1549,6	1,01
PL1272	1200	300	25,0	17,1	0,5	36	1378,2	1399,5	1,02
PL1273	1200	300	18,8	17,1	0	18	2322,8	2292,6	0,99
PL1274	1200	300	18,8	17,1	0,1	18	1933,4	1919,8	0,99
PL1275	1200	300	18,8	17,1	0,2	18	1655,5	1639,5	0,99
PL1276	1200	300	18,8	17,1	0,3	18	1447,3	1431,6	0,99
PL1277	1200	300	18,8	17,1	0,4	18	1285,5	1276,0	0,99
PL1278	1200	300	18,8	17,1	0,5	18	1156,2	1152,8	1,00
PL1279	1200	300	18,8	17,1	0	24	2436,7	2432,4	1,00
PL1280	1200	300	18,8	17,1	0,1	24	2024,2	2036,9	1,01
PL1281	1200	300	18,8	17,1	0,2	24	1730,8	1739,5	1,01
PL1282	1200	300	18,8	17,1	0,3	24	1511,5	1518,9	1,00
PL1283	1200	300	18,8	17,1	0,4	24	1341,5	1353,8	1,01
PL1284	1200	300	18,8	17,1	0,5	24	1205,8	1223,1	1,01
PL1285	1200	300	18,8	17,1	0	30	2274,2	2264,2	1,00
PL1286	1200	300	18,8	17,1	0,1	30	1888,5	1896,1	1,00
PL1287	1200	300	18,8	17,1	0,2	30	1614,4	1619,3	1,00
PL1288	1200	300	18,8	17,1	0,3	30	1409,6	1413,9	1,00
PL1289	1200	300	18,8	17,1	0,4	30	1250,9	1260,2	1,01
PL1290	1200	300	18,8	17,1	0,5	30	1124,3	1138,5	1,01
PL1291	1200	300	18,8	17,1	0	36	2303,6	2292,6	1,00
PL1292	1200	300	18,8	17,1	0,1	36	1911,0	1919,8	1,00
PL1293	1200	300	18,8	17,1	0,2	36	1632,6	1639,5	1,00
PL1294	1200	300	18,8	17,1	0,3	36	1424,8	1431,6	1,00
PL1295	1200	300	18,8	17,1	0,4	36	1264,0	1276,0	1,01
PL1296	1200	300	18,8	17,1	0,5	36	1135,7	1152,8	1,02
PL1297	1200	300	25,0	14,1	0	18	2398,7	2374,8	0,99
PL1298	1200	300	25,0	14,1	0,1	18	1996,4	1986,9	1,00
PL1299	1200	300	25,0	14,1	0,2	18	1709,2	1695,6	0,99
PL1300	1200	300	25,0	14,1	0,3	18	1494,1	1480,0	0,99
PL1301	1200	300	25,0	14,1	0,4	18	1326,9	1318,8	0,99
PL1302	1200	300	25,0	14,1	0,5	18	1193,4	1191,0	1,00
PL1303	1200	300	25,0	14,1	0	24	2098,5	2048,9	0,98
PL1304	1200	300	25,0	14,1	0,1	24	1746,2	1714,3	0,98
PL1305	1200	300	25,0	14,1	0,2	24	1494,9	1463,0	0,98
PL1306	1200	300	25,0	14,1	0,3	24	1306,7	1276,9	0,98
PL1307	1200	300	25,0	14,1	0,4	24	1160,5	1137,8	0,98
PL1308	1200	300	25,0	14,1	0,5	24	1043,7	1027,6	0,98
PL1309	1200	300	25,0	14,1	0	30	2214,0	2183,0	0,99
PL1310	1200	300	25,0	14,1	0,1	30	1840,0	1826,4	0,99
PL1311	1200	300	25,0	14,1	0,2	30	1573,8	1558,7	0,99
PL1312	1200	300	25,0	14,1	0,3	30	1374,8	1360,5	0,99
PL1313	1200	300	25,0	14,1	0,4	30	1220,4	1212,3	0,99
PL1314	1200	300	25,0	14,1	0,5	30	1097,2	1094,8	1,00
PL1315	1200	300	25,0	14,1	0	36	2067,6	2048,9	0,99

(continua)

Tabela B.3 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$
PL1316	1200	300	25,0	14,1	0,1	36	1715,8	1714,3	1,00
PL1317	1200	300	25,0	14,1	0,2	36	1466,1	1463,0	1,00
PL1318	1200	300	25,0	14,1	0,3	36	1279,8	1276,9	1,00
PL1319	1200	300	25,0	14,1	0,4	36	1135,4	1137,8	1,00
PL1320	1200	300	25,0	14,1	0,5	36	1020,3	1027,6	1,01
PL1321	1200	300	18,8	14,1	0	18	1880,4	1854,5	0,99
PL1322	1200	300	18,8	14,1	0,1	18	1566,0	1553,0	0,99
PL1323	1200	300	18,8	14,1	0,2	18	1341,4	1326,3	0,99
PL1324	1200	300	18,8	14,1	0,3	18	1173,0	1158,1	0,99
PL1325	1200	300	18,8	14,1	0,4	18	1042,1	1032,2	0,99
PL1326	1200	300	18,8	14,1	0,5	18	937,4	932,5	0,99
PL1327	1200	300	18,8	14,1	0	24	1713,2	1698,1	0,99
PL1328	1200	300	18,8	14,1	0,1	24	1425,0	1422,0	1,00
PL1329	1200	300	18,8	14,1	0,2	24	1219,5	1214,4	1,00
PL1330	1200	300	18,8	14,1	0,3	24	1065,7	1060,3	0,99
PL1331	1200	300	18,8	14,1	0,4	24	946,3	945,1	1,00
PL1332	1200	300	18,8	14,1	0,5	24	851,0	853,8	1,00
PL1333	1200	300	18,8	14,1	0	30	1749,2	1736,8	0,99
PL1334	1200	300	18,8	14,1	0,1	30	1453,3	1454,5	1,00
PL1335	1200	300	18,8	14,1	0,2	30	1242,9	1242,1	1,00
PL1336	1200	300	18,8	14,1	0,3	30	1085,6	1084,6	1,00
PL1337	1200	300	18,8	14,1	0,4	30	963,6	966,7	1,00
PL1338	1200	300	18,8	14,1	0,5	30	866,2	873,3	1,01
PL1339	1200	300	18,8	14,1	0	36	1716,3	1698,1	0,99
PL1340	1200	300	18,8	14,1	0,1	36	1425,6	1422,0	1,00
PL1341	1200	300	18,8	14,1	0,2	36	1218,8	1214,4	1,00
PL1342	1200	300	18,8	14,1	0,3	36	1064,4	1060,3	1,00
PL1343	1200	300	18,8	14,1	0,4	36	944,6	945,1	1,00
PL1344	1200	300	18,8	14,1	0,5	36	849,1	853,8	1,01
PL1345	1200	600	50,0	30,0	0	18	29031,8	29863,6	1,03
PL1346	1200	600	50,0	30,0	0,1	18	24121,3	24894,4	1,03
PL1347	1200	600	50,0	30,0	0,2	18	20625,2	21187,8	1,03
PL1348	1200	600	50,0	30,0	0,3	18	18011,4	18461,1	1,02
PL1349	1200	600	50,0	30,0	0,4	18	15984,2	16431,6	1,03
PL1350	1200	600	50,0	30,0	0,5	18	14366,4	14816,4	1,03
PL1351	1200	600	50,0	30,0	0	24	26019,2	26902,7	1,03
PL1352	1200	600	50,0	30,0	0,1	24	21567,0	22426,1	1,04
PL1353	1200	600	50,0	30,0	0,2	24	18412,4	19087,1	1,04
PL1354	1200	600	50,0	30,0	0,3	24	16061,5	16630,7	1,04
PL1355	1200	600	50,0	30,0	0,4	24	14242,1	14802,4	1,04
PL1356	1200	600	50,0	30,0	0,5	24	12792,6	13347,4	1,04
PL1357	1200	600	50,0	30,0	0	30	25795,2	26674,5	1,03
PL1358	1200	600	50,0	30,0	0,1	30	21374,6	22235,9	1,04
PL1359	1200	600	50,0	30,0	0,2	30	18244,2	18925,1	1,04
PL1360	1200	600	50,0	30,0	0,3	30	15912,3	16489,7	1,04
PL1361	1200	600	50,0	30,0	0,4	30	14108,2	14676,8	1,04
PL1362	1200	600	50,0	30,0	0,5	30	12671,2	13234,1	1,04

(continua)

Tabela B.3 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$
PL1363	1200	600	50,0	30,0	0	36	26015,1	26902,7	1,03
PL1364	1200	600	50,0	30,0	0,1	36	21549,5	22426,1	1,04
PL1365	1200	600	50,0	30,0	0,2	36	18389,8	19087,1	1,04
PL1366	1200	600	50,0	30,0	0,3	36	16037,1	16630,7	1,04
PL1367	1200	600	50,0	30,0	0,4	36	14217,5	14802,4	1,04
PL1368	1200	600	50,0	30,0	0,5	36	12768,5	13347,4	1,05
PL1369	1200	600	37,5	30,0	0	18	24567,5	25970,5	1,06
PL1370	1200	600	37,5	30,0	0,1	18	20392,8	21689,2	1,06
PL1371	1200	600	37,5	30,0	0,2	18	17424,0	18485,2	1,06
PL1372	1200	600	37,5	30,0	0,3	18	15206,9	16120,2	1,06
PL1373	1200	600	37,5	30,0	0,4	18	13488,9	14356,2	1,06
PL1374	1200	600	37,5	30,0	0,5	18	12119,0	12955,3	1,07
PL1375	1200	600	37,5	30,0	0	24	20453,5	21335,3	1,04
PL1376	1200	600	37,5	30,0	0,1	24	16988,9	17818,1	1,05
PL1377	1200	600	37,5	30,0	0,2	24	14525,1	15185,9	1,05
PL1378	1200	600	37,5	30,0	0,3	24	12684,1	13243,0	1,04
PL1379	1200	600	37,5	30,0	0,4	24	11256,6	11793,9	1,05
PL1380	1200	600	37,5	30,0	0,5	24	10117,5	10643,0	1,05
PL1381	1200	600	37,5	30,0	0	30	21189,6	22237,9	1,05
PL1382	1200	600	37,5	30,0	0,1	30	17573,5	18572,0	1,06
PL1383	1200	600	37,5	30,0	0,2	30	15008,8	15828,4	1,05
PL1384	1200	600	37,5	30,0	0,3	30	13096,1	13803,3	1,05
PL1385	1200	600	37,5	30,0	0,4	30	11615,1	12292,9	1,06
PL1386	1200	600	37,5	30,0	0,5	30	10434,7	11093,3	1,06
PL1387	1200	600	37,5	30,0	0	36	20490,5	21335,3	1,04
PL1388	1200	600	37,5	30,0	0,1	36	16992,0	17818,1	1,05
PL1389	1200	600	37,5	30,0	0,2	36	14511,8	15185,9	1,05
PL1390	1200	600	37,5	30,0	0,3	36	12662,3	13243,0	1,05
PL1391	1200	600	37,5	30,0	0,4	36	11230,5	11793,9	1,05
PL1392	1200	600	37,5	30,0	0,5	36	10089,4	10643,0	1,05
PL1393	1200	600	50,0	21,8	0	18	17377,1	17427,7	1,00
PL1394	1200	600	50,0	21,8	0,1	18	14436,9	14527,8	1,01
PL1395	1200	600	50,0	21,8	0,2	18	12343,7	12364,7	1,00
PL1396	1200	600	50,0	21,8	0,3	18	10778,9	10773,5	1,00
PL1397	1200	600	50,0	21,8	0,4	18	9565,3	9589,1	1,00
PL1398	1200	600	50,0	21,8	0,5	18	8596,8	8646,5	1,01
PL1399	1200	600	50,0	21,8	0	24	20003,4	20508,4	1,03
PL1400	1200	600	50,0	21,8	0,1	24	16585,6	17095,8	1,03
PL1401	1200	600	50,0	21,8	0,2	24	14160,5	14550,4	1,03
PL1402	1200	600	50,0	21,8	0,3	24	12352,2	12677,9	1,03
PL1403	1200	600	50,0	21,8	0,4	24	10952,3	11284,1	1,03
PL1404	1200	600	50,0	21,8	0,5	24	9836,9	10174,9	1,03
PL1405	1200	600	50,0	21,8	0	30	17470,8	17908,2	1,03
PL1406	1200	600	50,0	21,8	0,1	30	14477,5	14928,3	1,03
PL1407	1200	600	50,0	21,8	0,2	30	12357,3	12705,6	1,03
PL1408	1200	600	50,0	21,8	0,3	30	10777,6	11070,5	1,03
PL1409	1200	600	50,0	21,8	0,4	30	9555,5	9853,4	1,03

(continua)

Tabela B.3 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$
PL1410	1200	600	50,0	21,8	0,5	30	8582,0	8884,9	1,04
PL1411	1200	600	50,0	21,8	0	36	17111,1	17427,7	1,02
PL1412	1200	600	50,0	21,8	0,1	36	14183,4	14527,8	1,02
PL1413	1200	600	50,0	21,8	0,2	36	12108,8	12364,7	1,02
PL1414	1200	600	50,0	21,8	0,3	36	10562,6	10773,5	1,02
PL1415	1200	600	50,0	21,8	0,4	36	9366,1	9589,1	1,02
PL1416	1200	600	50,0	21,8	0,5	36	8412,8	8646,5	1,03
PL1417	1200	600	37,5	21,8	0	18	13384,1	13791,5	1,03
PL1418	1200	600	37,5	21,8	0,1	18	11124,0	11518,0	1,04
PL1419	1200	600	37,5	21,8	0,2	18	9513,8	9816,4	1,03
PL1420	1200	600	37,5	21,8	0,3	18	8309,5	8560,5	1,03
PL1421	1200	600	37,5	21,8	0,4	18	7375,2	7623,8	1,03
PL1422	1200	600	37,5	21,8	0,5	18	6629,4	6879,8	1,04
PL1423	1200	600	37,5	21,8	0	24	15137,0	15685,5	1,04
PL1424	1200	600	37,5	21,8	0,1	24	12573,3	13099,7	1,04
PL1425	1200	600	37,5	21,8	0,2	24	10749,4	11164,5	1,04
PL1426	1200	600	37,5	21,8	0,3	24	9386,3	9736,2	1,04
PL1427	1200	600	37,5	21,8	0,4	24	8329,4	8670,8	1,04
PL1428	1200	600	37,5	21,8	0,5	24	7486,1	7824,6	1,05
PL1429	1200	600	37,5	21,8	0	30	13215,3	13650,0	1,03
PL1430	1200	600	37,5	21,8	0,1	30	10965,6	11399,8	1,04
PL1431	1200	600	37,5	21,8	0,2	30	9368,5	9715,7	1,04
PL1432	1200	600	37,5	21,8	0,3	30	8176,7	8472,7	1,04
PL1433	1200	600	37,5	21,8	0,4	30	7253,4	7545,6	1,04
PL1434	1200	600	37,5	21,8	0,5	30	6517,3	6809,3	1,04
PL1435	1200	600	37,5	21,8	0	36	13383,0	13791,5	1,03
PL1436	1200	600	37,5	21,8	0,1	36	11104,4	11518,0	1,04
PL1437	1200	600	37,5	21,8	0,2	36	9486,9	9816,4	1,03
PL1438	1200	600	37,5	21,8	0,3	36	8279,9	8560,5	1,03
PL1439	1200	600	37,5	21,8	0,4	36	7344,9	7623,8	1,04
PL1440	1200	600	37,5	21,8	0,5	36	6599,4	6879,8	1,04
PL1441	1200	600	50,0	17,1	0	18	13337,2	13424,4	1,01
PL1442	1200	600	50,0	17,1	0,1	18	11077,5	11190,6	1,01
PL1443	1200	600	50,0	17,1	0,2	18	9468,7	9524,4	1,01
PL1444	1200	600	50,0	17,1	0,3	18	8266,3	8298,7	1,00
PL1445	1200	600	50,0	17,1	0,4	18	7334,1	7386,4	1,01
PL1446	1200	600	50,0	17,1	0,5	18	6590,3	6660,3	1,01
PL1447	1200	600	50,0	17,1	0	24	13406,3	13498,1	1,01
PL1448	1200	600	50,0	17,1	0,1	24	11114,7	11252,1	1,01
PL1449	1200	600	50,0	17,1	0,2	24	9488,8	9576,7	1,01
PL1450	1200	600	50,0	17,1	0,3	24	8276,4	8344,3	1,01
PL1451	1200	600	50,0	17,1	0,4	24	7338,0	7427,0	1,01
PL1452	1200	600	50,0	17,1	0,5	24	6590,3	6696,9	1,02
PL1453	1200	600	50,0	17,1	0	30	14448,3	15086,1	1,04
PL1454	1200	600	50,0	17,1	0,1	30	11970,8	12575,8	1,05
PL1455	1200	600	50,0	17,1	0,2	30	10215,7	10703,4	1,05
PL1456	1200	600	50,0	17,1	0,3	30	8908,3	9326,0	1,05

(continua)

Tabela B.3 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$
PL1457	1200	600	50,0	17,1	0,4	30	7897,0	8300,7	1,05
PL1458	1200	600	50,0	17,1	0,5	30	7091,5	7484,8	1,06
PL1459	1200	600	50,0	17,1	0	36	13072,6	13424,4	1,03
PL1460	1200	600	50,0	17,1	0,1	36	10832,7	11190,6	1,03
PL1461	1200	600	50,0	17,1	0,2	36	9245,9	9524,4	1,03
PL1462	1200	600	50,0	17,1	0,3	36	8063,6	8298,7	1,03
PL1463	1200	600	50,0	17,1	0,4	36	7148,9	7386,4	1,03
PL1464	1200	600	50,0	17,1	0,5	36	6420,4	6660,3	1,04
PL1465	1200	600	37,5	17,1	0	18	9710,9	9870,9	1,02
PL1466	1200	600	37,5	17,1	0,1	18	8072,5	8243,6	1,02
PL1467	1200	600	37,5	17,1	0,2	18	6904,5	7025,8	1,02
PL1468	1200	600	37,5	17,1	0,3	18	6030,8	6127,0	1,02
PL1469	1200	600	37,5	17,1	0,4	18	5352,7	5456,5	1,02
PL1470	1200	600	37,5	17,1	0,5	18	4811,4	4924,0	1,02
PL1471	1200	600	37,5	17,1	0	24	10345,8	10551,2	1,02
PL1472	1200	600	37,5	17,1	0,1	24	8597,0	8811,8	1,02
PL1473	1200	600	37,5	17,1	0,2	24	7351,3	7510,1	1,02
PL1474	1200	600	37,5	17,1	0,3	24	6419,7	6549,3	1,02
PL1475	1200	600	37,5	17,1	0,4	24	5697,1	5832,6	1,02
PL1476	1200	600	37,5	17,1	0,5	24	5120,4	5263,4	1,03
PL1477	1200	600	37,5	17,1	0	30	10570,6	10885,4	1,03
PL1478	1200	600	37,5	17,1	0,1	30	8772,4	9090,9	1,04
PL1479	1200	600	37,5	17,1	0,2	30	7495,2	7747,9	1,03
PL1480	1200	600	37,5	17,1	0,3	30	6541,8	6756,7	1,03
PL1481	1200	600	37,5	17,1	0,4	30	5803,2	6017,3	1,04
PL1482	1200	600	37,5	17,1	0,5	30	5214,2	5430,1	1,04
PL1483	1200	600	37,5	17,1	0	36	9664,0	9870,9	1,02
PL1484	1200	600	37,5	17,1	0,1	36	8019,0	8243,6	1,03
PL1485	1200	600	37,5	17,1	0,2	36	6851,0	7025,8	1,03
PL1486	1200	600	37,5	17,1	0,3	36	5979,3	6127,0	1,02
PL1487	1200	600	37,5	17,1	0,4	36	5304,1	5456,5	1,03
PL1488	1200	600	37,5	17,1	0,5	36	4765,7	4924,0	1,03
PL1489	1200	600	50,0	14,1	0	18	11370,1	11759,6	1,03
PL1490	1200	600	50,0	14,1	0,1	18	9440,4	9802,8	1,04
PL1491	1200	600	50,0	14,1	0,2	18	8066,5	8343,2	1,03
PL1492	1200	600	50,0	14,1	0,3	18	7039,9	7269,5	1,03
PL1493	1200	600	50,0	14,1	0,4	18	6244,1	6470,4	1,04
PL1494	1200	600	50,0	14,1	0,5	18	5609,5	5834,3	1,04
PL1495	1200	600	50,0	14,1	0	24	10442,1	10582,9	1,01
PL1496	1200	600	50,0	14,1	0,1	24	8655,1	8821,9	1,02
PL1497	1200	600	50,0	14,1	0,2	24	7387,3	7508,4	1,02
PL1498	1200	600	50,0	14,1	0,3	24	6442,1	6542,1	1,02
PL1499	1200	600	50,0	14,1	0,4	24	5710,6	5822,9	1,02
PL1500	1200	600	50,0	14,1	0,5	24	5127,9	5250,5	1,02
PL1501	1200	600	50,0	14,1	0	30	11266,4	11339,9	1,01
PL1502	1200	600	50,0	14,1	0,1	30	9332,6	9453,0	1,01
PL1503	1200	600	50,0	14,1	0,2	30	7961,9	8045,5	1,01

(continua)

Tabela B.3 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PL1504	1200	600	50,0	14,1	0,3	30	6940,8	7010,1	1,01
PL1505	1200	600	50,0	14,1	0,4	30	6150,9	6239,5	1,01
PL1506	1200	600	50,0	14,1	0,5	30	5522,0	5626,1	1,02
PL1507	1200	600	50,0	14,1	0	36	11110,3	11759,6	1,06
PL1508	1200	600	50,0	14,1	0,1	36	9203,3	9802,8	1,07
PL1509	1200	600	50,0	14,1	0,2	36	7852,7	8343,2	1,06
PL1510	1200	600	50,0	14,1	0,3	36	6846,7	7269,5	1,06
PL1511	1200	600	50,0	14,1	0,4	36	6068,7	6470,4	1,07
PL1512	1200	600	50,0	14,1	0,5	36	5449,1	5834,3	1,07
PL1513	1200	600	37,5	14,1	0	18	8112,8	8240,4	1,02
PL1514	1200	600	37,5	14,1	0,1	18	6743,8	6882,0	1,02
PL1515	1200	600	37,5	14,1	0,2	18	5767,6	5865,3	1,02
PL1516	1200	600	37,5	14,1	0,3	18	5037,1	5114,9	1,02
PL1517	1200	600	37,5	14,1	0,4	18	4470,3	4555,2	1,02
PL1518	1200	600	37,5	14,1	0,5	18	4017,8	4110,7	1,02
PL1519	1200	600	37,5	14,1	0	24	7642,5	7697,1	1,01
PL1520	1200	600	37,5	14,1	0,1	24	6350,1	6428,2	1,01
PL1521	1200	600	37,5	14,1	0,2	24	5429,4	5478,6	1,01
PL1522	1200	600	37,5	14,1	0,3	24	4741,0	4777,6	1,01
PL1523	1200	600	37,5	14,1	0,4	24	4207,0	4254,9	1,01
PL1524	1200	600	37,5	14,1	0,5	24	3780,9	3839,6	1,02
PL1525	1200	600	37,5	14,1	0	30	8616,9	8719,4	1,01
PL1526	1200	600	37,5	14,1	0,1	30	7155,5	7282,0	1,02
PL1527	1200	600	37,5	14,1	0,2	30	6115,3	6206,3	1,01
PL1528	1200	600	37,5	14,1	0,3	30	5338,0	5412,2	1,01
PL1529	1200	600	37,5	14,1	0,4	30	4735,4	4820,0	1,02
PL1530	1200	600	37,5	14,1	0,5	30	4254,7	4349,7	1,02
PL1531	1200	600	37,5	14,1	0	36	8048,8	8240,4	1,02
PL1532	1200	600	37,5	14,1	0,1	36	6678,1	6882,0	1,03
PL1533	1200	600	37,5	14,1	0,2	36	5704,8	5865,3	1,03
PL1534	1200	600	37,5	14,1	0,3	36	4978,4	5114,9	1,03
PL1535	1200	600	37,5	14,1	0,4	36	4415,7	4555,2	1,03
PL1536	1200	600	37,5	14,1	0,5	36	3967,1	4110,7	1,04
Média								1,01	
Coef. de variação								2,0%	

Tabela B.4 – Modelos numéricos para análise de todos parâmetros simultaneamente.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PR1	300	75,0	6,3	6,0	0,1	1000	6	58,0	58,6	1,01
PR2	300	75,0	6,3	6,0	0,1	2000	6	58,3	58,9	1,01
PR3	300	75,0	6,3	6,0	0,2	1000	6	49,5	50,2	1,01
PR4	300	75,0	6,3	6,0	0,2	2000	6	49,8	50,4	1,01
PR5	300	75,0	6,3	6,0	0,3	1000	6	43,2	43,7	1,01
PR6	300	75,0	6,3	6,0	0,3	2000	6	43,5	43,9	1,01
PR7	300	75,0	6,3	6,0	0,1	1000	7,5	58,4	59,4	1,02
PR8	300	75,0	6,3	6,0	0,1	2000	7,5	58,7	59,6	1,02
PR9	300	75,0	6,3	6,0	0,2	1000	7,5	49,9	50,8	1,02
PR10	300	75,0	6,3	6,0	0,2	2000	7,5	50,1	51,0	1,02
PR11	300	75,0	6,3	6,0	0,3	1000	7,5	43,5	44,2	1,02
PR12	300	75,0	6,3	6,0	0,3	2000	7,5	43,7	44,4	1,02
PR13	300	75,0	6,3	6,0	0,1	1000	9	58,8	59,5	1,01
PR14	300	75,0	6,3	6,0	0,1	2000	9	59,2	59,8	1,01
PR15	300	75,0	6,3	6,0	0,2	1000	9	50,2	50,9	1,01
PR16	300	75,0	6,3	6,0	0,2	2000	9	50,6	51,2	1,01
PR17	300	75,0	6,3	6,0	0,3	1000	9	43,8	44,3	1,01
PR18	300	75,0	6,3	6,0	0,3	2000	9	44,1	44,5	1,01
PR19	300	75,0	4,7	6,0	0,1	1000	6	49,2	50,2	1,02
PR20	300	75,0	4,7	6,0	0,1	2000	6	49,5	50,5	1,02
PR21	300	75,0	4,7	6,0	0,2	1000	6	42,1	43,0	1,02
PR22	300	75,0	4,7	6,0	0,2	2000	6	42,3	43,3	1,02
PR23	300	75,0	4,7	6,0	0,3	1000	6	36,7	37,5	1,02
PR24	300	75,0	4,7	6,0	0,3	2000	6	36,9	37,7	1,02
PR25	300	75,0	4,7	6,0	0,1	1000	7,5	49,4	50,1	1,01
PR26	300	75,0	4,7	6,0	0,1	2000	7,5	49,7	50,3	1,01
PR27	300	75,0	4,7	6,0	0,2	1000	7,5	42,2	42,9	1,02
PR28	300	75,0	4,7	6,0	0,2	2000	7,5	42,4	43,1	1,02
PR29	300	75,0	4,7	6,0	0,3	1000	7,5	36,8	37,4	1,02
PR30	300	75,0	4,7	6,0	0,3	2000	7,5	37,0	37,5	1,01
PR31	300	75,0	4,7	6,0	0,1	1000	9	49,7	50,4	1,01
PR32	300	75,0	4,7	6,0	0,1	2000	9	50,0	50,6	1,01
PR33	300	75,0	4,7	6,0	0,2	1000	9	42,4	43,2	1,02
PR34	300	75,0	4,7	6,0	0,2	2000	9	42,7	43,4	1,02
PR35	300	75,0	4,7	6,0	0,3	1000	9	37,0	37,6	1,02
PR36	300	75,0	4,7	6,0	0,3	2000	9	37,2	37,8	1,01
PR37	300	75,0	6,3	4,3	0,1	1000	6	37,0	36,6	0,99
PR38	300	75,0	6,3	4,3	0,1	2000	6	37,1	36,7	0,99
PR39	300	75,0	6,3	4,3	0,2	1000	6	31,7	31,3	0,99
PR40	300	75,0	6,3	4,3	0,2	2000	6	31,7	31,4	0,99
PR41	300	75,0	6,3	4,3	0,3	1000	6	27,7	27,3	0,99
PR42	300	75,0	6,3	4,3	0,3	2000	6	27,7	27,3	0,99
PR43	300	75,0	6,3	4,3	0,1	1000	7,5	35,6	35,7	1,00
PR44	300	75,0	6,3	4,3	0,1	2000	7,5	35,7	35,7	1,00
PR45	300	75,0	6,3	4,3	0,2	1000	7,5	30,5	30,5	1,00
PR46	300	75,0	6,3	4,3	0,2	2000	7,5	30,5	30,6	1,00
PR47	300	75,0	6,3	4,3	0,3	1000	7,5	26,6	26,6	1,00

(continua)

Tabela B.4 – Modelos numéricos para análise de todos parâmetros simultaneamente.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$
PR48	300	75,0	6,3	4,3	0,3	2000	7,5	26,7	26,6	1,00
PR49	300	75,0	6,3	4,3	0,1	1000	9	36,7	36,6	1,00
PR50	300	75,0	6,3	4,3	0,1	2000	9	36,8	36,7	1,00
PR51	300	75,0	6,3	4,3	0,2	1000	9	31,4	31,3	1,00
PR52	300	75,0	6,3	4,3	0,2	2000	9	31,4	31,4	1,00
PR53	300	75,0	6,3	4,3	0,3	1000	9	27,4	27,3	1,00
PR54	300	75,0	6,3	4,3	0,3	2000	9	27,5	27,3	1,00
PR55	300	75,0	4,7	4,3	0,1	1000	6	31,5	31,9	1,01
PR56	300	75,0	4,7	4,3	0,1	2000	6	31,6	32,0	1,01
PR57	300	75,0	4,7	4,3	0,2	1000	6	26,9	27,3	1,01
PR58	300	75,0	4,7	4,3	0,2	2000	6	27,0	27,4	1,02
PR59	300	75,0	4,7	4,3	0,3	1000	6	23,5	23,8	1,01
PR60	300	75,0	4,7	4,3	0,3	2000	6	23,6	23,9	1,01
PR61	300	75,0	4,7	4,3	0,1	1000	7,5	29,9	29,7	0,99
PR62	300	75,0	4,7	4,3	0,1	2000	7,5	30,0	29,8	0,99
PR63	300	75,0	4,7	4,3	0,2	1000	7,5	25,6	25,5	1,00
PR64	300	75,0	4,7	4,3	0,2	2000	7,5	25,7	25,5	1,00
PR65	300	75,0	4,7	4,3	0,3	1000	7,5	22,4	22,2	0,99
PR66	300	75,0	4,7	4,3	0,3	2000	7,5	22,4	22,2	0,99
PR67	300	75,0	4,7	4,3	0,1	1000	9	30,0	30,1	1,00
PR68	300	75,0	4,7	4,3	0,1	2000	9	30,1	30,2	1,00
PR69	300	75,0	4,7	4,3	0,2	1000	9	25,6	25,8	1,01
PR70	300	75,0	4,7	4,3	0,2	2000	9	25,7	25,9	1,01
PR71	300	75,0	4,7	4,3	0,3	1000	9	22,4	22,5	1,00
PR72	300	75,0	4,7	4,3	0,3	2000	9	22,4	22,5	1,00
PR73	300	75,0	6,3	3,3	0,1	1000	6	25,4	25,0	0,98
PR74	300	75,0	6,3	3,3	0,1	2000	6	25,4	25,0	0,98
PR75	300	75,0	6,3	3,3	0,2	1000	6	21,7	21,4	0,98
PR76	300	75,0	6,3	3,3	0,2	2000	6	21,8	21,4	0,98
PR77	300	75,0	6,3	3,3	0,3	1000	6	19,0	18,6	0,98
PR78	300	75,0	6,3	3,3	0,3	2000	6	19,0	18,6	0,98
PR79	300	75,0	6,3	3,3	0,1	1000	7,5	26,6	26,1	0,98
PR80	300	75,0	6,3	3,3	0,1	2000	7,5	26,7	26,1	0,98
PR81	300	75,0	6,3	3,3	0,2	1000	7,5	22,8	22,3	0,98
PR82	300	75,0	6,3	3,3	0,2	2000	7,5	22,8	22,4	0,98
PR83	300	75,0	6,3	3,3	0,3	1000	7,5	19,9	19,4	0,98
PR84	300	75,0	6,3	3,3	0,3	2000	7,5	20,0	19,5	0,97
PR85	300	75,0	6,3	3,3	0,1	1000	9	25,3	25,0	0,99
PR86	300	75,0	6,3	3,3	0,1	2000	9	25,3	25,0	0,99
PR87	300	75,0	6,3	3,3	0,2	1000	9	21,6	21,4	0,99
PR88	300	75,0	6,3	3,3	0,2	2000	9	21,6	21,4	0,99
PR89	300	75,0	6,3	3,3	0,3	1000	9	18,9	18,6	0,99
PR90	300	75,0	6,3	3,3	0,3	2000	9	18,9	18,6	0,99
PR91	300	75,0	4,7	3,3	0,1	1000	6	20,4	20,4	1,00
PR92	300	75,0	4,7	3,3	0,1	2000	6	20,4	20,4	1,00
PR93	300	75,0	4,7	3,3	0,2	1000	6	17,5	17,5	1,00
PR94	300	75,0	4,7	3,3	0,2	2000	6	17,5	17,5	1,00

(continua)

Tabela B.4 – Modelos numéricos para análise de todos parâmetros simultaneamente.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$
PR95	300	75,0	4,7	3,3	0,3	1000	6	15,3	15,2	1,00
PR96	300	75,0	4,7	3,3	0,3	2000	6	15,3	15,3	1,00
PR97	300	75,0	4,7	3,3	0,1	1000	7,5	21,6	21,5	0,99
PR98	300	75,0	4,7	3,3	0,1	2000	7,5	21,7	21,5	0,99
PR99	300	75,0	4,7	3,3	0,2	1000	7,5	18,5	18,4	0,99
PR100	300	75,0	4,7	3,3	0,2	2000	7,5	18,5	18,4	0,99
PR101	300	75,0	4,7	3,3	0,3	1000	7,5	16,2	16,0	0,99
PR102	300	75,0	4,7	3,3	0,3	2000	7,5	16,2	16,0	0,99
PR103	300	75,0	4,7	3,3	0,1	1000	9	20,6	20,4	0,99
PR104	300	75,0	4,7	3,3	0,1	2000	9	20,6	20,4	0,99
PR105	300	75,0	4,7	3,3	0,2	1000	9	17,6	17,5	0,99
PR106	300	75,0	4,7	3,3	0,2	2000	9	17,7	17,5	0,99
PR107	300	75,0	4,7	3,3	0,3	1000	9	15,4	15,2	0,99
PR108	300	75,0	4,7	3,3	0,3	2000	9	15,4	15,3	0,99
PR109	300	100,0	8,3	6,0	0,1	1000	6	106,6	106,2	1,00
PR110	300	100,0	8,3	6,0	0,1	2000	6	107,3	106,8	1,00
PR111	300	100,0	8,3	6,0	0,2	1000	6	91,3	90,9	1,00
PR112	300	100,0	8,3	6,0	0,2	2000	6	91,9	91,4	0,99
PR113	300	100,0	8,3	6,0	0,3	1000	6	79,9	79,0	0,99
PR114	300	100,0	8,3	6,0	0,3	2000	6	80,4	79,5	0,99
PR115	300	100,0	8,3	6,0	0,1	1000	7,5	103,7	105,7	1,02
PR116	300	100,0	8,3	6,0	0,1	2000	7,5	104,2	106,1	1,02
PR117	300	100,0	8,3	6,0	0,2	1000	7,5	88,6	90,4	1,02
PR118	300	100,0	8,3	6,0	0,2	2000	7,5	89,1	90,8	1,02
PR119	300	100,0	8,3	6,0	0,3	1000	7,5	77,4	78,6	1,02
PR120	300	100,0	8,3	6,0	0,3	2000	7,5	77,8	79,0	1,02
PR121	300	100,0	8,3	6,0	0,1	1000	9	104,4	106,2	1,02
PR122	300	100,0	8,3	6,0	0,1	2000	9	105,1	106,8	1,02
PR123	300	100,0	8,3	6,0	0,2	1000	9	89,2	90,9	1,02
PR124	300	100,0	8,3	6,0	0,2	2000	9	89,8	91,4	1,02
PR125	300	100,0	8,3	6,0	0,3	1000	9	77,9	79,0	1,01
PR126	300	100,0	8,3	6,0	0,3	2000	9	78,4	79,5	1,01
PR127	300	100,0	6,3	6,0	0,1	1000	6	89,4	91,4	1,02
PR128	300	100,0	6,3	6,0	0,1	2000	6	90,0	92,0	1,02
PR129	300	100,0	6,3	6,0	0,2	1000	6	76,5	78,3	1,02
PR130	300	100,0	6,3	6,0	0,2	2000	6	77,0	78,8	1,02
PR131	300	100,0	6,3	6,0	0,3	1000	6	66,8	68,1	1,02
PR132	300	100,0	6,3	6,0	0,3	2000	6	67,3	68,6	1,02
PR133	300	100,0	6,3	6,0	0,1	1000	7,5	85,1	87,1	1,02
PR134	300	100,0	6,3	6,0	0,1	2000	7,5	85,5	87,5	1,02
PR135	300	100,0	6,3	6,0	0,2	1000	7,5	72,7	74,6	1,03
PR136	300	100,0	6,3	6,0	0,2	2000	7,5	73,1	74,9	1,03
PR137	300	100,0	6,3	6,0	0,3	1000	7,5	63,5	64,9	1,02
PR138	300	100,0	6,3	6,0	0,3	2000	7,5	63,8	65,2	1,02
PR139	300	100,0	6,3	6,0	0,1	1000	9	87,5	89,4	1,02
PR140	300	100,0	6,3	6,0	0,1	2000	9	87,9	89,8	1,02
PR141	300	100,0	6,3	6,0	0,2	1000	9	74,8	76,6	1,02

(continua)

Tabela B.4 – Modelos numéricos para análise de todos parâmetros simultaneamente.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$
PR142	300	100,0	6,3	6,0	0,2	2000	9	75,1	76,9	1,02
PR143	300	100,0	6,3	6,0	0,3	1000	9	65,3	66,6	1,02
PR144	300	100,0	6,3	6,0	0,3	2000	9	65,6	66,9	1,02
PR145	300	100,0	8,3	4,3	0,1	1000	6	68,8	68,2	0,99
PR146	300	100,0	8,3	4,3	0,1	2000	6	68,9	68,3	0,99
PR147	300	100,0	8,3	4,3	0,2	1000	6	58,9	58,4	0,99
PR148	300	100,0	8,3	4,3	0,2	2000	6	59,0	58,4	0,99
PR149	300	100,0	8,3	4,3	0,3	1000	6	51,5	50,8	0,99
PR150	300	100,0	8,3	4,3	0,3	2000	6	51,6	50,8	0,99
PR151	300	100,0	8,3	4,3	0,1	1000	7,5	66,1	66,3	1,00
PR152	300	100,0	8,3	4,3	0,1	2000	7,5	66,2	66,4	1,00
PR153	300	100,0	8,3	4,3	0,2	1000	7,5	56,5	56,7	1,00
PR154	300	100,0	8,3	4,3	0,2	2000	7,5	56,7	56,8	1,00
PR155	300	100,0	8,3	4,3	0,3	1000	7,5	49,4	49,3	1,00
PR156	300	100,0	8,3	4,3	0,3	2000	7,5	49,5	49,4	1,00
PR157	300	100,0	8,3	4,3	0,1	1000	9	67,5	68,2	1,01
PR158	300	100,0	8,3	4,3	0,1	2000	9	67,6	68,3	1,01
PR159	300	100,0	8,3	4,3	0,2	1000	9	57,7	58,4	1,01
PR160	300	100,0	8,3	4,3	0,2	2000	9	57,8	58,4	1,01
PR161	300	100,0	8,3	4,3	0,3	1000	9	50,3	50,8	1,01
PR162	300	100,0	8,3	4,3	0,3	2000	9	50,4	50,8	1,01
PR163	300	100,0	6,3	4,3	0,1	1000	6	53,2	53,9	1,01
PR164	300	100,0	6,3	4,3	0,1	2000	6	53,2	53,9	1,01
PR165	300	100,0	6,3	4,3	0,2	1000	6	45,5	46,1	1,01
PR166	300	100,0	6,3	4,3	0,2	2000	6	45,6	46,2	1,01
PR167	300	100,0	6,3	4,3	0,3	1000	6	39,8	40,1	1,01
PR168	300	100,0	6,3	4,3	0,3	2000	6	39,8	40,2	1,01
PR169	300	100,0	6,3	4,3	0,1	1000	7,5	54,6	55,1	1,01
PR170	300	100,0	6,3	4,3	0,1	2000	7,5	54,8	55,2	1,01
PR171	300	100,0	6,3	4,3	0,2	1000	7,5	46,8	47,2	1,01
PR172	300	100,0	6,3	4,3	0,2	2000	7,5	46,9	47,3	1,01
PR173	300	100,0	6,3	4,3	0,3	1000	7,5	40,9	41,0	1,00
PR174	300	100,0	6,3	4,3	0,3	2000	7,5	41,0	41,1	1,00
PR175	300	100,0	6,3	4,3	0,1	1000	9	53,4	53,9	1,01
PR176	300	100,0	6,3	4,3	0,1	2000	9	53,5	53,9	1,01
PR177	300	100,0	6,3	4,3	0,2	1000	9	45,7	46,1	1,01
PR178	300	100,0	6,3	4,3	0,2	2000	9	45,8	46,2	1,01
PR179	300	100,0	6,3	4,3	0,3	1000	9	39,9	40,1	1,00
PR180	300	100,0	6,3	4,3	0,3	2000	9	40,0	40,2	1,00
PR181	300	100,0	8,3	3,3	0,1	1000	6	56,2	56,5	1,01
PR182	300	100,0	8,3	3,3	0,1	2000	6	56,2	56,5	1,01
PR183	300	100,0	8,3	3,3	0,2	1000	6	48,1	48,3	1,00
PR184	300	100,0	8,3	3,3	0,2	2000	6	48,1	48,3	1,00
PR185	300	100,0	8,3	3,3	0,3	1000	6	42,1	42,0	1,00
PR186	300	100,0	8,3	3,3	0,3	2000	6	42,1	42,0	1,00
PR187	300	100,0	8,3	3,3	0,1	1000	7,5	48,3	48,5	1,00
PR188	300	100,0	8,3	3,3	0,1	2000	7,5	48,3	48,5	1,00

(continua)

Tabela B.4 – Modelos numéricos para análise de todos parâmetros simultaneamente.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PR189	300	100,0	8,3	3,3	0,2	1000	7,5	41,3	41,5	1,00
PR190	300	100,0	8,3	3,3	0,2	2000	7,5	41,4	41,5	1,00
PR191	300	100,0	8,3	3,3	0,3	1000	7,5	36,1	36,1	1,00
PR192	300	100,0	8,3	3,3	0,3	2000	7,5	36,1	36,1	1,00
PR193	300	100,0	8,3	3,3	0,1	1000	9	48,5	47,8	0,99
PR194	300	100,0	8,3	3,3	0,1	2000	9	48,5	47,9	0,99
PR195	300	100,0	8,3	3,3	0,2	1000	9	41,5	40,9	0,99
PR196	300	100,0	8,3	3,3	0,2	2000	9	41,5	41,0	0,99
PR197	300	100,0	8,3	3,3	0,3	1000	9	36,2	35,6	0,98
PR198	300	100,0	8,3	3,3	0,3	2000	9	36,3	35,6	0,98
PR199	300	100,0	6,3	3,3	0,1	1000	6	41,7	42,3	1,01
PR200	300	100,0	6,3	3,3	0,1	2000	6	41,8	42,3	1,01
PR201	300	100,0	6,3	3,3	0,2	1000	6	35,7	36,2	1,01
PR202	300	100,0	6,3	3,3	0,2	2000	6	35,7	36,2	1,01
PR203	300	100,0	6,3	3,3	0,3	1000	6	31,2	31,5	1,01
PR204	300	100,0	6,3	3,3	0,3	2000	6	31,2	31,5	1,01
PR205	300	100,0	6,3	3,3	0,1	1000	7,5	37,4	37,5	1,00
PR206	300	100,0	6,3	3,3	0,1	2000	7,5	37,4	37,5	1,00
PR207	300	100,0	6,3	3,3	0,2	1000	7,5	32,0	32,1	1,00
PR208	300	100,0	6,3	3,3	0,2	2000	7,5	32,0	32,1	1,00
PR209	300	100,0	6,3	3,3	0,3	1000	7,5	28,0	27,9	1,00
PR210	300	100,0	6,3	3,3	0,3	2000	7,5	28,0	27,9	1,00
PR211	300	100,0	6,3	3,3	0,1	1000	9	39,1	38,5	0,99
PR212	300	100,0	6,3	3,3	0,1	2000	9	39,1	38,6	0,99
PR213	300	100,0	6,3	3,3	0,2	1000	9	33,5	33,0	0,98
PR214	300	100,0	6,3	3,3	0,2	2000	9	33,5	33,0	0,98
PR215	300	100,0	6,3	3,3	0,3	1000	9	29,3	28,7	0,98
PR216	300	100,0	6,3	3,3	0,3	2000	9	29,3	28,7	0,98
PR217	700	175,0	14,6	14,0	0,1	1000	14	700,6	718,2	1,03
PR218	700	175,0	14,6	14,0	0,1	2000	14	718,9	733,8	1,02
PR219	700	175,0	14,6	14,0	0,2	1000	14	598,4	614,9	1,03
PR220	700	175,0	14,6	14,0	0,2	2000	14	614,1	628,3	1,02
PR221	700	175,0	14,6	14,0	0,3	1000	14	522,1	535,2	1,02
PR222	700	175,0	14,6	14,0	0,3	2000	14	535,9	546,8	1,02
PR223	700	175,0	14,6	14,0	0,1	1000	17,5	715,0	730,9	1,02
PR224	700	175,0	14,6	14,0	0,1	2000	17,5	731,5	744,6	1,02
PR225	700	175,0	14,6	14,0	0,2	1000	17,5	610,6	625,8	1,02
PR226	700	175,0	14,6	14,0	0,2	2000	17,5	624,8	637,6	1,02
PR227	700	175,0	14,6	14,0	0,3	1000	17,5	532,8	544,6	1,02
PR228	700	175,0	14,6	14,0	0,3	2000	17,5	545,3	554,8	1,02
PR229	700	175,0	14,6	14,0	0,1	1000	21	703,5	721,9	1,03
PR230	700	175,0	14,6	14,0	0,1	2000	21	725,6	741,6	1,02
PR231	700	175,0	14,6	14,0	0,2	1000	21	600,5	618,1	1,03
PR232	700	175,0	14,6	14,0	0,2	2000	21	619,5	635,0	1,03
PR233	700	175,0	14,6	14,0	0,3	1000	21	523,8	537,9	1,03
PR234	700	175,0	14,6	14,0	0,3	2000	21	540,4	552,6	1,02
PR235	700	175,0	10,9	14,0	0,1	1000	14	599,6	612,1	1,02

(continua)

Tabela B.4 – Modelos numéricos para análise de todos parâmetros simultaneamente.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PR236	700	175,0	10,9	14,0	0,1	2000	14	617,3	627,5	1,02
PR237	700	175,0	10,9	14,0	0,2	1000	14	512,2	524,4	1,02
PR238	700	175,0	10,9	14,0	0,2	2000	14	527,4	537,6	1,02
PR239	700	175,0	10,9	14,0	0,3	1000	14	447,0	456,6	1,02
PR240	700	175,0	10,9	14,0	0,3	2000	14	460,3	468,1	1,02
PR241	700	175,0	10,9	14,0	0,1	1000	17,5	594,8	613,5	1,03
PR242	700	175,0	10,9	14,0	0,1	2000	17,5	610,5	627,1	1,03
PR243	700	175,0	10,9	14,0	0,2	1000	17,5	507,5	525,7	1,04
PR244	700	175,0	10,9	14,0	0,2	2000	17,5	521,0	537,3	1,03
PR245	700	175,0	10,9	14,0	0,3	1000	17,5	442,5	457,7	1,03
PR246	700	175,0	10,9	14,0	0,3	2000	17,5	454,3	467,8	1,03
PR247	700	175,0	10,9	14,0	0,1	1000	21	606,8	619,1	1,02
PR248	700	175,0	10,9	14,0	0,1	2000	21	621,6	631,6	1,02
PR249	700	175,0	10,9	14,0	0,2	1000	21	518,0	530,5	1,02
PR250	700	175,0	10,9	14,0	0,2	2000	21	530,7	541,2	1,02
PR251	700	175,0	10,9	14,0	0,3	1000	21	451,9	461,9	1,02
PR252	700	175,0	10,9	14,0	0,3	2000	21	463,0	471,2	1,02
PR253	700	175,0	14,6	10,0	0,1	1000	14	454,7	456,4	1,00
PR254	700	175,0	14,6	10,0	0,1	2000	14	460,6	461,6	1,00
PR255	700	175,0	14,6	10,0	0,2	1000	14	388,9	390,8	1,00
PR256	700	175,0	14,6	10,0	0,2	2000	14	394,0	395,2	1,00
PR257	700	175,0	14,6	10,0	0,3	1000	14	339,7	340,1	1,00
PR258	700	175,0	14,6	10,0	0,3	2000	14	344,2	344,0	1,00
PR259	700	175,0	14,6	10,0	0,1	1000	17,5	446,1	447,1	1,00
PR260	700	175,0	14,6	10,0	0,1	2000	17,5	450,6	450,7	1,00
PR261	700	175,0	14,6	10,0	0,2	1000	17,5	381,5	382,8	1,00
PR262	700	175,0	14,6	10,0	0,2	2000	17,5	385,3	385,9	1,00
PR263	700	175,0	14,6	10,0	0,3	1000	17,5	333,2	333,2	1,00
PR264	700	175,0	14,6	10,0	0,3	2000	17,5	336,5	335,8	1,00
PR265	700	175,0	14,6	10,0	0,1	1000	21	454,7	456,4	1,00
PR266	700	175,0	14,6	10,0	0,1	2000	21	460,1	461,6	1,00
PR267	700	175,0	14,6	10,0	0,2	1000	21	388,7	390,8	1,01
PR268	700	175,0	14,6	10,0	0,2	2000	21	393,2	395,2	1,01
PR269	700	175,0	14,6	10,0	0,3	1000	21	339,3	340,1	1,00
PR270	700	175,0	14,6	10,0	0,3	2000	21	343,3	344,0	1,00
PR271	700	175,0	10,9	10,0	0,1	1000	14	398,5	397,0	1,00
PR272	700	175,0	10,9	10,0	0,1	2000	14	402,0	402,1	1,00
PR273	700	175,0	10,9	10,0	0,2	1000	14	340,9	340,2	1,00
PR274	700	175,0	10,9	10,0	0,2	2000	14	343,8	344,5	1,00
PR275	700	175,0	10,9	10,0	0,3	1000	14	297,9	296,2	0,99
PR276	700	175,0	10,9	10,0	0,3	2000	14	300,3	300,0	1,00
PR277	700	175,0	10,9	10,0	0,1	1000	17,5	366,4	372,0	1,02
PR278	700	175,0	10,9	10,0	0,1	2000	17,5	370,5	375,6	1,01
PR279	700	175,0	10,9	10,0	0,2	1000	17,5	313,1	318,8	1,02
PR280	700	175,0	10,9	10,0	0,2	2000	17,5	316,6	321,8	1,02
PR281	700	175,0	10,9	10,0	0,3	1000	17,5	273,3	277,6	1,02
PR282	700	175,0	10,9	10,0	0,3	2000	17,5	276,4	280,2	1,01

(continua)

Tabela B.4 – Modelos numéricos para análise de todos parâmetros simultaneamente.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PR283	700	175,0	10,9	10,0	0,1	1000	21	375,8	378,1	1,01
PR284	700	175,0	10,9	10,0	0,1	2000	21	379,2	381,0	1,00
PR285	700	175,0	10,9	10,0	0,2	1000	21	321,3	324,0	1,01
PR286	700	175,0	10,9	10,0	0,2	2000	21	324,2	326,5	1,01
PR287	700	175,0	10,9	10,0	0,3	1000	21	280,6	282,1	1,01
PR288	700	175,0	10,9	10,0	0,3	2000	21	283,1	284,3	1,00
PR289	700	175,0	14,6	7,8	0,1	1000	14	317,0	315,8	1,00
PR290	700	175,0	14,6	7,8	0,1	2000	14	318,6	317,0	0,99
PR291	700	175,0	14,6	7,8	0,2	1000	14	271,3	270,4	1,00
PR292	700	175,0	14,6	7,8	0,2	2000	14	272,6	271,4	1,00
PR293	700	175,0	14,6	7,8	0,3	1000	14	237,1	235,3	0,99
PR294	700	175,0	14,6	7,8	0,3	2000	14	238,2	236,2	0,99
PR295	700	175,0	14,6	7,8	0,1	1000	17,5	335,9	328,5	0,98
PR296	700	175,0	14,6	7,8	0,1	2000	17,5	338,1	330,4	0,98
PR297	700	175,0	14,6	7,8	0,2	1000	17,5	287,8	281,3	0,98
PR298	700	175,0	14,6	7,8	0,2	2000	17,5	289,7	282,9	0,98
PR299	700	175,0	14,6	7,8	0,3	1000	17,5	251,7	244,8	0,97
PR300	700	175,0	14,6	7,8	0,3	2000	17,5	253,3	246,2	0,97
PR301	700	175,0	14,6	7,8	0,1	1000	21	317,1	315,8	1,00
PR302	700	175,0	14,6	7,8	0,1	2000	21	318,7	317,0	0,99
PR303	700	175,0	14,6	7,8	0,2	1000	21	271,3	270,4	1,00
PR304	700	175,0	14,6	7,8	0,2	2000	21	272,6	271,4	1,00
PR305	700	175,0	14,6	7,8	0,3	1000	21	237,0	235,3	0,99
PR306	700	175,0	14,6	7,8	0,3	2000	21	238,1	236,2	0,99
PR307	700	175,0	10,9	7,8	0,1	1000	14	260,7	257,5	0,99
PR308	700	175,0	10,9	7,8	0,1	2000	14	262,1	258,7	0,99
PR309	700	175,0	10,9	7,8	0,2	1000	14	223,4	220,7	0,99
PR310	700	175,0	10,9	7,8	0,2	2000	14	224,6	221,7	0,99
PR311	700	175,0	10,9	7,8	0,3	1000	14	195,4	192,1	0,98
PR312	700	175,0	10,9	7,8	0,3	2000	14	196,4	193,0	0,98
PR313	700	175,0	10,9	7,8	0,1	1000	17,5	269,0	271,7	1,01
PR314	700	175,0	10,9	7,8	0,1	2000	17,5	270,0	272,5	1,01
PR315	700	175,0	10,9	7,8	0,2	1000	17,5	230,0	232,8	1,01
PR316	700	175,0	10,9	7,8	0,2	2000	17,5	230,8	233,5	1,01
PR317	700	175,0	10,9	7,8	0,3	1000	17,5	200,8	202,7	1,01
PR318	700	175,0	10,9	7,8	0,3	2000	17,5	201,6	203,3	1,01
PR319	700	175,0	10,9	7,8	0,1	1000	21	258,8	257,5	1,00
PR320	700	175,0	10,9	7,8	0,1	2000	21	260,2	258,7	0,99
PR321	700	175,0	10,9	7,8	0,2	1000	21	221,5	220,7	1,00
PR322	700	175,0	10,9	7,8	0,2	2000	21	222,7	221,7	1,00
PR323	700	175,0	10,9	7,8	0,3	1000	21	193,6	192,1	0,99
PR324	700	175,0	10,9	7,8	0,3	2000	21	194,7	193,0	0,99
PR325	700	233,3	19,4	14,0	0,1	1000	14	1266,8	1289,1	1,02
PR326	700	233,3	19,4	14,0	0,1	2000	14	1306,3	1324,9	1,01
PR327	700	233,3	19,4	14,0	0,2	1000	14	1083,3	1102,7	1,02
PR328	700	233,3	19,4	14,0	0,2	2000	14	1117,2	1133,3	1,01
PR329	700	233,3	19,4	14,0	0,3	1000	14	946,2	959,0	1,01

(continua)

Tabela B.4 – Modelos numéricos para análise de todos parâmetros simultaneamente.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PR330	700	233,3	19,4	14,0	0,3	2000	14	975,9	985,6	1,01
PR331	700	233,3	19,4	14,0	0,1	1000	17,5	1271,7	1300,9	1,02
PR332	700	233,3	19,4	14,0	0,1	2000	17,5	1300,9	1325,8	1,02
PR333	700	233,3	19,4	14,0	0,2	1000	17,5	1086,7	1112,9	1,02
PR334	700	233,3	19,4	14,0	0,2	2000	17,5	1111,8	1134,1	1,02
PR335	700	233,3	19,4	14,0	0,3	1000	17,5	948,6	967,8	1,02
PR336	700	233,3	19,4	14,0	0,3	2000	17,5	970,6	986,3	1,02
PR337	700	233,3	19,4	14,0	0,1	1000	21	1268,7	1289,1	1,02
PR338	700	233,3	19,4	14,0	0,1	2000	21	1308,1	1324,9	1,01
PR339	700	233,3	19,4	14,0	0,2	1000	21	1084,6	1102,7	1,02
PR340	700	233,3	19,4	14,0	0,2	2000	21	1118,4	1133,3	1,01
PR341	700	233,3	19,4	14,0	0,3	1000	21	947,2	959,0	1,01
PR342	700	233,3	19,4	14,0	0,3	2000	21	976,7	985,6	1,01
PR343	700	233,3	14,6	14,0	0,1	1000	14	1086,0	1102,1	1,01
PR344	700	233,3	14,6	14,0	0,1	2000	14	1123,2	1137,2	1,01
PR345	700	233,3	14,6	14,0	0,2	1000	14	929,4	943,7	1,02
PR346	700	233,3	14,6	14,0	0,2	2000	14	961,4	973,7	1,01
PR347	700	233,3	14,6	14,0	0,3	1000	14	812,2	821,2	1,01
PR348	700	233,3	14,6	14,0	0,3	2000	14	840,2	847,4	1,01
PR349	700	233,3	14,6	14,0	0,1	1000	17,5	1043,5	1065,4	1,02
PR350	700	233,3	14,6	14,0	0,1	2000	17,5	1070,4	1089,8	1,02
PR351	700	233,3	14,6	14,0	0,2	1000	17,5	892,3	912,3	1,02
PR352	700	233,3	14,6	14,0	0,2	2000	17,5	915,3	933,1	1,02
PR353	700	233,3	14,6	14,0	0,3	1000	17,5	779,3	793,9	1,02
PR354	700	233,3	14,6	14,0	0,3	2000	17,5	799,5	812,1	1,02
PR355	700	233,3	14,6	14,0	0,1	1000	21	1069,1	1102,1	1,03
PR356	700	233,3	14,6	14,0	0,1	2000	21	1092,8	1122,4	1,03
PR357	700	233,3	14,6	14,0	0,2	1000	21	913,4	943,7	1,03
PR358	700	233,3	14,6	14,0	0,2	2000	21	933,7	961,1	1,03
PR359	700	233,3	14,6	14,0	0,3	1000	21	797,2	821,2	1,03
PR360	700	233,3	14,6	14,0	0,3	2000	21	815,0	836,4	1,03
PR361	700	233,3	19,4	10,0	0,1	1000	14	851,6	857,9	1,01
PR362	700	233,3	19,4	10,0	0,1	2000	14	858,6	863,2	1,01
PR363	700	233,3	19,4	10,0	0,2	1000	14	728,5	733,9	1,01
PR364	700	233,3	19,4	10,0	0,2	2000	14	734,6	738,4	1,01
PR365	700	233,3	19,4	10,0	0,3	1000	14	636,4	638,2	1,00
PR366	700	233,3	19,4	10,0	0,3	2000	14	641,8	642,2	1,00
PR367	700	233,3	19,4	10,0	0,1	1000	17,5	824,8	828,6	1,00
PR368	700	233,3	19,4	10,0	0,1	2000	17,5	834,6	836,9	1,00
PR369	700	233,3	19,4	10,0	0,2	1000	17,5	705,2	708,8	1,01
PR370	700	233,3	19,4	10,0	0,2	2000	17,5	713,7	715,9	1,00
PR371	700	233,3	19,4	10,0	0,3	1000	17,5	615,9	616,5	1,00
PR372	700	233,3	19,4	10,0	0,3	2000	17,5	623,3	622,6	1,00
PR373	700	233,3	19,4	10,0	0,1	1000	21	849,9	857,9	1,01
PR374	700	233,3	19,4	10,0	0,1	2000	21	857,0	863,2	1,01
PR375	700	233,3	19,4	10,0	0,2	1000	21	726,7	733,9	1,01
PR376	700	233,3	19,4	10,0	0,2	2000	21	732,9	738,4	1,01

(continua)

Tabela B.4 – Modelos numéricos para análise de todos parâmetros simultaneamente.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PR377	700	233,3	19,4	10,0	0,3	1000	21	634,7	638,2	1,01
PR378	700	233,3	19,4	10,0	0,3	2000	21	640,1	642,2	1,00
PR379	700	233,3	14,6	10,0	0,1	1000	14	671,9	675,6	1,01
PR380	700	233,3	14,6	10,0	0,1	2000	14	677,9	680,8	1,00
PR381	700	233,3	14,6	10,0	0,2	1000	14	575,3	578,5	1,01
PR382	700	233,3	14,6	10,0	0,2	2000	14	580,5	582,9	1,00
PR383	700	233,3	14,6	10,0	0,3	1000	14	503,0	503,5	1,00
PR384	700	233,3	14,6	10,0	0,3	2000	14	507,6	507,3	1,00
PR385	700	233,3	14,6	10,0	0,1	1000	17,5	678,5	686,2	1,01
PR386	700	233,3	14,6	10,0	0,1	2000	17,5	687,3	694,3	1,01
PR387	700	233,3	14,6	10,0	0,2	1000	17,5	580,5	587,6	1,01
PR388	700	233,3	14,6	10,0	0,2	2000	17,5	588,1	594,5	1,01
PR389	700	233,3	14,6	10,0	0,3	1000	17,5	507,2	511,4	1,01
PR390	700	233,3	14,6	10,0	0,3	2000	17,5	513,8	517,4	1,01
PR391	700	233,3	14,6	10,0	0,1	1000	21	667,9	675,6	1,01
PR392	700	233,3	14,6	10,0	0,1	2000	21	673,9	680,8	1,01
PR393	700	233,3	14,6	10,0	0,2	1000	21	571,4	578,5	1,01
PR394	700	233,3	14,6	10,0	0,2	2000	21	576,6	582,9	1,01
PR395	700	233,3	14,6	10,0	0,3	1000	21	499,2	503,5	1,01
PR396	700	233,3	14,6	10,0	0,3	2000	21	503,8	507,3	1,01
PR397	700	233,3	19,4	7,8	0,1	1000	14	702,9	715,6	1,02
PR398	700	233,3	19,4	7,8	0,1	2000	14	705,1	716,8	1,02
PR399	700	233,3	19,4	7,8	0,2	1000	14	601,3	612,2	1,02
PR400	700	233,3	19,4	7,8	0,2	2000	14	603,1	613,2	1,02
PR401	700	233,3	19,4	7,8	0,3	1000	14	525,2	532,4	1,01
PR402	700	233,3	19,4	7,8	0,3	2000	14	526,9	533,3	1,01
PR403	700	233,3	19,4	7,8	0,1	1000	17,5	610,0	612,7	1,00
PR404	700	233,3	19,4	7,8	0,1	2000	17,5	612,8	614,6	1,00
PR405	700	233,3	19,4	7,8	0,2	1000	17,5	521,6	524,2	1,00
PR406	700	233,3	19,4	7,8	0,2	2000	17,5	524,0	525,8	1,00
PR407	700	233,3	19,4	7,8	0,3	1000	17,5	455,5	455,8	1,00
PR408	700	233,3	19,4	7,8	0,3	2000	17,5	457,6	457,2	1,00
PR409	700	233,3	19,4	7,8	0,1	1000	21	608,3	603,2	0,99
PR410	700	233,3	19,4	7,8	0,1	2000	21	611,8	605,9	0,99
PR411	700	233,3	19,4	7,8	0,2	1000	21	520,4	516,0	0,99
PR412	700	233,3	19,4	7,8	0,2	2000	21	523,4	518,3	0,99
PR413	700	233,3	19,4	7,8	0,3	1000	21	454,7	448,7	0,99
PR414	700	233,3	19,4	7,8	0,3	2000	21	457,3	450,7	0,99
PR415	700	233,3	14,6	7,8	0,1	1000	14	532,0	535,0	1,01
PR416	700	233,3	14,6	7,8	0,1	2000	14	533,6	536,2	1,00
PR417	700	233,3	14,6	7,8	0,2	1000	14	455,6	458,1	1,01
PR418	700	233,3	14,6	7,8	0,2	2000	14	457,0	459,1	1,00
PR419	700	233,3	14,6	7,8	0,3	1000	14	398,3	398,6	1,00
PR420	700	233,3	14,6	7,8	0,3	2000	14	399,6	399,5	1,00
PR421	700	233,3	14,6	7,8	0,1	1000	17,5	470,6	472,9	1,00
PR422	700	233,3	14,6	7,8	0,1	2000	17,5	472,9	474,8	1,00
PR423	700	233,3	14,6	7,8	0,2	1000	17,5	402,8	404,9	1,01

(continua)

Tabela B.4 – Modelos numéricos para análise de todos parâmetros simultaneamente.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$
PR424	700	233,3	14,6	7,8	0,2	2000	17,5	404,7	406,5	1,00
PR425	700	233,3	14,6	7,8	0,3	1000	17,5	352,0	352,4	1,00
PR426	700	233,3	14,6	7,8	0,3	2000	17,5	353,6	353,8	1,00
PR427	700	233,3	14,6	7,8	0,1	1000	21	489,3	484,9	0,99
PR428	700	233,3	14,6	7,8	0,1	2000	21	492,3	487,6	0,99
PR429	700	233,3	14,6	7,8	0,2	1000	21	419,1	415,2	0,99
PR430	700	233,3	14,6	7,8	0,2	2000	21	421,7	417,5	0,99
PR431	700	233,3	14,6	7,8	0,3	1000	21	366,5	361,3	0,99
PR432	700	233,3	14,6	7,8	0,3	2000	21	368,7	363,3	0,99
PR433	1000	250,0	20,8	20,0	0,1	1000	20	1956,0	2012,9	1,03
PR434	1000	250,0	20,8	20,0	0,1	2000	20	2047,2	2092,1	1,02
PR435	1000	250,0	20,8	20,0	0,2	1000	20	1670,7	1723,5	1,03
PR436	1000	250,0	20,8	20,0	0,2	2000	20	1749,0	1791,3	1,02
PR437	1000	250,0	20,8	20,0	0,3	1000	20	1457,9	1499,9	1,03
PR438	1000	250,0	20,8	20,0	0,3	2000	20	1526,5	1559,0	1,02
PR439	1000	250,0	20,8	20,0	0,1	1000	25	1989,2	2059,7	1,04
PR440	1000	250,0	20,8	20,0	0,1	2000	25	2071,1	2129,3	1,03
PR441	1000	250,0	20,8	20,0	0,2	1000	25	1697,7	1763,6	1,04
PR442	1000	250,0	20,8	20,0	0,2	2000	25	1768,1	1823,2	1,03
PR443	1000	250,0	20,8	20,0	0,3	1000	25	1480,6	1534,8	1,04
PR444	1000	250,0	20,8	20,0	0,3	2000	25	1542,3	1586,7	1,03
PR445	1000	250,0	20,8	20,0	0,1	1000	30	1945,4	2002,1	1,03
PR446	1000	250,0	20,8	20,0	0,1	2000	30	2056,7	2102,4	1,02
PR447	1000	250,0	20,8	20,0	0,2	1000	30	1660,5	1714,3	1,03
PR448	1000	250,0	20,8	20,0	0,2	2000	30	1755,8	1800,1	1,03
PR449	1000	250,0	20,8	20,0	0,3	1000	30	1448,3	1491,9	1,03
PR450	1000	250,0	20,8	20,0	0,3	2000	30	1531,7	1566,6	1,02
PR451	1000	250,0	15,6	20,0	0,1	1000	20	1649,0	1704,6	1,03
PR452	1000	250,0	15,6	20,0	0,1	2000	20	1736,9	1782,7	1,03
PR453	1000	250,0	15,6	20,0	0,2	1000	20	1407,7	1460,5	1,04
PR454	1000	250,0	15,6	20,0	0,2	2000	20	1483,0	1527,5	1,03
PR455	1000	250,0	15,6	20,0	0,3	1000	20	1227,8	1271,7	1,04
PR456	1000	250,0	15,6	20,0	0,3	2000	20	1293,8	1330,0	1,03
PR457	1000	250,0	15,6	20,0	0,1	1000	25	1653,8	1718,5	1,04
PR458	1000	250,0	15,6	20,0	0,1	2000	25	1732,2	1787,2	1,03
PR459	1000	250,0	15,6	20,0	0,2	1000	25	1410,8	1472,5	1,04
PR460	1000	250,0	15,6	20,0	0,2	2000	25	1478,1	1531,4	1,04
PR461	1000	250,0	15,6	20,0	0,3	1000	25	1230,0	1282,1	1,04
PR462	1000	250,0	15,6	20,0	0,3	2000	25	1288,9	1333,4	1,03
PR463	1000	250,0	15,6	20,0	0,1	1000	30	1692,0	1740,3	1,03
PR464	1000	250,0	15,6	20,0	0,1	2000	30	1766,9	1803,6	1,02
PR465	1000	250,0	15,6	20,0	0,2	1000	30	1443,8	1491,1	1,03
PR466	1000	250,0	15,6	20,0	0,2	2000	30	1508,2	1545,4	1,02
PR467	1000	250,0	15,6	20,0	0,3	1000	30	1259,1	1298,3	1,03
PR468	1000	250,0	15,6	20,0	0,3	2000	30	1315,4	1345,6	1,02
PR469	1000	250,0	20,8	14,3	0,1	1000	20	1298,4	1301,2	1,00
PR470	1000	250,0	20,8	14,3	0,1	2000	20	1331,2	1330,1	1,00

(continua)

Tabela B.4 – Modelos numéricos para análise de todos parâmetros simultaneamente.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PR471	1000	250,0	20,8	14,3	0,2	1000	20	1110,8	1114,1	1,00
PR472	1000	250,0	20,8	14,3	0,2	2000	20	1139,0	1138,9	1,00
PR473	1000	250,0	20,8	14,3	0,3	1000	20	970,5	969,6	1,00
PR474	1000	250,0	20,8	14,3	0,3	2000	20	995,2	991,1	1,00
PR475	1000	250,0	20,8	14,3	0,1	1000	25	1270,1	1283,0	1,01
PR476	1000	250,0	20,8	14,3	0,1	2000	25	1294,4	1303,1	1,01
PR477	1000	250,0	20,8	14,3	0,2	1000	25	1085,8	1098,5	1,01
PR478	1000	250,0	20,8	14,3	0,2	2000	25	1106,7	1115,7	1,01
PR479	1000	250,0	20,8	14,3	0,3	1000	25	948,1	956,0	1,01
PR480	1000	250,0	20,8	14,3	0,3	2000	25	966,4	971,0	1,00
PR481	1000	250,0	20,8	14,3	0,1	1000	30	1300,1	1301,2	1,00
PR482	1000	250,0	20,8	14,3	0,1	2000	30	1330,2	1330,1	1,00
PR483	1000	250,0	20,8	14,3	0,2	1000	30	1111,4	1114,1	1,00
PR484	1000	250,0	20,8	14,3	0,2	2000	30	1136,9	1138,9	1,00
PR485	1000	250,0	20,8	14,3	0,3	1000	30	970,5	969,6	1,00
PR486	1000	250,0	20,8	14,3	0,3	2000	30	992,6	991,1	1,00
PR487	1000	250,0	15,6	14,3	0,1	1000	20	1115,2	1128,3	1,01
PR488	1000	250,0	15,6	14,3	0,1	2000	20	1145,3	1156,9	1,01
PR489	1000	250,0	15,6	14,3	0,2	1000	20	953,5	966,8	1,01
PR490	1000	250,0	15,6	14,3	0,2	2000	20	979,2	991,2	1,01
PR491	1000	250,0	15,6	14,3	0,3	1000	20	832,6	841,8	1,01
PR492	1000	250,0	15,6	14,3	0,3	2000	20	855,1	863,1	1,01
PR493	1000	250,0	15,6	14,3	0,1	1000	25	1046,1	1064,4	1,02
PR494	1000	250,0	15,6	14,3	0,1	2000	25	1068,5	1084,2	1,01
PR495	1000	250,0	15,6	14,3	0,2	1000	25	893,9	912,0	1,02
PR496	1000	250,0	15,6	14,3	0,2	2000	25	913,2	929,0	1,02
PR497	1000	250,0	15,6	14,3	0,3	1000	25	780,3	794,1	1,02
PR498	1000	250,0	15,6	14,3	0,3	2000	25	797,2	808,9	1,01
PR499	1000	250,0	15,6	14,3	0,1	1000	30	1081,1	1086,1	1,00
PR500	1000	250,0	15,6	14,3	0,1	2000	30	1100,1	1102,1	1,00
PR501	1000	250,0	15,6	14,3	0,2	1000	30	924,3	930,6	1,01
PR502	1000	250,0	15,6	14,3	0,2	2000	30	940,6	944,3	1,00
PR503	1000	250,0	15,6	14,3	0,3	1000	30	807,2	810,3	1,00
PR504	1000	250,0	15,6	14,3	0,3	2000	30	821,5	822,2	1,00
PR505	1000	250,0	20,8	11,1	0,1	1000	20	919,1	913,6	0,99
PR506	1000	250,0	20,8	11,1	0,1	2000	20	927,8	920,5	0,99
PR507	1000	250,0	20,8	11,1	0,2	1000	20	786,6	782,3	0,99
PR508	1000	250,0	20,8	11,1	0,2	2000	20	794,2	788,1	0,99
PR509	1000	250,0	20,8	11,1	0,3	1000	20	687,5	680,8	0,99
PR510	1000	250,0	20,8	11,1	0,3	2000	20	694,1	685,9	0,99
PR511	1000	250,0	20,8	11,1	0,1	1000	25	957,3	946,8	0,99
PR512	1000	250,0	20,8	11,1	0,1	2000	25	969,5	957,5	0,99
PR513	1000	250,0	20,8	11,1	0,2	1000	25	819,4	810,7	0,99
PR514	1000	250,0	20,8	11,1	0,2	2000	25	829,8	819,9	0,99
PR515	1000	250,0	20,8	11,1	0,3	1000	25	716,2	705,5	0,99
PR516	1000	250,0	20,8	11,1	0,3	2000	25	725,3	713,5	0,98
PR517	1000	250,0	20,8	11,1	0,1	1000	30	920,5	913,6	0,99

(continua)

Tabela B.4 – Modelos numéricos para análise de todos parâmetros simultaneamente.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$
PR518	1000	250,0	20,8	11,1	0,1	2000	30	929,3	920,5	0,99
PR519	1000	250,0	20,8	11,1	0,2	1000	30	787,6	782,3	0,99
PR520	1000	250,0	20,8	11,1	0,2	2000	30	795,1	788,1	0,99
PR521	1000	250,0	20,8	11,1	0,3	1000	30	688,1	680,8	0,99
PR522	1000	250,0	20,8	11,1	0,3	2000	30	694,7	685,9	0,99
PR523	1000	250,0	15,6	11,1	0,1	1000	20	741,7	744,0	1,00
PR524	1000	250,0	15,6	11,1	0,1	2000	20	749,5	750,7	1,00
PR525	1000	250,0	15,6	11,1	0,2	1000	20	634,7	637,5	1,00
PR526	1000	250,0	15,6	11,1	0,2	2000	20	641,4	643,2	1,00
PR527	1000	250,0	15,6	11,1	0,3	1000	20	554,6	555,1	1,00
PR528	1000	250,0	15,6	11,1	0,3	2000	20	560,4	560,1	1,00
PR529	1000	250,0	15,6	11,1	0,1	1000	25	778,7	787,3	1,01
PR530	1000	250,0	15,6	11,1	0,1	2000	25	784,5	791,9	1,01
PR531	1000	250,0	15,6	11,1	0,2	1000	25	665,9	674,6	1,01
PR532	1000	250,0	15,6	11,1	0,2	2000	25	670,9	678,6	1,01
PR533	1000	250,0	15,6	11,1	0,3	1000	25	581,6	587,4	1,01
PR534	1000	250,0	15,6	11,1	0,3	2000	25	585,9	590,8	1,01
PR535	1000	250,0	15,6	11,1	0,1	1000	30	750,0	744,0	0,99
PR536	1000	250,0	15,6	11,1	0,1	2000	30	757,8	750,7	0,99
PR537	1000	250,0	15,6	11,1	0,2	1000	30	641,9	637,5	0,99
PR538	1000	250,0	15,6	11,1	0,2	2000	30	648,6	643,2	0,99
PR539	1000	250,0	15,6	11,1	0,3	1000	30	561,0	555,1	0,99
PR540	1000	250,0	15,6	11,1	0,3	2000	30	566,9	560,1	0,99
PR541	1000	333,3	27,8	20,0	0,1	1000	20	3517,0	3572,7	1,02
PR542	1000	333,3	27,8	20,0	0,1	2000	20	3714,9	3754,2	1,01
PR543	1000	333,3	27,8	20,0	0,2	1000	20	3007,7	3056,2	1,02
PR544	1000	333,3	27,8	20,0	0,2	2000	20	3177,6	3211,5	1,01
PR545	1000	333,3	27,8	20,0	0,3	1000	20	2627,1	2657,9	1,01
PR546	1000	333,3	27,8	20,0	0,3	2000	20	2775,8	2792,9	1,01
PR547	1000	333,3	27,8	20,0	0,1	1000	25	3528,7	3664,0	1,04
PR548	1000	333,3	27,8	20,0	0,1	2000	25	3672,3	3790,0	1,03
PR549	1000	333,3	27,8	20,0	0,2	1000	25	3013,4	3134,3	1,04
PR550	1000	333,3	27,8	20,0	0,2	2000	25	3136,6	3242,1	1,03
PR551	1000	333,3	27,8	20,0	0,3	1000	25	2629,3	2725,8	1,04
PR552	1000	333,3	27,8	20,0	0,3	2000	25	2737,2	2819,5	1,03
PR553	1000	333,3	27,8	20,0	0,1	1000	30	3467,2	3572,7	1,03
PR554	1000	333,3	27,8	20,0	0,1	2000	30	3663,3	3754,2	1,02
PR555	1000	333,3	27,8	20,0	0,2	1000	30	2961,2	3056,2	1,03
PR556	1000	333,3	27,8	20,0	0,2	2000	30	3129,2	3211,5	1,03
PR557	1000	333,3	27,8	20,0	0,3	1000	30	2584,0	2657,9	1,03
PR558	1000	333,3	27,8	20,0	0,3	2000	30	2730,9	2792,9	1,02
PR559	1000	333,3	20,8	20,0	0,1	1000	20	2924,1	3031,0	1,04
PR560	1000	333,3	20,8	20,0	0,1	2000	20	3108,7	3209,2	1,03
PR561	1000	333,3	20,8	20,0	0,2	1000	20	2498,3	2595,2	1,04
PR562	1000	333,3	20,8	20,0	0,2	2000	20	2656,7	2747,8	1,03
PR563	1000	333,3	20,8	20,0	0,3	1000	20	2180,6	2258,5	1,04
PR564	1000	333,3	20,8	20,0	0,3	2000	20	2319,2	2391,4	1,03

(continua)

Tabela B.4 – Modelos numéricos para análise de todos parâmetros simultaneamente.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PR565	1000	333,3	20,8	20,0	0,1	1000	25	2856,3	2979,6	1,04
PR566	1000	333,3	20,8	20,0	0,1	2000	25	2989,4	3103,4	1,04
PR567	1000	333,3	20,8	20,0	0,2	1000	25	2438,4	2551,3	1,05
PR568	1000	333,3	20,8	20,0	0,2	2000	25	2552,6	2657,3	1,04
PR569	1000	333,3	20,8	20,0	0,3	1000	25	2127,0	2220,3	1,04
PR570	1000	333,3	20,8	20,0	0,3	2000	25	2227,0	2312,5	1,04
PR571	1000	333,3	20,8	20,0	0,1	1000	30	2922,7	3031,0	1,04
PR572	1000	333,3	20,8	20,0	0,1	2000	30	3104,0	3209,2	1,03
PR573	1000	333,3	20,8	20,0	0,2	1000	30	2495,3	2595,2	1,04
PR574	1000	333,3	20,8	20,0	0,2	2000	30	2650,4	2747,8	1,04
PR575	1000	333,3	20,8	20,0	0,3	1000	30	2176,8	2258,5	1,04
PR576	1000	333,3	20,8	20,0	0,3	2000	30	2312,2	2391,4	1,03
PR577	1000	333,3	27,8	14,3	0,1	1000	20	2456,4	2471,1	1,01
PR578	1000	333,3	27,8	14,3	0,1	2000	20	2495,2	2500,6	1,00
PR579	1000	333,3	27,8	14,3	0,2	1000	20	2101,7	2113,9	1,01
PR580	1000	333,3	27,8	14,3	0,2	2000	20	2135,0	2139,1	1,00
PR581	1000	333,3	27,8	14,3	0,3	1000	20	1836,3	1838,4	1,00
PR582	1000	333,3	27,8	14,3	0,3	2000	20	1865,5	1860,3	1,00
PR583	1000	333,3	27,8	14,3	0,1	1000	25	2338,4	2368,8	1,01
PR584	1000	333,3	27,8	14,3	0,1	2000	25	2392,6	2414,9	1,01
PR585	1000	333,3	27,8	14,3	0,2	1000	25	1998,7	2026,4	1,01
PR586	1000	333,3	27,8	14,3	0,2	2000	25	2045,1	2065,8	1,01
PR587	1000	333,3	27,8	14,3	0,3	1000	25	1745,1	1762,3	1,01
PR588	1000	333,3	27,8	14,3	0,3	2000	25	1785,6	1796,5	1,01
PR589	1000	333,3	27,8	14,3	0,1	1000	30	2423,9	2471,1	1,02
PR590	1000	333,3	27,8	14,3	0,1	2000	30	2462,6	2500,6	1,02
PR591	1000	333,3	27,8	14,3	0,2	1000	30	2071,3	2113,9	1,02
PR592	1000	333,3	27,8	14,3	0,2	2000	30	2104,4	2139,1	1,02
PR593	1000	333,3	27,8	14,3	0,3	1000	30	1808,1	1838,4	1,02
PR594	1000	333,3	27,8	14,3	0,3	2000	30	1837,1	1860,3	1,01
PR595	1000	333,3	20,8	14,3	0,1	1000	20	1899,8	1940,2	1,02
PR596	1000	333,3	20,8	14,3	0,1	2000	20	1932,9	1969,2	1,02
PR597	1000	333,3	20,8	14,3	0,2	1000	20	1624,9	1661,3	1,02
PR598	1000	333,3	20,8	14,3	0,2	2000	20	1653,3	1686,1	1,02
PR599	1000	333,3	20,8	14,3	0,3	1000	20	1419,4	1445,8	1,02
PR600	1000	333,3	20,8	14,3	0,3	2000	20	1444,3	1467,3	1,02
PR601	1000	333,3	20,8	14,3	0,1	1000	25	1895,9	1954,6	1,03
PR602	1000	333,3	20,8	14,3	0,1	2000	25	1944,1	1999,8	1,03
PR603	1000	333,3	20,8	14,3	0,2	1000	25	1619,6	1673,6	1,03
PR604	1000	333,3	20,8	14,3	0,2	2000	25	1660,9	1712,3	1,03
PR605	1000	333,3	20,8	14,3	0,3	1000	25	1413,5	1456,5	1,03
PR606	1000	333,3	20,8	14,3	0,3	2000	25	1449,5	1490,1	1,03
PR607	1000	333,3	20,8	14,3	0,1	1000	30	1896,0	1940,2	1,02
PR608	1000	333,3	20,8	14,3	0,1	2000	30	1929,1	1969,2	1,02
PR609	1000	333,3	20,8	14,3	0,2	1000	30	1620,4	1661,3	1,03
PR610	1000	333,3	20,8	14,3	0,2	2000	30	1648,8	1686,1	1,02
PR611	1000	333,3	20,8	14,3	0,3	1000	30	1414,6	1445,8	1,02

(continua)

Tabela B.4 – Modelos numéricos para análise de todos parâmetros simultaneamente.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$
PR612	1000	333,3	20,8	14,3	0,3	2000	30	1439,5	1467,3	1,02
PR613	1000	333,3	27,8	11,1	0,1	1000	20	2047,5	2079,2	1,02
PR614	1000	333,3	27,8	11,1	0,1	2000	20	2059,5	2086,3	1,01
PR615	1000	333,3	27,8	11,1	0,2	1000	20	1751,7	1778,6	1,02
PR616	1000	333,3	27,8	11,1	0,2	2000	20	1762,0	1784,6	1,01
PR617	1000	333,3	27,8	11,1	0,3	1000	20	1530,4	1546,8	1,01
PR618	1000	333,3	27,8	11,1	0,3	2000	20	1539,5	1552,0	1,01
PR619	1000	333,3	27,8	11,1	0,1	1000	25	1756,2	1775,3	1,01
PR620	1000	333,3	27,8	11,1	0,1	2000	25	1771,8	1786,2	1,01
PR621	1000	333,3	27,8	11,1	0,2	1000	25	1501,3	1518,7	1,01
PR622	1000	333,3	27,8	11,1	0,2	2000	25	1514,6	1528,0	1,01
PR623	1000	333,3	27,8	11,1	0,3	1000	25	1310,8	1320,7	1,01
PR624	1000	333,3	27,8	11,1	0,3	2000	25	1322,5	1328,8	1,00
PR625	1000	333,3	27,8	11,1	0,1	1000	30	1747,5	1742,5	1,00
PR626	1000	333,3	27,8	11,1	0,1	2000	30	1767,7	1758,2	0,99
PR627	1000	333,3	27,8	11,1	0,2	1000	30	1494,4	1490,6	1,00
PR628	1000	333,3	27,8	11,1	0,2	2000	30	1511,7	1504,0	0,99
PR629	1000	333,3	27,8	11,1	0,3	1000	30	1305,2	1296,3	0,99
PR630	1000	333,3	27,8	11,1	0,3	2000	30	1320,3	1308,0	0,99
PR631	1000	333,3	20,8	11,1	0,1	1000	20	1525,2	1552,7	1,02
PR632	1000	333,3	20,8	11,1	0,1	2000	20	1534,3	1559,5	1,02
PR633	1000	333,3	20,8	11,1	0,2	1000	20	1304,9	1329,5	1,02
PR634	1000	333,3	20,8	11,1	0,2	2000	20	1312,8	1335,3	1,02
PR635	1000	333,3	20,8	11,1	0,3	1000	20	1140,1	1157,0	1,01
PR636	1000	333,3	20,8	11,1	0,3	2000	20	1147,0	1162,1	1,01
PR637	1000	333,3	20,8	11,1	0,1	1000	25	1340,5	1367,8	1,02
PR638	1000	333,3	20,8	11,1	0,1	2000	25	1353,1	1378,5	1,02
PR639	1000	333,3	20,8	11,1	0,2	1000	25	1145,7	1171,2	1,02
PR640	1000	333,3	20,8	11,1	0,2	2000	25	1156,6	1180,3	1,02
PR641	1000	333,3	20,8	11,1	0,3	1000	25	1000,3	1019,3	1,02
PR642	1000	333,3	20,8	11,1	0,3	2000	25	1009,8	1027,2	1,02
PR643	1000	333,3	20,8	11,1	0,1	1000	30	1389,3	1398,0	1,01
PR644	1000	333,3	20,8	11,1	0,1	2000	30	1406,4	1413,4	1,01
PR645	1000	333,3	20,8	11,1	0,2	1000	30	1188,4	1197,1	1,01
PR646	1000	333,3	20,8	11,1	0,2	2000	30	1203,0	1210,2	1,01
PR647	1000	333,3	20,8	11,1	0,3	1000	30	1038,1	1041,8	1,00
PR648	1000	333,3	20,8	11,1	0,3	2000	30	1050,9	1053,2	1,00
									Média	1,01
									Coef. de variação	1,4%

Tabela B.5 – Modelos numéricos para análise do caso 1 do C_{dist} com Ψ igual a 0.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
MC1	300	75	6,3	6,0	4,5	100,03	71,68	1,40	1,34	0,96
MC2	300	75	6,3	6,0	6	94,67	70,57	1,34	1,27	0,95
MC3	300	75	6,3	6,0	9	87,88	71,83	1,22	1,22	1,00
MC4	300	75	6,3	6,0	10,5	86,18	70,46	1,22	1,21	0,99
MC5	300	75	5,4	6,0	4,5	91,54	66,83	1,37	1,33	0,97
MC6	300	75	5,4	6,0	6	86,05	64,61	1,33	1,26	0,95
MC7	300	75	5,4	6,0	9	79,92	65,32	1,22	1,22	0,99
MC8	300	75	5,4	6,0	10,5	78,42	65,24	1,20	1,21	1,01
MC9	300	75	4,7	6,0	4,5	84,10	63,02	1,33	1,32	0,99
MC10	300	75	4,7	6,0	6	79,37	60,11	1,32	1,26	0,95
MC11	300	75	4,7	6,0	9	75,02	60,58	1,24	1,21	0,98
MC12	300	75	4,7	6,0	10,5	72,97	60,77	1,20	1,21	1,01
MC13	300	75	4,2	6,0	4,5	79,76	60,68	1,31	1,31	1,00
MC14	300	75	4,2	6,0	6	74,20	57,49	1,29	1,25	0,97
MC15	300	75	4,2	6,0	9	70,05	56,74	1,23	1,21	0,98
MC16	300	75	4,2	6,0	10,5	68,60	56,95	1,20	1,21	1,00
MC17	300	75	6,3	4,3	4,5	65,40	44,62	1,47	1,41	0,96
MC18	300	75	6,3	4,3	6	61,19	44,66	1,37	1,33	0,97
MC19	300	75	6,3	4,3	9	55,75	44,38	1,26	1,25	0,99
MC20	300	75	6,3	4,3	10,5	54,78	43,12	1,27	1,23	0,97
MC21	300	75	5,4	4,3	4,5	59,15	39,77	1,49	1,40	0,94
MC22	300	75	5,4	4,3	6	55,03	41,35	1,33	1,32	0,99
MC23	300	75	5,4	4,3	9	50,01	39,62	1,26	1,24	0,98
MC24	300	75	5,4	4,3	10,5	49,25	39,20	1,26	1,22	0,97
MC25	300	75	4,7	4,3	4,5	53,55	36,17	1,48	1,39	0,94
MC26	300	75	4,7	4,3	6	50,17	38,09	1,32	1,31	0,99
MC27	300	75	4,7	4,3	9	46,57	36,26	1,28	1,24	0,96
MC28	300	75	4,7	4,3	10,5	45,31	36,44	1,24	1,22	0,98
MC29	300	75	4,2	4,3	4,5	50,55	33,73	1,50	1,38	0,92
MC30	300	75	4,2	4,3	6	46,40	35,38	1,31	1,30	0,99
MC31	300	75	4,2	4,3	9	43,17	33,66	1,28	1,23	0,96
MC32	300	75	4,2	4,3	10,5	42,30	34,43	1,23	1,22	0,99
MC33	300	75	6,3	3,3	4,5	48,61	36,10	1,35	1,47	1,09
MC34	300	75	6,3	3,3	6	45,26	30,56	1,48	1,38	0,93
MC35	300	75	6,3	3,3	9	40,66	30,44	1,34	1,28	0,96
MC36	300	75	6,3	3,3	10,5	39,87	31,02	1,29	1,25	0,97
MC37	300	75	5,4	3,3	4,5	43,91	31,39	1,40	1,46	1,04
MC38	300	75	5,4	3,3	6	40,26	27,28	1,48	1,37	0,93
MC39	300	75	5,4	3,3	9	36,05	27,03	1,33	1,27	0,95
MC40	300	75	5,4	3,3	10,5	35,52	28,13	1,26	1,25	0,99
MC41	300	75	4,7	3,3	4,5	39,41	27,89	1,41	1,45	1,03
MC42	300	75	4,7	3,3	6	36,37	24,58	1,48	1,36	0,92
MC43	300	75	4,7	3,3	9	33,36	24,82	1,34	1,27	0,94
MC44	300	75	4,7	3,3	10,5	32,40	25,42	1,27	1,24	0,97
MC45	300	75	4,2	3,3	4,5	37,11	25,44	1,46	1,44	0,99
MC46	300	75	4,2	3,3	6	33,30	23,24	1,43	1,35	0,94
MC47	300	75	4,2	3,3	9	30,67	23,09	1,33	1,26	0,95

(continua)

Tabela B.5 – Modelos numéricos para análise do caso 1 do C_{dist} com Ψ igual a 0.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
MC48	300	75	4,2	3,3	10,5	30,02	23,44	1,28	1,24	0,97
MC49	300	100	8,3	6,0	4,5	195,88	133,43	1,47	1,42	0,97
MC50	300	100	8,3	6,0	6	178,64	129,65	1,38	1,33	0,97
MC51	300	100	8,3	6,0	9	162,90	127,40	1,28	1,25	0,98
MC52	300	100	8,3	6,0	10,5	158,48	125,46	1,26	1,23	0,97
MC53	300	100	7,1	6,0	4,5	174,40	118,08	1,48	1,41	0,95
MC54	300	100	7,1	6,0	6	159,63	117,32	1,36	1,33	0,97
MC55	300	100	7,1	6,0	9	145,15	115,81	1,25	1,25	0,99
MC56	300	100	7,1	6,0	10,5	143,04	112,85	1,27	1,23	0,97
MC57	300	100	6,3	6,0	4,5	157,63	106,42	1,48	1,40	0,94
MC58	300	100	6,3	6,0	6	146,10	108,99	1,34	1,32	0,98
MC59	300	100	6,3	6,0	9	135,44	106,33	1,27	1,24	0,97
MC60	300	100	6,3	6,0	10,5	131,40	104,41	1,26	1,22	0,97
MC61	300	100	5,6	6,0	4,5	145,76	98,47	1,48	1,39	0,94
MC62	300	100	5,6	6,0	6	136,36	104,57	1,30	1,31	1,01
MC63	300	100	5,6	6,0	9	126,47	97,93	1,29	1,24	0,96
MC64	300	100	5,6	6,0	10,5	122,11	98,16	1,24	1,22	0,98
MC65	300	100	8,3	4,3	4,5	132,44	90,28	1,47	1,50	1,03
MC66	300	100	8,3	4,3	6	121,20	82,82	1,46	1,41	0,96
MC67	300	100	8,3	4,3	9	108,02	81,52	1,33	1,30	0,98
MC68	300	100	8,3	4,3	10,5	104,59	79,50	1,32	1,27	0,96
MC69	300	100	7,1	4,3	4,5	117,17	83,05	1,41	1,49	1,06
MC70	300	100	7,1	4,3	6	105,76	71,71	1,47	1,40	0,95
MC71	300	100	7,1	4,3	9	94,70	70,92	1,34	1,29	0,97
MC72	300	100	7,1	4,3	10,5	92,93	70,40	1,32	1,26	0,95
MC73	300	100	6,3	4,3	4,5	104,67	75,95	1,38	1,48	1,07
MC74	300	100	6,3	4,3	6	95,84	64,11	1,50	1,39	0,93
MC75	300	100	6,3	4,3	9	87,09	64,45	1,35	1,28	0,95
MC76	300	100	6,3	4,3	10,5	84,58	64,74	1,31	1,26	0,96
MC77	300	100	5,6	4,3	4,5	96,16	71,36	1,35	1,47	1,09
MC78	300	100	5,6	4,3	6	88,40	59,68	1,48	1,38	0,93
MC79	300	100	5,6	4,3	9	80,92	59,37	1,36	1,28	0,94
MC80	300	100	5,6	4,3	10,5	77,61	60,35	1,29	1,25	0,97
MC81	300	100	8,3	3,3	4,5	97,96	59,43	1,65	1,57	0,95
MC82	300	100	8,3	3,3	6	92,34	67,56	1,37	1,47	1,08
MC83	300	100	8,3	3,3	9	81,14	58,38	1,39	1,34	0,97
MC84	300	100	8,3	3,3	10,5	78,34	60,00	1,31	1,31	1,00
MC85	300	100	7,1	3,3	4,5	85,58	52,34	1,64	1,56	0,95
MC86	300	100	7,1	3,3	6	79,57	57,35	1,39	1,46	1,05
MC87	300	100	7,1	3,3	9	70,23	51,04	1,38	1,33	0,97
MC88	300	100	7,1	3,3	10,5	68,68	51,58	1,33	1,30	0,97
MC89	300	100	6,3	3,3	4,5	75,50	46,45	1,63	1,55	0,95
MC90	300	100	6,3	3,3	6	71,83	50,20	1,43	1,45	1,01
MC91	300	100	6,3	3,3	9	63,87	47,00	1,36	1,33	0,98
MC92	300	100	6,3	3,3	10,5	61,95	46,05	1,35	1,29	0,96
MC93	300	100	5,6	3,3	4,5	69,08	43,47	1,59	1,54	0,97
MC94	300	100	5,6	3,3	6	65,78	45,66	1,44	1,44	1,00

(continua)

Tabela B.5 – Modelos numéricos para análise do caso 1 do C_{dist} com Ψ igual a 0.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
MC95	300	100	5,6	3,3	9	58,92	43,50	1,35	1,32	0,97
MC96	300	100	5,6	3,3	10,5	56,26	41,80	1,35	1,28	0,95
MC97	300	150	12,5	6,0	4,5	511,13	312,85	1,63	1,55	0,95
MC98	300	150	12,5	6,0	6	477,52	340,54	1,40	1,45	1,04
MC99	300	150	12,5	6,0	9	423,37	306,17	1,38	1,33	0,96
MC100	300	150	12,5	6,0	10,5	408,94	307,24	1,33	1,29	0,97
MC101	300	150	10,7	6,0	4,5	443,78	273,81	1,62	1,54	0,95
MC102	300	150	10,7	6,0	6	415,19	289,10	1,44	1,44	1,01
MC103	300	150	10,7	6,0	9	368,67	270,48	1,36	1,32	0,97
MC104	300	150	10,7	6,0	10,5	357,57	265,84	1,35	1,29	0,96
MC105	300	150	9,4	6,0	4,5	393,86	251,64	1,57	1,53	0,98
MC106	300	150	9,4	6,0	6	370,14	254,54	1,45	1,43	0,99
MC107	300	150	9,4	6,0	9	330,47	247,74	1,33	1,32	0,99
MC108	300	150	9,4	6,0	10,5	323,00	236,37	1,37	1,28	0,94
MC109	300	150	8,3	6,0	4,5	370,29	234,31	1,58	1,52	0,96
MC110	300	150	8,3	6,0	6	341,88	231,22	1,48	1,42	0,96
MC111	300	150	8,3	6,0	9	303,74	230,22	1,32	1,31	0,99
MC112	300	150	8,3	6,0	10,5	292,09	215,92	1,35	1,28	0,94
MC113	300	150	12,5	4,3	4,5	350,38	209,89	1,67	1,64	0,98
MC114	300	150	12,5	4,3	6	326,15	213,10	1,53	1,54	1,01
MC115	300	150	12,5	4,3	9	297,53	204,52	1,45	1,40	0,97
MC116	300	150	12,5	4,3	10,5	285,32	201,89	1,41	1,36	0,96
MC117	300	150	10,7	4,3	4,5	302,11	175,97	1,72	1,63	0,95
MC118	300	150	10,7	4,3	6	284,80	181,50	1,57	1,53	0,97
MC119	300	150	10,7	4,3	9	254,89	173,05	1,47	1,39	0,95
MC120	300	150	10,7	4,3	10,5	245,71	172,75	1,42	1,35	0,95
MC121	300	150	9,4	4,3	4,5	263,95	154,49	1,71	1,62	0,95
MC122	300	150	9,4	4,3	6	251,46	163,72	1,54	1,52	0,99
MC123	300	150	9,4	4,3	9	224,75	151,82	1,48	1,39	0,94
MC124	300	150	9,4	4,3	10,5	219,95	152,27	1,44	1,34	0,93
MC125	300	150	8,3	4,3	4,5	245,18	138,39	1,77	1,61	0,91
MC126	300	150	8,3	4,3	6	230,42	152,07	1,52	1,51	1,00
MC127	300	150	8,3	4,3	9	205,68	136,70	1,50	1,38	0,92
MC128	300	150	8,3	4,3	10,5	195,20	139,49	1,40	1,33	0,95
MC131	300	150	12,5	3,3	9	228,34	166,72	1,37	1,73	1,26
MC132	300	150	12,5	3,3	10,5	220,26	154,80	1,42	1,68	1,18
MC134	300	150	10,7	3,3	6	211,49	128,46	1,65	1,83	1,11
MC135	300	150	10,7	3,3	9	195,72	140,05	1,40	1,72	1,23
MC136	300	150	10,7	3,3	10,5	189,24	129,96	1,46	1,67	1,15
MC138	300	150	9,4	3,3	6	186,08	111,88	1,66	1,82	1,10
MC139	300	150	9,4	3,3	9	172,19	120,97	1,42	1,71	1,20
MC140	300	150	9,4	3,3	10,5	168,64	111,79	1,51	1,66	1,10
MC141	300	150	8,3	3,3	4,5	185,62	108,39	1,71	1,89	1,10
MC142	300	150	8,3	3,3	6	169,15	100,49	1,68	1,82	1,08
MC143	300	150	8,3	3,3	9	158,37	106,88	1,48	1,70	1,15
MC144	300	150	8,3	3,3	10,5	147,85	99,62	1,48	1,65	1,11
									Média	0,99
									Coef. de variação	6,4%

Tabela B.6 – Modelos numéricos para análise do caso 1 do C_{dist} com Ψ igual a 0,25.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,25}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
MC1	300	75	6,3	6,0	4,5	93,92	71,68	1,31	1,26	0,96
MC2	300	75	6,3	6,0	6	89,98	70,57	1,28	1,22	0,95
MC3	300	75	6,3	6,0	9	84,47	71,83	1,18	1,18	1,00
MC4	300	75	6,3	6,0	10,5	83,18	70,46	1,18	1,17	0,99
MC5	300	75	5,4	6,0	4,5	86,00	66,83	1,29	1,25	0,97
MC6	300	75	5,4	6,0	6	81,83	64,61	1,27	1,21	0,96
MC7	300	75	5,4	6,0	9	76,90	65,32	1,18	1,18	1,00
MC8	300	75	5,4	6,0	10,5	75,78	65,24	1,16	1,17	1,01
MC9	300	75	4,7	6,0	4,5	79,14	63,02	1,26	1,25	0,99
MC10	300	75	4,7	6,0	6	75,56	60,11	1,26	1,21	0,96
MC11	300	75	4,7	6,0	9	72,19	60,58	1,19	1,17	0,99
MC12	300	75	4,7	6,0	10,5	70,55	60,77	1,16	1,17	1,01
MC13	300	75	4,2	6,0	4,5	75,22	60,68	1,24	1,24	1,00
MC14	300	75	4,2	6,0	6	70,74	57,49	1,23	1,21	0,98
MC15	300	75	4,2	6,0	9	67,46	56,74	1,19	1,17	0,99
MC16	300	75	4,2	6,0	10,5	66,36	56,95	1,17	1,17	1,00
MC17	300	75	6,3	4,3	4,5	60,86	44,62	1,36	1,31	0,96
MC18	300	75	6,3	4,3	6	57,62	44,66	1,29	1,25	0,97
MC19	300	75	6,3	4,3	9	53,19	44,38	1,20	1,20	1,00
MC20	300	75	6,3	4,3	10,5	52,55	43,12	1,22	1,19	0,97
MC21	300	75	5,4	4,3	4,5	54,81	39,77	1,38	1,30	0,94
MC22	300	75	5,4	4,3	6	51,87	41,35	1,25	1,25	1,00
MC23	300	75	5,4	4,3	9	47,76	39,62	1,21	1,20	0,99
MC24	300	75	5,4	4,3	10,5	47,29	39,20	1,21	1,18	0,98
MC25	300	75	4,7	4,3	4,5	49,62	36,17	1,37	1,29	0,94
MC26	300	75	4,7	4,3	6	47,32	38,09	1,24	1,24	1,00
MC27	300	75	4,7	4,3	9	44,45	36,26	1,23	1,19	0,97
MC28	300	75	4,7	4,3	10,5	43,49	36,44	1,19	1,18	0,99
MC29	300	75	4,2	4,3	4,5	46,84	33,73	1,39	1,29	0,93
MC30	300	75	4,2	4,3	6	43,87	35,38	1,24	1,24	1,00
MC31	300	75	4,2	4,3	9	41,26	33,66	1,23	1,19	0,97
MC32	300	75	4,2	4,3	10,5	40,66	34,43	1,18	1,18	1,00
MC33	300	75	6,3	3,3	4,5	45,45	36,10	1,26	1,34	1,07
MC34	300	75	6,3	3,3	6	42,17	30,56	1,38	1,29	0,93
MC35	300	75	6,3	3,3	9	38,57	30,44	1,27	1,22	0,96
MC36	300	75	6,3	3,3	10,5	38,02	31,02	1,23	1,20	0,98
MC37	300	75	5,4	3,3	4,5	40,89	31,39	1,30	1,34	1,03
MC38	300	75	5,4	3,3	6	37,48	27,28	1,37	1,28	0,93
MC39	300	75	5,4	3,3	9	34,23	27,03	1,27	1,22	0,96
MC40	300	75	5,4	3,3	10,5	33,89	28,13	1,20	1,20	1,00
MC41	300	75	4,7	3,3	4,5	36,64	27,89	1,31	1,33	1,01
MC42	300	75	4,7	3,3	6	33,84	24,58	1,38	1,28	0,93
MC43	300	75	4,7	3,3	9	31,64	24,82	1,27	1,21	0,95
MC44	300	75	4,7	3,3	10,5	30,92	25,42	1,22	1,20	0,98
MC45	300	75	4,2	3,3	4,5	34,54	25,44	1,36	1,32	0,98
MC46	300	75	4,2	3,3	6	31,11	23,24	1,34	1,27	0,95
MC47	300	75	4,2	3,3	9	29,13	23,09	1,26	1,21	0,96

(continua)

Tabela B.6 – Modelos numéricos para análise do caso 1 do C_{dist} com Ψ igual a 0,25.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,25}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
MC49	300	100	8,3	6,0	4,5	182,38	133,43	1,37	1,31	0,96
MC50	300	100	8,3	6,0	6	168,01	129,65	1,30	1,26	0,97
MC51	300	100	8,3	6,0	9	155,31	127,40	1,22	1,20	0,99
MC52	300	100	8,3	6,0	10,5	151,94	125,46	1,21	1,19	0,98
MC53	300	100	7,1	6,0	4,5	162,17	118,08	1,37	1,31	0,95
MC54	300	100	7,1	6,0	6	150,13	117,32	1,28	1,25	0,98
MC55	300	100	7,1	6,0	9	138,48	115,81	1,20	1,20	1,00
MC56	300	100	7,1	6,0	10,5	137,20	112,85	1,22	1,18	0,97
MC57	300	100	6,3	6,0	4,5	146,39	106,42	1,38	1,30	0,94
MC58	300	100	6,3	6,0	6	137,32	108,99	1,26	1,25	0,99
MC59	300	100	6,3	6,0	9	129,30	106,33	1,22	1,20	0,98
MC60	300	100	6,3	6,0	10,5	126,07	104,41	1,21	1,18	0,98
MC61	300	100	5,6	6,0	4,5	135,20	98,47	1,37	1,29	0,94
MC62	300	100	5,6	6,0	6	128,59	104,57	1,23	1,24	1,01
MC63	300	100	5,6	6,0	9	120,93	97,93	1,23	1,19	0,97
MC64	300	100	5,6	6,0	10,5	117,25	98,16	1,19	1,18	0,99
MC65	300	100	8,3	4,3	4,5	123,00	90,28	1,36	1,36	1,00
MC66	300	100	8,3	4,3	6	113,02	82,82	1,36	1,31	0,96
MC67	300	100	8,3	4,3	9	102,29	81,52	1,25	1,24	0,98
MC68	300	100	8,3	4,3	10,5	99,56	79,50	1,25	1,21	0,97
MC69	300	100	7,1	4,3	4,5	109,15	83,05	1,31	1,36	1,03
MC70	300	100	7,1	4,3	6	98,27	71,71	1,37	1,30	0,95
MC71	300	100	7,1	4,3	9	89,54	70,92	1,26	1,23	0,97
MC72	300	100	7,1	4,3	10,5	88,44	70,40	1,26	1,21	0,96
MC73	300	100	6,3	4,3	4,5	97,54	75,95	1,28	1,35	1,05
MC74	300	100	6,3	4,3	6	88,61	64,11	1,38	1,29	0,94
MC75	300	100	6,3	4,3	9	82,42	64,45	1,28	1,23	0,96
MC76	300	100	6,3	4,3	10,5	80,52	64,74	1,24	1,21	0,97
MC77	300	100	5,6	4,3	4,5	89,64	71,36	1,26	1,34	1,07
MC78	300	100	5,6	4,3	6	82,07	59,68	1,38	1,29	0,94
MC79	300	100	5,6	4,3	9	76,70	59,37	1,29	1,22	0,95
MC80	300	100	5,6	4,3	10,5	73,97	60,35	1,23	1,20	0,98
MC81	300	100	8,3	3,3	4,5	88,76	59,43	1,49	1,40	0,94
MC82	300	100	8,3	3,3	6	86,66	67,56	1,28	1,34	1,05
MC83	300	100	8,3	3,3	9	76,26	58,38	1,31	1,27	0,97
MC84	300	100	8,3	3,3	10,5	74,26	60,00	1,24	1,24	1,00
MC85	300	100	7,1	3,3	4,5	77,53	52,34	1,48	1,39	0,94
MC86	300	100	7,1	3,3	6	74,41	57,35	1,30	1,34	1,03
MC87	300	100	7,1	3,3	9	65,89	51,04	1,29	1,26	0,98
MC88	300	100	7,1	3,3	10,5	65,03	51,58	1,26	1,23	0,98
MC89	300	100	6,3	3,3	4,5	68,36	46,45	1,47	1,39	0,94
MC90	300	100	6,3	3,3	6	66,66	50,20	1,33	1,33	1,00
MC91	300	100	6,3	3,3	9	60,03	47,00	1,28	1,25	0,98
MC92	300	100	6,3	3,3	10,5	58,63	46,05	1,27	1,23	0,97
MC93	300	100	5,6	3,3	4,5	62,82	43,47	1,45	1,38	0,96
MC94	300	100	5,6	3,3	6	61,34	45,66	1,34	1,32	0,99
MC95	300	100	5,6	3,3	9	55,45	43,50	1,27	1,25	0,98

(continua)

Tabela B.6 – Modelos numéricos para análise do caso 1 do C_{dist} com Ψ igual a 0,25.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,25}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
MC96	300	100	5,6	3,3	10,5	53,29	41,80	1,27	1,23	0,96
MC97	300	150	12,5	6,0	4,5	463,41	312,85	1,48	1,39	0,94
MC98	300	150	12,5	6,0	6	446,45	340,54	1,31	1,33	1,02
MC99	300	150	12,5	6,0	9	397,69	306,17	1,30	1,26	0,97
MC100	300	150	12,5	6,0	10,5	387,37	307,24	1,26	1,23	0,98
MC101	300	150	10,7	6,0	4,5	402,45	273,81	1,47	1,39	0,94
MC102	300	150	10,7	6,0	6	385,58	289,10	1,33	1,33	1,00
MC103	300	150	10,7	6,0	9	346,66	270,48	1,28	1,25	0,98
MC104	300	150	10,7	6,0	10,5	338,72	265,84	1,27	1,23	0,96
MC105	300	150	9,4	6,0	4,5	360,16	251,64	1,43	1,38	0,96
MC106	300	150	9,4	6,0	6	344,61	254,54	1,35	1,32	0,98
MC107	300	150	9,4	6,0	9	311,29	247,74	1,26	1,25	0,99
MC108	300	150	9,4	6,0	10,5	305,43	236,37	1,29	1,22	0,95
MC109	300	150	8,3	6,0	4,5	337,76	234,31	1,44	1,37	0,95
MC110	300	150	8,3	6,0	6	316,83	231,22	1,37	1,32	0,96
MC111	300	150	8,3	6,0	9	285,80	230,22	1,24	1,24	1,00
MC112	300	150	8,3	6,0	10,5	276,41	215,92	1,28	1,22	0,95
MC113	300	150	12,5	4,3	4,5	319,75	209,89	1,52	1,44	0,95
MC114	300	150	12,5	4,3	6	302,74	213,10	1,42	1,38	0,97
MC115	300	150	12,5	4,3	9	278,37	204,52	1,36	1,30	0,96
MC116	300	150	12,5	4,3	10,5	268,21	201,89	1,33	1,27	0,96
MC117	300	150	10,7	4,3	4,5	270,07	175,97	1,53	1,43	0,93
MC118	300	150	10,7	4,3	6	261,39	181,50	1,44	1,38	0,96
MC119	300	150	10,7	4,3	9	237,64	173,05	1,37	1,30	0,94
MC120	300	150	10,7	4,3	10,5	230,57	172,75	1,33	1,27	0,95
MC121	300	150	9,4	4,3	4,5	235,12	154,49	1,52	1,43	0,94
MC122	300	150	9,4	4,3	6	232,10	163,72	1,42	1,37	0,97
MC123	300	150	9,4	4,3	9	209,05	151,82	1,38	1,29	0,94
MC124	300	150	9,4	4,3	10,5	205,53	152,27	1,35	1,26	0,94
MC125	300	150	8,3	4,3	4,5	215,82	138,39	1,56	1,42	0,91
MC126	300	150	8,3	4,3	6	212,41	152,07	1,40	1,37	0,98
MC127	300	150	8,3	4,3	9	190,30	136,70	1,39	1,29	0,92
MC128	300	150	8,3	4,3	10,5	182,82	139,49	1,31	1,26	0,96
MC130	300	150	12,5	3,3	6	225,98	155,22	1,46	1,39	0,96
MC131	300	150	12,5	3,3	9	216,52	166,72	1,30	1,32	1,02
MC132	300	150	12,5	3,3	10,5	207,82	154,80	1,34	1,29	0,96
MC134	300	150	10,7	3,3	6	194,30	128,46	1,51	1,39	0,92
MC135	300	150	10,7	3,3	9	184,25	140,05	1,32	1,32	1,00
MC136	300	150	10,7	3,3	10,5	177,49	129,96	1,37	1,29	0,94
MC137	300	150	9,4	3,3	4,5	185,49	123,25	1,51	1,43	0,95
MC138	300	150	9,4	3,3	6	169,33	111,88	1,51	1,38	0,91
MC139	300	150	9,4	3,3	9	161,20	120,97	1,33	1,31	0,98
MC140	300	150	9,4	3,3	10,5	156,65	111,79	1,40	1,28	0,92
MC141	300	150	8,3	3,3	4,5	168,61	108,39	1,56	1,43	0,92
MC142	300	150	8,3	3,3	6	152,60	100,49	1,52	1,38	0,91
MC143	300	150	8,3	3,3	9	146,77	106,88	1,37	1,31	0,95
MC144	300	150	8,3	3,3	10,5	137,39	99,62	1,38	1,28	0,93
									Média	0,97
									Coef. de variação	3,6%

Tabela B.7 – Modelos numéricos para análise do caso 1 do C_{dist} com Ψ igual a 0,50.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,5}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
MC1	300	75	6,3	6,0	4,5	87,43	71,68	1,22	1,21	0,99
MC2	300	75	6,3	6,0	6	84,89	70,57	1,20	1,17	0,97
MC3	300	75	6,3	6,0	9	80,84	71,83	1,13	1,14	1,01
MC4	300	75	6,3	6,0	10,5	79,94	70,46	1,13	1,13	1,00
MC5	300	75	5,4	6,0	4,5	80,28	66,83	1,20	1,20	1,00
MC6	300	75	5,4	6,0	6	77,27	64,61	1,20	1,17	0,98
MC7	300	75	5,4	6,0	9	73,69	65,32	1,13	1,14	1,01
MC8	300	75	5,4	6,0	10,5	72,94	65,24	1,12	1,13	1,01
MC9	300	75	4,7	6,0	4,5	74,07	63,02	1,18	1,20	1,02
MC10	300	75	4,7	6,0	6	71,47	60,11	1,19	1,16	0,98
MC11	300	75	4,7	6,0	9	69,15	60,58	1,14	1,13	0,99
MC12	300	75	4,7	6,0	10,5	67,93	60,77	1,12	1,13	1,01
MC13	300	75	4,2	6,0	4,5	70,59	60,68	1,16	1,19	1,03
MC14	300	75	4,2	6,0	6	67,04	57,49	1,17	1,16	1,00
MC15	300	75	4,2	6,0	9	64,68	56,74	1,14	1,13	0,99
MC16	300	75	4,2	6,0	10,5	63,94	56,95	1,12	1,13	1,00
MC17	300	75	6,3	4,3	4,5	55,89	44,62	1,25	1,24	0,99
MC18	300	75	6,3	4,3	6	53,88	44,66	1,21	1,20	1,00
MC19	300	75	6,3	4,3	9	50,49	44,38	1,14	1,16	1,02
MC20	300	75	6,3	4,3	10,5	50,13	43,12	1,16	1,14	0,98
MC21	300	75	5,4	4,3	4,5	50,10	39,77	1,26	1,24	0,98
MC22	300	75	5,4	4,3	6	48,65	41,35	1,18	1,20	1,02
MC23	300	75	5,4	4,3	9	45,39	39,62	1,15	1,15	1,01
MC24	300	75	5,4	4,3	10,5	45,18	39,20	1,15	1,14	0,99
MC25	300	75	4,7	4,3	4,5	45,37	36,17	1,25	1,23	0,98
MC26	300	75	4,7	4,3	6	44,40	38,09	1,17	1,19	1,02
MC27	300	75	4,7	4,3	9	42,21	36,26	1,16	1,15	0,99
MC28	300	75	4,7	4,3	10,5	41,55	36,44	1,14	1,14	1,00
MC29	300	75	4,2	4,3	4,5	42,76	33,73	1,27	1,23	0,97
MC30	300	75	4,2	4,3	6	41,29	35,38	1,17	1,19	1,02
MC31	300	75	4,2	4,3	9	39,23	33,66	1,17	1,15	0,99
MC32	300	75	4,2	4,3	10,5	38,89	34,43	1,13	1,14	1,01
MC33	300	75	6,3	3,3	4,5	42,34	36,10	1,17	1,27	1,08
MC34	300	75	6,3	3,3	6	38,69	30,56	1,27	1,23	0,97
MC35	300	75	6,3	3,3	9	36,34	30,44	1,19	1,17	0,98
MC36	300	75	6,3	3,3	10,5	36,03	31,02	1,16	1,16	1,00
MC37	300	75	5,4	3,3	4,5	37,88	31,39	1,21	1,26	1,05
MC38	300	75	5,4	3,3	6	34,40	27,28	1,26	1,22	0,97
MC39	300	75	5,4	3,3	9	32,27	27,03	1,19	1,17	0,98
MC40	300	75	5,4	3,3	10,5	32,15	28,13	1,14	1,16	1,01
MC41	300	75	4,7	3,3	4,5	33,87	27,89	1,21	1,26	1,04
MC42	300	75	4,7	3,3	6	31,06	24,58	1,26	1,22	0,96
MC43	300	75	4,7	3,3	9	29,79	24,82	1,20	1,17	0,97
MC44	300	75	4,7	3,3	10,5	29,34	25,42	1,15	1,15	1,00
MC45	300	75	4,2	3,3	4,5	31,81	25,44	1,25	1,25	1,00
MC46	300	75	4,2	3,3	6	28,75	23,24	1,24	1,21	0,98
MC47	300	75	4,2	3,3	9	27,48	23,09	1,19	1,16	0,98

(continua)

Tabela B.7 – Modelos numéricos para análise do caso 1 do C_{dist} com Ψ igual a 0,50.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,5}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
MC48	300	75	4,2	3,3	10,5	27,23	23,44	1,16	1,15	0,99
MC49	300	100	8,3	6,0	4,5	167,58	133,43	1,26	1,24	0,99
MC50	300	100	8,3	6,0	6	156,75	129,65	1,21	1,20	1,00
MC51	300	100	8,3	6,0	9	147,24	127,40	1,16	1,16	1,00
MC52	300	100	8,3	6,0	10,5	144,98	125,46	1,16	1,15	0,99
MC53	300	100	7,1	6,0	4,5	148,65	118,08	1,26	1,24	0,98
MC54	300	100	7,1	6,0	6	140,32	117,32	1,20	1,20	1,00
MC55	300	100	7,1	6,0	9	131,49	115,81	1,14	1,16	1,02
MC56	300	100	7,1	6,0	10,5	130,91	112,85	1,16	1,14	0,99
MC57	300	100	6,3	6,0	4,5	134,01	106,42	1,26	1,24	0,98
MC58	300	100	6,3	6,0	6	128,43	108,99	1,18	1,20	1,01
MC59	300	100	6,3	6,0	9	122,79	106,33	1,15	1,15	1,00
MC60	300	100	6,3	6,0	10,5	120,34	104,41	1,15	1,14	0,99
MC61	300	100	5,6	6,0	4,5	123,71	98,47	1,26	1,23	0,98
MC62	300	100	5,6	6,0	6	120,70	104,57	1,15	1,19	1,03
MC63	300	100	5,6	6,0	9	115,00	97,93	1,17	1,15	0,98
MC64	300	100	5,6	6,0	10,5	112,04	98,16	1,14	1,14	1,00
MC65	300	100	8,3	4,3	4,5	113,27	90,28	1,25	1,28	1,02
MC66	300	100	8,3	4,3	6	103,88	82,82	1,25	1,24	0,99
MC67	300	100	8,3	4,3	9	96,28	81,52	1,18	1,19	1,00
MC68	300	100	8,3	4,3	10,5	94,15	79,50	1,18	1,17	0,99
MC69	300	100	7,1	4,3	4,5	101,16	83,05	1,22	1,28	1,05
MC70	300	100	7,1	4,3	6	90,04	71,71	1,26	1,23	0,98
MC71	300	100	7,1	4,3	9	84,18	70,92	1,19	1,18	1,00
MC72	300	100	7,1	4,3	10,5	83,58	70,40	1,19	1,16	0,98
MC73	300	100	6,3	4,3	4,5	90,57	75,95	1,19	1,27	1,07
MC74	300	100	6,3	4,3	6	80,83	64,11	1,26	1,23	0,98
MC75	300	100	6,3	4,3	9	77,45	64,45	1,20	1,18	0,98
MC76	300	100	6,3	4,3	10,5	76,19	64,74	1,18	1,16	0,99
MC77	300	100	5,6	4,3	4,5	83,33	71,36	1,17	1,27	1,09
MC78	300	100	5,6	4,3	6	75,12	59,68	1,26	1,23	0,97
MC79	300	100	5,6	4,3	9	72,10	59,37	1,21	1,17	0,97
MC80	300	100	5,6	4,3	10,5	70,11	60,35	1,16	1,16	1,00
MC81	300	100	8,3	3,3	4,5	78,64	59,43	1,32	1,31	0,99
MC82	300	100	8,3	3,3	6	80,78	67,56	1,20	1,27	1,06
MC83	300	100	8,3	3,3	9	71,03	58,38	1,22	1,21	0,99
MC84	300	100	8,3	3,3	10,5	70,00	60,00	1,17	1,19	1,02
MC85	300	100	7,1	3,3	4,5	68,86	52,34	1,32	1,30	0,99
MC86	300	100	7,1	3,3	6	69,15	57,35	1,21	1,26	1,05
MC87	300	100	7,1	3,3	9	61,39	51,04	1,20	1,20	1,00
MC88	300	100	7,1	3,3	10,5	61,19	51,58	1,19	1,19	1,00
MC89	300	100	6,3	3,3	4,5	60,81	46,45	1,31	1,30	0,99
MC90	300	100	6,3	3,3	6	61,45	50,20	1,22	1,26	1,03
MC91	300	100	6,3	3,3	9	56,06	47,00	1,19	1,20	1,01
MC92	300	100	6,3	3,3	10,5	55,14	46,05	1,20	1,18	0,99
MC93	300	100	5,6	3,3	4,5	56,28	43,47	1,29	1,30	1,00
MC94	300	100	5,6	3,3	6	56,62	45,66	1,24	1,25	1,01

(continua)

Tabela B.7 – Modelos numéricos para análise do caso 1 do C_{dist} com Ψ igual a 0,50.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,5}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
MC95	300	100	5,6	3,3	9	51,86	43,50	1,19	1,20	1,00
MC96	300	100	5,6	3,3	10,5	50,12	41,80	1,20	1,18	0,98
MC97	300	150	12,5	6,0	4,5	412,09	312,85	1,32	1,30	0,99
MC98	300	150	12,5	6,0	6	414,52	340,54	1,22	1,26	1,04
MC99	300	150	12,5	6,0	9	370,78	306,17	1,21	1,20	0,99
MC100	300	150	12,5	6,0	10,5	364,67	307,24	1,19	1,18	1,00
MC101	300	150	10,7	6,0	4,5	358,85	273,81	1,31	1,30	0,99
MC102	300	150	10,7	6,0	6	355,42	289,10	1,23	1,26	1,02
MC103	300	150	10,7	6,0	9	323,85	270,48	1,20	1,20	1,00
MC104	300	150	10,7	6,0	10,5	318,74	265,84	1,20	1,18	0,98
MC105	300	150	9,4	6,0	4,5	324,59	251,64	1,29	1,29	1,00
MC106	300	150	9,4	6,0	6	317,50	254,54	1,25	1,25	1,00
MC107	300	150	9,4	6,0	9	291,69	247,74	1,18	1,19	1,01
MC108	300	150	9,4	6,0	10,5	286,75	236,37	1,21	1,18	0,97
MC109	300	150	8,3	6,0	4,5	304,10	234,31	1,30	1,29	0,99
MC110	300	150	8,3	6,0	6	290,24	231,22	1,26	1,25	0,99
MC111	300	150	8,3	6,0	9	267,58	230,22	1,16	1,19	1,03
MC112	300	150	8,3	6,0	10,5	259,64	215,92	1,20	1,17	0,98
MC113	300	150	12,5	4,3	4,5	280,34	209,89	1,34	1,34	1,00
MC114	300	150	12,5	4,3	6	275,18	213,10	1,29	1,30	1,00
MC115	300	150	12,5	4,3	9	256,65	204,52	1,25	1,24	0,99
MC116	300	150	12,5	4,3	10,5	249,23	201,89	1,23	1,22	0,99
MC117	300	150	10,7	4,3	4,5	235,14	175,97	1,34	1,33	1,00
MC118	300	150	10,7	4,3	6	235,85	181,50	1,30	1,29	0,99
MC119	300	150	10,7	4,3	9	218,28	173,05	1,26	1,23	0,98
MC120	300	150	10,7	4,3	10,5	214,01	172,75	1,24	1,21	0,98
MC121	300	150	9,4	4,3	4,5	205,10	154,49	1,33	1,33	1,00
MC122	300	150	9,4	4,3	6	211,11	163,72	1,29	1,29	1,00
MC123	300	150	9,4	4,3	9	191,63	151,82	1,26	1,23	0,97
MC124	300	150	9,4	4,3	10,5	190,13	152,27	1,25	1,21	0,97
MC125	300	150	8,3	4,3	4,5	186,37	138,39	1,35	1,33	0,98
MC126	300	150	8,3	4,3	6	193,68	152,07	1,27	1,28	1,01
MC127	300	150	8,3	4,3	9	173,58	136,70	1,27	1,23	0,96
MC128	300	150	8,3	4,3	10,5	169,89	139,49	1,22	1,20	0,99
MC129	300	150	12,5	3,3	4,5	225,90	171,55	1,32	1,36	1,03
MC130	300	150	12,5	3,3	6	204,02	155,22	1,31	1,32	1,01
MC131	300	150	12,5	3,3	9	202,48	166,72	1,21	1,27	1,04
MC132	300	150	12,5	3,3	10,5	192,82	154,80	1,25	1,24	1,00
MC133	300	150	10,7	3,3	4,5	189,64	142,80	1,33	1,36	1,02
MC134	300	150	10,7	3,3	6	171,70	128,46	1,34	1,32	0,99
MC135	300	150	10,7	3,3	9	171,47	140,05	1,22	1,26	1,03
MC136	300	150	10,7	3,3	10,5	163,71	129,96	1,26	1,24	0,98
MC137	300	150	9,4	3,3	4,5	163,40	123,25	1,33	1,35	1,02
MC138	300	150	9,4	3,3	6	149,38	111,88	1,34	1,32	0,98
MC139	300	150	9,4	3,3	9	149,19	120,97	1,23	1,26	1,02
MC140	300	150	9,4	3,3	10,5	143,08	111,79	1,28	1,23	0,96
MC141	300	150	8,3	3,3	4,5	146,05	108,39	1,35	1,35	1,00

(continua)

Tabela B.7 – Modelos numéricos para análise do caso 1 do C_{dist} com Ψ igual a 0,50.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,5}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
MC142	300	150	8,3	3,3	6	134,17	100,49	1,34	1,31	0,98
MC143	300	150	8,3	3,3	9	134,37	106,88	1,26	1,25	1,00
MC144	300	150	8,3	3,3	10,5	125,80	99,62	1,26	1,23	0,97
									Média	1,00
									Coef. de variação	3,0%

Tabela B.8 – Modelos numéricos para análise do caso 1 do C_{dist} com Ψ igual a 0,75.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,75}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
MC1	300	75	6,3	6,0	4,5	80,25	71,68	1,12	1,10	0,98
MC2	300	75	6,3	6,0	6	78,80	70,57	1,12	1,09	0,98
MC3	300	75	6,3	6,0	9	76,80	71,83	1,07	1,08	1,01
MC4	300	75	6,3	6,0	10,5	76,21	70,46	1,08	1,07	0,99
MC5	300	75	5,4	6,0	4,5	74,21	66,83	1,11	1,10	0,99
MC6	300	75	5,4	6,0	6	71,91	64,61	1,11	1,09	0,98
MC7	300	75	5,4	6,0	9	70,10	65,32	1,07	1,08	1,00
MC8	300	75	5,4	6,0	10,5	69,70	65,24	1,07	1,07	1,01
MC9	300	75	4,7	6,0	4,5	68,88	63,02	1,09	1,10	1,00
MC10	300	75	4,7	6,0	6	66,73	60,11	1,11	1,09	0,98
MC11	300	75	4,7	6,0	9	65,69	60,58	1,08	1,08	0,99
MC12	300	75	4,7	6,0	10,5	64,94	60,77	1,07	1,07	1,00
MC13	300	75	4,2	6,0	4,5	65,89	60,68	1,09	1,10	1,01
MC14	300	75	4,2	6,0	6	62,94	57,49	1,09	1,09	0,99
MC15	300	75	4,2	6,0	9	61,52	56,74	1,08	1,08	0,99
MC16	300	75	4,2	6,0	10,5	61,18	56,95	1,07	1,07	1,00
MC17	300	75	6,3	4,3	4,5	50,40	44,62	1,13	1,11	0,99
MC18	300	75	6,3	4,3	6	49,85	44,66	1,12	1,10	0,98
MC19	300	75	6,3	4,3	9	47,59	44,38	1,07	1,08	1,01
MC20	300	75	6,3	4,3	10,5	47,34	43,12	1,10	1,08	0,98
MC21	300	75	5,4	4,3	4,5	44,99	39,77	1,13	1,11	0,98
MC22	300	75	5,4	4,3	6	45,37	41,35	1,10	1,10	1,00
MC23	300	75	5,4	4,3	9	42,82	39,62	1,08	1,08	1,00
MC24	300	75	5,4	4,3	10,5	42,78	39,20	1,09	1,08	0,99
MC25	300	75	4,7	4,3	4,5	40,81	36,17	1,13	1,11	0,98
MC26	300	75	4,7	4,3	6	41,44	38,09	1,09	1,10	1,01
MC27	300	75	4,7	4,3	9	39,71	36,26	1,10	1,08	0,99
MC28	300	75	4,7	4,3	10,5	39,36	36,44	1,08	1,08	1,00
MC29	300	75	4,2	4,3	4,5	38,29	33,73	1,14	1,11	0,98
MC30	300	75	4,2	4,3	6	38,62	35,38	1,09	1,10	1,00
MC31	300	75	4,2	4,3	9	36,94	33,66	1,10	1,08	0,99
MC32	300	75	4,2	4,3	10,5	36,92	34,43	1,07	1,08	1,00
MC33	300	75	6,3	3,3	4,5	39,31	36,10	1,09	1,12	1,03
MC34	300	75	6,3	3,3	6	34,74	30,56	1,14	1,11	0,97
MC35	300	75	6,3	3,3	9	33,77	30,44	1,11	1,09	0,98
MC36	300	75	6,3	3,3	10,5	33,83	31,02	1,09	1,09	0,99
MC37	300	75	5,4	3,3	4,5	34,84	31,39	1,11	1,12	1,01
MC38	300	75	5,4	3,3	6	30,95	27,28	1,13	1,11	0,98
MC39	300	75	5,4	3,3	9	30,00	27,03	1,11	1,09	0,98
MC40	300	75	5,4	3,3	10,5	30,25	28,13	1,08	1,08	1,01
MC41	300	75	4,7	3,3	4,5	31,03	27,89	1,11	1,12	1,01
MC42	300	75	4,7	3,3	6	27,94	24,58	1,14	1,10	0,97
MC43	300	75	4,7	3,3	9	27,64	24,82	1,11	1,09	0,98
MC44	300	75	4,7	3,3	10,5	27,60	25,42	1,09	1,08	1,00
MC45	300	75	4,2	3,3	4,5	28,78	25,44	1,13	1,12	0,99
MC46	300	75	4,2	3,3	6	26,14	23,24	1,12	1,10	0,98
MC47	300	75	4,2	3,3	9	25,60	23,09	1,11	1,09	0,98

(continua)

Tabela B.8 – Modelos numéricos para análise do caso 1 do C_{dist} com Ψ igual a 0,75.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,75}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
MC48	300	75	4,2	3,3	10,5	25,64	23,44	1,09	1,08	0,99
MC49	300	100	8,3	6,0	4,5	151,03	133,43	1,13	1,11	0,98
MC50	300	100	8,3	6,0	6	144,43	129,65	1,11	1,10	0,99
MC51	300	100	8,3	6,0	9	138,42	127,40	1,09	1,08	1,00
MC52	300	100	8,3	6,0	10,5	137,03	125,46	1,09	1,08	0,99
MC53	300	100	7,1	6,0	4,5	133,65	118,08	1,13	1,11	0,98
MC54	300	100	7,1	6,0	6	129,94	117,32	1,11	1,10	0,99
MC55	300	100	7,1	6,0	9	124,02	115,81	1,07	1,08	1,01
MC56	300	100	7,1	6,0	10,5	123,64	112,85	1,10	1,08	0,99
MC57	300	100	6,3	6,0	4,5	120,40	106,42	1,13	1,11	0,98
MC58	300	100	6,3	6,0	6	119,40	108,99	1,10	1,10	1,00
MC59	300	100	6,3	6,0	9	115,69	106,33	1,09	1,08	1,00
MC60	300	100	6,3	6,0	10,5	113,80	104,41	1,09	1,08	0,99
MC61	300	100	5,6	6,0	4,5	111,23	98,47	1,13	1,11	0,98
MC62	300	100	5,6	6,0	6	112,73	104,57	1,08	1,10	1,02
MC63	300	100	5,6	6,0	9	108,25	97,93	1,11	1,08	0,98
MC64	300	100	5,6	6,0	10,5	106,15	98,16	1,08	1,08	1,00
MC65	300	100	8,3	4,3	4,5	102,75	90,28	1,14	1,13	0,99
MC66	300	100	8,3	4,3	6	93,63	82,82	1,13	1,11	0,98
MC67	300	100	8,3	4,3	9	89,77	81,52	1,10	1,09	0,99
MC68	300	100	8,3	4,3	10,5	87,89	79,50	1,11	1,09	0,98
MC69	300	100	7,1	4,3	4,5	93,06	83,05	1,12	1,12	1,00
MC70	300	100	7,1	4,3	6	81,02	71,71	1,13	1,11	0,98
MC71	300	100	7,1	4,3	9	78,28	70,92	1,10	1,09	0,99
MC72	300	100	7,1	4,3	10,5	77,98	70,40	1,11	1,09	0,98
MC73	300	100	6,3	4,3	4,5	83,82	75,95	1,10	1,12	1,02
MC74	300	100	6,3	4,3	6	72,52	64,11	1,13	1,11	0,98
MC75	300	100	6,3	4,3	9	71,75	64,45	1,11	1,09	0,98
MC76	300	100	6,3	4,3	10,5	71,35	64,74	1,10	1,09	0,99
MC77	300	100	5,6	4,3	4,5	77,32	71,36	1,08	1,12	1,04
MC78	300	100	5,6	4,3	6	67,52	59,68	1,13	1,11	0,98
MC79	300	100	5,6	4,3	9	66,60	59,37	1,12	1,09	0,97
MC80	300	100	5,6	4,3	10,5	65,91	60,35	1,09	1,09	0,99
MC81	300	100	8,3	3,3	4,5	68,53	59,43	1,15	1,13	0,98
MC82	300	100	8,3	3,3	6	74,75	67,56	1,11	1,12	1,01
MC83	300	100	8,3	3,3	9	65,23	58,38	1,12	1,10	0,99
MC84	300	100	8,3	3,3	10,5	65,49	60,00	1,09	1,10	1,00
MC85	300	100	7,1	3,3	4,5	60,21	52,34	1,15	1,13	0,99
MC86	300	100	7,1	3,3	6	63,68	57,35	1,11	1,12	1,01
MC87	300	100	7,1	3,3	9	56,60	51,04	1,11	1,10	0,99
MC88	300	100	7,1	3,3	10,5	56,98	51,58	1,10	1,09	0,99
MC89	300	100	6,3	3,3	4,5	53,31	46,45	1,15	1,13	0,99
MC90	300	100	6,3	3,3	6	56,08	50,20	1,12	1,12	1,00
MC91	300	100	6,3	3,3	9	51,93	47,00	1,10	1,10	0,99
MC92	300	100	6,3	3,3	10,5	51,20	46,05	1,11	1,09	0,98
MC93	300	100	5,6	3,3	4,5	49,68	43,47	1,14	1,13	0,99
MC94	300	100	5,6	3,3	6	51,41	45,66	1,13	1,12	0,99

(continua)

Tabela B.8 – Modelos numéricos para análise do caso 1 do C_{dist} com Ψ igual a 0,75.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,75}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
MC95	300	100	5,6	3,3	9	48,13	43,50	1,11	1,10	0,99
MC96	300	100	5,6	3,3	10,5	46,50	41,80	1,11	1,09	0,98
MC97	300	150	12,5	6,0	4,5	360,35	312,85	1,15	1,13	0,98
MC98	300	150	12,5	6,0	6	380,80	340,54	1,12	1,12	1,00
MC99	300	150	12,5	6,0	9	341,68	306,17	1,12	1,10	0,99
MC100	300	150	12,5	6,0	10,5	339,73	307,24	1,11	1,09	0,99
MC101	300	150	10,7	6,0	4,5	314,78	273,81	1,15	1,13	0,98
MC102	300	150	10,7	6,0	6	323,87	289,10	1,12	1,12	1,00
MC103	300	150	10,7	6,0	9	299,84	270,48	1,11	1,10	0,99
MC104	300	150	10,7	6,0	10,5	296,02	265,84	1,11	1,09	0,98
MC105	300	150	9,4	6,0	4,5	287,62	251,64	1,14	1,13	0,99
MC106	300	150	9,4	6,0	6	287,58	254,54	1,13	1,12	0,99
MC107	300	150	9,4	6,0	9	271,70	247,74	1,10	1,10	1,00
MC108	300	150	9,4	6,0	10,5	265,07	236,37	1,12	1,09	0,97
MC109	300	150	8,3	6,0	4,5	269,03	234,31	1,15	1,13	0,98
MC110	300	150	8,3	6,0	6	261,47	231,22	1,13	1,11	0,99
MC111	300	150	8,3	6,0	9	249,17	230,22	1,08	1,10	1,01
MC112	300	150	8,3	6,0	10,5	240,35	215,92	1,11	1,09	0,98
MC113	300	150	12,5	4,3	4,5	242,42	209,89	1,16	1,14	0,99
MC114	300	150	12,5	4,3	6	244,47	213,10	1,15	1,13	0,99
MC115	300	150	12,5	4,3	9	231,73	204,52	1,13	1,11	0,98
MC116	300	150	12,5	4,3	10,5	227,43	201,89	1,13	1,10	0,98
MC117	300	150	10,7	4,3	4,5	203,05	175,97	1,15	1,14	0,99
MC118	300	150	10,7	4,3	6	208,65	181,50	1,15	1,13	0,98
MC119	300	150	10,7	4,3	9	196,39	173,05	1,13	1,11	0,98
MC120	300	150	10,7	4,3	10,5	195,10	172,75	1,13	1,10	0,98
MC121	300	150	9,4	4,3	4,5	177,70	154,49	1,15	1,14	0,99
MC122	300	150	9,4	4,3	6	188,05	163,72	1,15	1,13	0,98
MC123	300	150	9,4	4,3	9	172,21	151,82	1,13	1,11	0,98
MC124	300	150	9,4	4,3	10,5	172,86	152,27	1,14	1,10	0,97
MC125	300	150	8,3	4,3	4,5	160,16	138,39	1,16	1,14	0,98
MC126	300	150	8,3	4,3	6	173,70	152,07	1,14	1,13	0,99
MC127	300	150	8,3	4,3	9	155,38	136,70	1,14	1,11	0,97
MC128	300	150	8,3	4,3	10,5	155,97	139,49	1,12	1,10	0,98
MC129	300	150	12,5	3,3	4,5	197,74	171,55	1,15	1,15	1,00
MC130	300	150	12,5	3,3	6	178,86	155,22	1,15	1,14	0,99
MC131	300	150	12,5	3,3	9	186,55	166,72	1,12	1,12	1,00
MC132	300	150	12,5	3,3	10,5	174,97	154,80	1,13	1,11	0,99
MC133	300	150	10,7	3,3	4,5	164,63	142,80	1,15	1,15	1,00
MC134	300	150	10,7	3,3	6	148,79	128,46	1,16	1,14	0,98
MC135	300	150	10,7	3,3	9	157,27	140,05	1,12	1,12	1,00
MC136	300	150	10,7	3,3	10,5	147,59	129,96	1,14	1,11	0,98
MC137	300	150	9,4	3,3	4,5	141,77	123,25	1,15	1,15	1,00
MC138	300	150	9,4	3,3	6	129,49	111,88	1,16	1,14	0,98
MC139	300	150	9,4	3,3	9	135,98	120,97	1,12	1,12	0,99
MC140	300	150	9,4	3,3	10,5	127,79	111,79	1,14	1,11	0,97
MC141	300	150	8,3	3,3	4,5	125,46	108,39	1,16	1,15	0,99

(continua)

Tabela B.8 – Modelos numéricos para análise do caso 1 do C_{dist} com Ψ igual a 0,75.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,75}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
MC142	300	150	8,3	3,3	6	116,24	100,49	1,16	1,14	0,98
MC143	300	150	8,3	3,3	9	121,07	106,88	1,13	1,12	0,99
MC144	300	150	8,3	3,3	10,5	112,97	99,62	1,13	1,11	0,98
									Média	0,99
									Coef. de variação	2,2%

Tabela B.9 – Modelos numéricos para análise do caso 2 do C_{dist} com Ψ igual a 0.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
MC1	300	75	6,3	6,0	4,5	100,03	71,68	1,40	1,36	0,97
MC2	300	75	6,3	6,0	6	94,67	70,57	1,34	1,29	0,96
MC3	300	75	6,3	6,0	9	87,88	71,83	1,22	1,24	1,01
MC4	300	75	6,3	6,0	10,5	86,18	70,46	1,22	1,23	1,01
MC5	300	75	5,4	6,0	4,5	91,54	66,83	1,37	1,35	0,98
MC6	300	75	5,4	6,0	6	86,05	64,61	1,33	1,28	0,96
MC7	300	75	5,4	6,0	9	79,92	65,32	1,22	1,24	1,01
MC8	300	75	5,4	6,0	10,5	78,42	65,24	1,20	1,23	1,02
MC9	300	75	4,7	6,0	4,5	84,10	63,02	1,33	1,34	1,00
MC10	300	75	4,7	6,0	6	79,37	60,11	1,32	1,28	0,97
MC11	300	75	4,7	6,0	9	75,02	60,58	1,24	1,23	1,00
MC12	300	75	4,7	6,0	10,5	72,97	60,77	1,20	1,23	1,02
MC13	300	75	4,2	6,0	4,5	79,76	60,68	1,31	1,33	1,01
MC14	300	75	4,2	6,0	6	74,20	57,49	1,29	1,27	0,99
MC15	300	75	4,2	6,0	9	70,05	56,74	1,23	1,23	1,00
MC16	300	75	4,2	6,0	10,5	68,60	56,95	1,20	1,23	1,02
MC17	300	75	6,3	4,3	4,5	65,40	44,62	1,47	1,43	0,98
MC18	300	75	6,3	4,3	6	61,19	44,66	1,37	1,35	0,98
MC19	300	75	6,3	4,3	9	55,75	44,38	1,26	1,27	1,01
MC20	300	75	6,3	4,3	10,5	54,78	43,12	1,27	1,25	0,98
MC21	300	75	5,4	4,3	4,5	59,15	39,77	1,49	1,42	0,95
MC22	300	75	5,4	4,3	6	55,03	41,35	1,33	1,34	1,01
MC23	300	75	5,4	4,3	9	50,01	39,62	1,26	1,26	1,00
MC24	300	75	5,4	4,3	10,5	49,25	39,20	1,26	1,24	0,99
MC25	300	75	4,7	4,3	4,5	53,55	36,17	1,48	1,41	0,95
MC26	300	75	4,7	4,3	6	50,17	38,09	1,32	1,33	1,01
MC27	300	75	4,7	4,3	9	46,57	36,26	1,28	1,26	0,98
MC28	300	75	4,7	4,3	10,5	45,31	36,44	1,24	1,24	1,00
MC29	300	75	4,2	4,3	4,5	50,55	33,73	1,50	1,40	0,93
MC30	300	75	4,2	4,3	6	46,40	35,38	1,31	1,32	1,01
MC31	300	75	4,2	4,3	9	43,17	33,66	1,28	1,25	0,98
MC32	300	75	4,2	4,3	10,5	42,30	34,43	1,23	1,24	1,01
MC33	300	75	6,3	3,3	4,5	48,61	36,10	1,35	1,49	1,11
MC34	300	75	6,3	3,3	6	45,26	30,56	1,48	1,40	0,94
MC35	300	75	6,3	3,3	9	40,66	30,44	1,34	1,30	0,97
MC36	300	75	6,3	3,3	10,5	39,87	31,02	1,29	1,27	0,99
MC37	300	75	5,4	3,3	4,5	43,91	31,39	1,40	1,48	1,06
MC38	300	75	5,4	3,3	6	40,26	27,28	1,48	1,39	0,94
MC39	300	75	5,4	3,3	9	36,05	27,03	1,33	1,29	0,97
MC40	300	75	5,4	3,3	10,5	35,52	28,13	1,26	1,27	1,00
MC41	300	75	4,7	3,3	4,5	39,41	27,89	1,41	1,47	1,04
MC42	300	75	4,7	3,3	6	36,37	24,58	1,48	1,38	0,93
MC43	300	75	4,7	3,3	9	33,36	24,82	1,34	1,29	0,96
MC44	300	75	4,7	3,3	10,5	32,40	25,42	1,27	1,26	0,99
MC45	300	75	4,2	3,3	4,5	37,11	25,44	1,46	1,46	1,00
MC46	300	75	4,2	3,3	6	33,30	23,24	1,43	1,37	0,96
MC47	300	75	4,2	3,3	9	30,67	23,09	1,33	1,28	0,96

(continua)

Tabela B.9 – Modelos numéricos para análise do caso 2 do C_{dist} com Ψ igual a 0.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
MC48	300	75	4,2	3,3	10,5	30,02	23,44	1,28	1,26	0,98
MC49	300	100	8,3	6,0	4,5	195,88	133,43	1,47	1,44	0,98
MC50	300	100	8,3	6,0	6	178,64	129,65	1,38	1,35	0,98
MC51	300	100	8,3	6,0	9	162,90	127,40	1,28	1,27	0,99
MC52	300	100	8,3	6,0	10,5	158,48	125,46	1,26	1,25	0,99
MC53	300	100	7,1	6,0	4,5	174,40	118,08	1,48	1,43	0,97
MC54	300	100	7,1	6,0	6	159,63	117,32	1,36	1,35	0,99
MC55	300	100	7,1	6,0	9	145,15	115,81	1,25	1,27	1,01
MC56	300	100	7,1	6,0	10,5	143,04	112,85	1,27	1,25	0,98
MC57	300	100	6,3	6,0	4,5	157,63	106,42	1,48	1,42	0,96
MC58	300	100	6,3	6,0	6	146,10	108,99	1,34	1,34	1,00
MC59	300	100	6,3	6,0	9	135,44	106,33	1,27	1,26	0,99
MC60	300	100	6,3	6,0	10,5	131,40	104,41	1,26	1,24	0,99
MC61	300	100	5,6	6,0	4,5	145,76	98,47	1,48	1,41	0,95
MC62	300	100	5,6	6,0	6	136,36	104,57	1,30	1,33	1,02
MC63	300	100	5,6	6,0	9	126,47	97,93	1,29	1,26	0,97
MC64	300	100	5,6	6,0	10,5	122,11	98,16	1,24	1,24	1,00
MC65	300	100	8,3	4,3	4,5	132,44	90,28	1,47	1,52	1,04
MC66	300	100	8,3	4,3	6	121,20	82,82	1,46	1,43	0,98
MC67	300	100	8,3	4,3	9	108,02	81,52	1,33	1,32	0,99
MC68	300	100	8,3	4,3	10,5	104,59	79,50	1,32	1,29	0,98
MC69	300	100	7,1	4,3	4,5	117,17	83,05	1,41	1,51	1,07
MC70	300	100	7,1	4,3	6	105,76	71,71	1,47	1,42	0,96
MC71	300	100	7,1	4,3	9	94,70	70,92	1,34	1,31	0,98
MC72	300	100	7,1	4,3	10,5	92,93	70,40	1,32	1,28	0,97
MC73	300	100	6,3	4,3	4,5	104,67	75,95	1,38	1,50	1,09
MC74	300	100	6,3	4,3	6	95,84	64,11	1,50	1,41	0,94
MC75	300	100	6,3	4,3	9	87,09	64,45	1,35	1,30	0,96
MC76	300	100	6,3	4,3	10,5	84,58	64,74	1,31	1,28	0,98
MC77	300	100	5,6	4,3	4,5	96,16	71,36	1,35	1,49	1,11
MC78	300	100	5,6	4,3	6	88,40	59,68	1,48	1,40	0,94
MC79	300	100	5,6	4,3	9	80,92	59,37	1,36	1,30	0,95
MC80	300	100	5,6	4,3	10,5	77,61	60,35	1,29	1,27	0,99
MC81	300	100	8,3	3,3	4,5	97,96	59,43	1,65	1,59	0,96
MC82	300	100	8,3	3,3	6	92,34	67,56	1,37	1,49	1,09
MC83	300	100	8,3	3,3	9	81,14	58,38	1,39	1,36	0,98
MC84	300	100	8,3	3,3	10,5	78,34	60,00	1,31	1,33	1,02
MC85	300	100	7,1	3,3	4,5	85,58	52,34	1,64	1,58	0,96
MC86	300	100	7,1	3,3	6	79,57	57,35	1,39	1,48	1,07
MC87	300	100	7,1	3,3	9	70,23	51,04	1,38	1,35	0,98
MC88	300	100	7,1	3,3	10,5	68,68	51,58	1,33	1,32	0,99
MC89	300	100	6,3	3,3	4,5	75,50	46,45	1,63	1,57	0,96
MC90	300	100	6,3	3,3	6	71,83	50,20	1,43	1,47	1,03
MC91	300	100	6,3	3,3	9	63,87	47,00	1,36	1,35	0,99
MC92	300	100	6,3	3,3	10,5	61,95	46,05	1,35	1,31	0,97
MC93	300	100	5,6	3,3	4,5	69,08	43,47	1,59	1,56	0,98
MC94	300	100	5,6	3,3	6	65,78	45,66	1,44	1,46	1,01

(continua)

Tabela B.9 – Modelos numéricos para análise do caso 2 do C_{dist} com Ψ igual a 0.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
MC95	300	100	5,6	3,3	9	58,92	43,50	1,35	1,34	0,99
MC96	300	100	5,6	3,3	10,5	56,26	41,80	1,35	1,30	0,97
MC97	300	150	12,5	6,0	4,5	511,13	312,85	1,63	1,57	0,96
MC98	300	150	12,5	6,0	6	477,52	340,54	1,40	1,47	1,05
MC99	300	150	12,5	6,0	9	423,37	306,17	1,38	1,35	0,98
MC100	300	150	12,5	6,0	10,5	408,94	307,24	1,33	1,31	0,99
MC101	300	150	10,7	6,0	4,5	443,78	273,81	1,62	1,56	0,96
MC102	300	150	10,7	6,0	6	415,19	289,10	1,44	1,46	1,02
MC103	300	150	10,7	6,0	9	368,67	270,48	1,36	1,34	0,99
MC104	300	150	10,7	6,0	10,5	357,57	265,84	1,35	1,31	0,97
MC105	300	150	9,4	6,0	4,5	393,86	251,64	1,57	1,55	0,99
MC106	300	150	9,4	6,0	6	370,14	254,54	1,45	1,45	1,00
MC107	300	150	9,4	6,0	9	330,47	247,74	1,33	1,34	1,00
MC108	300	150	9,4	6,0	10,5	323,00	236,37	1,37	1,30	0,95
MC109	300	150	8,3	6,0	4,5	370,29	234,31	1,58	1,54	0,98
MC110	300	150	8,3	6,0	6	341,88	231,22	1,48	1,44	0,98
MC111	300	150	8,3	6,0	9	303,74	230,22	1,32	1,33	1,01
MC112	300	150	8,3	6,0	10,5	292,09	215,92	1,35	1,30	0,96
MC113	300	150	12,5	4,3	4,5	350,38	209,89	1,67	1,66	1,00
MC114	300	150	12,5	4,3	6	326,15	213,10	1,53	1,56	1,02
MC115	300	150	12,5	4,3	9	297,53	204,52	1,45	1,42	0,98
MC116	300	150	12,5	4,3	10,5	285,32	201,89	1,41	1,38	0,98
MC117	300	150	10,7	4,3	4,5	302,11	175,97	1,72	1,65	0,96
MC118	300	150	10,7	4,3	6	284,80	181,50	1,57	1,55	0,99
MC119	300	150	10,7	4,3	9	254,89	173,05	1,47	1,41	0,96
MC120	300	150	10,7	4,3	10,5	245,71	172,75	1,42	1,37	0,96
MC121	300	150	9,4	4,3	4,5	263,95	154,49	1,71	1,64	0,96
MC122	300	150	9,4	4,3	6	251,46	163,72	1,54	1,54	1,00
MC123	300	150	9,4	4,3	9	224,75	151,82	1,48	1,41	0,95
MC124	300	150	9,4	4,3	10,5	219,95	152,27	1,44	1,36	0,94
MC125	300	150	8,3	4,3	4,5	245,18	138,39	1,77	1,63	0,92
MC126	300	150	8,3	4,3	6	230,42	152,07	1,52	1,53	1,01
MC127	300	150	8,3	4,3	9	205,68	136,70	1,50	1,40	0,93
MC128	300	150	8,3	4,3	10,5	195,20	139,49	1,40	1,35	0,97
MC131	300	150	12,5	3,3	9	228,34	166,72	1,37	1,73	1,26
MC132	300	150	12,5	3,3	10,5	220,26	154,80	1,42	1,68	1,18
MC134	300	150	10,7	3,3	6	211,49	128,46	1,65	1,83	1,11
MC135	300	150	10,7	3,3	9	195,72	140,05	1,40	1,72	1,23
MC136	300	150	10,7	3,3	10,5	189,24	129,96	1,46	1,67	1,15
MC138	300	150	9,4	3,3	6	186,08	111,88	1,66	1,82	1,10
MC139	300	150	9,4	3,3	9	172,19	120,97	1,42	1,71	1,20
MC140	300	150	9,4	3,3	10,5	168,64	111,79	1,51	1,66	1,10
MC141	300	150	8,3	3,3	4,5	185,62	108,39	1,71	1,89	1,10
MC142	300	150	8,3	3,3	6	169,15	100,49	1,68	1,82	1,08
MC143	300	150	8,3	3,3	9	158,37	106,88	1,48	1,70	1,15
MC144	300	150	8,3	3,3	10,5	147,85	99,62	1,48	1,65	1,11
									Média	1,00
									Coef. de variação	6,1%

Tabela B.10 – Modelos numéricos para análise do caso 2 do C_{dist} com Ψ igual a 0,25.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,25}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
MC1	300	75	6,3	6,0	4,5	105,87	71,68	1,48	1,41	0,95
MC2	300	75	6,3	6,0	6	99,13	70,57	1,40	1,33	0,95
MC3	300	75	6,3	6,0	9	91,14	71,83	1,27	1,27	1,00
MC4	300	75	6,3	6,0	10,5	89,02	70,46	1,26	1,25	0,99
MC5	300	75	5,4	6,0	4,5	96,92	66,83	1,45	1,40	0,96
MC6	300	75	5,4	6,0	6	90,07	64,61	1,39	1,32	0,95
MC7	300	75	5,4	6,0	9	82,80	65,32	1,27	1,26	1,00
MC8	300	75	5,4	6,0	10,5	80,94	65,24	1,24	1,25	1,01
MC9	300	75	4,7	6,0	4,5	88,95	63,02	1,41	1,39	0,98
MC10	300	75	4,7	6,0	6	83,02	60,11	1,38	1,32	0,95
MC11	300	75	4,7	6,0	9	77,71	60,58	1,28	1,26	0,98
MC12	300	75	4,7	6,0	10,5	75,26	60,77	1,24	1,25	1,01
MC13	300	75	4,2	6,0	4,5	84,17	60,68	1,39	1,38	0,99
MC14	300	75	4,2	6,0	6	77,52	57,49	1,35	1,31	0,97
MC15	300	75	4,2	6,0	9	72,51	56,74	1,28	1,26	0,98
MC16	300	75	4,2	6,0	10,5	70,72	56,95	1,24	1,25	1,01
MC17	300	75	6,3	4,3	4,5	69,64	44,62	1,56	1,50	0,96
MC18	300	75	6,3	4,3	6	64,62	44,66	1,45	1,40	0,97
MC19	300	75	6,3	4,3	9	58,22	44,38	1,31	1,30	0,99
MC20	300	75	6,3	4,3	10,5	56,91	43,12	1,32	1,28	0,97
MC21	300	75	5,4	4,3	4,5	63,23	39,77	1,59	1,48	0,93
MC22	300	75	5,4	4,3	6	58,10	41,35	1,40	1,39	0,99
MC23	300	75	5,4	4,3	9	52,17	39,62	1,32	1,29	0,98
MC24	300	75	5,4	4,3	10,5	51,13	39,20	1,30	1,27	0,98
MC25	300	75	4,7	4,3	4,5	57,26	36,17	1,58	1,47	0,93
MC26	300	75	4,7	4,3	6	52,96	38,09	1,39	1,38	0,99
MC27	300	75	4,7	4,3	9	48,61	36,26	1,34	1,29	0,96
MC28	300	75	4,7	4,3	10,5	47,03	36,44	1,29	1,27	0,98
MC29	300	75	4,2	4,3	4,5	53,97	33,73	1,60	1,46	0,91
MC30	300	75	4,2	4,3	6	48,88	35,38	1,38	1,37	0,99
MC31	300	75	4,2	4,3	9	45,01	33,66	1,34	1,28	0,96
MC32	300	75	4,2	4,3	10,5	43,88	34,43	1,27	1,27	0,99
MC33	300	75	6,3	3,3	4,5	51,73	36,10	1,43	1,57	1,09
MC34	300	75	6,3	3,3	6	48,07	30,56	1,57	1,46	0,93
MC35	300	75	6,3	3,3	9	42,66	30,44	1,40	1,34	0,95
MC36	300	75	6,3	3,3	10,5	41,64	31,02	1,34	1,31	0,97
MC37	300	75	5,4	3,3	4,5	46,92	31,39	1,49	1,55	1,04
MC38	300	75	5,4	3,3	6	42,85	27,28	1,57	1,45	0,92
MC39	300	75	5,4	3,3	9	37,81	27,03	1,40	1,33	0,95
MC40	300	75	5,4	3,3	10,5	37,09	28,13	1,32	1,30	0,99
MC41	300	75	4,7	3,3	4,5	42,16	27,89	1,51	1,54	1,02
MC42	300	75	4,7	3,3	6	38,73	24,58	1,58	1,44	0,91
MC43	300	75	4,7	3,3	9	35,00	24,82	1,41	1,32	0,94
MC44	300	75	4,7	3,3	10,5	33,82	25,42	1,33	1,29	0,97
MC45	300	75	4,2	3,3	4,5	39,59	25,44	1,56	1,53	0,98
MC46	300	75	4,2	3,3	6	35,37	23,24	1,52	1,43	0,94
MC47	300	75	4,2	3,3	9	32,15	23,09	1,39	1,32	0,95

(continua)

Tabela B.10 – Modelos numéricos para análise do caso 2 do C_{dist} com Ψ igual a 0,25.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,25}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$\frac{C_{dist,prop}}{C_{dist,num}}$
MC48	300	75	4,2	3,3	10,5	31,31	23,44	1,34	1,29	0,97
MC49	300	100	8,3	6,0	4,5	208,52	133,43	1,56	1,51	0,96
MC50	300	100	8,3	6,0	6	188,76	129,65	1,46	1,41	0,97
MC51	300	100	8,3	6,0	9	170,16	127,40	1,34	1,30	0,98
MC52	300	100	8,3	6,0	10,5	164,74	125,46	1,31	1,28	0,98
MC53	300	100	7,1	6,0	4,5	185,73	118,08	1,57	1,49	0,95
MC54	300	100	7,1	6,0	6	168,83	117,32	1,44	1,40	0,97
MC55	300	100	7,1	6,0	9	151,62	115,81	1,31	1,30	0,99
MC56	300	100	7,1	6,0	10,5	148,61	112,85	1,32	1,28	0,97
MC57	300	100	6,3	6,0	4,5	168,06	106,42	1,58	1,48	0,94
MC58	300	100	6,3	6,0	6	154,74	108,99	1,42	1,39	0,98
MC59	300	100	6,3	6,0	9	141,33	106,33	1,33	1,29	0,97
MC60	300	100	6,3	6,0	10,5	136,49	104,41	1,31	1,27	0,97
MC61	300	100	5,6	6,0	4,5	155,65	98,47	1,58	1,47	0,93
MC62	300	100	5,6	6,0	6	143,96	104,57	1,38	1,38	1,00
MC63	300	100	5,6	6,0	9	131,76	97,93	1,35	1,29	0,96
MC64	300	100	5,6	6,0	10,5	126,73	98,16	1,29	1,27	0,98
MC65	300	100	8,3	4,3	4,5	141,49	90,28	1,57	1,61	1,02
MC66	300	100	8,3	4,3	6	128,67	82,82	1,55	1,49	0,96
MC67	300	100	8,3	4,3	9	113,55	81,52	1,39	1,36	0,98
MC68	300	100	8,3	4,3	10,5	109,39	79,50	1,38	1,32	0,96
MC69	300	100	7,1	4,3	4,5	125,03	83,05	1,51	1,59	1,06
MC70	300	100	7,1	4,3	6	112,71	71,71	1,57	1,48	0,94
MC71	300	100	7,1	4,3	9	99,72	70,92	1,41	1,35	0,96
MC72	300	100	7,1	4,3	10,5	97,21	70,40	1,38	1,32	0,95
MC73	300	100	6,3	4,3	4,5	111,78	75,95	1,47	1,58	1,07
MC74	300	100	6,3	4,3	6	102,68	64,11	1,60	1,47	0,92
MC75	300	100	6,3	4,3	9	91,59	64,45	1,42	1,34	0,95
MC76	300	100	6,3	4,3	10,5	88,47	64,74	1,37	1,31	0,96
MC77	300	100	5,6	4,3	4,5	102,75	71,36	1,44	1,57	1,09
MC78	300	100	5,6	4,3	6	94,27	59,68	1,58	1,46	0,92
MC79	300	100	5,6	4,3	9	84,95	59,37	1,43	1,34	0,94
MC80	300	100	5,6	4,3	10,5	81,12	60,35	1,34	1,31	0,97
MC81	300	100	8,3	3,3	4,5	105,45	59,43	1,77	1,68	0,95
MC82	300	100	8,3	3,3	6	97,64	67,56	1,45	1,57	1,08
MC83	300	100	8,3	3,3	9	85,72	58,38	1,47	1,42	0,97
MC84	300	100	8,3	3,3	10,5	82,25	60,00	1,37	1,37	1,00
MC85	300	100	7,1	3,3	4,5	92,55	52,34	1,77	1,67	0,94
MC86	300	100	7,1	3,3	6	84,52	57,35	1,47	1,55	1,05
MC87	300	100	7,1	3,3	9	74,41	51,04	1,46	1,41	0,96
MC88	300	100	7,1	3,3	10,5	72,18	51,58	1,40	1,36	0,97
MC89	300	100	6,3	3,3	4,5	81,93	46,45	1,76	1,66	0,94
MC90	300	100	6,3	3,3	6	76,90	50,20	1,53	1,54	1,01
MC91	300	100	6,3	3,3	9	67,59	47,00	1,44	1,40	0,97
MC92	300	100	6,3	3,3	10,5	65,15	46,05	1,41	1,35	0,96
MC93	300	100	5,6	3,3	4,5	74,91	43,47	1,72	1,64	0,95
MC94	300	100	5,6	3,3	6	69,99	45,66	1,53	1,53	1,00

(continua)

Tabela B.10 – Modelos numéricos para análise do caso 2 do C_{dist} com Ψ igual a 0,25

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,25}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
MC95	300	100	5,6	3,3	9	62,25	43,50	1,43	1,39	0,97
MC96	300	100	5,6	3,3	10,5	59,12	41,80	1,41	1,35	0,95
MC97	300	150	12,5	6,0	4,5	553,01	312,85	1,77	1,66	0,94
MC98	300	150	12,5	6,0	6	507,38	340,54	1,49	1,55	1,04
MC99	300	150	12,5	6,0	9	448,02	306,17	1,46	1,40	0,96
MC100	300	150	12,5	6,0	10,5	429,66	307,24	1,40	1,36	0,97
MC101	300	150	10,7	6,0	4,5	481,78	273,81	1,76	1,65	0,94
MC102	300	150	10,7	6,0	6	444,21	289,10	1,54	1,54	1,00
MC103	300	150	10,7	6,0	9	389,93	270,48	1,44	1,39	0,97
MC104	300	150	10,7	6,0	10,5	375,75	265,84	1,41	1,35	0,96
MC105	300	150	9,4	6,0	4,5	425,41	251,64	1,69	1,64	0,97
MC106	300	150	9,4	6,0	6	394,59	254,54	1,55	1,52	0,98
MC107	300	150	9,4	6,0	9	349,19	247,74	1,41	1,38	0,98
MC108	300	150	9,4	6,0	10,5	340,01	236,37	1,44	1,34	0,93
MC109	300	150	8,3	6,0	4,5	401,64	234,31	1,71	1,63	0,95
MC110	300	150	8,3	6,0	6	365,88	231,22	1,58	1,51	0,96
MC111	300	150	8,3	6,0	9	321,36	230,22	1,40	1,38	0,99
MC112	300	150	8,3	6,0	10,5	307,21	215,92	1,42	1,34	0,94
MC114	300	150	12,5	4,3	6	343,07	213,10	1,61	1,61	1,00
MC115	300	150	12,5	4,3	9	314,51	204,52	1,54	1,46	0,95
MC116	300	150	12,5	4,3	10,5	300,85	201,89	1,49	1,41	0,95
MC117	300	150	10,7	4,3	4,5	319,45	175,97	1,82	1,70	0,94
MC118	300	150	10,7	4,3	6	304,81	181,50	1,68	1,60	0,95
MC119	300	150	10,7	4,3	9	270,46	173,05	1,56	1,45	0,93
MC120	300	150	10,7	4,3	10,5	259,72	172,75	1,50	1,40	0,93
MC121	300	150	9,4	4,3	4,5	285,05	154,49	1,85	1,69	0,92
MC122	300	150	9,4	4,3	6	268,75	163,72	1,64	1,59	0,97
MC123	300	150	9,4	4,3	9	239,11	151,82	1,57	1,44	0,91
MC124	300	150	9,4	4,3	10,5	233,65	152,27	1,53	1,39	0,91
MC125	300	150	8,3	4,3	4,5	268,91	138,39	1,94	1,68	0,87
MC126	300	150	8,3	4,3	6	247,30	152,07	1,63	1,58	0,97
MC127	300	150	8,3	4,3	9	220,04	136,70	1,61	1,43	0,89
MC128	300	150	8,3	4,3	10,5	207,12	139,49	1,48	1,38	0,93
MC131	300	150	12,5	3,3	9	236,50	166,72	1,42	1,53	1,08
MC132	300	150	12,5	3,3	10,5	229,96	154,80	1,49	1,47	0,99
MC135	300	150	10,7	3,3	9	205,22	140,05	1,47	1,52	1,04
MC136	300	150	10,7	3,3	10,5	199,13	129,96	1,53	1,46	0,95
MC138	300	150	9,4	3,3	6	194,81	111,88	1,74	1,66	0,95
MC139	300	150	9,4	3,3	9	181,87	120,97	1,50	1,51	1,00
MC140	300	150	9,4	3,3	10,5	179,28	111,79	1,60	1,45	0,91
MC142	300	150	8,3	3,3	6	180,68	100,49	1,80	1,65	0,92
MC143	300	150	8,3	3,3	9	169,01	106,88	1,58	1,50	0,95
MC144	300	150	8,3	3,3	10,5	157,33	99,62	1,58	1,44	0,91
									Média	0,97
									Coef. de variação	4,5%

Tabela B.11 – Modelos numéricos para análise do caso 2 do C_{dist} com Ψ igual a 0,50.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,5}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
MC1	300	75	6,3	6,0	4,5	111,48	71,68	1,56	1,48	0,95
MC2	300	75	6,3	6,0	6	103,44	70,57	1,47	1,38	0,94
MC3	300	75	6,3	6,0	9	94,31	71,83	1,31	1,30	0,99
MC4	300	75	6,3	6,0	10,5	91,75	70,46	1,30	1,29	0,99
MC5	300	75	5,4	6,0	4,5	102,15	66,83	1,53	1,46	0,96
MC6	300	75	5,4	6,0	6	93,96	64,61	1,45	1,37	0,94
MC7	300	75	5,4	6,0	9	85,60	65,32	1,31	1,30	0,99
MC8	300	75	5,4	6,0	10,5	83,37	65,24	1,28	1,29	1,01
MC9	300	75	4,7	6,0	4,5	93,68	63,02	1,49	1,45	0,98
MC10	300	75	4,7	6,0	6	86,57	60,11	1,44	1,37	0,95
MC11	300	75	4,7	6,0	9	80,29	60,58	1,33	1,30	0,98
MC12	300	75	4,7	6,0	10,5	77,47	60,77	1,27	1,28	1,01
MC13	300	75	4,2	6,0	4,5	88,46	60,68	1,46	1,44	0,99
MC14	300	75	4,2	6,0	6	80,73	57,49	1,40	1,36	0,97
MC15	300	75	4,2	6,0	9	74,89	56,74	1,32	1,29	0,98
MC16	300	75	4,2	6,0	10,5	72,77	56,95	1,28	1,28	1,00
MC17	300	75	6,3	4,3	4,5	73,65	44,62	1,65	1,58	0,96
MC18	300	75	6,3	4,3	6	67,91	44,66	1,52	1,46	0,96
MC19	300	75	6,3	4,3	9	60,63	44,38	1,37	1,35	0,98
MC20	300	75	6,3	4,3	10,5	58,97	43,12	1,37	1,32	0,96
MC21	300	75	5,4	4,3	4,5	67,10	39,77	1,69	1,57	0,93
MC22	300	75	5,4	4,3	6	61,08	41,35	1,48	1,45	0,98
MC23	300	75	5,4	4,3	9	54,28	39,62	1,37	1,34	0,98
MC24	300	75	5,4	4,3	10,5	52,96	39,20	1,35	1,31	0,97
MC25	300	75	4,7	4,3	4,5	60,80	36,17	1,68	1,55	0,92
MC26	300	75	4,7	4,3	6	55,68	38,09	1,46	1,44	0,99
MC27	300	75	4,7	4,3	9	50,58	36,26	1,39	1,33	0,95
MC28	300	75	4,7	4,3	10,5	48,70	36,44	1,34	1,31	0,98
MC29	300	75	4,2	4,3	4,5	57,19	33,73	1,70	1,54	0,91
MC30	300	75	4,2	4,3	6	51,30	35,38	1,45	1,43	0,99
MC31	300	75	4,2	4,3	9	46,80	33,66	1,39	1,33	0,95
MC32	300	75	4,2	4,3	10,5	45,41	34,43	1,32	1,30	0,99
MC33	300	75	6,3	3,3	4,5	54,73	36,10	1,52	1,67	1,10
MC34	300	75	6,3	3,3	6	50,67	30,56	1,66	1,54	0,93
MC35	300	75	6,3	3,3	9	44,62	30,44	1,47	1,39	0,95
MC36	300	75	6,3	3,3	10,5	43,33	31,02	1,40	1,35	0,97
MC37	300	75	5,4	3,3	4,5	49,85	31,39	1,59	1,65	1,04
MC38	300	75	5,4	3,3	6	45,27	27,28	1,66	1,52	0,92
MC39	300	75	5,4	3,3	9	39,52	27,03	1,46	1,38	0,95
MC40	300	75	5,4	3,3	10,5	38,60	28,13	1,37	1,34	0,98
MC41	300	75	4,7	3,3	4,5	44,86	27,89	1,61	1,64	1,02
MC42	300	75	4,7	3,3	6	40,96	24,58	1,67	1,51	0,91
MC43	300	75	4,7	3,3	9	36,60	24,82	1,47	1,37	0,93
MC44	300	75	4,7	3,3	10,5	35,20	25,42	1,38	1,34	0,97
MC45	300	75	4,2	3,3	4,5	41,97	25,44	1,65	1,62	0,98
MC46	300	75	4,2	3,3	6	37,35	23,24	1,61	1,50	0,93
MC47	300	75	4,2	3,3	9	33,59	23,09	1,46	1,37	0,94

(continua)

Tabela B.11 – Modelos numéricos para análise do caso 2 do C_{dist} com Ψ igual a 0,50.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,5}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
MC48	300	75	4,2	3,3	10,5	32,57	23,44	1,39	1,33	0,96
MC49	300	100	8,3	6,0	4,5	220,51	133,43	1,65	1,60	0,97
MC50	300	100	8,3	6,0	6	198,41	129,65	1,53	1,48	0,96
MC51	300	100	8,3	6,0	9	177,18	127,40	1,39	1,35	0,97
MC52	300	100	8,3	6,0	10,5	170,81	125,46	1,36	1,32	0,97
MC53	300	100	7,1	6,0	4,5	196,40	118,08	1,66	1,58	0,95
MC54	300	100	7,1	6,0	6	177,74	117,32	1,52	1,46	0,97
MC55	300	100	7,1	6,0	9	157,92	115,81	1,36	1,34	0,99
MC56	300	100	7,1	6,0	10,5	154,00	112,85	1,36	1,32	0,96
MC57	300	100	6,3	6,0	4,5	177,91	106,42	1,67	1,57	0,94
MC58	300	100	6,3	6,0	6	163,23	108,99	1,50	1,45	0,97
MC59	300	100	6,3	6,0	9	147,03	106,33	1,38	1,34	0,97
MC60	300	100	6,3	6,0	10,5	141,40	104,41	1,35	1,31	0,97
MC61	300	100	5,6	6,0	4,5	165,07	98,47	1,68	1,55	0,93
MC62	300	100	5,6	6,0	6	151,38	104,57	1,45	1,44	1,00
MC63	300	100	5,6	6,0	9	136,86	97,93	1,40	1,33	0,95
MC64	300	100	5,6	6,0	10,5	131,20	98,16	1,34	1,31	0,98
MC65	300	100	8,3	4,3	4,5	149,78	90,28	1,66	1,71	1,03
MC66	300	100	8,3	4,3	6	135,53	82,82	1,64	1,58	0,97
MC67	300	100	8,3	4,3	9	118,90	81,52	1,46	1,42	0,97
MC68	300	100	8,3	4,3	10,5	114,03	79,50	1,43	1,38	0,96
MC69	300	100	7,1	4,3	4,5	132,45	83,05	1,59	1,70	1,06
MC70	300	100	7,1	4,3	6	119,22	71,71	1,66	1,56	0,94
MC71	300	100	7,1	4,3	9	104,64	70,92	1,48	1,41	0,96
MC72	300	100	7,1	4,3	10,5	101,33	70,40	1,44	1,37	0,95
MC73	300	100	6,3	4,3	4,5	118,63	75,95	1,56	1,68	1,08
MC74	300	100	6,3	4,3	6	109,19	64,11	1,70	1,55	0,91
MC75	300	100	6,3	4,3	9	95,96	64,45	1,49	1,40	0,94
MC76	300	100	6,3	4,3	10,5	92,24	64,74	1,42	1,36	0,95
MC77	300	100	5,6	4,3	4,5	109,23	71,36	1,53	1,67	1,09
MC78	300	100	5,6	4,3	6	99,78	59,68	1,67	1,54	0,92
MC79	300	100	5,6	4,3	9	88,84	59,37	1,50	1,39	0,93
MC80	300	100	5,6	4,3	10,5	84,52	60,35	1,40	1,35	0,97
MC81	300	100	8,3	3,3	4,5	110,11	59,43	1,85	1,80	0,97
MC82	300	100	8,3	3,3	6	102,29	67,56	1,51	1,67	1,10
MC83	300	100	8,3	3,3	9	90,00	58,38	1,54	1,49	0,97
MC84	300	100	8,3	3,3	10,5	85,99	60,00	1,43	1,43	1,00
MC85	300	100	7,1	3,3	4,5	97,81	52,34	1,87	1,79	0,96
MC86	300	100	7,1	3,3	6	89,13	57,35	1,55	1,65	1,06
MC87	300	100	7,1	3,3	9	78,43	51,04	1,54	1,48	0,96
MC88	300	100	7,1	3,3	10,5	75,53	51,58	1,46	1,42	0,97
MC89	300	100	6,3	3,3	4,5	87,25	46,45	1,88	1,77	0,94
MC90	300	100	6,3	3,3	6	81,76	50,20	1,63	1,64	1,00
MC91	300	100	6,3	3,3	9	71,17	47,00	1,51	1,46	0,97
MC92	300	100	6,3	3,3	10,5	68,25	46,05	1,48	1,41	0,95
MC93	300	100	5,6	3,3	4,5	80,02	43,47	1,84	1,76	0,96
MC94	300	100	5,6	3,3	6	73,96	45,66	1,62	1,62	1,00

(continua)

Tabela B.11 – Modelos numéricos para análise do caso 2 do C_{dist} com Ψ igual a 0,50.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,5}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
MC95	300	100	5,6	3,3	9	65,44	43,50	1,50	1,45	0,97
MC96	300	100	5,6	3,3	10,5	61,90	41,80	1,48	1,40	0,95
MC97	300	150	12,5	6,0	4,5	585,26	312,85	1,87	1,78	0,95
MC98	300	150	12,5	6,0	6	535,11	340,54	1,57	1,65	1,05
MC99	300	150	12,5	6,0	9	471,64	306,17	1,54	1,47	0,96
MC100	300	150	12,5	6,0	10,5	449,60	307,24	1,46	1,42	0,97
MC101	300	150	10,7	6,0	4,5	514,39	273,81	1,88	1,77	0,94
MC102	300	150	10,7	6,0	6	472,09	289,10	1,63	1,63	1,00
MC103	300	150	10,7	6,0	9	410,42	270,48	1,52	1,46	0,96
MC104	300	150	10,7	6,0	10,5	393,37	265,84	1,48	1,41	0,95
MC105	300	150	9,4	6,0	4,5	453,68	251,64	1,80	1,75	0,97
MC106	300	150	9,4	6,0	6	417,95	254,54	1,64	1,62	0,98
MC107	300	150	9,4	6,0	9	367,38	247,74	1,48	1,45	0,98
MC108	300	150	9,4	6,0	10,5	356,66	236,37	1,51	1,40	0,93
MC109	300	150	8,3	6,0	4,5	430,70	234,31	1,84	1,74	0,95
MC110	300	150	8,3	6,0	6	388,89	231,22	1,68	1,60	0,95
MC111	300	150	8,3	6,0	9	338,63	230,22	1,47	1,44	0,98
MC112	300	150	8,3	6,0	10,5	321,94	215,92	1,49	1,39	0,93
MC114	300	150	12,5	4,3	6	348,35	213,10	1,63	1,74	1,06
MC115	300	150	12,5	4,3	9	329,16	204,52	1,61	1,55	0,96
MC116	300	150	12,5	4,3	10,5	314,75	201,89	1,56	1,49	0,95
MC117	300	150	10,7	4,3	4,5	304,89	175,97	1,73	1,86	1,07
MC118	300	150	10,7	4,3	6	318,21	181,50	1,75	1,72	0,98
MC119	300	150	10,7	4,3	9	284,43	173,05	1,64	1,54	0,93
MC120	300	150	10,7	4,3	10,5	272,62	172,75	1,58	1,47	0,93
MC121	300	150	9,4	4,3	4,5	286,53	154,49	1,85	1,85	1,00
MC122	300	150	9,4	4,3	6	282,36	163,72	1,72	1,71	0,99
MC123	300	150	9,4	4,3	9	252,25	151,82	1,66	1,52	0,92
MC124	300	150	9,4	4,3	10,5	246,62	152,27	1,62	1,46	0,90
MC125	300	150	8,3	4,3	4,5	276,74	138,39	2,00	1,83	0,92
MC126	300	150	8,3	4,3	6	261,81	152,07	1,72	1,70	0,99
MC127	300	150	8,3	4,3	9	233,46	136,70	1,71	1,51	0,89
MC128	300	150	8,3	4,3	10,5	218,54	139,49	1,57	1,45	0,93
MC132	300	150	12,5	3,3	10,5	236,04	154,80	1,52	1,57	1,03
MC135	300	150	10,7	3,3	9	211,44	140,05	1,51	1,62	1,07
MC136	300	150	10,7	3,3	10,5	206,88	129,96	1,59	1,55	0,97
MC138	300	150	9,4	3,3	6	188,03	111,88	1,68	1,80	1,07
MC139	300	150	9,4	3,3	9	189,52	120,97	1,57	1,61	1,03
MC140	300	150	9,4	3,3	10,5	188,43	111,79	1,69	1,54	0,91
MC142	300	150	8,3	3,3	6	180,94	100,49	1,80	1,79	0,99
MC143	300	150	8,3	3,3	9	178,14	106,88	1,67	1,59	0,96
MC144	300	150	8,3	3,3	10,5	165,83	99,62	1,66	1,53	0,92
									Média	0,97
									Coef. de variação	4,5%

Tabela B.12 – Modelos numéricos para análise do caso 2 do C_{dist} com Ψ igual a 0,75.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,75}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
MC1	300	75	6,3	6,0	4,5	116,87	71,68	1,63	1,58	0,97
MC2	300	75	6,3	6,0	6	107,64	70,57	1,53	1,46	0,96
MC3	300	75	6,3	6,0	9	97,42	71,83	1,36	1,36	1,00
MC4	300	75	6,3	6,0	10,5	94,40	70,46	1,34	1,34	1,00
MC5	300	75	5,4	6,0	4,5	107,23	66,83	1,60	1,56	0,97
MC6	300	75	5,4	6,0	6	97,75	64,61	1,51	1,45	0,96
MC7	300	75	5,4	6,0	9	88,33	65,32	1,35	1,36	1,00
MC8	300	75	5,4	6,0	10,5	85,74	65,24	1,31	1,34	1,02
MC9	300	75	4,7	6,0	4,5	98,29	63,02	1,56	1,55	0,99
MC10	300	75	4,7	6,0	6	90,04	60,11	1,50	1,44	0,96
MC11	300	75	4,7	6,0	9	82,81	60,58	1,37	1,35	0,99
MC12	300	75	4,7	6,0	10,5	79,60	60,77	1,31	1,33	1,02
MC13	300	75	4,2	6,0	4,5	92,62	60,68	1,53	1,54	1,01
MC14	300	75	4,2	6,0	6	83,87	57,49	1,46	1,43	0,98
MC15	300	75	4,2	6,0	9	77,20	56,74	1,36	1,35	0,99
MC16	300	75	4,2	6,0	10,5	74,75	56,95	1,31	1,33	1,01
MC17	300	75	6,3	4,3	4,5	77,46	44,62	1,74	1,70	0,98
MC18	300	75	6,3	4,3	6	71,06	44,66	1,59	1,56	0,98
MC19	300	75	6,3	4,3	9	62,98	44,38	1,42	1,42	1,00
MC20	300	75	6,3	4,3	10,5	60,97	43,12	1,41	1,38	0,98
MC21	300	75	5,4	4,3	4,5	70,81	39,77	1,78	1,68	0,94
MC22	300	75	5,4	4,3	6	63,96	41,35	1,55	1,55	1,00
MC23	300	75	5,4	4,3	9	56,34	39,62	1,42	1,41	0,99
MC24	300	75	5,4	4,3	10,5	54,74	39,20	1,40	1,37	0,98
MC25	300	75	4,7	4,3	4,5	64,20	36,17	1,77	1,66	0,94
MC26	300	75	4,7	4,3	6	58,33	38,09	1,53	1,53	1,00
MC27	300	75	4,7	4,3	9	52,50	36,26	1,45	1,40	0,97
MC28	300	75	4,7	4,3	10,5	50,32	36,44	1,38	1,37	0,99
MC29	300	75	4,2	4,3	4,5	60,24	33,73	1,79	1,65	0,92
MC30	300	75	4,2	4,3	6	53,66	35,38	1,52	1,52	1,00
MC31	300	75	4,2	4,3	9	48,55	33,66	1,44	1,39	0,97
MC32	300	75	4,2	4,3	10,5	46,90	34,43	1,36	1,36	1,00
MC33	300	75	6,3	3,3	4,5	57,49	36,10	1,59	1,79	1,13
MC34	300	75	6,3	3,3	6	53,07	30,56	1,74	1,65	0,95
MC35	300	75	6,3	3,3	9	46,52	30,44	1,53	1,48	0,97
MC36	300	75	6,3	3,3	10,5	44,98	31,02	1,45	1,43	0,98
MC37	300	75	5,4	3,3	4,5	52,61	31,39	1,68	1,77	1,06
MC38	300	75	5,4	3,3	6	47,54	27,28	1,74	1,63	0,94
MC39	300	75	5,4	3,3	9	41,18	27,03	1,52	1,46	0,96
MC40	300	75	5,4	3,3	10,5	40,06	28,13	1,42	1,42	0,99
MC41	300	75	4,7	3,3	4,5	47,43	27,89	1,70	1,76	1,03
MC42	300	75	4,7	3,3	6	43,08	24,58	1,75	1,62	0,92
MC43	300	75	4,7	3,3	9	38,16	24,82	1,54	1,45	0,95
MC44	300	75	4,7	3,3	10,5	36,53	25,42	1,44	1,41	0,98
MC45	300	75	4,2	3,3	4,5	44,22	25,44	1,74	1,74	1,00
MC46	300	75	4,2	3,3	6	39,24	23,24	1,69	1,60	0,95
MC47	300	75	4,2	3,3	9	35,00	23,09	1,52	1,44	0,95

(continua)

Tabela B.12 – Modelos numéricos para análise do caso 2 do C_{dist} com Ψ igual a 0,75.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,75}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
MC48	300	75	4,2	3,3	10,5	33,79	23,44	1,44	1,40	0,97
MC49	300	100	8,3	6,0	4,5	231,89	133,43	1,74	1,71	0,98
MC50	300	100	8,3	6,0	6	207,60	129,65	1,60	1,57	0,98
MC51	300	100	8,3	6,0	9	184,01	127,40	1,44	1,43	0,99
MC52	300	100	8,3	6,0	10,5	176,73	125,46	1,41	1,39	0,98
MC53	300	100	7,1	6,0	4,5	206,51	118,08	1,75	1,69	0,97
MC54	300	100	7,1	6,0	6	186,35	117,32	1,59	1,56	0,98
MC55	300	100	7,1	6,0	9	164,11	115,81	1,42	1,42	1,00
MC56	300	100	7,1	6,0	10,5	159,25	112,85	1,41	1,38	0,98
MC57	300	100	6,3	6,0	4,5	187,27	106,42	1,76	1,68	0,95
MC58	300	100	6,3	6,0	6	171,56	108,99	1,57	1,55	0,98
MC59	300	100	6,3	6,0	9	152,56	106,33	1,43	1,41	0,98
MC60	300	100	6,3	6,0	10,5	146,18	104,41	1,40	1,37	0,98
MC61	300	100	5,6	6,0	4,5	174,10	98,47	1,77	1,66	0,94
MC62	300	100	5,6	6,0	6	158,61	104,57	1,52	1,53	1,01
MC63	300	100	5,6	6,0	9	141,82	97,93	1,45	1,40	0,97
MC64	300	100	5,6	6,0	10,5	135,55	98,16	1,38	1,37	0,99
MC65	300	100	8,3	4,3	4,5	156,78	90,28	1,74	1,84	1,06
MC66	300	100	8,3	4,3	6	141,81	82,82	1,71	1,69	0,99
MC67	300	100	8,3	4,3	9	124,05	81,52	1,52	1,51	0,99
MC68	300	100	8,3	4,3	10,5	118,53	79,50	1,49	1,46	0,98
MC69	300	100	7,1	4,3	4,5	139,05	83,05	1,67	1,82	1,09
MC70	300	100	7,1	4,3	6	125,31	71,71	1,75	1,68	0,96
MC71	300	100	7,1	4,3	9	109,45	70,92	1,54	1,50	0,97
MC72	300	100	7,1	4,3	10,5	105,32	70,40	1,50	1,44	0,97
MC73	300	100	6,3	4,3	4,5	124,95	75,95	1,65	1,81	1,10
MC74	300	100	6,3	4,3	6	115,41	64,11	1,80	1,66	0,92
MC75	300	100	6,3	4,3	9	100,21	64,45	1,55	1,49	0,96
MC76	300	100	6,3	4,3	10,5	95,90	64,74	1,48	1,43	0,97
MC77	300	100	5,6	4,3	4,5	115,34	71,36	1,62	1,79	1,11
MC78	300	100	5,6	4,3	6	104,98	59,68	1,76	1,65	0,94
MC79	300	100	5,6	4,3	9	92,61	59,37	1,56	1,48	0,95
MC80	300	100	5,6	4,3	10,5	87,83	60,35	1,46	1,43	0,98
MC81	300	100	8,3	3,3	4,5	110,16	59,43	1,85	1,94	1,04
MC82	300	100	8,3	3,3	6	105,94	67,56	1,57	1,79	1,14
MC83	300	100	8,3	3,3	9	93,97	58,38	1,61	1,59	0,99
MC84	300	100	8,3	3,3	10,5	89,54	60,00	1,49	1,52	1,02
MC85	300	100	7,1	3,3	4,5	100,26	52,34	1,92	1,92	1,00
MC86	300	100	7,1	3,3	6	93,15	57,35	1,62	1,77	1,09
MC87	300	100	7,1	3,3	9	82,26	51,04	1,61	1,57	0,98
MC88	300	100	7,1	3,3	10,5	78,75	51,58	1,53	1,51	0,99
MC89	300	100	6,3	3,3	4,5	90,75	46,45	1,95	1,90	0,97
MC90	300	100	6,3	3,3	6	86,21	50,20	1,72	1,76	1,02
MC91	300	100	6,3	3,3	9	74,59	47,00	1,59	1,56	0,98
MC92	300	100	6,3	3,3	10,5	71,25	46,05	1,55	1,50	0,97
MC93	300	100	5,6	3,3	4,5	83,87	43,47	1,93	1,89	0,98
MC94	300	100	5,6	3,3	6	77,60	45,66	1,70	1,74	1,02

(continua)

Tabela B.12 – Modelos numéricos para análise do caso 2 do C_{dist} com Ψ igual a 0,75.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,75}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
MC95	300	100	5,6	3,3	9	68,48	43,50	1,57	1,55	0,98
MC96	300	100	5,6	3,3	10,5	64,60	41,80	1,55	1,49	0,96
MC97	300	150	12,5	6,0	4,5	600,69	312,85	1,92	1,91	1,00
MC98	300	150	12,5	6,0	6	559,27	340,54	1,64	1,77	1,08
MC99	300	150	12,5	6,0	9	494,15	306,17	1,61	1,57	0,97
MC100	300	150	12,5	6,0	10,5	468,73	307,24	1,53	1,51	0,99
MC101	300	150	10,7	6,0	4,5	537,44	273,81	1,96	1,90	0,97
MC102	300	150	10,7	6,0	6	497,89	289,10	1,72	1,75	1,02
MC103	300	150	10,7	6,0	9	430,10	270,48	1,59	1,56	0,98
MC104	300	150	10,7	6,0	10,5	410,45	265,84	1,54	1,49	0,97
MC105	300	150	9,4	6,0	4,5	476,34	251,64	1,89	1,88	0,99
MC106	300	150	9,4	6,0	6	439,81	254,54	1,73	1,73	1,00
MC107	300	150	9,4	6,0	9	385,00	247,74	1,55	1,54	0,99
MC108	300	150	9,4	6,0	10,5	372,97	236,37	1,58	1,48	0,94
MC109	300	150	8,3	6,0	4,5	455,13	234,31	1,94	1,87	0,96
MC110	300	150	8,3	6,0	6	410,61	231,22	1,78	1,72	0,97
MC111	300	150	8,3	6,0	9	355,49	230,22	1,54	1,53	0,99
MC112	300	150	8,3	6,0	10,5	336,35	215,92	1,56	1,47	0,95
MC115	300	150	12,5	4,3	9	340,74	204,52	1,67	1,63	0,98
MC116	300	150	12,5	4,3	10,5	326,75	201,89	1,62	1,56	0,96
MC118	300	150	10,7	4,3	6	318,99	181,50	1,76	1,84	1,05
MC119	300	150	10,7	4,3	9	296,52	173,05	1,71	1,62	0,94
MC120	300	150	10,7	4,3	10,5	284,31	172,75	1,65	1,54	0,94
MC122	300	150	9,4	4,3	6	289,10	163,72	1,77	1,82	1,03
MC123	300	150	9,4	4,3	9	264,04	151,82	1,74	1,60	0,92
MC124	300	150	9,4	4,3	10,5	258,78	152,27	1,70	1,53	0,90
MC125	300	150	8,3	4,3	4,5	260,07	138,39	1,88	1,97	1,05
MC126	300	150	8,3	4,3	6	271,56	152,07	1,79	1,81	1,01
MC127	300	150	8,3	4,3	9	245,87	136,70	1,80	1,59	0,88
MC128	300	150	8,3	4,3	10,5	229,38	139,49	1,64	1,52	0,92
MC136	300	150	10,7	3,3	10,5	211,73	129,96	1,63	1,63	1,00
MC139	300	150	9,4	3,3	9	193,86	120,97	1,60	1,70	1,06
MC140	300	150	9,4	3,3	10,5	195,58	111,79	1,75	1,62	0,93
MC143	300	150	8,3	3,3	9	184,77	106,88	1,73	1,69	0,98
MC144	300	150	8,3	3,3	10,5	173,08	99,62	1,74	1,61	0,92
									Média	0,99
									Coef. de variação	4,4%

Tabela B.13 – Modelos numéricos para análise do caso 2 do C_{dist} com Ψ igual a 1,0.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,1}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
MC1	300	75	6,3	6,0	4,5	122,05	71,68	1,70	1,66	0,97
MC2	300	75	6,3	6,0	6	111,73	70,57	1,58	1,53	0,97
MC3	300	75	6,3	6,0	9	100,46	71,83	1,40	1,41	1,01
MC4	300	75	6,3	6,0	10,5	96,98	70,46	1,38	1,38	1,00
MC5	300	75	5,4	6,0	4,5	112,16	66,83	1,68	1,64	0,98
MC6	300	75	5,4	6,0	6	101,46	64,61	1,57	1,52	0,97
MC7	300	75	5,4	6,0	9	91,01	65,32	1,39	1,40	1,01
MC8	300	75	5,4	6,0	10,5	88,06	65,24	1,35	1,38	1,02
MC9	300	75	4,7	6,0	4,5	102,76	63,02	1,63	1,63	1,00
MC10	300	75	4,7	6,0	6	93,44	60,11	1,55	1,51	0,97
MC11	300	75	4,7	6,0	9	85,27	60,58	1,41	1,39	0,99
MC12	300	75	4,7	6,0	10,5	81,69	60,77	1,34	1,37	1,02
MC13	300	75	4,2	6,0	4,5	96,65	60,68	1,59	1,61	1,01
MC14	300	75	4,2	6,0	6	86,93	57,49	1,51	1,50	0,99
MC15	300	75	4,2	6,0	9	79,46	56,74	1,40	1,39	0,99
MC16	300	75	4,2	6,0	10,5	76,68	56,95	1,35	1,37	1,02
MC17	300	75	6,3	4,3	4,5	81,04	44,62	1,82	1,79	0,99
MC18	300	75	6,3	4,3	6	74,07	44,66	1,66	1,64	0,99
MC19	300	75	6,3	4,3	9	65,29	44,38	1,47	1,48	1,00
MC20	300	75	6,3	4,3	10,5	62,92	43,12	1,46	1,43	0,98
MC21	300	75	5,4	4,3	4,5	74,33	39,77	1,87	1,77	0,95
MC22	300	75	5,4	4,3	6	66,74	41,35	1,61	1,63	1,01
MC23	300	75	5,4	4,3	9	58,37	39,62	1,47	1,46	0,99
MC24	300	75	5,4	4,3	10,5	56,48	39,20	1,44	1,42	0,99
MC25	300	75	4,7	4,3	4,5	67,44	36,17	1,86	1,75	0,94
MC26	300	75	4,7	4,3	6	60,90	38,09	1,60	1,61	1,01
MC27	300	75	4,7	4,3	9	54,38	36,26	1,50	1,45	0,97
MC28	300	75	4,7	4,3	10,5	51,91	36,44	1,42	1,41	0,99
MC29	300	75	4,2	4,3	4,5	63,13	33,73	1,87	1,74	0,93
MC30	300	75	4,2	4,3	6	55,96	35,38	1,58	1,60	1,01
MC31	300	75	4,2	4,3	9	50,26	33,66	1,49	1,45	0,97
MC32	300	75	4,2	4,3	10,5	48,35	34,43	1,40	1,41	1,00
MC33	300	75	6,3	3,3	4,5	59,88	36,10	1,66	1,89	1,14
MC34	300	75	6,3	3,3	6	55,29	30,56	1,81	1,74	0,96
MC35	300	75	6,3	3,3	9	48,37	30,44	1,59	1,55	0,97
MC36	300	75	6,3	3,3	10,5	46,57	31,02	1,50	1,49	0,99
MC37	300	75	5,4	3,3	4,5	55,09	31,39	1,76	1,87	1,07
MC38	300	75	5,4	3,3	6	49,66	27,28	1,82	1,72	0,94
MC39	300	75	5,4	3,3	9	42,81	27,03	1,58	1,53	0,97
MC40	300	75	5,4	3,3	10,5	41,49	28,13	1,48	1,48	1,00
MC41	300	75	4,7	3,3	4,5	49,80	27,89	1,79	1,86	1,04
MC42	300	75	4,7	3,3	6	45,09	24,58	1,83	1,70	0,93
MC43	300	75	4,7	3,3	9	39,68	24,82	1,60	1,52	0,95
MC44	300	75	4,7	3,3	10,5	37,82	25,42	1,49	1,47	0,98
MC45	300	75	4,2	3,3	4,5	46,30	25,44	1,82	1,84	1,01
MC46	300	75	4,2	3,3	6	41,03	23,24	1,77	1,69	0,96
MC47	300	75	4,2	3,3	9	36,38	23,09	1,58	1,51	0,96

(continua)

Tabela B.13 – Modelos numéricos para análise do caso 2 do C_{dist} com Ψ igual a 1,0.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,1}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
MC48	300	75	4,2	3,3	10,5	34,99	23,44	1,49	1,46	0,98
MC49	300	100	8,3	6,0	4,5	242,55	133,43	1,82	1,81	0,99
MC50	300	100	8,3	6,0	6	216,35	129,65	1,67	1,66	0,99
MC51	300	100	8,3	6,0	9	190,67	127,40	1,50	1,49	0,99
MC52	300	100	8,3	6,0	10,5	182,54	125,46	1,45	1,44	0,99
MC53	300	100	7,1	6,0	4,5	216,02	118,08	1,83	1,79	0,98
MC54	300	100	7,1	6,0	6	194,65	117,32	1,66	1,64	0,99
MC55	300	100	7,1	6,0	9	170,20	115,81	1,47	1,47	1,00
MC56	300	100	7,1	6,0	10,5	164,39	112,85	1,46	1,43	0,98
MC57	300	100	6,3	6,0	4,5	196,14	106,42	1,84	1,77	0,96
MC58	300	100	6,3	6,0	6	179,68	108,99	1,65	1,62	0,99
MC59	300	100	6,3	6,0	9	157,97	106,33	1,49	1,46	0,99
MC60	300	100	6,3	6,0	10,5	150,86	104,41	1,44	1,42	0,98
MC61	300	100	5,6	6,0	4,5	182,74	98,47	1,86	1,76	0,95
MC62	300	100	5,6	6,0	6	165,62	104,57	1,58	1,61	1,02
MC63	300	100	5,6	6,0	9	146,66	97,93	1,50	1,46	0,97
MC64	300	100	5,6	6,0	10,5	139,81	98,16	1,42	1,42	0,99
MC65	300	100	8,3	4,3	4,5	161,72	90,28	1,79	1,95	1,09
MC66	300	100	8,3	4,3	6	147,40	82,82	1,78	1,79	1,00
MC67	300	100	8,3	4,3	9	129,01	81,52	1,58	1,59	1,00
MC68	300	100	8,3	4,3	10,5	122,90	79,50	1,55	1,52	0,98
MC69	300	100	7,1	4,3	4,5	144,35	83,05	1,74	1,93	1,11
MC70	300	100	7,1	4,3	6	130,93	71,71	1,83	1,77	0,97
MC71	300	100	7,1	4,3	9	114,13	70,92	1,61	1,57	0,98
MC72	300	100	7,1	4,3	10,5	109,20	70,40	1,55	1,51	0,97
MC73	300	100	6,3	4,3	4,5	130,35	75,95	1,72	1,91	1,11
MC74	300	100	6,3	4,3	6	121,28	64,11	1,89	1,75	0,93
MC75	300	100	6,3	4,3	9	104,34	64,45	1,62	1,56	0,96
MC76	300	100	6,3	4,3	10,5	99,48	64,74	1,54	1,50	0,97
MC77	300	100	5,6	4,3	4,5	120,80	71,36	1,69	1,89	1,12
MC78	300	100	5,6	4,3	6	109,85	59,68	1,84	1,74	0,94
MC79	300	100	5,6	4,3	9	96,26	59,37	1,62	1,55	0,95
MC80	300	100	5,6	4,3	10,5	91,07	60,35	1,51	1,49	0,99
MC81	300	100	8,3	3,3	4,5	104,88	59,43	1,76	2,05	1,16
MC82	300	100	8,3	3,3	6	108,08	67,56	1,60	1,89	1,18
MC83	300	100	8,3	3,3	9	97,59	58,38	1,67	1,67	1,00
MC84	300	100	8,3	3,3	10,5	92,88	60,00	1,55	1,60	1,03
MC85	300	100	7,1	3,3	4,5	98,61	52,34	1,88	2,03	1,08
MC86	300	100	7,1	3,3	6	96,26	57,35	1,68	1,87	1,12
MC87	300	100	7,1	3,3	9	85,86	51,04	1,68	1,66	0,98
MC88	300	100	7,1	3,3	10,5	81,80	51,58	1,59	1,58	1,00
MC89	300	100	6,3	3,3	4,5	91,37	46,45	1,97	2,01	1,02
MC90	300	100	6,3	3,3	6	89,98	50,20	1,79	1,86	1,03
MC91	300	100	6,3	3,3	9	77,82	47,00	1,66	1,64	0,99
MC92	300	100	6,3	3,3	10,5	74,13	46,05	1,61	1,57	0,98
MC93	300	100	5,6	3,3	4,5	85,62	43,47	1,97	2,00	1,01
MC94	300	100	5,6	3,3	6	80,76	45,66	1,77	1,84	1,04

(continua)

Tabela B.13 – Modelos numéricos para análise do caso 2 do C_{dist} com Ψ igual a 1,0.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,1}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
MC95	300	100	5,6	3,3	9	71,35	43,50	1,64	1,63	0,99
MC96	300	100	5,6	3,3	10,5	67,21	41,80	1,61	1,56	0,97
MC97	300	150	12,5	6,0	4,5	590,25	312,85	1,89	2,02	1,07
MC98	300	150	12,5	6,0	6	577,81	340,54	1,70	1,87	1,10
MC99	300	150	12,5	6,0	9	515,38	306,17	1,68	1,65	0,98
MC100	300	150	12,5	6,0	10,5	487,00	307,24	1,59	1,58	1,00
MC101	300	150	10,7	6,0	4,5	543,82	273,81	1,99	2,01	1,01
MC102	300	150	10,7	6,0	6	520,18	289,10	1,80	1,85	1,03
MC103	300	150	10,7	6,0	9	448,86	270,48	1,66	1,64	0,99
MC104	300	150	10,7	6,0	10,5	426,95	265,84	1,61	1,57	0,97
MC105	300	150	9,4	6,0	4,5	489,35	251,64	1,94	1,99	1,02
MC106	300	150	9,4	6,0	6	459,41	254,54	1,80	1,83	1,01
MC107	300	150	9,4	6,0	9	401,94	247,74	1,62	1,62	1,00
MC108	300	150	9,4	6,0	10,5	388,94	236,37	1,65	1,55	0,94
MC109	300	150	8,3	6,0	4,5	470,89	234,31	2,01	1,97	0,98
MC110	300	150	8,3	6,0	6	430,46	231,22	1,86	1,82	0,98
MC111	300	150	8,3	6,0	9	371,89	230,22	1,62	1,61	1,00
MC112	300	150	8,3	6,0	10,5	350,42	215,92	1,62	1,54	0,95
MC115	300	150	12,5	4,3	9	347,95	204,52	1,70	1,71	1,00
MC116	300	150	12,5	4,3	10,5	336,36	201,89	1,67	1,62	0,97
MC119	300	150	10,7	4,3	9	306,08	173,05	1,77	1,69	0,95
MC120	300	150	10,7	4,3	10,5	294,54	172,75	1,70	1,60	0,94
MC122	300	150	9,4	4,3	6	284,47	163,72	1,74	1,92	1,11
MC123	300	150	9,4	4,3	9	274,13	151,82	1,81	1,67	0,92
MC124	300	150	9,4	4,3	10,5	269,93	152,27	1,77	1,59	0,89
MC126	300	150	8,3	4,3	6	272,50	152,07	1,79	1,91	1,06
MC127	300	150	8,3	4,3	9	256,97	136,70	1,88	1,65	0,88
MC128	300	150	8,3	4,3	10,5	239,51	139,49	1,72	1,57	0,92
MC136	300	150	10,7	3,3	10,5	212,43	129,96	1,63	1,71	1,04
MC139	300	150	9,4	3,3	9	192,98	120,97	1,60	1,78	1,12
MC140	300	150	9,4	3,3	10,5	199,75	111,79	1,79	1,69	0,94
MC143	300	150	8,3	3,3	9	187,09	106,88	1,75	1,77	1,01
MC144	300	150	8,3	3,3	10,5	178,62	99,62	1,79	1,67	0,93
									Média	1,00
									Coef. de variação	5,1%

Tabela B.14 – Modelos numéricos para análise do caso 3 do C_{dist} com Ψ igual a 0,25.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,25}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-1	300	75	6,3	6,0	4,5	74,3	71,7	1,04	1,02	0,98
QD-2	300	75	6,3	6,0	6	72,5	70,6	1,03	1,02	0,99
QD-3	300	75	6,3	6,0	9	73,2	71,8	1,02	1,02	1,00
QD-4	300	75	6,3	6,0	10,5	71,6	70,5	1,02	1,02	1,00
QD-5	300	75	5,4	6,0	4,5	69,3	66,8	1,04	1,02	0,98
QD-6	300	75	5,4	6,0	6	66,4	64,6	1,03	1,02	0,99
QD-7	300	75	5,4	6,0	9	66,5	65,3	1,02	1,02	1,00
QD-8	300	75	5,4	6,0	10,5	66,3	65,2	1,02	1,02	1,00
QD-9	300	75	4,7	6,0	4,5	65,4	63,0	1,04	1,02	0,98
QD-10	300	75	4,7	6,0	6	61,8	60,1	1,03	1,02	0,99
QD-11	300	75	4,7	6,0	9	61,7	60,6	1,02	1,02	1,00
QD-12	300	75	4,7	6,0	10,5	61,7	60,8	1,02	1,02	1,00
QD-13	300	75	4,2	6,0	4,5	62,9	60,7	1,04	1,02	0,98
QD-14	300	75	4,2	6,0	6	59,1	57,5	1,03	1,02	0,99
QD-15	300	75	4,2	6,0	9	57,8	56,7	1,02	1,02	1,00
QD-16	300	75	4,2	6,0	10,5	57,8	56,9	1,02	1,02	1,00
QD-17	300	75	6,3	4,3	4,5	46,2	44,6	1,04	1,02	0,98
QD-18	300	75	6,3	4,3	6	45,9	44,7	1,03	1,02	0,99
QD-19	300	75	6,3	4,3	9	45,2	44,4	1,02	1,02	1,00
QD-20	300	75	6,3	4,3	10,5	43,8	43,1	1,02	1,02	1,00
QD-21	300	75	5,4	4,3	4,5	41,2	39,8	1,04	1,02	0,98
QD-22	300	75	5,4	4,3	6	42,4	41,4	1,03	1,02	0,99
QD-23	300	75	5,4	4,3	9	40,4	39,6	1,02	1,02	1,00
QD-24	300	75	5,4	4,3	10,5	39,8	39,2	1,02	1,02	1,00
QD-25	300	75	4,7	4,3	4,5	37,5	36,2	1,04	1,02	0,98
QD-26	300	75	4,7	4,3	6	39,1	38,1	1,03	1,02	0,99
QD-27	300	75	4,7	4,3	9	36,9	36,3	1,02	1,02	1,00
QD-28	300	75	4,7	4,3	10,5	37,0	36,4	1,02	1,02	1,00
QD-29	300	75	4,2	4,3	4,5	35,0	33,7	1,04	1,02	0,98
QD-30	300	75	4,2	4,3	6	36,4	35,4	1,03	1,02	0,99
QD-31	300	75	4,2	4,3	9	34,3	33,7	1,02	1,02	1,00
QD-32	300	75	4,2	4,3	10,5	35,0	34,4	1,02	1,02	1,00
QD-33	300	75	6,3	3,3	4,5	37,4	36,1	1,04	1,02	0,98
QD-34	300	75	6,3	3,3	6	31,4	30,6	1,03	1,02	0,99
QD-35	300	75	6,3	3,3	9	31,0	30,4	1,02	1,02	1,00
QD-36	300	75	6,3	3,3	10,5	31,5	31,0	1,02	1,02	1,00
QD-37	300	75	5,4	3,3	4,5	32,5	31,4	1,04	1,02	0,98
QD-38	300	75	5,4	3,3	6	28,0	27,3	1,03	1,02	0,99
QD-39	300	75	5,4	3,3	9	27,5	27,0	1,02	1,02	1,00
QD-40	300	75	5,4	3,3	10,5	28,6	28,1	1,02	1,02	1,00
QD-41	300	75	4,7	3,3	4,5	28,9	27,9	1,04	1,02	0,98
QD-42	300	75	4,7	3,3	6	25,2	24,6	1,03	1,02	0,99
QD-43	300	75	4,7	3,3	9	25,3	24,8	1,02	1,02	1,00
QD-44	300	75	4,7	3,3	10,5	25,8	25,4	1,02	1,02	1,00
QD-45	300	75	4,2	3,3	4,5	26,4	25,4	1,04	1,02	0,98
QD-46	300	75	4,2	3,3	6	23,9	23,2	1,03	1,02	0,99
QD-47	300	75	4,2	3,3	9	23,5	23,1	1,02	1,02	1,00

(continua)

Tabela B.14 – Modelos numéricos para análise do caso 3 do C_{dist} com Ψ igual a 0,25.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,25}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-48	300	75	4,2	3,3	10,5	23,8	23,4	1,02	1,02	1,00
QD-49	300	100	8,3	6,0	4,5	138,3	133,4	1,04	1,02	0,98
QD-50	300	100	8,3	6,0	6	133,2	129,6	1,03	1,02	0,99
QD-51	300	100	8,3	6,0	9	129,8	127,4	1,02	1,02	1,00
QD-52	300	100	8,3	6,0	10,5	127,4	125,5	1,02	1,02	1,00
QD-53	300	100	7,1	6,0	4,5	122,4	118,1	1,04	1,02	0,98
QD-54	300	100	7,1	6,0	6	120,5	117,3	1,03	1,02	0,99
QD-55	300	100	7,1	6,0	9	118,0	115,8	1,02	1,02	1,00
QD-56	300	100	7,1	6,0	10,5	114,6	112,9	1,02	1,02	1,00
QD-57	300	100	6,3	6,0	4,5	110,3	106,4	1,04	1,02	0,98
QD-58	300	100	6,3	6,0	6	112,0	109,0	1,03	1,02	0,99
QD-59	300	100	6,3	6,0	9	108,3	106,3	1,02	1,02	1,00
QD-60	300	100	6,3	6,0	10,5	106,1	104,4	1,02	1,02	1,00
QD-61	300	100	5,6	6,0	4,5	102,1	98,5	1,04	1,02	0,98
QD-62	300	100	5,6	6,0	6	107,5	104,6	1,03	1,02	0,99
QD-63	300	100	5,6	6,0	9	99,7	97,9	1,02	1,02	1,00
QD-64	300	100	5,6	6,0	10,5	99,7	98,2	1,02	1,02	1,00
QD-65	300	100	8,3	4,3	4,5	93,1	90,3	1,03	1,02	0,99
QD-66	300	100	8,3	4,3	6	85,1	82,8	1,03	1,02	0,99
QD-67	300	100	8,3	4,3	9	83,0	81,5	1,02	1,02	1,00
QD-68	300	100	8,3	4,3	10,5	80,8	79,5	1,02	1,02	1,00
QD-69	300	100	7,1	4,3	4,5	85,7	83,0	1,03	1,02	0,99
QD-70	300	100	7,1	4,3	6	73,7	71,7	1,03	1,02	0,99
QD-71	300	100	7,1	4,3	9	72,2	70,9	1,02	1,02	1,00
QD-72	300	100	7,1	4,3	10,5	71,5	70,4	1,02	1,02	1,00
QD-73	300	100	6,3	4,3	4,5	78,4	76,0	1,03	1,02	0,99
QD-74	300	100	6,3	4,3	6	65,9	64,1	1,03	1,02	0,99
QD-75	300	100	6,3	4,3	9	65,6	64,4	1,02	1,02	1,00
QD-76	300	100	6,3	4,3	10,5	65,8	64,7	1,02	1,02	1,00
QD-77	300	100	5,6	4,3	4,5	74,0	71,4	1,04	1,02	0,98
QD-78	300	100	5,6	4,3	6	61,3	59,7	1,03	1,02	0,99
QD-79	300	100	5,6	4,3	9	60,5	59,4	1,02	1,02	1,00
QD-80	300	100	5,6	4,3	10,5	61,3	60,3	1,02	1,02	1,00
QD-81	300	100	8,3	3,3	4,5	61,3	59,4	1,03	1,02	0,99
QD-82	300	100	8,3	3,3	6	69,4	67,6	1,03	1,02	0,99
QD-83	300	100	8,3	3,3	9	59,4	58,4	1,02	1,02	1,00
QD-84	300	100	8,3	3,3	10,5	60,9	60,0	1,02	1,02	1,00
QD-85	300	100	7,1	3,3	4,5	54,0	52,3	1,03	1,02	0,99
QD-86	300	100	7,1	3,3	6	58,9	57,4	1,03	1,02	0,99
QD-87	300	100	7,1	3,3	9	52,0	51,0	1,02	1,02	1,00
QD-88	300	100	7,1	3,3	10,5	52,4	51,6	1,02	1,02	1,00
QD-89	300	100	6,3	3,3	4,5	47,9	46,5	1,03	1,02	0,99
QD-90	300	100	6,3	3,3	6	51,6	50,2	1,03	1,02	0,99
QD-91	300	100	6,3	3,3	9	47,8	47,0	1,02	1,02	1,00
QD-92	300	100	6,3	3,3	10,5	46,8	46,0	1,02	1,02	1,00
QD-93	300	100	5,6	3,3	4,5	44,9	43,5	1,03	1,02	0,99
QD-94	300	100	5,6	3,3	6	46,9	45,7	1,03	1,02	0,99

(continua)

Tabela B.14 – Modelos numéricos para análise do caso 3 do C_{dist} com Ψ igual a 0,25.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,25}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-95	300	100	5,6	3,3	9	44,3	43,5	1,02	1,02	1,00
QD-96	300	100	5,6	3,3	10,5	42,5	41,8	1,02	1,02	1,00
QD-97	300	150	12,5	6,0	4,5	322,7	312,9	1,03	1,02	0,99
QD-98	300	150	12,5	6,0	6	349,7	340,5	1,03	1,02	0,99
QD-99	300	150	12,5	6,0	9	311,7	306,2	1,02	1,02	1,00
QD-100	300	150	12,5	6,0	10,5	312,1	307,2	1,02	1,02	1,00
QD-101	300	150	10,7	6,0	4,5	282,4	273,8	1,03	1,02	0,99
QD-102	300	150	10,7	6,0	6	297,0	289,1	1,03	1,02	0,99
QD-103	300	150	10,7	6,0	9	275,3	270,5	1,02	1,02	1,00
QD-104	300	150	10,7	6,0	10,5	270,0	265,8	1,02	1,02	1,00
QD-105	300	150	9,4	6,0	4,5	259,4	251,6	1,03	1,02	0,99
QD-106	300	150	9,4	6,0	6	261,4	254,5	1,03	1,02	0,99
QD-107	300	150	9,4	6,0	9	252,1	247,7	1,02	1,02	1,00
QD-108	300	150	9,4	6,0	10,5	240,0	236,4	1,02	1,02	1,00
QD-109	300	150	8,3	6,0	4,5	241,6	234,3	1,03	1,02	0,99
QD-110	300	150	8,3	6,0	6	237,5	231,2	1,03	1,02	0,99
QD-111	300	150	8,3	6,0	9	234,5	230,2	1,02	1,02	1,00
QD-112	300	150	8,3	6,0	10,5	219,4	215,9	1,02	1,02	1,00
QD-113	300	150	12,5	4,3	4,5	216,3	209,9	1,03	1,02	0,99
QD-114	300	150	12,5	4,3	6	218,1	213,1	1,02	1,02	1,00
QD-115	300	150	12,5	4,3	9	208,2	204,5	1,02	1,02	1,00
QD-116	300	150	12,5	4,3	10,5	205,0	201,9	1,02	1,02	1,00
QD-117	300	150	10,7	4,3	4,5	181,4	176,0	1,03	1,02	0,99
QD-118	300	150	10,7	4,3	6	185,9	181,5	1,02	1,02	1,00
QD-119	300	150	10,7	4,3	9	176,1	173,0	1,02	1,02	1,00
QD-120	300	150	10,7	4,3	10,5	175,4	172,7	1,02	1,02	1,00
QD-121	300	150	9,4	4,3	4,5	159,2	154,5	1,03	1,02	0,99
QD-122	300	150	9,4	4,3	6	167,5	163,7	1,02	1,02	1,00
QD-123	300	150	9,4	4,3	9	154,5	151,8	1,02	1,02	1,00
QD-124	300	150	9,4	4,3	10,5	154,6	152,3	1,02	1,02	1,00
QD-125	300	150	8,3	4,3	4,5	142,7	138,4	1,03	1,02	0,99
QD-126	300	150	8,3	4,3	6	155,7	152,1	1,02	1,02	1,00
QD-127	300	150	8,3	4,3	9	139,2	136,7	1,02	1,02	1,00
QD-128	300	150	8,3	4,3	10,5	141,7	139,5	1,02	1,02	1,00
QD-129	300	150	12,5	3,3	4,5	176,5	171,5	1,03	1,02	0,99
QD-130	300	150	12,5	3,3	6	158,7	155,2	1,02	1,02	1,00
QD-131	300	150	12,5	3,3	9	169,6	166,7	1,02	1,02	1,00
QD-132	300	150	12,5	3,3	10,5	157,2	154,8	1,02	1,02	1,00
QD-133	300	150	10,7	3,3	4,5	147,0	142,8	1,03	1,02	0,99
QD-134	300	150	10,7	3,3	6	131,5	128,5	1,02	1,02	1,00
QD-135	300	150	10,7	3,3	9	142,5	140,1	1,02	1,02	1,00
QD-136	300	150	10,7	3,3	10,5	131,9	130,0	1,02	1,02	1,00
QD-137	300	150	9,4	3,3	4,5	126,9	123,2	1,03	1,02	0,99
QD-138	300	150	9,4	3,3	6	114,5	111,9	1,02	1,02	1,00
QD-139	300	150	9,4	3,3	9	123,1	121,0	1,02	1,02	1,00
QD-140	300	150	9,4	3,3	10,5	113,5	111,8	1,02	1,02	1,00
QD-141	300	150	8,3	3,3	4,5	111,7	108,4	1,03	1,02	0,99

(continua)

Tabela B.14 – Modelos numéricos para análise do caso 3 do C_{dist} com Ψ igual a 0,25.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,25}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-142	300	150	8,3	3,3	6	102,8	100,5	1,02	1,02	1,00
QD-143	300	150	8,3	3,3	9	108,8	106,9	1,02	1,02	1,00
QD-144	300	150	8,3	3,3	10,5	101,2	99,6	1,02	1,02	1,00
									Média	1,00
									Coef. de variação	2,1%

Tabela B.15 – Modelos numéricos para análise do caso 3 do C_{dist} com Ψ igual a 0,50.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,5}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-1	300	75	6,3	6,0	4,5	77,1	71,7	1,08	1,04	0,97
QD-2	300	75	6,3	6,0	6	74,5	70,6	1,06	1,03	0,98
QD-3	300	75	6,3	6,0	9	74,5	71,8	1,04	1,03	0,99
QD-4	300	75	6,3	6,0	10,5	72,7	70,5	1,03	1,03	1,00
QD-5	300	75	5,4	6,0	4,5	71,9	66,8	1,08	1,04	0,96
QD-6	300	75	5,4	6,0	6	68,2	64,6	1,06	1,03	0,98
QD-7	300	75	5,4	6,0	9	67,8	65,3	1,04	1,03	0,99
QD-8	300	75	5,4	6,0	10,5	67,3	65,2	1,03	1,03	1,00
QD-9	300	75	4,7	6,0	4,5	67,8	63,0	1,08	1,04	0,96
QD-10	300	75	4,7	6,0	6	63,4	60,1	1,06	1,03	0,98
QD-11	300	75	4,7	6,0	9	62,9	60,6	1,04	1,03	0,99
QD-12	300	75	4,7	6,0	10,5	62,7	60,8	1,03	1,03	1,00
QD-13	300	75	4,2	6,0	4,5	65,1	60,7	1,07	1,04	0,97
QD-14	300	75	4,2	6,0	6	60,7	57,5	1,06	1,03	0,98
QD-15	300	75	4,2	6,0	9	58,9	56,7	1,04	1,03	0,99
QD-16	300	75	4,2	6,0	10,5	58,7	56,9	1,03	1,03	1,00
QD-17	300	75	6,3	4,3	4,5	48,0	44,6	1,08	1,04	0,97
QD-18	300	75	6,3	4,3	6	47,1	44,7	1,05	1,04	0,98
QD-19	300	75	6,3	4,3	9	46,1	44,4	1,04	1,03	0,99
QD-20	300	75	6,3	4,3	10,5	44,5	43,1	1,03	1,03	1,00
QD-21	300	75	5,4	4,3	4,5	42,8	39,8	1,08	1,04	0,97
QD-22	300	75	5,4	4,3	6	43,6	41,4	1,05	1,04	0,98
QD-23	300	75	5,4	4,3	9	41,1	39,6	1,04	1,03	0,99
QD-24	300	75	5,4	4,3	10,5	40,5	39,2	1,03	1,03	1,00
QD-25	300	75	4,7	4,3	4,5	38,9	36,2	1,08	1,04	0,97
QD-26	300	75	4,7	4,3	6	40,1	38,1	1,05	1,04	0,99
QD-27	300	75	4,7	4,3	9	37,6	36,3	1,04	1,03	0,99
QD-28	300	75	4,7	4,3	10,5	37,6	36,4	1,03	1,03	1,00
QD-29	300	75	4,2	4,3	4,5	36,3	33,7	1,08	1,04	0,97
QD-30	300	75	4,2	4,3	6	37,4	35,4	1,06	1,04	0,98
QD-31	300	75	4,2	4,3	9	34,9	33,7	1,04	1,03	0,99
QD-32	300	75	4,2	4,3	10,5	35,5	34,4	1,03	1,03	1,00
QD-33	300	75	6,3	3,3	4,5	38,8	36,1	1,07	1,05	0,97
QD-34	300	75	6,3	3,3	6	32,2	30,6	1,05	1,04	0,99
QD-35	300	75	6,3	3,3	9	31,6	30,4	1,04	1,03	1,00
QD-36	300	75	6,3	3,3	10,5	32,0	31,0	1,03	1,03	1,00
QD-37	300	75	5,4	3,3	4,5	33,8	31,4	1,08	1,05	0,97
QD-38	300	75	5,4	3,3	6	28,8	27,3	1,06	1,04	0,99
QD-39	300	75	5,4	3,3	9	28,0	27,0	1,04	1,03	1,00
QD-40	300	75	5,4	3,3	10,5	29,0	28,1	1,03	1,03	1,00
QD-41	300	75	4,7	3,3	4,5	30,0	27,9	1,08	1,05	0,97
QD-42	300	75	4,7	3,3	6	25,9	24,6	1,05	1,04	0,99
QD-43	300	75	4,7	3,3	9	25,8	24,8	1,04	1,03	1,00
QD-44	300	75	4,7	3,3	10,5	26,2	25,4	1,03	1,03	1,00
QD-45	300	75	4,2	3,3	4,5	27,4	25,4	1,08	1,04	0,97
QD-46	300	75	4,2	3,3	6	24,5	23,2	1,06	1,04	0,98
QD-47	300	75	4,2	3,3	9	23,9	23,1	1,04	1,03	1,00

(continua)

Tabela B.15 – Modelos numéricos para análise do caso 3 do C_{dist} com Ψ igual a 0,50.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,5}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-48	300	75	4,2	3,3	10,5	24,2	23,4	1,03	1,03	1,00
QD-49	300	100	8,3	6,0	4,5	143,4	133,4	1,07	1,04	0,97
QD-50	300	100	8,3	6,0	6	136,9	129,6	1,06	1,04	0,98
QD-51	300	100	8,3	6,0	9	132,2	127,4	1,04	1,03	1,00
QD-52	300	100	8,3	6,0	10,5	129,5	125,5	1,03	1,03	1,00
QD-53	300	100	7,1	6,0	4,5	126,9	118,1	1,08	1,04	0,97
QD-54	300	100	7,1	6,0	6	123,9	117,3	1,06	1,04	0,98
QD-55	300	100	7,1	6,0	9	120,2	115,8	1,04	1,03	1,00
QD-56	300	100	7,1	6,0	10,5	116,5	112,9	1,03	1,03	1,00
QD-57	300	100	6,3	6,0	4,5	114,4	106,4	1,08	1,04	0,97
QD-58	300	100	6,3	6,0	6	115,2	109,0	1,06	1,04	0,98
QD-59	300	100	6,3	6,0	9	110,3	106,3	1,04	1,03	1,00
QD-60	300	100	6,3	6,0	10,5	107,7	104,4	1,03	1,03	1,00
QD-61	300	100	5,6	6,0	4,5	105,9	98,5	1,08	1,04	0,97
QD-62	300	100	5,6	6,0	6	110,6	104,6	1,06	1,04	0,98
QD-63	300	100	5,6	6,0	9	101,6	97,9	1,04	1,03	1,00
QD-64	300	100	5,6	6,0	10,5	101,3	98,2	1,03	1,03	1,00
QD-65	300	100	8,3	4,3	4,5	96,1	90,3	1,06	1,05	0,99
QD-66	300	100	8,3	4,3	6	87,4	82,8	1,06	1,04	0,99
QD-67	300	100	8,3	4,3	9	84,6	81,5	1,04	1,04	1,00
QD-68	300	100	8,3	4,3	10,5	82,0	79,5	1,03	1,03	1,00
QD-69	300	100	7,1	4,3	4,5	88,4	83,0	1,06	1,05	0,98
QD-70	300	100	7,1	4,3	6	75,7	71,7	1,06	1,04	0,99
QD-71	300	100	7,1	4,3	9	73,6	70,9	1,04	1,04	1,00
QD-72	300	100	7,1	4,3	10,5	72,7	70,4	1,03	1,03	1,00
QD-73	300	100	6,3	4,3	4,5	80,9	76,0	1,07	1,05	0,98
QD-74	300	100	6,3	4,3	6	67,7	64,1	1,06	1,04	0,99
QD-75	300	100	6,3	4,3	9	66,9	64,4	1,04	1,03	1,00
QD-76	300	100	6,3	4,3	10,5	66,8	64,7	1,03	1,03	1,00
QD-77	300	100	5,6	4,3	4,5	76,9	71,4	1,08	1,05	0,97
QD-78	300	100	5,6	4,3	6	63,0	59,7	1,06	1,04	0,99
QD-79	300	100	5,6	4,3	9	61,6	59,4	1,04	1,03	1,00
QD-80	300	100	5,6	4,3	10,5	62,3	60,3	1,03	1,03	1,00
QD-81	300	100	8,3	3,3	4,5	63,2	59,4	1,06	1,05	0,99
QD-82	300	100	8,3	3,3	6	71,3	67,6	1,05	1,05	0,99
QD-83	300	100	8,3	3,3	9	60,5	58,4	1,04	1,04	1,00
QD-84	300	100	8,3	3,3	10,5	61,9	60,0	1,03	1,04	1,00
QD-85	300	100	7,1	3,3	4,5	55,7	52,3	1,06	1,05	0,99
QD-86	300	100	7,1	3,3	6	60,6	57,4	1,06	1,05	0,99
QD-87	300	100	7,1	3,3	9	52,9	51,0	1,04	1,04	1,00
QD-88	300	100	7,1	3,3	10,5	53,2	51,6	1,03	1,04	1,00
QD-89	300	100	6,3	3,3	4,5	49,5	46,5	1,07	1,05	0,99
QD-90	300	100	6,3	3,3	6	53,1	50,2	1,06	1,05	0,99
QD-91	300	100	6,3	3,3	9	48,7	47,0	1,04	1,04	1,00
QD-92	300	100	6,3	3,3	10,5	47,5	46,0	1,03	1,04	1,00
QD-93	300	100	5,6	3,3	4,5	46,3	43,5	1,07	1,05	0,99
QD-94	300	100	5,6	3,3	6	48,2	45,7	1,06	1,04	0,99

(continua)

Tabela B.15 – Modelos numéricos para análise do caso 3 do C_{dist} com Ψ igual a 0,50.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,5}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-95	300	100	5,6	3,3	9	45,1	43,5	1,04	1,04	1,00
QD-96	300	100	5,6	3,3	10,5	43,1	41,8	1,03	1,04	1,00
QD-97	300	150	12,5	6,0	4,5	332,9	312,9	1,06	1,05	0,99
QD-98	300	150	12,5	6,0	6	359,2	340,5	1,05	1,05	0,99
QD-99	300	150	12,5	6,0	9	317,4	306,2	1,04	1,04	1,00
QD-100	300	150	12,5	6,0	10,5	317,1	307,2	1,03	1,04	1,00
QD-101	300	150	10,7	6,0	4,5	291,3	273,8	1,06	1,05	0,99
QD-102	300	150	10,7	6,0	6	305,2	289,1	1,06	1,04	0,99
QD-103	300	150	10,7	6,0	9	280,3	270,5	1,04	1,04	1,00
QD-104	300	150	10,7	6,0	10,5	274,3	265,8	1,03	1,04	1,00
QD-105	300	150	9,4	6,0	4,5	267,4	251,6	1,06	1,05	0,99
QD-106	300	150	9,4	6,0	6	268,5	254,5	1,05	1,04	0,99
QD-107	300	150	9,4	6,0	9	256,5	247,7	1,04	1,04	1,00
QD-108	300	150	9,4	6,0	10,5	243,8	236,4	1,03	1,03	1,00
QD-109	300	150	8,3	6,0	4,5	249,1	234,3	1,06	1,05	0,99
QD-110	300	150	8,3	6,0	6	244,0	231,2	1,06	1,04	0,99
QD-111	300	150	8,3	6,0	9	238,8	230,2	1,04	1,04	1,00
QD-112	300	150	8,3	6,0	10,5	222,9	215,9	1,03	1,03	1,00
QD-113	300	150	12,5	4,3	4,5	222,8	209,9	1,06	1,06	1,00
QD-114	300	150	12,5	4,3	6	223,1	213,1	1,05	1,05	1,00
QD-115	300	150	12,5	4,3	9	212,0	204,5	1,04	1,04	1,01
QD-116	300	150	12,5	4,3	10,5	208,2	201,9	1,03	1,04	1,01
QD-117	300	150	10,7	4,3	4,5	187,0	176,0	1,06	1,06	0,99
QD-118	300	150	10,7	4,3	6	190,4	181,5	1,05	1,05	1,00
QD-119	300	150	10,7	4,3	9	179,3	173,0	1,04	1,04	1,01
QD-120	300	150	10,7	4,3	10,5	178,1	172,7	1,03	1,04	1,01
QD-121	300	150	9,4	4,3	4,5	164,1	154,5	1,06	1,06	0,99
QD-122	300	150	9,4	4,3	6	171,4	163,7	1,05	1,05	1,00
QD-123	300	150	9,4	4,3	9	157,3	151,8	1,04	1,04	1,00
QD-124	300	150	9,4	4,3	10,5	157,0	152,3	1,03	1,04	1,01
QD-125	300	150	8,3	4,3	4,5	147,1	138,4	1,06	1,06	0,99
QD-126	300	150	8,3	4,3	6	159,3	152,1	1,05	1,05	1,00
QD-127	300	150	8,3	4,3	9	141,7	136,7	1,04	1,04	1,00
QD-128	300	150	8,3	4,3	10,5	143,9	139,5	1,03	1,04	1,01
QD-129	300	150	12,5	3,3	4,5	181,4	171,5	1,06	1,06	1,00
QD-130	300	150	12,5	3,3	6	162,3	155,2	1,05	1,06	1,01
QD-131	300	150	12,5	3,3	9	172,6	166,7	1,04	1,05	1,01
QD-132	300	150	12,5	3,3	10,5	159,6	154,8	1,03	1,04	1,01
QD-133	300	150	10,7	3,3	4,5	151,3	142,8	1,06	1,06	1,00
QD-134	300	150	10,7	3,3	6	134,6	128,5	1,05	1,05	1,01
QD-135	300	150	10,7	3,3	9	145,0	140,1	1,04	1,05	1,01
QD-136	300	150	10,7	3,3	10,5	134,0	130,0	1,03	1,04	1,01
QD-137	300	150	9,4	3,3	4,5	130,6	123,2	1,06	1,06	1,00
QD-138	300	150	9,4	3,3	6	117,1	111,9	1,05	1,05	1,01
QD-139	300	150	9,4	3,3	9	125,3	121,0	1,04	1,05	1,01
QD-140	300	150	9,4	3,3	10,5	115,2	111,8	1,03	1,04	1,01
QD-141	300	150	8,3	3,3	4,5	115,1	108,4	1,06	1,06	1,00

(continua)

Tabela B.15 – Modelos numéricos para análise do caso 3 do C_{dist} com Ψ igual a 0,50.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,5}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-142	300	150	8,3	3,3	6	105,3	100,5	1,05	1,05	1,01
QD-143	300	150	8,3	3,3	9	110,8	106,9	1,04	1,04	1,01
QD-144	300	150	8,3	3,3	10,5	102,8	99,6	1,03	1,04	1,01
									Média	0,99
									Coef. de variação	2,5%

Tabela B.16 – Modelos numéricos para análise do caso 3 do C_{dist} com Ψ igual a 0,75.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,75}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/C_{dist,num}$
QD-1	300	75	6,3	6,0	4,5	80,0	71,7	1,12	1,08	0,97
QD-2	300	75	6,3	6,0	6	76,6	70,6	1,09	1,07	0,98
QD-3	300	75	6,3	6,0	9	75,9	71,8	1,06	1,06	1,00
QD-4	300	75	6,3	6,0	10,5	73,8	70,5	1,05	1,05	1,01
QD-5	300	75	5,4	6,0	4,5	74,6	66,8	1,12	1,08	0,97
QD-6	300	75	5,4	6,0	6	70,1	64,6	1,09	1,07	0,98
QD-7	300	75	5,4	6,0	9	69,0	65,3	1,06	1,06	1,00
QD-8	300	75	5,4	6,0	10,5	68,3	65,2	1,05	1,05	1,01
QD-9	300	75	4,7	6,0	4,5	70,4	63,0	1,12	1,08	0,96
QD-10	300	75	4,7	6,0	6	65,2	60,1	1,08	1,07	0,98
QD-11	300	75	4,7	6,0	9	64,0	60,6	1,06	1,06	1,00
QD-12	300	75	4,7	6,0	10,5	63,7	60,8	1,05	1,05	1,01
QD-13	300	75	4,2	6,0	4,5	67,4	60,7	1,11	1,08	0,97
QD-14	300	75	4,2	6,0	6	62,4	57,5	1,09	1,07	0,98
QD-15	300	75	4,2	6,0	9	59,9	56,7	1,06	1,06	1,00
QD-16	300	75	4,2	6,0	10,5	59,6	56,9	1,05	1,05	1,01
QD-17	300	75	6,3	4,3	4,5	49,8	44,6	1,12	1,09	0,98
QD-18	300	75	6,3	4,3	6	48,4	44,7	1,08	1,08	1,00
QD-19	300	75	6,3	4,3	9	46,9	44,4	1,06	1,06	1,01
QD-20	300	75	6,3	4,3	10,5	45,2	43,1	1,05	1,06	1,01
QD-21	300	75	5,4	4,3	4,5	44,4	39,8	1,12	1,09	0,98
QD-22	300	75	5,4	4,3	6	44,7	41,4	1,08	1,08	1,00
QD-23	300	75	5,4	4,3	9	41,9	39,6	1,06	1,06	1,01
QD-24	300	75	5,4	4,3	10,5	41,1	39,2	1,05	1,06	1,01
QD-25	300	75	4,7	4,3	4,5	40,4	36,2	1,12	1,09	0,97
QD-26	300	75	4,7	4,3	6	41,1	38,1	1,08	1,08	1,00
QD-27	300	75	4,7	4,3	9	38,3	36,3	1,06	1,06	1,00
QD-28	300	75	4,7	4,3	10,5	38,2	36,4	1,05	1,06	1,01
QD-29	300	75	4,2	4,3	4,5	37,7	33,7	1,12	1,09	0,97
QD-30	300	75	4,2	4,3	6	38,4	35,4	1,09	1,08	0,99
QD-31	300	75	4,2	4,3	9	35,6	33,7	1,06	1,06	1,00
QD-32	300	75	4,2	4,3	10,5	36,0	34,4	1,05	1,06	1,01
QD-33	300	75	6,3	3,3	4,5	40,2	36,1	1,11	1,10	0,99
QD-34	300	75	6,3	3,3	6	33,1	30,6	1,08	1,09	1,00
QD-35	300	75	6,3	3,3	9	32,2	30,4	1,06	1,07	1,01
QD-36	300	75	6,3	3,3	10,5	32,5	31,0	1,05	1,07	1,02
QD-37	300	75	5,4	3,3	4,5	35,0	31,4	1,12	1,10	0,99
QD-38	300	75	5,4	3,3	6	29,6	27,3	1,08	1,09	1,00
QD-39	300	75	5,4	3,3	9	28,6	27,0	1,06	1,07	1,01
QD-40	300	75	5,4	3,3	10,5	29,5	28,1	1,05	1,06	1,01
QD-41	300	75	4,7	3,3	4,5	31,2	27,9	1,12	1,10	0,98
QD-42	300	75	4,7	3,3	6	26,6	24,6	1,08	1,08	1,00
QD-43	300	75	4,7	3,3	9	26,2	24,8	1,06	1,07	1,01
QD-44	300	75	4,7	3,3	10,5	26,7	25,4	1,05	1,06	1,01
QD-45	300	75	4,2	3,3	4,5	28,4	25,4	1,12	1,10	0,98
QD-46	300	75	4,2	3,3	6	25,2	23,2	1,08	1,08	1,00
QD-47	300	75	4,2	3,3	9	24,4	23,1	1,06	1,07	1,01

(continua)

Tabela B.16 – Modelos numéricos para análise do caso 3 do C_{dist} com Ψ igual a 0,75.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,75}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-48	300	75	4,2	3,3	10,5	24,6	23,4	1,05	1,06	1,01
QD-49	300	100	8,3	6,0	4,5	148,9	133,4	1,12	1,09	0,98
QD-50	300	100	8,3	6,0	6	140,7	129,6	1,08	1,08	1,00
QD-51	300	100	8,3	6,0	9	134,6	127,4	1,06	1,06	1,01
QD-52	300	100	8,3	6,0	10,5	131,5	125,5	1,05	1,06	1,01
QD-53	300	100	7,1	6,0	4,5	131,8	118,1	1,12	1,09	0,98
QD-54	300	100	7,1	6,0	6	127,3	117,3	1,09	1,08	0,99
QD-55	300	100	7,1	6,0	9	122,4	115,8	1,06	1,06	1,01
QD-56	300	100	7,1	6,0	10,5	118,3	112,9	1,05	1,06	1,01
QD-57	300	100	6,3	6,0	4,5	118,8	106,4	1,12	1,09	0,98
QD-58	300	100	6,3	6,0	6	118,4	109,0	1,09	1,08	0,99
QD-59	300	100	6,3	6,0	9	112,3	106,3	1,06	1,06	1,01
QD-60	300	100	6,3	6,0	10,5	109,4	104,4	1,05	1,06	1,01
QD-61	300	100	5,6	6,0	4,5	110,0	98,5	1,12	1,09	0,98
QD-62	300	100	5,6	6,0	6	113,8	104,6	1,09	1,08	0,99
QD-63	300	100	5,6	6,0	9	103,5	97,9	1,06	1,06	1,01
QD-64	300	100	5,6	6,0	10,5	102,8	98,2	1,05	1,06	1,01
QD-65	300	100	8,3	4,3	4,5	99,1	90,3	1,10	1,11	1,01
QD-66	300	100	8,3	4,3	6	89,9	82,8	1,09	1,09	1,01
QD-67	300	100	8,3	4,3	9	86,2	81,5	1,06	1,07	1,02
QD-68	300	100	8,3	4,3	10,5	83,3	79,5	1,05	1,07	1,02
QD-69	300	100	7,1	4,3	4,5	91,2	83,0	1,10	1,10	1,01
QD-70	300	100	7,1	4,3	6	77,9	71,7	1,09	1,09	1,00
QD-71	300	100	7,1	4,3	9	75,0	70,9	1,06	1,07	1,01
QD-72	300	100	7,1	4,3	10,5	73,8	70,4	1,05	1,07	1,02
QD-73	300	100	6,3	4,3	4,5	83,5	76,0	1,10	1,10	1,00
QD-74	300	100	6,3	4,3	6	69,7	64,1	1,09	1,09	1,00
QD-75	300	100	6,3	4,3	9	68,1	64,4	1,06	1,07	1,01
QD-76	300	100	6,3	4,3	10,5	67,8	64,7	1,05	1,07	1,02
QD-77	300	100	5,6	4,3	4,5	79,8	71,4	1,12	1,10	0,98
QD-78	300	100	5,6	4,3	6	64,8	59,7	1,08	1,09	1,00
QD-79	300	100	5,6	4,3	9	62,7	59,4	1,06	1,07	1,01
QD-80	300	100	5,6	4,3	10,5	63,2	60,3	1,05	1,07	1,02
QD-81	300	100	8,3	3,3	4,5	65,2	59,4	1,10	1,11	1,02
QD-82	300	100	8,3	3,3	6	73,2	67,6	1,08	1,10	1,02
QD-83	300	100	8,3	3,3	9	61,7	58,4	1,06	1,08	1,02
QD-84	300	100	8,3	3,3	10,5	62,9	60,0	1,05	1,08	1,03
QD-85	300	100	7,1	3,3	4,5	57,5	52,3	1,10	1,11	1,01
QD-86	300	100	7,1	3,3	6	62,3	57,4	1,09	1,10	1,01
QD-87	300	100	7,1	3,3	9	53,9	51,0	1,06	1,08	1,02
QD-88	300	100	7,1	3,3	10,5	54,1	51,6	1,05	1,07	1,02
QD-89	300	100	6,3	3,3	4,5	51,1	46,5	1,10	1,11	1,01
QD-90	300	100	6,3	3,3	6	54,6	50,2	1,09	1,10	1,01
QD-91	300	100	6,3	3,3	9	49,6	47,0	1,06	1,08	1,02
QD-92	300	100	6,3	3,3	10,5	48,3	46,0	1,05	1,07	1,02
QD-93	300	100	5,6	3,3	4,5	47,8	43,5	1,10	1,11	1,01
QD-94	300	100	5,6	3,3	6	49,5	45,7	1,08	1,10	1,01

(continua)

Tabela B.16 – Modelos numéricos para análise do caso 3 do C_{dist} com Ψ igual a 0,75.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,75}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-95	300	100	5,6	3,3	9	45,9	43,5	1,06	1,08	1,02
QD-96	300	100	5,6	3,3	10,5	43,8	41,8	1,05	1,07	1,02
QD-97	300	150	12,5	6,0	4,5	343,5	312,9	1,10	1,11	1,01
QD-98	300	150	12,5	6,0	6	369,1	340,5	1,08	1,10	1,01
QD-99	300	150	12,5	6,0	9	323,2	306,2	1,06	1,08	1,02
QD-100	300	150	12,5	6,0	10,5	322,2	307,2	1,05	1,07	1,02
QD-101	300	150	10,7	6,0	4,5	300,6	273,8	1,10	1,11	1,01
QD-102	300	150	10,7	6,0	6	313,8	289,1	1,09	1,10	1,01
QD-103	300	150	10,7	6,0	9	285,3	270,5	1,05	1,08	1,02
QD-104	300	150	10,7	6,0	10,5	278,7	265,8	1,05	1,07	1,02
QD-105	300	150	9,4	6,0	4,5	275,7	251,6	1,10	1,11	1,01
QD-106	300	150	9,4	6,0	6	275,9	254,5	1,08	1,10	1,01
QD-107	300	150	9,4	6,0	9	261,0	247,7	1,05	1,08	1,02
QD-108	300	150	9,4	6,0	10,5	247,6	236,4	1,05	1,07	1,02
QD-109	300	150	8,3	6,0	4,5	257,0	234,3	1,10	1,11	1,01
QD-110	300	150	8,3	6,0	6	250,9	231,2	1,08	1,09	1,01
QD-111	300	150	8,3	6,0	9	243,1	230,2	1,06	1,08	1,02
QD-112	300	150	8,3	6,0	10,5	226,5	215,9	1,05	1,07	1,02
QD-113	300	150	12,5	4,3	4,5	229,6	209,9	1,09	1,12	1,03
QD-114	300	150	12,5	4,3	6	228,3	213,1	1,07	1,11	1,04
QD-115	300	150	12,5	4,3	9	215,8	204,5	1,06	1,09	1,03
QD-116	300	150	12,5	4,3	10,5	211,4	201,9	1,05	1,08	1,04
QD-117	300	150	10,7	4,3	4,5	192,8	176,0	1,10	1,12	1,02
QD-118	300	150	10,7	4,3	6	195,0	181,5	1,07	1,11	1,03
QD-119	300	150	10,7	4,3	9	182,5	173,0	1,05	1,09	1,03
QD-120	300	150	10,7	4,3	10,5	180,8	172,7	1,05	1,08	1,03
QD-121	300	150	9,4	4,3	4,5	169,1	154,5	1,09	1,12	1,02
QD-122	300	150	9,4	4,3	6	175,4	163,7	1,07	1,11	1,03
QD-123	300	150	9,4	4,3	9	160,2	151,8	1,05	1,09	1,03
QD-124	300	150	9,4	4,3	10,5	159,4	152,3	1,05	1,08	1,03
QD-125	300	150	8,3	4,3	4,5	151,7	138,4	1,10	1,12	1,02
QD-126	300	150	8,3	4,3	6	163,1	152,1	1,07	1,11	1,03
QD-127	300	150	8,3	4,3	9	144,3	136,7	1,06	1,09	1,03
QD-128	300	150	8,3	4,3	10,5	146,1	139,5	1,05	1,08	1,03
QD-129	300	150	12,5	3,3	4,5	186,1	171,5	1,08	1,13	1,04
QD-130	300	150	12,5	3,3	6	165,9	155,2	1,07	1,12	1,05
QD-131	300	150	12,5	3,3	9	175,7	166,7	1,05	1,10	1,04
QD-132	300	150	12,5	3,3	10,5	162,0	154,8	1,05	1,09	1,04
QD-133	300	150	10,7	3,3	4,5	155,6	142,8	1,09	1,13	1,04
QD-134	300	150	10,7	3,3	6	137,8	128,5	1,07	1,12	1,04
QD-135	300	150	10,7	3,3	9	147,5	140,1	1,05	1,10	1,04
QD-136	300	150	10,7	3,3	10,5	136,0	130,0	1,05	1,09	1,04
QD-137	300	150	9,4	3,3	4,5	134,4	123,2	1,09	1,13	1,03
QD-138	300	150	9,4	3,3	6	119,8	111,9	1,07	1,12	1,04
QD-139	300	150	9,4	3,3	9	127,6	121,0	1,05	1,10	1,04
QD-140	300	150	9,4	3,3	10,5	117,0	111,8	1,05	1,09	1,04
QD-141	300	150	8,3	3,3	4,5	118,5	108,4	1,09	1,13	1,03

(continua)

Tabela B.16 – Modelos numéricos para análise do caso 3 do C_{dist} com Ψ igual a 0,75.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,75}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-142	300	150	8,3	3,3	6	107,7	100,5	1,07	1,12	1,04
QD-143	300	150	8,3	3,3	9	112,8	106,9	1,06	1,10	1,04
QD-144	300	150	8,3	3,3	10,5	104,4	99,6	1,05	1,09	1,04
									Média	1,01
									Coef. de variação	3,1%

Tabela B.17 – Modelos numéricos para análise do caso 3 do C_{dist} com Ψ igual a 1,0.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,1}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-1	300	75	6,3	6,0	4,5	83,0	71,7	1,16	1,10	0,95
QD-2	300	75	6,3	6,0	6	78,8	70,6	1,12	1,09	0,98
QD-3	300	75	6,3	6,0	9	77,2	71,8	1,08	1,07	1,00
QD-4	300	75	6,3	6,0	10,5	75,0	70,5	1,06	1,07	1,01
QD-5	300	75	5,4	6,0	4,5	77,4	66,8	1,16	1,10	0,95
QD-6	300	75	5,4	6,0	6	72,1	64,6	1,12	1,09	0,98
QD-7	300	75	5,4	6,0	9	70,3	65,3	1,08	1,07	1,00
QD-8	300	75	5,4	6,0	10,5	69,3	65,2	1,06	1,07	1,01
QD-9	300	75	4,7	6,0	4,5	73,1	63,0	1,16	1,10	0,95
QD-10	300	75	4,7	6,0	6	67,0	60,1	1,11	1,09	0,98
QD-11	300	75	4,7	6,0	9	65,2	60,6	1,08	1,07	1,00
QD-12	300	75	4,7	6,0	10,5	64,6	60,8	1,06	1,07	1,00
QD-13	300	75	4,2	6,0	4,5	69,9	60,7	1,15	1,10	0,95
QD-14	300	75	4,2	6,0	6	64,1	57,5	1,11	1,09	0,97
QD-15	300	75	4,2	6,0	9	61,0	56,7	1,08	1,07	1,00
QD-16	300	75	4,2	6,0	10,5	60,5	56,9	1,06	1,07	1,00
QD-17	300	75	6,3	4,3	4,5	51,7	44,6	1,16	1,12	0,96
QD-18	300	75	6,3	4,3	6	49,7	44,7	1,11	1,10	0,99
QD-19	300	75	6,3	4,3	9	47,8	44,4	1,08	1,08	1,01
QD-20	300	75	6,3	4,3	10,5	45,9	43,1	1,06	1,08	1,01
QD-21	300	75	5,4	4,3	4,5	46,2	39,8	1,16	1,11	0,96
QD-22	300	75	5,4	4,3	6	45,9	41,4	1,11	1,10	0,99
QD-23	300	75	5,4	4,3	9	42,7	39,6	1,08	1,08	1,00
QD-24	300	75	5,4	4,3	10,5	41,7	39,2	1,06	1,08	1,01
QD-25	300	75	4,7	4,3	4,5	42,0	36,2	1,16	1,11	0,96
QD-26	300	75	4,7	4,3	6	42,2	38,1	1,11	1,10	0,99
QD-27	300	75	4,7	4,3	9	39,1	36,3	1,08	1,08	1,00
QD-28	300	75	4,7	4,3	10,5	38,8	36,4	1,06	1,08	1,01
QD-29	300	75	4,2	4,3	4,5	39,2	33,7	1,16	1,11	0,96
QD-30	300	75	4,2	4,3	6	39,5	35,4	1,12	1,10	0,98
QD-31	300	75	4,2	4,3	9	36,2	33,7	1,08	1,08	1,00
QD-32	300	75	4,2	4,3	10,5	36,6	34,4	1,06	1,07	1,01
QD-33	300	75	6,3	3,3	4,5	41,6	36,1	1,15	1,12	0,97
QD-34	300	75	6,3	3,3	6	34,1	30,6	1,11	1,11	1,00
QD-35	300	75	6,3	3,3	9	32,8	30,4	1,08	1,09	1,01
QD-36	300	75	6,3	3,3	10,5	33,0	31,0	1,07	1,08	1,02
QD-37	300	75	5,4	3,3	4,5	36,4	31,4	1,16	1,12	0,97
QD-38	300	75	5,4	3,3	6	30,4	27,3	1,11	1,11	0,99
QD-39	300	75	5,4	3,3	9	29,1	27,0	1,08	1,09	1,01
QD-40	300	75	5,4	3,3	10,5	30,0	28,1	1,07	1,08	1,02
QD-41	300	75	4,7	3,3	4,5	32,4	27,9	1,16	1,12	0,96
QD-42	300	75	4,7	3,3	6	27,4	24,6	1,11	1,11	0,99
QD-43	300	75	4,7	3,3	9	26,7	24,8	1,08	1,09	1,01
QD-44	300	75	4,7	3,3	10,5	27,1	25,4	1,07	1,08	1,01
QD-45	300	75	4,2	3,3	4,5	29,5	25,4	1,16	1,12	0,96
QD-46	300	75	4,2	3,3	6	25,9	23,2	1,11	1,11	0,99
QD-47	300	75	4,2	3,3	9	24,8	23,1	1,08	1,09	1,01

(continua)

Tabela B.17 – Modelos numéricos para análise do caso 3 do C_{dist} com Ψ igual a 1,0.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,1}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-48	300	75	4,2	3,3	10,5	25,0	23,4	1,07	1,08	1,01
QD-49	300	100	8,3	6,0	4,5	154,7	133,4	1,16	1,12	0,96
QD-50	300	100	8,3	6,0	6	144,6	129,6	1,12	1,10	0,99
QD-51	300	100	8,3	6,0	9	137,1	127,4	1,08	1,08	1,01
QD-52	300	100	8,3	6,0	10,5	133,6	125,5	1,06	1,08	1,01
QD-53	300	100	7,1	6,0	4,5	136,9	118,1	1,16	1,11	0,96
QD-54	300	100	7,1	6,0	6	130,9	117,3	1,12	1,10	0,99
QD-55	300	100	7,1	6,0	9	124,6	115,8	1,08	1,08	1,01
QD-56	300	100	7,1	6,0	10,5	120,2	112,9	1,06	1,08	1,01
QD-57	300	100	6,3	6,0	4,5	123,5	106,4	1,16	1,11	0,96
QD-58	300	100	6,3	6,0	6	121,8	109,0	1,12	1,10	0,98
QD-59	300	100	6,3	6,0	9	114,4	106,3	1,08	1,08	1,01
QD-60	300	100	6,3	6,0	10,5	111,1	104,4	1,06	1,08	1,01
QD-61	300	100	5,6	6,0	4,5	114,3	98,5	1,16	1,11	0,96
QD-62	300	100	5,6	6,0	6	116,9	104,6	1,12	1,10	0,98
QD-63	300	100	5,6	6,0	9	105,4	97,9	1,08	1,08	1,00
QD-64	300	100	5,6	6,0	10,5	104,4	98,2	1,06	1,08	1,01
QD-65	300	100	8,3	4,3	4,5	102,2	90,3	1,13	1,13	1,00
QD-66	300	100	8,3	4,3	6	92,4	82,8	1,12	1,11	1,00
QD-67	300	100	8,3	4,3	9	87,8	81,5	1,08	1,10	1,02
QD-68	300	100	8,3	4,3	10,5	84,7	79,5	1,07	1,09	1,02
QD-69	300	100	7,1	4,3	4,5	94,1	83,0	1,13	1,13	0,99
QD-70	300	100	7,1	4,3	6	80,1	71,7	1,12	1,11	1,00
QD-71	300	100	7,1	4,3	9	76,4	70,9	1,08	1,09	1,01
QD-72	300	100	7,1	4,3	10,5	75,0	70,4	1,07	1,09	1,02
QD-73	300	100	6,3	4,3	4,5	86,2	76,0	1,13	1,13	0,99
QD-74	300	100	6,3	4,3	6	71,7	64,1	1,12	1,11	0,99
QD-75	300	100	6,3	4,3	9	69,4	64,4	1,08	1,09	1,01
QD-76	300	100	6,3	4,3	10,5	68,9	64,7	1,06	1,09	1,02
QD-77	300	100	5,6	4,3	4,5	82,7	71,4	1,16	1,12	0,97
QD-78	300	100	5,6	4,3	6	66,6	59,7	1,12	1,11	1,00
QD-79	300	100	5,6	4,3	9	63,9	59,4	1,08	1,09	1,01
QD-80	300	100	5,6	4,3	10,5	64,2	60,3	1,06	1,08	1,02
QD-81	300	100	8,3	3,3	4,5	67,3	59,4	1,13	1,14	1,00
QD-82	300	100	8,3	3,3	6	75,2	67,6	1,11	1,12	1,01
QD-83	300	100	8,3	3,3	9	62,8	58,4	1,08	1,10	1,03
QD-84	300	100	8,3	3,3	10,5	63,9	60,0	1,07	1,10	1,03
QD-85	300	100	7,1	3,3	4,5	59,4	52,3	1,13	1,13	1,00
QD-86	300	100	7,1	3,3	6	64,0	57,4	1,12	1,12	1,01
QD-87	300	100	7,1	3,3	9	54,9	51,0	1,08	1,10	1,02
QD-88	300	100	7,1	3,3	10,5	55,0	51,6	1,07	1,10	1,03
QD-89	300	100	6,3	3,3	4,5	52,8	46,5	1,14	1,13	1,00
QD-90	300	100	6,3	3,3	6	56,2	50,2	1,12	1,12	1,00
QD-91	300	100	6,3	3,3	9	50,5	47,0	1,07	1,10	1,02
QD-92	300	100	6,3	3,3	10,5	49,0	46,0	1,07	1,09	1,03
QD-93	300	100	5,6	3,3	4,5	49,4	43,5	1,14	1,13	1,00
QD-94	300	100	5,6	3,3	6	50,9	45,7	1,12	1,12	1,00

(continua)

Tabela B.17 – Modelos numéricos para análise do caso 3 do C_{dist} com Ψ igual a 1,0.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,1}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-95	300	100	5,6	3,3	9	46,7	43,5	1,07	1,10	1,02
QD-96	300	100	5,6	3,3	10,5	44,5	41,8	1,07	1,09	1,03
QD-97	300	150	12,5	6,0	4,5	354,4	312,9	1,13	1,13	1,00
QD-98	300	150	12,5	6,0	6	379,3	340,5	1,11	1,12	1,01
QD-99	300	150	12,5	6,0	9	329,1	306,2	1,07	1,10	1,03
QD-100	300	150	12,5	6,0	10,5	327,4	307,2	1,07	1,10	1,03
QD-101	300	150	10,7	6,0	4,5	310,2	273,8	1,13	1,13	1,00
QD-102	300	150	10,7	6,0	6	322,8	289,1	1,12	1,12	1,00
QD-103	300	150	10,7	6,0	9	290,4	270,5	1,07	1,10	1,03
QD-104	300	150	10,7	6,0	10,5	283,1	265,8	1,07	1,09	1,03
QD-105	300	150	9,4	6,0	4,5	284,3	251,6	1,13	1,13	1,00
QD-106	300	150	9,4	6,0	6	283,7	254,5	1,11	1,12	1,00
QD-107	300	150	9,4	6,0	9	265,6	247,7	1,07	1,10	1,03
QD-108	300	150	9,4	6,0	10,5	251,5	236,4	1,06	1,09	1,03
QD-109	300	150	8,3	6,0	4,5	265,0	234,3	1,13	1,13	1,00
QD-110	300	150	8,3	6,0	6	258,0	231,2	1,12	1,12	1,00
QD-111	300	150	8,3	6,0	9	247,4	230,2	1,07	1,10	1,02
QD-112	300	150	8,3	6,0	10,5	230,2	215,9	1,07	1,09	1,02
QD-113	300	150	12,5	4,3	4,5	236,4	209,9	1,13	1,14	1,02
QD-114	300	150	12,5	4,3	6	233,6	213,1	1,10	1,13	1,03
QD-115	300	150	12,5	4,3	9	219,8	204,5	1,07	1,11	1,04
QD-116	300	150	12,5	4,3	10,5	214,7	201,9	1,06	1,11	1,04
QD-117	300	150	10,7	4,3	4,5	198,7	176,0	1,13	1,14	1,01
QD-118	300	150	10,7	4,3	6	199,6	181,5	1,10	1,13	1,03
QD-119	300	150	10,7	4,3	9	185,8	173,0	1,07	1,11	1,04
QD-120	300	150	10,7	4,3	10,5	183,7	172,7	1,06	1,11	1,04
QD-121	300	150	9,4	4,3	4,5	174,3	154,5	1,13	1,14	1,01
QD-122	300	150	9,4	4,3	6	179,5	163,7	1,10	1,13	1,03
QD-123	300	150	9,4	4,3	9	163,1	151,8	1,07	1,11	1,03
QD-124	300	150	9,4	4,3	10,5	161,9	152,3	1,06	1,10	1,04
QD-125	300	150	8,3	4,3	4,5	156,5	138,4	1,13	1,14	1,01
QD-126	300	150	8,3	4,3	6	166,9	152,1	1,10	1,13	1,03
QD-127	300	150	8,3	4,3	9	147,0	136,7	1,08	1,11	1,03
QD-128	300	150	8,3	4,3	10,5	148,5	139,5	1,06	1,10	1,04
QD-129	300	150	12,5	3,3	4,5	190,5	171,5	1,11	1,15	1,04
QD-130	300	150	12,5	3,3	6	169,4	155,2	1,09	1,14	1,04
QD-131	300	150	12,5	3,3	9	178,7	166,7	1,07	1,12	1,05
QD-132	300	150	12,5	3,3	10,5	164,5	154,8	1,06	1,12	1,05
QD-133	300	150	10,7	3,3	4,5	159,8	142,8	1,12	1,15	1,03
QD-134	300	150	10,7	3,3	6	141,0	128,5	1,10	1,14	1,04
QD-135	300	150	10,7	3,3	9	150,1	140,1	1,07	1,12	1,05
QD-136	300	150	10,7	3,3	10,5	138,1	130,0	1,06	1,11	1,05
QD-137	300	150	9,4	3,3	4,5	138,2	123,2	1,12	1,15	1,02
QD-138	300	150	9,4	3,3	6	122,6	111,9	1,10	1,14	1,04
QD-139	300	150	9,4	3,3	9	129,9	121,0	1,07	1,12	1,04
QD-140	300	150	9,4	3,3	10,5	118,8	111,8	1,06	1,11	1,05
QD-141	300	150	8,3	3,3	4,5	122,0	108,4	1,13	1,15	1,02

(continua)

Tabela B.17 – Modelos numéricos para análise do caso 3 do C_{dist} com Ψ igual a 1,0.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,1}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-142	300	150	8,3	3,3	6	110,3	100,5	1,10	1,14	1,04
QD-143	300	150	8,3	3,3	9	114,9	106,9	1,07	1,12	1,04
QD-144	300	150	8,3	3,3	10,5	106,0	99,6	1,06	1,11	1,04
									Média	1,01
									Coef. de variação	3,5%

Tabela B.18 – Modelos numéricos para análise do caso 4 do C_{dist} com Ψ igual a 0,25.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,25}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-1	300	75	6,3	6,0	4,5	83,4	71,7	1,16	1,14	0,98
QD-2	300	75	6,3	6,0	6	81,1	70,6	1,15	1,12	0,98
QD-3	300	75	6,3	6,0	9	78,1	71,8	1,09	1,11	1,02
QD-4	300	75	6,3	6,0	10,5	77,3	70,5	1,10	1,10	1,01
QD-5	300	75	5,4	6,0	4,5	77,1	66,8	1,15	1,14	0,99
QD-6	300	75	5,4	6,0	6	74,0	64,6	1,14	1,12	0,98
QD-7	300	75	5,4	6,0	9	71,2	65,3	1,09	1,10	1,01
QD-8	300	75	5,4	6,0	10,5	70,6	65,2	1,08	1,10	1,02
QD-9	300	75	4,7	6,0	4,5	71,5	63,0	1,14	1,14	1,00
QD-10	300	75	4,7	6,0	6	68,6	60,1	1,14	1,12	0,98
QD-11	300	75	4,7	6,0	9	66,8	60,6	1,10	1,10	1,00
QD-12	300	75	4,7	6,0	10,5	65,8	60,8	1,08	1,10	1,02
QD-13	300	75	4,2	6,0	4,5	68,4	60,7	1,13	1,13	1,01
QD-14	300	75	4,2	6,0	6	64,6	57,5	1,12	1,12	0,99
QD-15	300	75	4,2	6,0	9	62,5	56,7	1,10	1,10	1,00
QD-16	300	75	4,2	6,0	10,5	62,0	56,9	1,09	1,10	1,01
QD-17	300	75	6,3	4,3	4,5	52,4	44,6	1,18	1,16	0,99
QD-18	300	75	6,3	4,3	6	51,3	44,7	1,15	1,14	0,99
QD-19	300	75	6,3	4,3	9	48,4	44,4	1,09	1,11	1,02
QD-20	300	75	6,3	4,3	10,5	48,0	43,1	1,11	1,11	0,99
QD-21	300	75	5,4	4,3	4,5	46,8	39,8	1,18	1,16	0,99
QD-22	300	75	5,4	4,3	6	46,7	41,4	1,13	1,14	1,01
QD-23	300	75	5,4	4,3	9	43,6	39,6	1,10	1,11	1,01
QD-24	300	75	5,4	4,3	10,5	43,4	39,2	1,11	1,11	1,00
QD-25	300	75	4,7	4,3	4,5	42,5	36,2	1,17	1,16	0,99
QD-26	300	75	4,7	4,3	6	42,6	38,1	1,12	1,13	1,01
QD-27	300	75	4,7	4,3	9	40,4	36,3	1,12	1,11	1,00
QD-28	300	75	4,7	4,3	10,5	39,9	36,4	1,10	1,11	1,01
QD-29	300	75	4,2	4,3	4,5	39,9	33,7	1,18	1,15	0,98
QD-30	300	75	4,2	4,3	6	39,7	35,4	1,12	1,13	1,01
QD-31	300	75	4,2	4,3	9	37,6	33,7	1,12	1,11	0,99
QD-32	300	75	4,2	4,3	10,5	37,5	34,4	1,09	1,11	1,02
QD-33	300	75	6,3	3,3	4,5	40,8	36,1	1,13	1,18	1,05
QD-34	300	75	6,3	3,3	6	35,8	30,6	1,17	1,15	0,99
QD-35	300	75	6,3	3,3	9	34,4	30,4	1,13	1,12	0,99
QD-36	300	75	6,3	3,3	10,5	34,4	31,0	1,11	1,12	1,01
QD-37	300	75	5,4	3,3	4,5	36,2	31,4	1,15	1,18	1,02
QD-38	300	75	5,4	3,3	6	31,9	27,3	1,17	1,15	0,98
QD-39	300	75	5,4	3,3	9	30,6	27,0	1,13	1,12	0,99
QD-40	300	75	5,4	3,3	10,5	30,7	28,1	1,09	1,11	1,02
QD-41	300	75	4,7	3,3	4,5	32,3	27,9	1,16	1,18	1,02
QD-42	300	75	4,7	3,3	6	28,8	24,6	1,17	1,15	0,98
QD-43	300	75	4,7	3,3	9	28,2	24,8	1,14	1,12	0,99
QD-44	300	75	4,7	3,3	10,5	28,0	25,4	1,10	1,11	1,01
QD-45	300	75	4,2	3,3	4,5	30,0	25,4	1,18	1,17	1,00
QD-46	300	75	4,2	3,3	6	26,9	23,2	1,16	1,15	0,99
QD-47	300	75	4,2	3,3	9	26,1	23,1	1,13	1,12	0,99

(continua)

Tabela B.18 – Modelos numéricos para análise do caso 4 do C_{dist} com Ψ igual a 0,25.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,25}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-48	300	75	4,2	3,3	10,5	26,0	23,4	1,11	1,11	1,00
QD-49	300	100	8,3	6,0	4,5	157,2	133,4	1,18	1,17	0,99
QD-50	300	100	8,3	6,0	6	148,6	129,6	1,15	1,14	1,00
QD-51	300	100	8,3	6,0	9	140,9	127,4	1,11	1,11	1,01
QD-52	300	100	8,3	6,0	10,5	139,1	125,5	1,11	1,11	1,00
QD-53	300	100	7,1	6,0	4,5	139,1	118,1	1,18	1,16	0,99
QD-54	300	100	7,1	6,0	6	133,7	117,3	1,14	1,14	1,00
QD-55	300	100	7,1	6,0	9	126,2	115,8	1,09	1,11	1,02
QD-56	300	100	7,1	6,0	10,5	125,5	112,9	1,11	1,11	1,00
QD-57	300	100	6,3	6,0	4,5	125,3	106,4	1,18	1,16	0,99
QD-58	300	100	6,3	6,0	6	122,9	109,0	1,13	1,14	1,01
QD-59	300	100	6,3	6,0	9	117,8	106,3	1,11	1,11	1,00
QD-60	300	100	6,3	6,0	10,5	115,5	104,4	1,11	1,11	1,00
QD-61	300	100	5,6	6,0	4,5	115,8	98,5	1,18	1,16	0,98
QD-62	300	100	5,6	6,0	6	115,9	104,6	1,11	1,13	1,02
QD-63	300	100	5,6	6,0	9	110,2	97,9	1,13	1,11	0,99
QD-64	300	100	5,6	6,0	10,5	107,7	98,2	1,10	1,11	1,01
QD-65	300	100	8,3	4,3	4,5	106,5	90,3	1,18	1,19	1,01
QD-66	300	100	8,3	4,3	6	96,5	82,8	1,16	1,16	1,00
QD-67	300	100	8,3	4,3	9	91,5	81,5	1,12	1,13	1,01
QD-68	300	100	8,3	4,3	10,5	89,3	79,5	1,12	1,12	1,00
QD-69	300	100	7,1	4,3	4,5	96,4	83,0	1,16	1,19	1,02
QD-70	300	100	7,1	4,3	6	83,5	71,7	1,16	1,16	1,00
QD-71	300	100	7,1	4,3	9	79,8	70,9	1,13	1,13	1,00
QD-72	300	100	7,1	4,3	10,5	79,2	70,4	1,13	1,12	0,99
QD-73	300	100	6,3	4,3	4,5	86,9	76,0	1,14	1,19	1,04
QD-74	300	100	6,3	4,3	6	74,8	64,1	1,17	1,16	0,99
QD-75	300	100	6,3	4,3	9	73,1	64,4	1,13	1,12	0,99
QD-76	300	100	6,3	4,3	10,5	72,5	64,7	1,12	1,12	1,00
QD-77	300	100	5,6	4,3	4,5	80,3	71,4	1,12	1,18	1,05
QD-78	300	100	5,6	4,3	6	69,6	59,7	1,17	1,15	0,99
QD-79	300	100	5,6	4,3	9	67,9	59,4	1,14	1,12	0,98
QD-80	300	100	5,6	4,3	10,5	66,9	60,3	1,11	1,12	1,01
QD-81	300	100	8,3	3,3	4,5	71,0	59,4	1,19	1,21	1,02
QD-82	300	100	8,3	3,3	6	76,9	67,6	1,14	1,18	1,04
QD-83	300	100	8,3	3,3	9	66,5	58,4	1,14	1,14	1,00
QD-84	300	100	8,3	3,3	10,5	66,5	60,0	1,11	1,13	1,02
QD-85	300	100	7,1	3,3	4,5	62,4	52,3	1,19	1,21	1,02
QD-86	300	100	7,1	3,3	6	65,6	57,4	1,14	1,18	1,03
QD-87	300	100	7,1	3,3	9	57,7	51,0	1,13	1,14	1,01
QD-88	300	100	7,1	3,3	10,5	57,9	51,6	1,12	1,13	1,01
QD-89	300	100	6,3	3,3	4,5	55,3	46,5	1,19	1,21	1,01
QD-90	300	100	6,3	3,3	6	57,8	50,2	1,15	1,18	1,02
QD-91	300	100	6,3	3,3	9	52,9	47,0	1,13	1,14	1,01
QD-92	300	100	6,3	3,3	10,5	52,0	46,0	1,13	1,13	1,00
QD-93	300	100	5,6	3,3	4,5	51,5	43,5	1,18	1,20	1,02
QD-94	300	100	5,6	3,3	6	53,0	45,7	1,16	1,17	1,01

(continua)

Tabela B.18 – Modelos numéricos para análise do caso 4 do C_{dist} com Ψ igual a 0,25.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,25}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-95	300	100	5,6	3,3	9	49,1	43,5	1,13	1,14	1,01
QD-96	300	100	5,6	3,3	10,5	47,3	41,8	1,13	1,13	1,00
QD-97	300	150	12,5	6,0	4,5	373,5	312,9	1,19	1,21	1,01
QD-98	300	150	12,5	6,0	6	392,2	340,5	1,15	1,18	1,02
QD-99	300	150	12,5	6,0	9	348,4	306,2	1,14	1,14	1,00
QD-100	300	150	12,5	6,0	10,5	345,3	307,2	1,12	1,13	1,00
QD-101	300	150	10,7	6,0	4,5	326,3	273,8	1,19	1,21	1,01
QD-102	300	150	10,7	6,0	6	333,8	289,1	1,15	1,17	1,02
QD-103	300	150	10,7	6,0	9	305,7	270,5	1,13	1,14	1,01
QD-104	300	150	10,7	6,0	10,5	300,9	265,8	1,13	1,13	0,99
QD-105	300	150	9,4	6,0	4,5	297,8	251,6	1,18	1,20	1,02
QD-106	300	150	9,4	6,0	6	296,2	254,5	1,16	1,17	1,01
QD-107	300	150	9,4	6,0	9	276,8	247,7	1,12	1,13	1,02
QD-108	300	150	9,4	6,0	10,5	269,5	236,4	1,14	1,12	0,99
QD-109	300	150	8,3	6,0	4,5	278,8	234,3	1,19	1,20	1,01
QD-110	300	150	8,3	6,0	6	269,5	231,2	1,17	1,17	1,00
QD-111	300	150	8,3	6,0	9	254,0	230,2	1,10	1,13	1,03
QD-112	300	150	8,3	6,0	10,5	244,4	215,9	1,13	1,12	0,99
QD-113	300	150	12,5	4,3	4,5	250,9	209,9	1,20	1,24	1,03
QD-114	300	150	12,5	4,3	6	251,1	213,1	1,18	1,21	1,02
QD-115	300	150	12,5	4,3	9	236,4	204,5	1,16	1,16	1,01
QD-116	300	150	12,5	4,3	10,5	231,3	201,9	1,15	1,15	1,00
QD-117	300	150	10,7	4,3	4,5	210,3	176,0	1,19	1,23	1,03
QD-118	300	150	10,7	4,3	6	214,5	181,5	1,18	1,20	1,02
QD-119	300	150	10,7	4,3	9	200,4	173,0	1,16	1,16	1,00
QD-120	300	150	10,7	4,3	10,5	198,4	172,7	1,15	1,15	1,00
QD-121	300	150	9,4	4,3	4,5	183,9	154,5	1,19	1,23	1,03
QD-122	300	150	9,4	4,3	6	193,1	163,7	1,18	1,20	1,02
QD-123	300	150	9,4	4,3	9	175,7	151,8	1,16	1,16	1,00
QD-124	300	150	9,4	4,3	10,5	175,9	152,3	1,16	1,14	0,99
QD-125	300	150	8,3	4,3	4,5	165,9	138,4	1,20	1,23	1,02
QD-126	300	150	8,3	4,3	6	178,5	152,1	1,17	1,20	1,02
QD-127	300	150	8,3	4,3	9	158,6	136,7	1,16	1,15	0,99
QD-128	300	150	8,3	4,3	10,5	158,6	139,5	1,14	1,14	1,00
QD-129	300	150	12,5	3,3	4,5	204,1	171,5	1,19	1,26	1,06
QD-130	300	150	12,5	3,3	6	183,5	155,2	1,18	1,23	1,04
QD-131	300	150	12,5	3,3	9	190,2	166,7	1,14	1,18	1,04
QD-132	300	150	12,5	3,3	10,5	178,0	154,8	1,15	1,17	1,01
QD-133	300	150	10,7	3,3	4,5	170,2	142,8	1,19	1,25	1,05
QD-134	300	150	10,7	3,3	6	152,9	128,5	1,19	1,22	1,03
QD-135	300	150	10,7	3,3	9	160,4	140,1	1,15	1,18	1,03
QD-136	300	150	10,7	3,3	10,5	150,1	130,0	1,16	1,16	1,01
QD-137	300	150	9,4	3,3	4,5	146,6	123,2	1,19	1,25	1,05
QD-138	300	150	9,4	3,3	6	132,9	111,9	1,19	1,22	1,03
QD-139	300	150	9,4	3,3	9	138,7	121,0	1,15	1,18	1,02
QD-140	300	150	9,4	3,3	10,5	130,1	111,8	1,16	1,16	1,00
QD-141	300	150	8,3	3,3	4,5	129,9	108,4	1,20	1,25	1,04

(continua)

Tabela B.18 – Modelos numéricos para análise do caso 4 do C_{dist} com Ψ igual a 0,25.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,25}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-142	300	150	8,3	3,3	6	119,4	100,5	1,19	1,22	1,02
QD-143	300	150	8,3	3,3	9	123,6	106,9	1,16	1,17	1,01
QD-144	300	150	8,3	3,3	10,5	115,0	99,6	1,15	1,16	1,00
									Média	1,01
									Coef. de variação	2,6%

Tabela B.19 – Modelos numéricos para análise do caso 4 do C_{dist} com Ψ igual a 0,50.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,5}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-1	300	75	6,3	6,0	4,5	86,7	71,7	1,21	1,14	0,94
QD-2	300	75	6,3	6,0	6	83,4	70,6	1,18	1,12	0,95
QD-3	300	75	6,3	6,0	9	79,3	71,8	1,10	1,11	1,00
QD-4	300	75	6,3	6,0	10,5	78,3	70,5	1,11	1,10	0,99
QD-5	300	75	5,4	6,0	4,5	80,2	66,8	1,20	1,14	0,95
QD-6	300	75	5,4	6,0	6	76,0	64,6	1,18	1,12	0,95
QD-7	300	75	5,4	6,0	9	72,4	65,3	1,11	1,10	1,00
QD-8	300	75	5,4	6,0	10,5	71,5	65,2	1,10	1,10	1,01
QD-9	300	75	4,7	6,0	4,5	74,3	63,0	1,18	1,14	0,96
QD-10	300	75	4,7	6,0	6	70,5	60,1	1,17	1,12	0,95
QD-11	300	75	4,7	6,0	9	67,9	60,6	1,12	1,10	0,99
QD-12	300	75	4,7	6,0	10,5	66,6	60,8	1,10	1,10	1,00
QD-13	300	75	4,2	6,0	4,5	71,0	60,7	1,17	1,13	0,97
QD-14	300	75	4,2	6,0	6	66,4	57,5	1,15	1,12	0,97
QD-15	300	75	4,2	6,0	9	63,5	56,7	1,12	1,10	0,99
QD-16	300	75	4,2	6,0	10,5	62,8	56,9	1,10	1,10	1,00
QD-17	300	75	6,3	4,3	4,5	54,6	44,6	1,22	1,16	0,95
QD-18	300	75	6,3	4,3	6	52,8	44,7	1,18	1,14	0,96
QD-19	300	75	6,3	4,3	9	49,3	44,4	1,11	1,11	1,00
QD-20	300	75	6,3	4,3	10,5	48,8	43,1	1,13	1,11	0,98
QD-21	300	75	5,4	4,3	4,5	48,8	39,8	1,23	1,16	0,95
QD-22	300	75	5,4	4,3	6	48,0	41,4	1,16	1,14	0,98
QD-23	300	75	5,4	4,3	9	44,3	39,6	1,12	1,11	0,99
QD-24	300	75	5,4	4,3	10,5	44,0	39,2	1,12	1,11	0,99
QD-25	300	75	4,7	4,3	4,5	44,3	36,2	1,22	1,16	0,95
QD-26	300	75	4,7	4,3	6	43,8	38,1	1,15	1,13	0,98
QD-27	300	75	4,7	4,3	9	41,2	36,3	1,14	1,11	0,98
QD-28	300	75	4,7	4,3	10,5	40,5	36,4	1,11	1,11	1,00
QD-29	300	75	4,2	4,3	4,5	41,6	33,7	1,23	1,15	0,94
QD-30	300	75	4,2	4,3	6	40,8	35,4	1,15	1,13	0,98
QD-31	300	75	4,2	4,3	9	38,3	33,7	1,14	1,11	0,98
QD-32	300	75	4,2	4,3	10,5	38,0	34,4	1,10	1,11	1,00
QD-33	300	75	6,3	3,3	4,5	42,4	36,1	1,17	1,18	1,01
QD-34	300	75	6,3	3,3	6	36,9	30,6	1,21	1,15	0,96
QD-35	300	75	6,3	3,3	9	35,1	30,4	1,15	1,12	0,97
QD-36	300	75	6,3	3,3	10,5	34,9	31,0	1,13	1,12	0,99
QD-37	300	75	5,4	3,3	4,5	37,7	31,4	1,20	1,18	0,98
QD-38	300	75	5,4	3,3	6	32,9	27,3	1,20	1,15	0,96
QD-39	300	75	5,4	3,3	9	31,1	27,0	1,15	1,12	0,97
QD-40	300	75	5,4	3,3	10,5	31,2	28,1	1,11	1,11	1,00
QD-41	300	75	4,7	3,3	4,5	33,6	27,9	1,21	1,18	0,98
QD-42	300	75	4,7	3,3	6	29,7	24,6	1,21	1,15	0,95
QD-43	300	75	4,7	3,3	9	28,7	24,8	1,16	1,12	0,97
QD-44	300	75	4,7	3,3	10,5	28,5	25,4	1,12	1,11	0,99
QD-45	300	75	4,2	3,3	4,5	31,2	25,4	1,23	1,17	0,96
QD-46	300	75	4,2	3,3	6	27,7	23,2	1,19	1,15	0,96
QD-47	300	75	4,2	3,3	9	26,6	23,1	1,15	1,12	0,97

(continua)

Tabela B.19 – Modelos numéricos para análise do caso 4 do C_{dist} com Ψ igual a 0,50.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,5}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-48	300	75	4,2	3,3	10,5	26,4	23,4	1,13	1,11	0,99
QD-49	300	100	8,3	6,0	4,5	163,7	133,4	1,23	1,17	0,95
QD-50	300	100	8,3	6,0	6	153,0	129,6	1,18	1,14	0,97
QD-51	300	100	8,3	6,0	9	143,5	127,4	1,13	1,11	0,99
QD-52	300	100	8,3	6,0	10,5	141,1	125,5	1,12	1,11	0,99
QD-53	300	100	7,1	6,0	4,5	144,8	118,1	1,23	1,16	0,95
QD-54	300	100	7,1	6,0	6	137,6	117,3	1,17	1,14	0,97
QD-55	300	100	7,1	6,0	9	128,4	115,8	1,11	1,11	1,00
QD-56	300	100	7,1	6,0	10,5	127,3	112,9	1,13	1,11	0,98
QD-57	300	100	6,3	6,0	4,5	130,5	106,4	1,23	1,16	0,95
QD-58	300	100	6,3	6,0	6	126,5	109,0	1,16	1,14	0,98
QD-59	300	100	6,3	6,0	9	119,9	106,3	1,13	1,11	0,99
QD-60	300	100	6,3	6,0	10,5	117,2	104,4	1,12	1,11	0,99
QD-61	300	100	5,6	6,0	4,5	120,6	98,5	1,23	1,16	0,95
QD-62	300	100	5,6	6,0	6	119,2	104,6	1,14	1,13	0,99
QD-63	300	100	5,6	6,0	9	112,2	97,9	1,15	1,11	0,97
QD-64	300	100	5,6	6,0	10,5	109,2	98,2	1,11	1,11	0,99
QD-65	300	100	8,3	4,3	4,5	110,4	90,3	1,22	1,19	0,98
QD-66	300	100	8,3	4,3	6	99,4	82,8	1,20	1,16	0,97
QD-67	300	100	8,3	4,3	9	93,2	81,5	1,14	1,13	0,99
QD-68	300	100	8,3	4,3	10,5	90,7	79,5	1,14	1,12	0,98
QD-69	300	100	7,1	4,3	4,5	99,9	83,0	1,20	1,19	0,99
QD-70	300	100	7,1	4,3	6	86,1	71,7	1,20	1,16	0,97
QD-71	300	100	7,1	4,3	9	81,3	70,9	1,15	1,13	0,98
QD-72	300	100	7,1	4,3	10,5	80,5	70,4	1,14	1,12	0,98
QD-73	300	100	6,3	4,3	4,5	90,1	76,0	1,19	1,19	1,00
QD-74	300	100	6,3	4,3	6	77,2	64,1	1,20	1,16	0,96
QD-75	300	100	6,3	4,3	9	74,6	64,4	1,16	1,12	0,97
QD-76	300	100	6,3	4,3	10,5	73,6	64,7	1,14	1,12	0,98
QD-77	300	100	5,6	4,3	4,5	83,4	71,4	1,17	1,18	1,01
QD-78	300	100	5,6	4,3	6	71,7	59,7	1,20	1,15	0,96
QD-79	300	100	5,6	4,3	9	69,2	59,4	1,17	1,12	0,96
QD-80	300	100	5,6	4,3	10,5	68,0	60,3	1,13	1,12	0,99
QD-81	300	100	8,3	3,3	4,5	73,6	59,4	1,24	1,21	0,98
QD-82	300	100	8,3	3,3	6	79,1	67,6	1,17	1,18	1,01
QD-83	300	100	8,3	3,3	9	67,8	58,4	1,16	1,14	0,98
QD-84	300	100	8,3	3,3	10,5	67,6	60,0	1,13	1,13	1,00
QD-85	300	100	7,1	3,3	4,5	64,7	52,3	1,24	1,21	0,98
QD-86	300	100	7,1	3,3	6	67,5	57,4	1,18	1,18	1,00
QD-87	300	100	7,1	3,3	9	58,9	51,0	1,15	1,14	0,99
QD-88	300	100	7,1	3,3	10,5	58,9	51,6	1,14	1,13	0,99
QD-89	300	100	6,3	3,3	4,5	57,3	46,5	1,23	1,21	0,98
QD-90	300	100	6,3	3,3	6	59,6	50,2	1,19	1,18	0,99
QD-91	300	100	6,3	3,3	9	54,0	47,0	1,15	1,14	0,99
QD-92	300	100	6,3	3,3	10,5	52,9	46,0	1,15	1,13	0,98
QD-93	300	100	5,6	3,3	4,5	53,4	43,5	1,23	1,20	0,98
QD-94	300	100	5,6	3,3	6	54,6	45,7	1,20	1,17	0,98

(continua)

Tabela B.19 – Modelos numéricos para análise do caso 4 do C_{dist} com Ψ igual a 0,50.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,5}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-95	300	100	5,6	3,3	9	50,0	43,5	1,15	1,14	0,99
QD-96	300	100	5,6	3,3	10,5	48,0	41,8	1,15	1,13	0,98
QD-97	300	150	12,5	6,0	4,5	387,2	312,9	1,24	1,21	0,98
QD-98	300	150	12,5	6,0	6	404,0	340,5	1,19	1,18	0,99
QD-99	300	150	12,5	6,0	9	355,4	306,2	1,16	1,14	0,98
QD-100	300	150	12,5	6,0	10,5	351,0	307,2	1,14	1,13	0,99
QD-101	300	150	10,7	6,0	4,5	338,3	273,8	1,24	1,21	0,98
QD-102	300	150	10,7	6,0	6	344,2	289,1	1,19	1,17	0,99
QD-103	300	150	10,7	6,0	9	311,6	270,5	1,15	1,14	0,99
QD-104	300	150	10,7	6,0	10,5	305,9	265,8	1,15	1,13	0,98
QD-105	300	150	9,4	6,0	4,5	308,4	251,6	1,23	1,20	0,98
QD-106	300	150	9,4	6,0	6	305,3	254,5	1,20	1,17	0,98
QD-107	300	150	9,4	6,0	9	282,1	247,7	1,14	1,13	1,00
QD-108	300	150	9,4	6,0	10,5	274,1	236,4	1,16	1,12	0,97
QD-109	300	150	8,3	6,0	4,5	289,1	234,3	1,23	1,20	0,97
QD-110	300	150	8,3	6,0	6	277,9	231,2	1,20	1,17	0,97
QD-111	300	150	8,3	6,0	9	258,9	230,2	1,12	1,13	1,01
QD-112	300	150	8,3	6,0	10,5	248,5	215,9	1,15	1,12	0,98
QD-113	300	150	12,5	4,3	4,5	259,7	209,9	1,24	1,24	1,00
QD-114	300	150	12,5	4,3	6	257,8	213,1	1,21	1,21	1,00
QD-115	300	150	12,5	4,3	9	241,3	204,5	1,18	1,16	0,99
QD-116	300	150	12,5	4,3	10,5	235,3	201,9	1,17	1,15	0,99
QD-117	300	150	10,7	4,3	4,5	217,8	176,0	1,24	1,23	1,00
QD-118	300	150	10,7	4,3	6	220,6	181,5	1,22	1,20	0,99
QD-119	300	150	10,7	4,3	9	204,4	173,0	1,18	1,16	0,98
QD-120	300	150	10,7	4,3	10,5	201,8	172,7	1,17	1,15	0,98
QD-121	300	150	9,4	4,3	4,5	190,4	154,5	1,23	1,23	1,00
QD-122	300	150	9,4	4,3	6	198,4	163,7	1,21	1,20	0,99
QD-123	300	150	9,4	4,3	9	179,3	151,8	1,18	1,16	0,98
QD-124	300	150	9,4	4,3	10,5	179,0	152,3	1,18	1,14	0,97
QD-125	300	150	8,3	4,3	4,5	172,0	138,4	1,24	1,23	0,99
QD-126	300	150	8,3	4,3	6	183,5	152,1	1,21	1,20	0,99
QD-127	300	150	8,3	4,3	9	161,9	136,7	1,18	1,15	0,97
QD-128	300	150	8,3	4,3	10,5	161,4	139,5	1,16	1,14	0,99
QD-129	300	150	12,5	3,3	4,5	210,3	171,5	1,23	1,26	1,03
QD-130	300	150	12,5	3,3	6	188,2	155,2	1,21	1,23	1,01
QD-131	300	150	12,5	3,3	9	194,0	166,7	1,16	1,18	1,02
QD-132	300	150	12,5	3,3	10,5	181,0	154,8	1,17	1,17	1,00
QD-133	300	150	10,7	3,3	4,5	175,8	142,8	1,23	1,25	1,02
QD-134	300	150	10,7	3,3	6	157,1	128,5	1,22	1,22	1,00
QD-135	300	150	10,7	3,3	9	163,6	140,1	1,17	1,18	1,01
QD-136	300	150	10,7	3,3	10,5	152,7	130,0	1,18	1,16	0,99
QD-137	300	150	9,4	3,3	4,5	151,5	123,2	1,23	1,25	1,02
QD-138	300	150	9,4	3,3	6	136,5	111,9	1,22	1,22	1,00
QD-139	300	150	9,4	3,3	9	141,5	121,0	1,17	1,18	1,00
QD-140	300	150	9,4	3,3	10,5	132,4	111,8	1,18	1,16	0,98
QD-141	300	150	8,3	3,3	4,5	134,4	108,4	1,24	1,25	1,01

(continua)

Tabela B.19 – Modelos numéricos para análise do caso 4 do C_{dist} com Ψ igual a 0,50.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,5}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-142	300	150	8,3	3,3	6	122,7	100,5	1,22	1,22	1,00
QD-143	300	150	8,3	3,3	9	126,2	106,9	1,18	1,17	0,99
QD-144	300	150	8,3	3,3	10,5	117,0	99,6	1,17	1,16	0,99
									Média	0,98
									Coef. de variação	2,9%

Tabela B.20 – Modelos numéricos para análise do caso 4 do C_{dist} com Ψ igual a 0,75.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,75}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-1	300	75	6,3	6,0	4,5	90,2	71,7	1,26	1,15	0,92
QD-2	300	75	6,3	6,0	6	85,7	70,6	1,21	1,13	0,93
QD-3	300	75	6,3	6,0	9	80,6	71,8	1,12	1,11	0,99
QD-4	300	75	6,3	6,0	10,5	79,3	70,5	1,13	1,11	0,99
QD-5	300	75	5,4	6,0	4,5	83,4	66,8	1,25	1,15	0,92
QD-6	300	75	5,4	6,0	6	78,2	64,6	1,21	1,13	0,93
QD-7	300	75	5,4	6,0	9	73,5	65,3	1,13	1,11	0,99
QD-8	300	75	5,4	6,0	10,5	72,4	65,2	1,11	1,11	1,00
QD-9	300	75	4,7	6,0	4,5	77,3	63,0	1,23	1,15	0,94
QD-10	300	75	4,7	6,0	6	72,4	60,1	1,21	1,13	0,94
QD-11	300	75	4,7	6,0	9	69,0	60,6	1,14	1,11	0,98
QD-12	300	75	4,7	6,0	10,5	67,5	60,8	1,11	1,11	1,00
QD-13	300	75	4,2	6,0	4,5	73,8	60,7	1,22	1,15	0,94
QD-14	300	75	4,2	6,0	6	68,1	57,5	1,19	1,13	0,95
QD-15	300	75	4,2	6,0	9	64,5	56,7	1,14	1,11	0,98
QD-16	300	75	4,2	6,0	10,5	63,5	56,9	1,12	1,11	1,00
QD-17	300	75	6,3	4,3	4,5	56,9	44,6	1,28	1,18	0,93
QD-18	300	75	6,3	4,3	6	54,3	44,7	1,22	1,15	0,95
QD-19	300	75	6,3	4,3	9	50,2	44,4	1,13	1,12	0,99
QD-20	300	75	6,3	4,3	10,5	49,5	43,1	1,15	1,12	0,97
QD-21	300	75	5,4	4,3	4,5	50,9	39,8	1,28	1,18	0,92
QD-22	300	75	5,4	4,3	6	49,4	41,4	1,19	1,15	0,96
QD-23	300	75	5,4	4,3	9	45,1	39,6	1,14	1,12	0,98
QD-24	300	75	5,4	4,3	10,5	44,7	39,2	1,14	1,12	0,98
QD-25	300	75	4,7	4,3	4,5	46,2	36,2	1,28	1,17	0,92
QD-26	300	75	4,7	4,3	6	45,1	38,1	1,18	1,14	0,97
QD-27	300	75	4,7	4,3	9	41,9	36,3	1,16	1,12	0,97
QD-28	300	75	4,7	4,3	10,5	41,1	36,4	1,13	1,12	0,99
QD-29	300	75	4,2	4,3	4,5	43,4	33,7	1,29	1,17	0,91
QD-30	300	75	4,2	4,3	6	42,0	35,4	1,19	1,14	0,96
QD-31	300	75	4,2	4,3	9	38,9	33,7	1,16	1,12	0,97
QD-32	300	75	4,2	4,3	10,5	38,5	34,4	1,12	1,11	1,00
QD-33	300	75	6,3	3,3	4,5	44,0	36,1	1,22	1,21	0,99
QD-34	300	75	6,3	3,3	6	38,0	30,6	1,24	1,17	0,94
QD-35	300	75	6,3	3,3	9	35,8	30,4	1,17	1,13	0,96
QD-36	300	75	6,3	3,3	10,5	35,4	31,0	1,14	1,12	0,98
QD-37	300	75	5,4	3,3	4,5	39,3	31,4	1,25	1,20	0,96
QD-38	300	75	5,4	3,3	6	33,9	27,3	1,24	1,17	0,94
QD-39	300	75	5,4	3,3	9	31,7	27,0	1,17	1,13	0,96
QD-40	300	75	5,4	3,3	10,5	31,7	28,1	1,13	1,12	1,00
QD-41	300	75	4,7	3,3	4,5	35,0	27,9	1,26	1,20	0,95
QD-42	300	75	4,7	3,3	6	30,6	24,6	1,25	1,16	0,93
QD-43	300	75	4,7	3,3	9	29,3	24,8	1,18	1,13	0,96
QD-44	300	75	4,7	3,3	10,5	28,9	25,4	1,14	1,12	0,99
QD-45	300	75	4,2	3,3	4,5	32,6	25,4	1,28	1,19	0,93
QD-46	300	75	4,2	3,3	6	28,6	23,2	1,23	1,16	0,94
QD-47	300	75	4,2	3,3	9	27,1	23,1	1,17	1,13	0,96

(continua)

Tabela B.20 – Modelos numéricos para análise do caso 4 do C_{dist} com Ψ igual a 0,75.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,75}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-48	300	75	4,2	3,3	10,5	26,8	23,4	1,14	1,12	0,98
QD-49	300	100	8,3	6,0	4,5	170,6	133,4	1,28	1,19	0,93
QD-50	300	100	8,3	6,0	6	157,4	129,6	1,21	1,15	0,95
QD-51	300	100	8,3	6,0	9	146,0	127,4	1,15	1,12	0,98
QD-52	300	100	8,3	6,0	10,5	143,1	125,5	1,14	1,12	0,98
QD-53	300	100	7,1	6,0	4,5	151,0	118,1	1,28	1,18	0,92
QD-54	300	100	7,1	6,0	6	141,6	117,3	1,21	1,15	0,95
QD-55	300	100	7,1	6,0	9	130,7	115,8	1,13	1,12	1,00
QD-56	300	100	7,1	6,0	10,5	129,2	112,9	1,14	1,12	0,98
QD-57	300	100	6,3	6,0	4,5	136,1	106,4	1,28	1,18	0,92
QD-58	300	100	6,3	6,0	6	130,2	109,0	1,19	1,15	0,96
QD-59	300	100	6,3	6,0	9	122,0	106,3	1,15	1,12	0,98
QD-60	300	100	6,3	6,0	10,5	118,9	104,4	1,14	1,12	0,98
QD-61	300	100	5,6	6,0	4,5	125,8	98,5	1,28	1,17	0,92
QD-62	300	100	5,6	6,0	6	122,7	104,6	1,17	1,14	0,98
QD-63	300	100	5,6	6,0	9	114,1	97,9	1,17	1,12	0,96
QD-64	300	100	5,6	6,0	10,5	110,8	98,2	1,13	1,12	0,99
QD-65	300	100	8,3	4,3	4,5	114,4	90,3	1,27	1,22	0,96
QD-66	300	100	8,3	4,3	6	102,5	82,8	1,24	1,18	0,95
QD-67	300	100	8,3	4,3	9	95,0	81,5	1,17	1,14	0,98
QD-68	300	100	8,3	4,3	10,5	92,2	79,5	1,16	1,13	0,97
QD-69	300	100	7,1	4,3	4,5	103,6	83,0	1,25	1,21	0,97
QD-70	300	100	7,1	4,3	6	88,8	71,7	1,24	1,18	0,95
QD-71	300	100	7,1	4,3	9	82,9	70,9	1,17	1,14	0,97
QD-72	300	100	7,1	4,3	10,5	81,8	70,4	1,16	1,13	0,97
QD-73	300	100	6,3	4,3	4,5	93,5	76,0	1,23	1,21	0,98
QD-74	300	100	6,3	4,3	6	79,7	64,1	1,24	1,17	0,94
QD-75	300	100	6,3	4,3	9	76,0	64,4	1,18	1,14	0,96
QD-76	300	100	6,3	4,3	10,5	74,8	64,7	1,15	1,13	0,97
QD-77	300	100	5,6	4,3	4,5	86,6	71,4	1,21	1,21	0,99
QD-78	300	100	5,6	4,3	6	74,0	59,7	1,24	1,17	0,94
QD-79	300	100	5,6	4,3	9	70,6	59,4	1,19	1,13	0,95
QD-80	300	100	5,6	4,3	10,5	69,0	60,3	1,14	1,12	0,98
QD-81	300	100	8,3	3,3	4,5	76,3	59,4	1,28	1,25	0,97
QD-82	300	100	8,3	3,3	6	81,4	67,6	1,20	1,21	1,00
QD-83	300	100	8,3	3,3	9	69,2	58,4	1,18	1,16	0,98
QD-84	300	100	8,3	3,3	10,5	68,7	60,0	1,14	1,14	1,00
QD-85	300	100	7,1	3,3	4,5	67,1	52,3	1,28	1,24	0,97
QD-86	300	100	7,1	3,3	6	69,6	57,4	1,21	1,20	0,99
QD-87	300	100	7,1	3,3	9	60,0	51,0	1,18	1,15	0,98
QD-88	300	100	7,1	3,3	10,5	59,8	51,6	1,16	1,14	0,98
QD-89	300	100	6,3	3,3	4,5	59,5	46,5	1,28	1,24	0,97
QD-90	300	100	6,3	3,3	6	61,5	50,2	1,23	1,20	0,98
QD-91	300	100	6,3	3,3	9	55,0	47,0	1,17	1,15	0,98
QD-92	300	100	6,3	3,3	10,5	53,8	46,0	1,17	1,14	0,97
QD-93	300	100	5,6	3,3	4,5	55,4	43,5	1,27	1,23	0,97
QD-94	300	100	5,6	3,3	6	56,3	45,7	1,23	1,19	0,97

(continua)

Tabela B.20 – Modelos numéricos para análise do caso 4 do C_{dist} com Ψ igual a 0,75.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,75}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-95	300	100	5,6	3,3	9	51,0	43,5	1,17	1,15	0,98
QD-96	300	100	5,6	3,3	10,5	48,8	41,8	1,17	1,14	0,97
QD-97	300	150	12,5	6,0	4,5	401,5	312,9	1,28	1,24	0,97
QD-98	300	150	12,5	6,0	6	416,4	340,5	1,22	1,20	0,98
QD-99	300	150	12,5	6,0	9	362,4	306,2	1,18	1,15	0,97
QD-100	300	150	12,5	6,0	10,5	356,8	307,2	1,16	1,14	0,98
QD-101	300	150	10,7	6,0	4,5	350,9	273,8	1,28	1,24	0,96
QD-102	300	150	10,7	6,0	6	355,1	289,1	1,23	1,20	0,97
QD-103	300	150	10,7	6,0	9	317,7	270,5	1,17	1,15	0,98
QD-104	300	150	10,7	6,0	10,5	311,0	265,8	1,17	1,14	0,97
QD-105	300	150	9,4	6,0	4,5	319,5	251,6	1,27	1,23	0,97
QD-106	300	150	9,4	6,0	6	314,9	254,5	1,24	1,19	0,96
QD-107	300	150	9,4	6,0	9	287,5	247,7	1,16	1,15	0,99
QD-108	300	150	9,4	6,0	10,5	278,7	236,4	1,18	1,13	0,96
QD-109	300	150	8,3	6,0	4,5	299,9	234,3	1,28	1,23	0,96
QD-110	300	150	8,3	6,0	6	286,8	231,2	1,24	1,19	0,96
QD-111	300	150	8,3	6,0	9	264,0	230,2	1,15	1,14	1,00
QD-112	300	150	8,3	6,0	10,5	252,6	215,9	1,17	1,13	0,97
QD-113	300	150	12,5	4,3	4,5	268,6	209,9	1,28	1,28	1,00
QD-114	300	150	12,5	4,3	6	264,8	213,1	1,24	1,24	0,99
QD-115	300	150	12,5	4,3	9	246,3	204,5	1,20	1,18	0,98
QD-116	300	150	12,5	4,3	10,5	239,3	201,9	1,19	1,16	0,98
QD-117	300	150	10,7	4,3	4,5	225,5	176,0	1,28	1,27	0,99
QD-118	300	150	10,7	4,3	6	226,9	181,5	1,25	1,23	0,98
QD-119	300	150	10,7	4,3	9	208,7	173,0	1,21	1,18	0,98
QD-120	300	150	10,7	4,3	10,5	205,3	172,7	1,19	1,16	0,98
QD-121	300	150	9,4	4,3	4,5	197,2	154,5	1,28	1,27	0,99
QD-122	300	150	9,4	4,3	6	203,8	163,7	1,24	1,23	0,98
QD-123	300	150	9,4	4,3	9	183,0	151,8	1,21	1,17	0,97
QD-124	300	150	9,4	4,3	10,5	182,1	152,3	1,20	1,16	0,97
QD-125	300	150	8,3	4,3	4,5	178,2	138,4	1,29	1,26	0,98
QD-126	300	150	8,3	4,3	6	188,6	152,1	1,24	1,22	0,99
QD-127	300	150	8,3	4,3	9	165,3	136,7	1,21	1,17	0,97
QD-128	300	150	8,3	4,3	10,5	164,1	139,5	1,18	1,15	0,98
QD-129	300	150	12,5	3,3	4,5	215,8	171,5	1,26	1,30	1,04
QD-130	300	150	12,5	3,3	6	192,8	155,2	1,24	1,26	1,02
QD-131	300	150	12,5	3,3	9	197,8	166,7	1,19	1,20	1,02
QD-132	300	150	12,5	3,3	10,5	184,2	154,8	1,19	1,18	1,00
QD-133	300	150	10,7	3,3	4,5	181,2	142,8	1,27	1,30	1,02
QD-134	300	150	10,7	3,3	6	161,3	128,5	1,26	1,26	1,00
QD-135	300	150	10,7	3,3	9	166,9	140,1	1,19	1,20	1,01
QD-136	300	150	10,7	3,3	10,5	155,4	130,0	1,20	1,18	0,99
QD-137	300	150	9,4	3,3	4,5	156,4	123,2	1,27	1,30	1,02
QD-138	300	150	9,4	3,3	6	140,2	111,9	1,25	1,25	1,00
QD-139	300	150	9,4	3,3	9	144,4	121,0	1,19	1,20	1,00
QD-140	300	150	9,4	3,3	10,5	134,8	111,8	1,21	1,18	0,98
QD-141	300	150	8,3	3,3	4,5	139,0	108,4	1,28	1,29	1,01

(continua)

Tabela B.20 – Modelos numéricos para análise do caso 4 do C_{dist} com Ψ igual a 0,75.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,75}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-142	300	150	8,3	3,3	6	126,1	100,5	1,25	1,25	1,00
QD-143	300	150	8,3	3,3	9	128,9	106,9	1,21	1,19	0,99
QD-144	300	150	8,3	3,3	10,5	119,1	99,6	1,20	1,17	0,98
									Média	0,97
									Coef. de variação	3,5%

Tabela B.21 – Modelos numéricos para análise do caso 5 do C_{dist} com Ψ igual a 0,25.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,25}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-1	300	75	6,3	6,0	4,5	90,8	71,7	1,27	1,18	0,94
QD-2	300	75	6,3	6,0	6	87,1	70,6	1,23	1,16	0,94
QD-3	300	75	6,3	6,0	9	82,1	71,8	1,14	1,14	0,99
QD-4	300	75	6,3	6,0	10,5	80,9	70,5	1,15	1,13	0,99
QD-5	300	75	5,4	6,0	4,5	83,4	66,8	1,25	1,18	0,95
QD-6	300	75	5,4	6,0	6	79,3	64,6	1,23	1,15	0,94
QD-7	300	75	5,4	6,0	9	74,8	65,3	1,14	1,14	0,99
QD-8	300	75	5,4	6,0	10,5	73,8	65,2	1,13	1,13	1,00
QD-9	300	75	4,7	6,0	4,5	76,9	63,0	1,22	1,18	0,96
QD-10	300	75	4,7	6,0	6	73,3	60,1	1,22	1,15	0,94
QD-11	300	75	4,7	6,0	9	70,2	60,6	1,16	1,13	0,98
QD-12	300	75	4,7	6,0	10,5	68,7	60,8	1,13	1,13	1,00
QD-13	300	75	4,2	6,0	4,5	73,2	60,7	1,21	1,17	0,97
QD-14	300	75	4,2	6,0	6	68,7	57,5	1,20	1,15	0,96
QD-15	300	75	4,2	6,0	9	65,6	56,7	1,16	1,13	0,98
QD-16	300	75	4,2	6,0	10,5	64,7	56,9	1,14	1,13	1,00
QD-17	300	75	6,3	4,3	4,5	58,2	44,6	1,30	1,22	0,94
QD-18	300	75	6,3	4,3	6	55,4	44,7	1,24	1,18	0,95
QD-19	300	75	6,3	4,3	9	51,3	44,4	1,16	1,15	0,99
QD-20	300	75	6,3	4,3	10,5	50,8	43,1	1,18	1,14	0,97
QD-21	300	75	5,4	4,3	4,5	52,2	39,8	1,31	1,21	0,92
QD-22	300	75	5,4	4,3	6	50,0	41,4	1,21	1,18	0,97
QD-23	300	75	5,4	4,3	9	46,1	39,6	1,16	1,14	0,98
QD-24	300	75	5,4	4,3	10,5	45,8	39,2	1,17	1,14	0,97
QD-25	300	75	4,7	4,3	4,5	47,3	36,2	1,31	1,21	0,93
QD-26	300	75	4,7	4,3	6	45,6	38,1	1,20	1,17	0,98
QD-27	300	75	4,7	4,3	9	42,9	36,3	1,18	1,14	0,97
QD-28	300	75	4,7	4,3	10,5	42,1	36,4	1,16	1,14	0,98
QD-29	300	75	4,2	4,3	4,5	44,6	33,7	1,32	1,21	0,91
QD-30	300	75	4,2	4,3	6	42,4	35,4	1,20	1,17	0,98
QD-31	300	75	4,2	4,3	9	39,9	33,7	1,18	1,14	0,96
QD-32	300	75	4,2	4,3	10,5	39,4	34,4	1,14	1,14	0,99
QD-33	300	75	6,3	3,3	4,5	43,9	36,1	1,22	1,25	1,03
QD-34	300	75	6,3	3,3	6	39,9	30,6	1,30	1,21	0,92
QD-35	300	75	6,3	3,3	9	37,0	30,4	1,22	1,16	0,95
QD-36	300	75	6,3	3,3	10,5	36,6	31,0	1,18	1,15	0,97
QD-37	300	75	5,4	3,3	4,5	39,4	31,4	1,26	1,24	0,99
QD-38	300	75	5,4	3,3	6	35,5	27,3	1,30	1,20	0,92
QD-39	300	75	5,4	3,3	9	32,8	27,0	1,21	1,16	0,95
QD-40	300	75	5,4	3,3	10,5	32,6	28,1	1,16	1,15	0,99
QD-41	300	75	4,7	3,3	4,5	35,3	27,9	1,26	1,24	0,98
QD-42	300	75	4,7	3,3	6	32,0	24,6	1,30	1,20	0,92
QD-43	300	75	4,7	3,3	9	30,3	24,8	1,22	1,15	0,94
QD-44	300	75	4,7	3,3	10,5	29,8	25,4	1,17	1,14	0,98
QD-45	300	75	4,2	3,3	4,5	33,1	25,4	1,30	1,23	0,95
QD-46	300	75	4,2	3,3	6	29,6	23,2	1,27	1,19	0,94
QD-47	300	75	4,2	3,3	9	28,0	23,1	1,21	1,15	0,95

(continua)

Tabela B.21 – Modelos numéricos para análise do caso 5 do C_{dist} com Ψ igual a 0,25.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,25}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-48	300	75	4,2	3,3	10,5	27,6	23,4	1,18	1,14	0,97
QD-49	300	100	8,3	6,0	4,5	174,4	133,4	1,31	1,22	0,94
QD-50	300	100	8,3	6,0	6	161,2	129,6	1,24	1,18	0,95
QD-51	300	100	8,3	6,0	9	149,7	127,4	1,18	1,15	0,98
QD-52	300	100	8,3	6,0	10,5	146,9	125,5	1,17	1,14	0,97
QD-53	300	100	7,1	6,0	4,5	154,8	118,1	1,31	1,22	0,93
QD-54	300	100	7,1	6,0	6	144,3	117,3	1,23	1,18	0,96
QD-55	300	100	7,1	6,0	9	133,7	115,8	1,15	1,15	0,99
QD-56	300	100	7,1	6,0	10,5	132,7	112,9	1,18	1,14	0,97
QD-57	300	100	6,3	6,0	4,5	139,6	106,4	1,31	1,21	0,93
QD-58	300	100	6,3	6,0	6	132,1	109,0	1,21	1,18	0,97
QD-59	300	100	6,3	6,0	9	124,8	106,3	1,17	1,14	0,97
QD-60	300	100	6,3	6,0	10,5	121,9	104,4	1,17	1,14	0,97
QD-61	300	100	5,6	6,0	4,5	128,9	98,5	1,31	1,21	0,92
QD-62	300	100	5,6	6,0	6	124,1	104,6	1,19	1,17	0,99
QD-63	300	100	5,6	6,0	9	116,9	97,9	1,19	1,14	0,96
QD-64	300	100	5,6	6,0	10,5	113,5	98,2	1,16	1,14	0,98
QD-65	300	100	8,3	4,3	4,5	117,5	90,3	1,30	1,27	0,97
QD-66	300	100	8,3	4,3	6	107,0	82,8	1,29	1,22	0,94
QD-67	300	100	8,3	4,3	9	98,0	81,5	1,20	1,17	0,97
QD-68	300	100	8,3	4,3	10,5	95,5	79,5	1,20	1,15	0,96
QD-69	300	100	7,1	4,3	4,5	104,9	83,0	1,26	1,26	1,00
QD-70	300	100	7,1	4,3	6	92,8	71,7	1,29	1,21	0,94
QD-71	300	100	7,1	4,3	9	85,7	70,9	1,21	1,16	0,96
QD-72	300	100	7,1	4,3	10,5	84,8	70,4	1,20	1,15	0,96
QD-73	300	100	6,3	4,3	4,5	94,0	76,0	1,24	1,26	1,01
QD-74	300	100	6,3	4,3	6	83,4	64,1	1,30	1,21	0,93
QD-75	300	100	6,3	4,3	9	78,9	64,4	1,22	1,16	0,95
QD-76	300	100	6,3	4,3	10,5	77,3	64,7	1,19	1,15	0,96
QD-77	300	100	5,6	4,3	4,5	86,6	71,4	1,21	1,25	1,03
QD-78	300	100	5,6	4,3	6	77,5	59,7	1,30	1,21	0,93
QD-79	300	100	5,6	4,3	9	73,4	59,4	1,24	1,16	0,94
QD-80	300	100	5,6	4,3	10,5	71,1	60,3	1,18	1,15	0,97
QD-81	300	100	8,3	3,3	4,5	81,7	59,4	1,38	1,30	0,95
QD-82	300	100	8,3	3,3	6	83,0	67,6	1,23	1,25	1,02
QD-83	300	100	8,3	3,3	9	72,4	58,4	1,24	1,19	0,96
QD-84	300	100	8,3	3,3	10,5	71,1	60,0	1,18	1,17	0,99
QD-85	300	100	7,1	3,3	4,5	71,6	52,3	1,37	1,29	0,95
QD-86	300	100	7,1	3,3	6	71,2	57,4	1,24	1,24	1,00
QD-87	300	100	7,1	3,3	9	62,6	51,0	1,23	1,18	0,97
QD-88	300	100	7,1	3,3	10,5	62,1	51,6	1,20	1,17	0,97
QD-89	300	100	6,3	3,3	4,5	63,3	46,5	1,36	1,29	0,95
QD-90	300	100	6,3	3,3	6	63,4	50,2	1,26	1,24	0,98
QD-91	300	100	6,3	3,3	9	57,1	47,0	1,22	1,18	0,97
QD-92	300	100	6,3	3,3	10,5	56,0	46,0	1,22	1,16	0,96
QD-93	300	100	5,6	3,3	4,5	58,5	43,5	1,35	1,28	0,95
QD-94	300	100	5,6	3,3	6	58,3	45,7	1,28	1,23	0,97

(continua)

Tabela B.21 – Modelos numéricos para análise do caso 5 do C_{dist} com Ψ igual a 0,25.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,25}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-95	300	100	5,6	3,3	9	52,8	43,5	1,21	1,18	0,97
QD-96	300	100	5,6	3,3	10,5	50,9	41,8	1,22	1,16	0,95
QD-97	300	150	12,5	6,0	4,5	428,4	312,9	1,37	1,29	0,94
QD-98	300	150	12,5	6,0	6	426,8	340,5	1,25	1,24	0,99
QD-99	300	150	12,5	6,0	9	378,0	306,2	1,23	1,18	0,96
QD-100	300	150	12,5	6,0	10,5	370,3	307,2	1,21	1,17	0,97
QD-101	300	150	10,7	6,0	4,5	373,2	273,8	1,36	1,29	0,94
QD-102	300	150	10,7	6,0	6	366,5	289,1	1,27	1,24	0,98
QD-103	300	150	10,7	6,0	9	330,0	270,5	1,22	1,18	0,97
QD-104	300	150	10,7	6,0	10,5	323,7	265,8	1,22	1,16	0,96
QD-105	300	150	9,4	6,0	4,5	337,0	251,6	1,34	1,28	0,96
QD-106	300	150	9,4	6,0	6	327,2	254,5	1,29	1,23	0,96
QD-107	300	150	9,4	6,0	9	297,1	247,7	1,20	1,18	0,98
QD-108	300	150	9,4	6,0	10,5	291,3	236,4	1,23	1,16	0,94
QD-109	300	150	8,3	6,0	4,5	316,2	234,3	1,35	1,28	0,95
QD-110	300	150	8,3	6,0	6	299,4	231,2	1,29	1,23	0,95
QD-111	300	150	8,3	6,0	9	272,7	230,2	1,18	1,17	0,99
QD-112	300	150	8,3	6,0	10,5	263,7	215,9	1,22	1,16	0,95
QD-113	300	150	12,5	4,3	4,5	291,0	209,9	1,39	1,34	0,97
QD-114	300	150	12,5	4,3	6	283,0	213,1	1,33	1,29	0,97
QD-115	300	150	12,5	4,3	9	261,9	204,5	1,28	1,22	0,95
QD-116	300	150	12,5	4,3	10,5	253,4	201,9	1,26	1,20	0,95
QD-117	300	150	10,7	4,3	4,5	244,4	176,0	1,39	1,33	0,96
QD-118	300	150	10,7	4,3	6	243,0	181,5	1,34	1,28	0,96
QD-119	300	150	10,7	4,3	9	222,8	173,0	1,29	1,21	0,94
QD-120	300	150	10,7	4,3	10,5	217,6	172,7	1,26	1,19	0,95
QD-121	300	150	9,4	4,3	4,5	213,1	154,5	1,38	1,33	0,96
QD-122	300	150	9,4	4,3	6	217,2	163,7	1,33	1,27	0,96
QD-123	300	150	9,4	4,3	9	195,6	151,8	1,29	1,21	0,94
QD-124	300	150	9,4	4,3	10,5	193,5	152,3	1,27	1,19	0,93
QD-125	300	150	8,3	4,3	4,5	194,0	138,4	1,40	1,32	0,94
QD-126	300	150	8,3	4,3	6	199,4	152,1	1,31	1,27	0,97
QD-127	300	150	8,3	4,3	9	177,3	136,7	1,30	1,20	0,93
QD-128	300	150	8,3	4,3	10,5	172,8	139,5	1,24	1,18	0,96
QD-129	300	150	12,5	3,3	4,5	232,6	171,5	1,36	1,37	1,01
QD-130	300	150	12,5	3,3	6	209,4	155,2	1,35	1,32	0,98
QD-131	300	150	12,5	3,3	9	206,3	166,7	1,24	1,25	1,01
QD-132	300	150	12,5	3,3	10,5	196,0	154,8	1,27	1,22	0,97
QD-133	300	150	10,7	3,3	4,5	196,2	142,8	1,37	1,37	0,99
QD-134	300	150	10,7	3,3	6	176,8	128,5	1,38	1,31	0,96
QD-135	300	150	10,7	3,3	9	174,8	140,1	1,25	1,24	1,00
QD-136	300	150	10,7	3,3	10,5	166,5	130,0	1,28	1,22	0,95
QD-137	300	150	9,4	3,3	4,5	169,3	123,2	1,37	1,36	0,99
QD-138	300	150	9,4	3,3	6	153,7	111,9	1,37	1,31	0,95
QD-139	300	150	9,4	3,3	9	152,2	121,0	1,26	1,24	0,98
QD-140	300	150	9,4	3,3	10,5	145,7	111,8	1,30	1,21	0,93
QD-141	300	150	8,3	3,3	4,5	151,7	108,4	1,40	1,36	0,97

(continua)

Tabela B.21 – Modelos numéricos para análise do caso 5 do C_{dist} com Ψ igual a 0,25.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,25}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-142	300	150	8,3	3,3	6	138,2	100,5	1,38	1,30	0,95
QD-143	300	150	8,3	3,3	9	137,2	106,9	1,28	1,23	0,96
QD-144	300	150	8,3	3,3	10,5	128,1	99,6	1,29	1,21	0,94
									Média	0,96
									Coef. de variação	3,1%

Tabela B.22 – Modelos numéricos para análise do caso 5 do C_{dist} com Ψ igual a 0,50.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,5}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-1	300	75	6,3	6,0	4,5	94,3	71,7	1,32	1,22	0,92
QD-2	300	75	6,3	6,0	6	89,4	70,6	1,27	1,18	0,93
QD-3	300	75	6,3	6,0	9	83,3	71,8	1,16	1,15	0,99
QD-4	300	75	6,3	6,0	10,5	81,9	70,5	1,16	1,15	0,99
QD-5	300	75	5,4	6,0	4,5	86,6	66,8	1,30	1,21	0,93
QD-6	300	75	5,4	6,0	6	81,4	64,6	1,26	1,18	0,93
QD-7	300	75	5,4	6,0	9	75,9	65,3	1,16	1,15	0,99
QD-8	300	75	5,4	6,0	10,5	74,6	65,2	1,14	1,14	1,00
QD-9	300	75	4,7	6,0	4,5	79,8	63,0	1,27	1,21	0,95
QD-10	300	75	4,7	6,0	6	75,2	60,1	1,25	1,17	0,94
QD-11	300	75	4,7	6,0	9	71,2	60,6	1,18	1,15	0,98
QD-12	300	75	4,7	6,0	10,5	69,5	60,8	1,14	1,14	1,00
QD-13	300	75	4,2	6,0	4,5	75,9	60,7	1,25	1,20	0,96
QD-14	300	75	4,2	6,0	6	70,4	57,5	1,23	1,17	0,95
QD-15	300	75	4,2	6,0	9	66,6	56,7	1,17	1,15	0,98
QD-16	300	75	4,2	6,0	10,5	65,4	56,9	1,15	1,14	1,00
QD-17	300	75	6,3	4,3	4,5	60,6	44,6	1,36	1,26	0,93
QD-18	300	75	6,3	4,3	6	56,9	44,7	1,28	1,21	0,95
QD-19	300	75	6,3	4,3	9	52,2	44,4	1,18	1,17	0,99
QD-20	300	75	6,3	4,3	10,5	51,5	43,1	1,19	1,15	0,97
QD-21	300	75	5,4	4,3	4,5	54,5	39,8	1,37	1,25	0,91
QD-22	300	75	5,4	4,3	6	51,4	41,4	1,24	1,21	0,97
QD-23	300	75	5,4	4,3	9	46,9	39,6	1,18	1,16	0,98
QD-24	300	75	5,4	4,3	10,5	46,4	39,2	1,18	1,15	0,97
QD-25	300	75	4,7	4,3	4,5	49,3	36,2	1,36	1,25	0,91
QD-26	300	75	4,7	4,3	6	46,9	38,1	1,23	1,20	0,98
QD-27	300	75	4,7	4,3	9	43,6	36,3	1,20	1,16	0,96
QD-28	300	75	4,7	4,3	10,5	42,6	36,4	1,17	1,15	0,98
QD-29	300	75	4,2	4,3	4,5	46,5	33,7	1,38	1,24	0,90
QD-30	300	75	4,2	4,3	6	43,6	35,4	1,23	1,20	0,97
QD-31	300	75	4,2	4,3	9	40,5	33,7	1,20	1,16	0,96
QD-32	300	75	4,2	4,3	10,5	39,9	34,4	1,16	1,15	0,99
QD-33	300	75	6,3	3,3	4,5	45,6	36,1	1,26	1,29	1,02
QD-34	300	75	6,3	3,3	6	41,1	30,6	1,34	1,24	0,92
QD-35	300	75	6,3	3,3	9	37,7	30,4	1,24	1,18	0,96
QD-36	300	75	6,3	3,3	10,5	37,1	31,0	1,20	1,17	0,98
QD-37	300	75	5,4	3,3	4,5	41,0	31,4	1,31	1,29	0,98
QD-38	300	75	5,4	3,3	6	36,6	27,3	1,34	1,23	0,92
QD-39	300	75	5,4	3,3	9	33,4	27,0	1,24	1,18	0,95
QD-40	300	75	5,4	3,3	10,5	33,1	28,1	1,18	1,16	0,99
QD-41	300	75	4,7	3,3	4,5	36,7	27,9	1,32	1,28	0,97
QD-42	300	75	4,7	3,3	6	33,0	24,6	1,34	1,23	0,91
QD-43	300	75	4,7	3,3	9	30,9	24,8	1,24	1,18	0,95
QD-44	300	75	4,7	3,3	10,5	30,2	25,4	1,19	1,16	0,98
QD-45	300	75	4,2	3,3	4,5	34,5	25,4	1,36	1,27	0,94
QD-46	300	75	4,2	3,3	6	30,5	23,2	1,31	1,22	0,93
QD-47	300	75	4,2	3,3	9	28,5	23,1	1,23	1,17	0,95

(continua)

Tabela B.22 – Modelos numéricos para análise do caso 5 do C_{dist} com Ψ igual a 0,50.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,5}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-48	300	75	4,2	3,3	10,5	28,0	23,4	1,20	1,16	0,97
QD-49	300	100	8,3	6,0	4,5	181,6	133,4	1,36	1,26	0,93
QD-50	300	100	8,3	6,0	6	165,7	129,6	1,28	1,21	0,95
QD-51	300	100	8,3	6,0	9	152,2	127,4	1,19	1,17	0,98
QD-52	300	100	8,3	6,0	10,5	148,9	125,5	1,19	1,16	0,97
QD-53	300	100	7,1	6,0	4,5	161,2	118,1	1,37	1,26	0,92
QD-54	300	100	7,1	6,0	6	148,4	117,3	1,26	1,21	0,96
QD-55	300	100	7,1	6,0	9	135,9	115,8	1,17	1,16	0,99
QD-56	300	100	7,1	6,0	10,5	134,4	112,9	1,19	1,15	0,97
QD-57	300	100	6,3	6,0	4,5	145,4	106,4	1,37	1,25	0,92
QD-58	300	100	6,3	6,0	6	135,9	109,0	1,25	1,21	0,97
QD-59	300	100	6,3	6,0	9	126,9	106,3	1,19	1,16	0,97
QD-60	300	100	6,3	6,0	10,5	123,5	104,4	1,18	1,15	0,97
QD-61	300	100	5,6	6,0	4,5	134,4	98,5	1,36	1,25	0,91
QD-62	300	100	5,6	6,0	6	127,5	104,6	1,22	1,20	0,99
QD-63	300	100	5,6	6,0	9	118,8	97,9	1,21	1,16	0,96
QD-64	300	100	5,6	6,0	10,5	115,0	98,2	1,17	1,15	0,98
QD-65	300	100	8,3	4,3	4,5	121,9	90,3	1,35	1,31	0,97
QD-66	300	100	8,3	4,3	6	110,3	82,8	1,33	1,26	0,94
QD-67	300	100	8,3	4,3	9	99,8	81,5	1,22	1,19	0,97
QD-68	300	100	8,3	4,3	10,5	96,9	79,5	1,22	1,18	0,96
QD-69	300	100	7,1	4,3	4,5	108,8	83,0	1,31	1,30	1,00
QD-70	300	100	7,1	4,3	6	95,8	71,7	1,34	1,25	0,94
QD-71	300	100	7,1	4,3	9	87,3	70,9	1,23	1,19	0,97
QD-72	300	100	7,1	4,3	10,5	86,1	70,4	1,22	1,17	0,96
QD-73	300	100	6,3	4,3	4,5	97,5	76,0	1,28	1,30	1,01
QD-74	300	100	6,3	4,3	6	86,2	64,1	1,34	1,24	0,93
QD-75	300	100	6,3	4,3	9	80,3	64,4	1,25	1,19	0,95
QD-76	300	100	6,3	4,3	10,5	78,4	64,7	1,21	1,17	0,97
QD-77	300	100	5,6	4,3	4,5	89,9	71,4	1,26	1,29	1,03
QD-78	300	100	5,6	4,3	6	79,9	59,7	1,34	1,24	0,93
QD-79	300	100	5,6	4,3	9	74,7	59,4	1,26	1,18	0,94
QD-80	300	100	5,6	4,3	10,5	72,1	60,3	1,20	1,17	0,98
QD-81	300	100	8,3	3,3	4,5	84,9	59,4	1,43	1,35	0,94
QD-82	300	100	8,3	3,3	6	85,4	67,6	1,26	1,29	1,02
QD-83	300	100	8,3	3,3	9	73,8	58,4	1,26	1,22	0,97
QD-84	300	100	8,3	3,3	10,5	72,2	60,0	1,20	1,20	1,00
QD-85	300	100	7,1	3,3	4,5	74,4	52,3	1,42	1,34	0,94
QD-86	300	100	7,1	3,3	6	73,3	57,4	1,28	1,29	1,01
QD-87	300	100	7,1	3,3	9	63,8	51,0	1,25	1,21	0,97
QD-88	300	100	7,1	3,3	10,5	63,1	51,6	1,22	1,19	0,98
QD-89	300	100	6,3	3,3	4,5	65,8	46,5	1,42	1,34	0,94
QD-90	300	100	6,3	3,3	6	65,4	50,2	1,30	1,28	0,98
QD-91	300	100	6,3	3,3	9	58,2	47,0	1,24	1,21	0,98
QD-92	300	100	6,3	3,3	10,5	56,9	46,0	1,24	1,19	0,96
QD-93	300	100	5,6	3,3	4,5	60,9	43,5	1,40	1,33	0,95
QD-94	300	100	5,6	3,3	6	60,1	45,7	1,32	1,27	0,97

(continua)

Tabela B.22 – Modelos numéricos para análise do caso 5 do C_{dist} com Ψ igual a 0,50.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,5}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-95	300	100	5,6	3,3	9	53,8	43,5	1,24	1,21	0,97
QD-96	300	100	5,6	3,3	10,5	51,7	41,8	1,24	1,19	0,96
QD-97	300	150	12,5	6,0	4,5	445,4	312,9	1,42	1,34	0,94
QD-98	300	150	12,5	6,0	6	439,4	340,5	1,29	1,28	0,99
QD-99	300	150	12,5	6,0	9	385,3	306,2	1,26	1,21	0,96
QD-100	300	150	12,5	6,0	10,5	376,1	307,2	1,22	1,19	0,97
QD-101	300	150	10,7	6,0	4,5	388,1	273,8	1,42	1,33	0,94
QD-102	300	150	10,7	6,0	6	377,9	289,1	1,31	1,28	0,98
QD-103	300	150	10,7	6,0	9	336,3	270,5	1,24	1,21	0,97
QD-104	300	150	10,7	6,0	10,5	328,7	265,8	1,24	1,19	0,96
QD-105	300	150	9,4	6,0	4,5	349,9	251,6	1,39	1,33	0,95
QD-106	300	150	9,4	6,0	6	337,2	254,5	1,32	1,27	0,96
QD-107	300	150	9,4	6,0	9	302,7	247,7	1,22	1,20	0,99
QD-108	300	150	9,4	6,0	10,5	296,0	236,4	1,25	1,18	0,95
QD-109	300	150	8,3	6,0	4,5	328,9	234,3	1,40	1,32	0,94
QD-110	300	150	8,3	6,0	6	308,9	231,2	1,34	1,27	0,95
QD-111	300	150	8,3	6,0	9	277,9	230,2	1,21	1,20	0,99
QD-112	300	150	8,3	6,0	10,5	267,9	215,9	1,24	1,18	0,95
QD-113	300	150	12,5	4,3	4,5	301,7	209,9	1,44	1,39	0,97
QD-114	300	150	12,5	4,3	6	290,8	213,1	1,36	1,33	0,98
QD-115	300	150	12,5	4,3	9	267,2	204,5	1,31	1,25	0,96
QD-116	300	150	12,5	4,3	10,5	257,6	201,9	1,28	1,23	0,96
QD-117	300	150	10,7	4,3	4,5	254,0	176,0	1,44	1,38	0,96
QD-118	300	150	10,7	4,3	6	250,3	181,5	1,38	1,33	0,96
QD-119	300	150	10,7	4,3	9	227,4	173,0	1,31	1,25	0,95
QD-120	300	150	10,7	4,3	10,5	221,3	172,7	1,28	1,22	0,95
QD-121	300	150	9,4	4,3	4,5	221,4	154,5	1,43	1,38	0,96
QD-122	300	150	9,4	4,3	6	223,3	163,7	1,36	1,32	0,97
QD-123	300	150	9,4	4,3	9	199,6	151,8	1,31	1,24	0,95
QD-124	300	150	9,4	4,3	10,5	196,8	152,3	1,29	1,22	0,94
QD-125	300	150	8,3	4,3	4,5	201,9	138,4	1,46	1,37	0,94
QD-126	300	150	8,3	4,3	6	205,3	152,1	1,35	1,31	0,97
QD-127	300	150	8,3	4,3	9	181,1	136,7	1,33	1,24	0,93
QD-128	300	150	8,3	4,3	10,5	175,7	139,5	1,26	1,21	0,96
QD-129	300	150	12,5	3,3	4,5	237,1	171,5	1,38	1,43	1,03
QD-130	300	150	12,5	3,3	6	214,7	155,2	1,38	1,37	0,99
QD-131	300	150	12,5	3,3	9	210,1	166,7	1,26	1,29	1,02
QD-132	300	150	12,5	3,3	10,5	199,3	154,8	1,29	1,26	0,98
QD-133	300	150	10,7	3,3	4,5	202,2	142,8	1,42	1,42	1,00
QD-134	300	150	10,7	3,3	6	181,9	128,5	1,42	1,36	0,96
QD-135	300	150	10,7	3,3	9	178,2	140,1	1,27	1,28	1,01
QD-136	300	150	10,7	3,3	10,5	169,4	130,0	1,30	1,25	0,96
QD-137	300	150	9,4	3,3	4,5	175,1	123,2	1,42	1,42	1,00
QD-138	300	150	9,4	3,3	6	158,2	111,9	1,41	1,36	0,96
QD-139	300	150	9,4	3,3	9	155,2	121,0	1,28	1,28	1,00
QD-140	300	150	9,4	3,3	10,5	148,4	111,8	1,33	1,25	0,94
QD-141	300	150	8,3	3,3	4,5	157,4	108,4	1,45	1,41	0,97

(continua)

Tabela B.22 – Modelos numéricos para análise do caso 5 do C_{dist} com Ψ igual a 0,50.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,5}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-142	300	150	8,3	3,3	6	142,4	100,5	1,42	1,35	0,95
QD-143	300	150	8,3	3,3	9	140,2	106,9	1,31	1,27	0,97
QD-144	300	150	8,3	3,3	10,5	130,4	99,6	1,31	1,24	0,95
									Média	0,95
									Coef. de variação	3,5%

Tabela B.23 – Modelos numéricos para análise do caso 5 do C_{dist} com Ψ igual a 0,75.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,75}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-1	300	75	6,3	6,0	4,5	97,9	71,7	1,37	1,24	0,91
QD-2	300	75	6,3	6,0	6	91,7	70,6	1,30	1,20	0,92
QD-3	300	75	6,3	6,0	9	84,5	71,8	1,18	1,17	0,99
QD-4	300	75	6,3	6,0	10,5	82,8	70,5	1,18	1,16	0,99
QD-5	300	75	5,4	6,0	4,5	89,9	66,8	1,35	1,23	0,91
QD-6	300	75	5,4	6,0	6	83,4	64,6	1,29	1,19	0,92
QD-7	300	75	5,4	6,0	9	76,9	65,3	1,18	1,17	0,99
QD-8	300	75	5,4	6,0	10,5	75,5	65,2	1,16	1,16	1,01
QD-9	300	75	4,7	6,0	4,5	82,8	63,0	1,31	1,23	0,93
QD-10	300	75	4,7	6,0	6	77,1	60,1	1,28	1,19	0,93
QD-11	300	75	4,7	6,0	9	72,2	60,6	1,19	1,17	0,98
QD-12	300	75	4,7	6,0	10,5	70,3	60,8	1,16	1,16	1,01
QD-13	300	75	4,2	6,0	4,5	78,7	60,7	1,30	1,22	0,94
QD-14	300	75	4,2	6,0	6	72,2	57,5	1,26	1,19	0,95
QD-15	300	75	4,2	6,0	9	67,5	56,7	1,19	1,17	0,98
QD-16	300	75	4,2	6,0	10,5	66,1	56,9	1,16	1,16	1,00
QD-17	300	75	6,3	4,3	4,5	63,1	44,6	1,41	1,29	0,91
QD-18	300	75	6,3	4,3	6	58,5	44,7	1,31	1,23	0,94
QD-19	300	75	6,3	4,3	9	53,1	44,4	1,20	1,18	0,99
QD-20	300	75	6,3	4,3	10,5	52,2	43,1	1,21	1,17	0,97
QD-21	300	75	5,4	4,3	4,5	56,8	39,8	1,43	1,28	0,89
QD-22	300	75	5,4	4,3	6	52,8	41,4	1,28	1,23	0,96
QD-23	300	75	5,4	4,3	9	47,6	39,6	1,20	1,18	0,98
QD-24	300	75	5,4	4,3	10,5	47,0	39,2	1,20	1,17	0,98
QD-25	300	75	4,7	4,3	4,5	51,5	36,2	1,42	1,27	0,89
QD-26	300	75	4,7	4,3	6	48,2	38,1	1,27	1,22	0,96
QD-27	300	75	4,7	4,3	9	44,3	36,3	1,22	1,18	0,96
QD-28	300	75	4,7	4,3	10,5	43,2	36,4	1,19	1,17	0,99
QD-29	300	75	4,2	4,3	4,5	48,5	33,7	1,44	1,27	0,88
QD-30	300	75	4,2	4,3	6	44,7	35,4	1,26	1,22	0,96
QD-31	300	75	4,2	4,3	9	41,2	33,7	1,22	1,18	0,96
QD-32	300	75	4,2	4,3	10,5	40,4	34,4	1,17	1,17	1,00
QD-33	300	75	6,3	3,3	4,5	47,3	36,1	1,31	1,33	1,01
QD-34	300	75	6,3	3,3	6	42,4	30,6	1,39	1,27	0,91
QD-35	300	75	6,3	3,3	9	38,3	30,4	1,26	1,20	0,95
QD-36	300	75	6,3	3,3	10,5	37,6	31,0	1,21	1,19	0,98
QD-37	300	75	5,4	3,3	4,5	42,7	31,4	1,36	1,32	0,97
QD-38	300	75	5,4	3,3	6	37,7	27,3	1,38	1,26	0,91
QD-39	300	75	5,4	3,3	9	34,0	27,0	1,26	1,20	0,95
QD-40	300	75	5,4	3,3	10,5	33,5	28,1	1,19	1,18	0,99
QD-41	300	75	4,7	3,3	4,5	38,2	27,9	1,37	1,31	0,96
QD-42	300	75	4,7	3,3	6	34,0	24,6	1,39	1,25	0,90
QD-43	300	75	4,7	3,3	9	31,4	24,8	1,27	1,19	0,94
QD-44	300	75	4,7	3,3	10,5	30,6	25,4	1,20	1,18	0,98
QD-45	300	75	4,2	3,3	4,5	35,9	25,4	1,41	1,31	0,93
QD-46	300	75	4,2	3,3	6	31,4	23,2	1,35	1,25	0,92
QD-47	300	75	4,2	3,3	9	29,0	23,1	1,25	1,19	0,95

(continua)

Tabela B.23 – Modelos numéricos para análise do caso 5 do C_{dist} com Ψ igual a 0,75.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,75}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-48	300	75	4,2	3,3	10,5	28,4	23,4	1,21	1,18	0,97
QD-49	300	100	8,3	6,0	4,5	189,1	133,4	1,42	1,29	0,91
QD-50	300	100	8,3	6,0	6	170,4	129,6	1,31	1,24	0,94
QD-51	300	100	8,3	6,0	9	154,8	127,4	1,21	1,19	0,98
QD-52	300	100	8,3	6,0	10,5	150,8	125,5	1,20	1,17	0,98
QD-53	300	100	7,1	6,0	4,5	167,9	118,1	1,42	1,28	0,90
QD-54	300	100	7,1	6,0	6	152,6	117,3	1,30	1,23	0,95
QD-55	300	100	7,1	6,0	9	138,1	115,8	1,19	1,18	0,99
QD-56	300	100	7,1	6,0	10,5	136,2	112,9	1,21	1,17	0,97
QD-57	300	100	6,3	6,0	4,5	151,5	106,4	1,42	1,28	0,90
QD-58	300	100	6,3	6,0	6	139,9	109,0	1,28	1,23	0,95
QD-59	300	100	6,3	6,0	9	128,9	106,3	1,21	1,18	0,97
QD-60	300	100	6,3	6,0	10,5	125,1	104,4	1,20	1,17	0,98
QD-61	300	100	5,6	6,0	4,5	140,1	98,5	1,42	1,27	0,89
QD-62	300	100	5,6	6,0	6	131,1	104,6	1,25	1,22	0,97
QD-63	300	100	5,6	6,0	9	120,6	97,9	1,23	1,18	0,96
QD-64	300	100	5,6	6,0	10,5	116,4	98,2	1,19	1,17	0,99
QD-65	300	100	8,3	4,3	4,5	126,4	90,3	1,40	1,35	0,97
QD-66	300	100	8,3	4,3	6	113,7	82,8	1,37	1,28	0,94
QD-67	300	100	8,3	4,3	9	101,6	81,5	1,25	1,21	0,97
QD-68	300	100	8,3	4,3	10,5	98,4	79,5	1,24	1,19	0,97
QD-69	300	100	7,1	4,3	4,5	112,8	83,0	1,36	1,34	0,99
QD-70	300	100	7,1	4,3	6	98,8	71,7	1,38	1,28	0,93
QD-71	300	100	7,1	4,3	9	88,9	70,9	1,25	1,21	0,96
QD-72	300	100	7,1	4,3	10,5	87,3	70,4	1,24	1,19	0,96
QD-73	300	100	6,3	4,3	4,5	101,2	76,0	1,33	1,34	1,00
QD-74	300	100	6,3	4,3	6	89,0	64,1	1,39	1,27	0,92
QD-75	300	100	6,3	4,3	9	81,8	64,4	1,27	1,20	0,95
QD-76	300	100	6,3	4,3	10,5	79,6	64,7	1,23	1,19	0,97
QD-77	300	100	5,6	4,3	4,5	93,4	71,4	1,31	1,33	1,02
QD-78	300	100	5,6	4,3	6	82,4	59,7	1,38	1,27	0,92
QD-79	300	100	5,6	4,3	9	76,1	59,4	1,28	1,20	0,94
QD-80	300	100	5,6	4,3	10,5	73,2	60,3	1,21	1,19	0,98
QD-81	300	100	8,3	3,3	4,5	88,2	59,4	1,48	1,40	0,94
QD-82	300	100	8,3	3,3	6	87,7	67,6	1,30	1,33	1,02
QD-83	300	100	8,3	3,3	9	75,2	58,4	1,29	1,24	0,96
QD-84	300	100	8,3	3,3	10,5	73,2	60,0	1,22	1,22	1,00
QD-85	300	100	7,1	3,3	4,5	77,3	52,3	1,48	1,39	0,94
QD-86	300	100	7,1	3,3	6	75,4	57,4	1,31	1,32	1,00
QD-87	300	100	7,1	3,3	9	65,1	51,0	1,27	1,24	0,97
QD-88	300	100	7,1	3,3	10,5	64,1	51,6	1,24	1,21	0,98
QD-89	300	100	6,3	3,3	4,5	68,4	46,5	1,47	1,38	0,94
QD-90	300	100	6,3	3,3	6	67,5	50,2	1,34	1,31	0,98
QD-91	300	100	6,3	3,3	9	59,3	47,0	1,26	1,23	0,97
QD-92	300	100	6,3	3,3	10,5	57,8	46,0	1,25	1,21	0,96
QD-93	300	100	5,6	3,3	4,5	63,3	43,5	1,46	1,38	0,94
QD-94	300	100	5,6	3,3	6	61,9	45,7	1,36	1,31	0,96

(continua)

Tabela B.23 – Modelos numéricos para análise do caso 5 do C_{dist} com Ψ igual a 0,75.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,75}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-95	300	100	5,6	3,3	9	54,9	43,5	1,26	1,23	0,97
QD-96	300	100	5,6	3,3	10,5	52,5	41,8	1,26	1,20	0,96
QD-97	300	150	12,5	6,0	4,5	462,9	312,9	1,48	1,39	0,94
QD-98	300	150	12,5	6,0	6	452,4	340,5	1,33	1,32	0,99
QD-99	300	150	12,5	6,0	9	392,8	306,2	1,28	1,23	0,96
QD-100	300	150	12,5	6,0	10,5	381,9	307,2	1,24	1,21	0,97
QD-101	300	150	10,7	6,0	4,5	403,7	273,8	1,47	1,38	0,94
QD-102	300	150	10,7	6,0	6	389,8	289,1	1,35	1,31	0,97
QD-103	300	150	10,7	6,0	9	342,8	270,5	1,27	1,23	0,97
QD-104	300	150	10,7	6,0	10,5	333,8	265,8	1,26	1,21	0,96
QD-105	300	150	9,4	6,0	4,5	363,3	251,6	1,44	1,37	0,95
QD-106	300	150	9,4	6,0	6	347,5	254,5	1,37	1,30	0,95
QD-107	300	150	9,4	6,0	9	308,3	247,7	1,24	1,22	0,98
QD-108	300	150	9,4	6,0	10,5	300,7	236,4	1,27	1,20	0,95
QD-109	300	150	8,3	6,0	4,5	342,1	234,3	1,46	1,36	0,93
QD-110	300	150	8,3	6,0	6	318,9	231,2	1,38	1,30	0,94
QD-111	300	150	8,3	6,0	9	283,1	230,2	1,23	1,22	0,99
QD-112	300	150	8,3	6,0	10,5	272,1	215,9	1,26	1,20	0,95
QD-113	300	150	12,5	4,3	4,5	311,9	209,9	1,49	1,45	0,98
QD-114	300	150	12,5	4,3	6	298,8	213,1	1,40	1,38	0,98
QD-115	300	150	12,5	4,3	9	272,7	204,5	1,33	1,28	0,96
QD-116	300	150	12,5	4,3	10,5	261,9	201,9	1,30	1,25	0,96
QD-117	300	150	10,7	4,3	4,5	263,6	176,0	1,50	1,44	0,96
QD-118	300	150	10,7	4,3	6	257,8	181,5	1,42	1,37	0,96
QD-119	300	150	10,7	4,3	9	232,1	173,0	1,34	1,28	0,95
QD-120	300	150	10,7	4,3	10,5	225,0	172,7	1,30	1,25	0,96
QD-121	300	150	9,4	4,3	4,5	229,8	154,5	1,49	1,44	0,97
QD-122	300	150	9,4	4,3	6	229,7	163,7	1,40	1,36	0,97
QD-123	300	150	9,4	4,3	9	203,8	151,8	1,34	1,27	0,95
QD-124	300	150	9,4	4,3	10,5	200,3	152,3	1,32	1,24	0,94
QD-125	300	150	8,3	4,3	4,5	210,1	138,4	1,52	1,43	0,94
QD-126	300	150	8,3	4,3	6	211,3	152,1	1,39	1,36	0,98
QD-127	300	150	8,3	4,3	9	185,1	136,7	1,35	1,26	0,93
QD-128	300	150	8,3	4,3	10,5	178,7	139,5	1,28	1,24	0,96
QD-129	300	150	12,5	3,3	4,5	236,2	171,5	1,38	1,50	1,09
QD-130	300	150	12,5	3,3	6	219,5	155,2	1,41	1,43	1,01
QD-131	300	150	12,5	3,3	9	213,9	166,7	1,28	1,33	1,03
QD-132	300	150	12,5	3,3	10,5	202,6	154,8	1,31	1,29	0,99
QD-133	300	150	10,7	3,3	4,5	206,2	142,8	1,44	1,49	1,03
QD-134	300	150	10,7	3,3	6	187,0	128,5	1,46	1,42	0,97
QD-135	300	150	10,7	3,3	9	181,5	140,1	1,30	1,32	1,02
QD-136	300	150	10,7	3,3	10,5	172,3	130,0	1,33	1,28	0,97
QD-137	300	150	9,4	3,3	4,5	180,1	123,2	1,46	1,48	1,02
QD-138	300	150	9,4	3,3	6	162,6	111,9	1,45	1,41	0,97
QD-139	300	150	9,4	3,3	9	158,3	121,0	1,31	1,31	1,00
QD-140	300	150	9,4	3,3	10,5	151,1	111,8	1,35	1,28	0,94
QD-141	300	150	8,3	3,3	4,5	162,8	108,4	1,50	1,48	0,98

(continua)

Tabela B.23 – Modelos numéricos para análise do caso 5 do C_{dist} com Ψ igual a 0,75.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,75}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
QD-142	300	150	8,3	3,3	6	146,6	100,5	1,46	1,40	0,96
QD-143	300	150	8,3	3,3	9	143,2	106,9	1,34	1,30	0,97
QD-144	300	150	8,3	3,3	10,5	132,7	99,6	1,33	1,27	0,95
									Média	0,96
									Coef. de variação	4,2%

Tabela B.24 – Modelos numéricos para análise do caso 6 do C_{dist} com Ψ igual a 0,25.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,25}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
V1	300	75	6,3	6,0	4,5	129,8	71,7	1,81	1,77	0,97
V2	300	75	6,3	6,0	6	111,4	70,6	1,58	1,57	1,00
V3	300	75	6,3	6,0	9	97,9	71,8	1,36	1,41	1,03
V4	300	75	6,3	6,0	10,5	96,4	70,5	1,37	1,38	1,01
V5	300	75	5,4	6,0	4,5	115,7	66,8	1,73	1,74	1,00
V6	300	75	5,4	6,0	6	100,8	64,6	1,56	1,55	1,00
V7	300	75	5,4	6,0	9	89,3	65,3	1,37	1,40	1,02
V8	300	75	5,4	6,0	10,5	88,4	65,2	1,35	1,37	1,01
V9	300	75	4,7	6,0	4,5	106,3	63,0	1,69	1,71	1,02
V10	300	75	4,7	6,0	6	92,8	60,1	1,54	1,54	1,00
V11	300	75	4,7	6,0	9	83,0	60,6	1,37	1,39	1,02
V12	300	75	4,7	6,0	10,5	81,3	60,8	1,34	1,37	1,02
V13	300	75	4,2	6,0	4,5	98,2	60,7	1,62	1,69	1,05
V14	300	75	4,2	6,0	6	86,1	57,5	1,50	1,52	1,02
V15	300	75	4,2	6,0	9	77,3	56,7	1,36	1,39	1,02
V16	300	75	4,2	6,0	10,5	76,9	56,9	1,35	1,36	1,01
V17	300	75	6,3	4,3	4,5	90,6	44,6	2,03	1,98	0,97
V18	300	75	6,3	4,3	6	77,7	44,7	1,74	1,74	1,00
V19	300	75	6,3	4,3	9	63,7	44,4	1,43	1,50	1,04
V20	300	75	6,3	4,3	10,5	61,3	43,1	1,42	1,44	1,01
V21	300	75	5,4	4,3	4,5	80,2	39,8	2,02	1,94	0,96
V22	300	75	5,4	4,3	6	69,2	41,4	1,67	1,71	1,02
V23	300	75	5,4	4,3	9	57,1	39,6	1,44	1,48	1,03
V24	300	75	5,4	4,3	10,5	55,6	39,2	1,42	1,43	1,01
V25	300	75	4,7	4,3	4,5	73,6	36,2	2,03	1,92	0,94
V26	300	75	4,7	4,3	6	62,9	38,1	1,65	1,69	1,02
V27	300	75	4,7	4,3	9	52,5	36,3	1,45	1,47	1,01
V28	300	75	4,7	4,3	10,5	50,6	36,4	1,39	1,42	1,02
V29	300	75	4,2	4,3	4,5	67,6	33,7	2,01	1,89	0,94
V30	300	75	4,2	4,3	6	57,7	35,4	1,63	1,67	1,02
V31	300	75	4,2	4,3	9	48,3	33,7	1,44	1,46	1,02
V32	300	75	4,2	4,3	10,5	47,7	34,4	1,38	1,41	1,02
V34	300	75	6,3	3,3	6	60,5	30,6	1,98	1,89	0,95
V35	300	75	6,3	3,3	9	48,2	30,4	1,58	1,59	1,01
V36	300	75	6,3	3,3	10,5	45,5	31,0	1,47	1,51	1,03
V38	300	75	5,4	3,3	6	53,9	27,3	1,98	1,86	0,94
V39	300	75	5,4	3,3	9	42,7	27,0	1,58	1,57	1,00
V40	300	75	5,4	3,3	10,5	40,6	28,1	1,44	1,50	1,04
V42	300	75	4,7	3,3	6	48,9	24,6	1,99	1,83	0,92
V43	300	75	4,7	3,3	9	38,8	24,8	1,56	1,55	0,99
V44	300	75	4,7	3,3	10,5	36,6	25,4	1,44	1,48	1,03
V46	300	75	4,2	3,3	6	44,5	23,2	1,92	1,81	0,95
V47	300	75	4,2	3,3	9	35,5	23,1	1,54	1,54	1,00
V48	300	75	4,2	3,3	10,5	34,2	23,4	1,46	1,47	1,01
V49	300	100	8,3	6,0	4,5	268,8	133,4	2,01	2,00	0,99
V50	300	100	8,3	6,0	6	231,4	129,6	1,78	1,76	0,99
V51	300	100	8,3	6,0	9	187,4	127,4	1,47	1,51	1,03

(continua)

Tabela B.24 – Modelos numéricos para análise do caso 6 do C_{dist} com Ψ igual a 0,25.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,25}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
V52	300	100	8,3	6,0	10,5	178,0	125,5	1,42	1,45	1,02
V53	300	100	7,1	6,0	4,5	238,9	118,1	2,02	1,97	0,97
V54	300	100	7,1	6,0	6	203,1	117,3	1,73	1,73	1,00
V55	300	100	7,1	6,0	9	169,1	115,8	1,46	1,49	1,02
V56	300	100	7,1	6,0	10,5	160,1	112,9	1,42	1,44	1,01
V57	300	100	6,3	6,0	4,5	215,0	106,4	2,02	1,94	0,96
V58	300	100	6,3	6,0	6	184,8	109,0	1,70	1,71	1,01
V59	300	100	6,3	6,0	9	152,7	106,3	1,44	1,48	1,03
V60	300	100	6,3	6,0	10,5	146,0	104,4	1,40	1,43	1,02
V61	300	100	5,6	6,0	4,5	200,1	98,5	2,03	1,92	0,94
V62	300	100	5,6	6,0	6	171,6	104,6	1,64	1,69	1,03
V63	300	100	5,6	6,0	9	141,6	97,9	1,45	1,47	1,02
V64	300	100	5,6	6,0	10,5	137,2	98,2	1,40	1,42	1,01
V66	300	100	8,3	4,3	6	156,4	82,8	1,89	1,97	1,04
V67	300	100	8,3	4,3	9	131,6	81,5	1,61	1,65	1,02
V68	300	100	8,3	4,3	10,5	121,8	79,5	1,53	1,56	1,02
V70	300	100	7,1	4,3	6	141,9	71,7	1,98	1,94	0,98
V71	300	100	7,1	4,3	9	116,5	70,9	1,64	1,63	0,99
V72	300	100	7,1	4,3	10,5	107,5	70,4	1,53	1,54	1,01
V74	300	100	6,3	4,3	6	130,1	64,1	2,03	1,91	0,94
V75	300	100	6,3	4,3	9	103,7	64,4	1,61	1,61	1,00
V76	300	100	6,3	4,3	10,5	96,2	64,7	1,49	1,52	1,03
V78	300	100	5,6	4,3	6	121,2	59,7	2,03	1,89	0,93
V79	300	100	5,6	4,3	9	95,2	59,4	1,60	1,59	0,99
V80	300	100	5,6	4,3	10,5	89,5	60,3	1,48	1,51	1,02
V83	300	100	8,3	3,3	9	102,1	58,4	1,75	1,79	1,02
V84	300	100	8,3	3,3	10,5	94,7	60,0	1,58	1,67	1,06
V87	300	100	7,1	3,3	9	90,9	51,0	1,78	1,76	0,99
V88	300	100	7,1	3,3	10,5	82,9	51,6	1,61	1,65	1,03
V91	300	100	6,3	3,3	9	80,7	47,0	1,72	1,74	1,01
V92	300	100	6,3	3,3	10,5	73,4	46,0	1,59	1,63	1,02
V95	300	100	5,6	3,3	9	73,8	43,5	1,70	1,72	1,01
V96	300	100	5,6	3,3	10,5	67,6	41,8	1,62	1,61	1,00
V99	300	150	12,5	6,0	9	529,6	306,2	1,73	1,75	1,01
V100	300	150	12,5	6,0	10,5	496,1	307,2	1,61	1,64	1,02
V103	300	150	10,7	6,0	9	462,6	270,5	1,71	1,73	1,01
V104	300	150	10,7	6,0	10,5	432,7	265,8	1,63	1,62	1,00
V107	300	150	9,4	6,0	9	413,9	247,7	1,67	1,71	1,02
V108	300	150	9,4	6,0	10,5	378,4	236,4	1,60	1,60	1,00
V111	300	150	8,3	6,0	9	377,9	230,2	1,64	1,69	1,03
V112	300	150	8,3	6,0	10,5	346,6	215,9	1,61	1,59	0,99
V120	300	150	10,7	4,3	10,5	285,4	172,7	1,65	1,80	1,09
V124	300	150	9,4	4,3	10,5	266,5	152,3	1,75	1,78	1,02
V128	300	150	8,3	4,3	10,5	245,6	139,5	1,76	1,76	1,00
									Média	1,01
									Coef. de variação	3,4%

Tabela B.25 – Modelos numéricos para análise do caso 6 do C_{dist} com Ψ igual a 0,35.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,35}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
V1	300	75	6,3	6,0	4,5	120,8	71,7	1,68	1,64	0,97
V2	300	75	6,3	6,0	6	106,5	70,6	1,51	1,50	0,99
V3	300	75	6,3	6,0	9	99,5	71,8	1,39	1,38	1,00
V4	300	75	6,3	6,0	10,5	95,2	70,5	1,35	1,36	1,01
V5	300	75	5,4	6,0	4,5	108,2	66,8	1,62	1,62	1,00
V6	300	75	5,4	6,0	6	97,1	64,6	1,50	1,49	0,99
V7	300	75	5,4	6,0	9	90,6	65,3	1,39	1,38	0,99
V8	300	75	5,4	6,0	10,5	87,4	65,2	1,34	1,36	1,01
V9	300	75	4,7	6,0	4,5	99,6	63,0	1,58	1,60	1,01
V10	300	75	4,7	6,0	6	89,7	60,1	1,49	1,47	0,99
V11	300	75	4,7	6,0	9	84,0	60,6	1,39	1,37	0,99
V12	300	75	4,7	6,0	10,5	80,6	60,8	1,33	1,35	1,02
V13	300	75	4,2	6,0	4,5	92,8	60,7	1,53	1,59	1,04
V14	300	75	4,2	6,0	6	84,5	57,5	1,47	1,46	1,00
V15	300	75	4,2	6,0	9	78,6	56,7	1,39	1,37	0,99
V16	300	75	4,2	6,0	10,5	75,6	56,9	1,33	1,35	1,02
V17	300	75	6,3	4,3	4,5	83,5	44,6	1,87	1,79	0,96
V18	300	75	6,3	4,3	6	71,5	44,7	1,60	1,62	1,01
V19	300	75	6,3	4,3	9	63,5	44,4	1,43	1,45	1,01
V20	300	75	6,3	4,3	10,5	60,9	43,1	1,41	1,40	0,99
V21	300	75	5,4	4,3	4,5	73,7	39,8	1,85	1,76	0,95
V22	300	75	5,4	4,3	6	64,2	41,4	1,55	1,60	1,03
V23	300	75	5,4	4,3	9	57,1	39,6	1,44	1,43	1,00
V24	300	75	5,4	4,3	10,5	55,7	39,2	1,42	1,40	0,98
V25	300	75	4,7	4,3	4,5	67,5	36,2	1,87	1,74	0,93
V26	300	75	4,7	4,3	6	58,3	38,1	1,53	1,58	1,03
V27	300	75	4,7	4,3	9	52,6	36,3	1,45	1,43	0,98
V28	300	75	4,7	4,3	10,5	50,9	36,4	1,40	1,39	0,99
V29	300	75	4,2	4,3	4,5	62,2	33,7	1,84	1,73	0,94
V30	300	75	4,2	4,3	6	54,3	35,4	1,53	1,57	1,02
V31	300	75	4,2	4,3	9	49,0	33,7	1,46	1,42	0,97
V32	300	75	4,2	4,3	10,5	47,2	34,4	1,37	1,38	1,01
V33	300	75	6,3	3,3	4,5	64,4	36,1	1,78	1,91	1,07
V34	300	75	6,3	3,3	6	54,9	30,6	1,80	1,73	0,96
V35	300	75	6,3	3,3	9	46,4	30,4	1,52	1,52	0,99
V36	300	75	6,3	3,3	10,5	43,9	31,0	1,42	1,46	1,03
V37	300	75	5,4	3,3	4,5	56,6	31,4	1,80	1,88	1,04
V38	300	75	5,4	3,3	6	49,0	27,3	1,79	1,70	0,95
V39	300	75	5,4	3,3	9	41,1	27,0	1,52	1,50	0,99
V40	300	75	5,4	3,3	10,5	40,0	28,1	1,42	1,45	1,02
V41	300	75	4,7	3,3	4,5	51,6	27,9	1,85	1,86	1,01
V42	300	75	4,7	3,3	6	44,1	24,6	1,79	1,69	0,94
V43	300	75	4,7	3,3	9	37,4	24,8	1,51	1,49	0,99
V44	300	75	4,7	3,3	10,5	36,3	25,4	1,43	1,44	1,01
V45	300	75	4,2	3,3	4,5	47,1	25,4	1,85	1,85	1,00
V46	300	75	4,2	3,3	6	40,8	23,2	1,75	1,67	0,95
V47	300	75	4,2	3,3	9	34,7	23,1	1,50	1,48	0,98

(continua)

Tabela B.25 – Modelos numéricos para análise do caso 6 do C_{dist} com Ψ igual a 0,35.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,35}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
V48	300	75	4,2	3,3	10,5	33,4	23,4	1,43	1,43	1,00
V49	300	100	8,3	6,0	4,5	248,1	133,4	1,86	1,81	0,97
V50	300	100	8,3	6,0	6	214,4	129,6	1,65	1,63	0,99
V51	300	100	8,3	6,0	9	184,0	127,4	1,44	1,46	1,01
V52	300	100	8,3	6,0	10,5	181,3	125,5	1,45	1,41	0,98
V53	300	100	7,1	6,0	4,5	219,0	118,1	1,85	1,78	0,96
V54	300	100	7,1	6,0	6	189,2	117,3	1,61	1,62	1,00
V55	300	100	7,1	6,0	9	164,1	115,8	1,42	1,44	1,02
V56	300	100	7,1	6,0	10,5	163,9	112,9	1,45	1,40	0,97
V57	300	100	6,3	6,0	4,5	198,9	106,4	1,87	1,76	0,94
V58	300	100	6,3	6,0	6	170,8	109,0	1,57	1,60	1,02
V59	300	100	6,3	6,0	9	152,0	106,3	1,43	1,43	1,00
V60	300	100	6,3	6,0	10,5	147,2	104,4	1,41	1,39	0,99
V61	300	100	5,6	6,0	4,5	181,9	98,5	1,85	1,75	0,95
V62	300	100	5,6	6,0	6	158,9	104,6	1,52	1,59	1,04
V63	300	100	5,6	6,0	9	141,8	97,9	1,45	1,43	0,98
V64	300	100	5,6	6,0	10,5	138,1	98,2	1,41	1,39	0,99
V66	300	100	8,3	4,3	6	150,2	82,8	1,81	1,78	0,98
V67	300	100	8,3	4,3	9	123,4	81,5	1,51	1,56	1,03
V68	300	100	8,3	4,3	10,5	119,2	79,5	1,50	1,49	0,99
V70	300	100	7,1	4,3	6	131,8	71,7	1,84	1,76	0,96
V71	300	100	7,1	4,3	9	107,3	70,9	1,51	1,54	1,02
V72	300	100	7,1	4,3	10,5	105,7	70,4	1,50	1,48	0,98
V74	300	100	6,3	4,3	6	118,0	64,1	1,84	1,74	0,95
V75	300	100	6,3	4,3	9	98,1	64,4	1,52	1,53	1,00
V76	300	100	6,3	4,3	10,5	93,5	64,7	1,44	1,47	1,01
V78	300	100	5,6	4,3	6	108,8	59,7	1,82	1,73	0,95
V79	300	100	5,6	4,3	9	90,6	59,4	1,53	1,52	0,99
V80	300	100	5,6	4,3	10,5	87,4	60,3	1,45	1,46	1,01
V83	300	100	8,3	3,3	9	95,1	58,4	1,63	1,65	1,02
V84	300	100	8,3	3,3	10,5	90,2	60,0	1,50	1,57	1,05
V87	300	100	7,1	3,3	9	81,8	51,0	1,60	1,63	1,02
V88	300	100	7,1	3,3	10,5	78,7	51,6	1,53	1,56	1,02
V90	300	100	6,3	3,3	6	89,7	50,2	1,79	1,86	1,04
V91	300	100	6,3	3,3	9	74,2	47,0	1,58	1,62	1,02
V92	300	100	6,3	3,3	10,5	68,8	46,0	1,49	1,54	1,03
V94	300	100	5,6	3,3	6	82,6	45,7	1,81	1,84	1,02
V95	300	100	5,6	3,3	9	68,0	43,5	1,56	1,60	1,03
V96	300	100	5,6	3,3	10,5	63,6	41,8	1,52	1,53	1,01
V99	300	150	12,5	6,0	9	497,6	306,2	1,63	1,63	1,00
V100	300	150	12,5	6,0	10,5	462,5	307,2	1,51	1,55	1,03
V103	300	150	10,7	6,0	9	425,9	270,5	1,57	1,61	1,02
V104	300	150	10,7	6,0	10,5	400,7	265,8	1,51	1,54	1,02
V106	300	150	9,4	6,0	6	469,9	254,5	1,85	1,83	0,99
V107	300	150	9,4	6,0	9	375,1	247,7	1,51	1,60	1,05
V108	300	150	9,4	6,0	10,5	360,4	236,4	1,52	1,52	1,00
V110	300	150	8,3	6,0	6	429,9	231,2	1,86	1,82	0,98

(continua)

Tabela B.25 – Modelos numéricos para análise do caso 6 do C_{dist} com Ψ igual a 0,35.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,35}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
V111	300	150	8,3	6,0	9	345,8	230,2	1,50	1,58	1,05
V112	300	150	8,3	6,0	10,5	329,9	215,9	1,53	1,51	0,99
V116	300	150	12,5	4,3	10,5	321,8	201,9	1,59	1,68	1,06
V119	300	150	10,7	4,3	9	296,5	173,0	1,71	1,76	1,02
V120	300	150	10,7	4,3	10,5	280,9	172,7	1,63	1,66	1,02
V123	300	150	9,4	4,3	9	263,2	151,8	1,73	1,74	1,00
V124	300	150	9,4	4,3	10,5	251,6	152,3	1,65	1,65	1,00
V127	300	150	8,3	4,3	9	243,8	136,7	1,78	1,72	0,96
V128	300	150	8,3	4,3	10,5	228,4	139,5	1,64	1,63	1,00
V144	300	150	8,3	3,3	10,5	170,3	99,6	1,71	1,74	1,02
									Média	1,00
									Coef. de variação	3,5%

Tabela B.26 – Modelos numéricos para análise do caso 6 do C_{dist} com Ψ igual a 0,50.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,5}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/C_{dist,num}$
V1	300	75	6,3	6,0	4,5	112,6	71,7	1,57	1,57	1,00
V2	300	75	6,3	6,0	6	108,1	70,6	1,53	1,49	0,97
V3	300	75	6,3	6,0	9	98,5	71,8	1,37	1,40	1,02
V4	300	75	6,3	6,0	10,5	95,7	70,5	1,36	1,37	1,01
V5	300	75	5,4	6,0	4,5	102,6	66,8	1,53	1,56	1,02
V6	300	75	5,4	6,0	6	99,4	64,6	1,54	1,48	0,96
V7	300	75	5,4	6,0	9	89,5	65,3	1,37	1,39	1,01
V8	300	75	5,4	6,0	10,5	87,2	65,2	1,34	1,36	1,02
V9	300	75	4,7	6,0	4,5	95,6	63,0	1,52	1,55	1,02
V10	300	75	4,7	6,0	6	92,0	60,1	1,53	1,47	0,96
V11	300	75	4,7	6,0	9	82,5	60,6	1,36	1,38	1,02
V12	300	75	4,7	6,0	10,5	80,7	60,8	1,33	1,36	1,02
V13	300	75	4,2	6,0	4,5	90,2	60,7	1,49	1,54	1,04
V14	300	75	4,2	6,0	6	86,3	57,5	1,50	1,47	0,98
V15	300	75	4,2	6,0	9	77,6	56,7	1,37	1,38	1,01
V16	300	75	4,2	6,0	10,5	75,5	56,9	1,33	1,36	1,02
V17	300	75	6,3	4,3	4,5	75,0	44,6	1,68	1,65	0,98
V18	300	75	6,3	4,3	6	67,7	44,7	1,52	1,56	1,03
V19	300	75	6,3	4,3	9	64,1	44,4	1,44	1,45	1,01
V20	300	75	6,3	4,3	10,5	61,5	43,1	1,43	1,42	0,99
V21	300	75	5,4	4,3	4,5	66,6	39,8	1,68	1,63	0,98
V22	300	75	5,4	4,3	6	62,0	41,4	1,50	1,55	1,03
V23	300	75	5,4	4,3	9	57,5	39,6	1,45	1,44	1,00
V24	300	75	5,4	4,3	10,5	55,2	39,2	1,41	1,41	1,00
V25	300	75	4,7	4,3	4,5	60,9	36,2	1,68	1,63	0,96
V26	300	75	4,7	4,3	6	56,9	38,1	1,49	1,54	1,03
V27	300	75	4,7	4,3	9	52,2	36,3	1,44	1,44	1,00
V28	300	75	4,7	4,3	10,5	50,7	36,4	1,39	1,40	1,01
V29	300	75	4,2	4,3	4,5	56,6	33,7	1,68	1,62	0,96
V30	300	75	4,2	4,3	6	53,6	35,4	1,52	1,53	1,01
V31	300	75	4,2	4,3	9	48,8	33,7	1,45	1,43	0,99
V32	300	75	4,2	4,3	10,5	47,0	34,4	1,37	1,40	1,02
V33	300	75	6,3	3,3	4,5	59,8	36,1	1,66	1,70	1,03
V34	300	75	6,3	3,3	6	49,5	30,6	1,62	1,62	1,00
V35	300	75	6,3	3,3	9	47,0	30,4	1,54	1,50	0,97
V36	300	75	6,3	3,3	10,5	45,3	31,0	1,46	1,46	1,00
V37	300	75	5,4	3,3	4,5	52,4	31,4	1,67	1,69	1,01
V38	300	75	5,4	3,3	6	44,5	27,3	1,63	1,61	0,98
V39	300	75	5,4	3,3	9	42,1	27,0	1,56	1,49	0,96
V40	300	75	5,4	3,3	10,5	40,2	28,1	1,43	1,45	1,01
V41	300	75	4,7	3,3	4,5	47,2	27,9	1,69	1,68	0,99
V42	300	75	4,7	3,3	6	40,2	24,6	1,64	1,60	0,98
V43	300	75	4,7	3,3	9	37,9	24,8	1,53	1,48	0,97
V44	300	75	4,7	3,3	10,5	36,8	25,4	1,45	1,44	1,00
V45	300	75	4,2	3,3	4,5	43,2	25,4	1,70	1,67	0,98
V46	300	75	4,2	3,3	6	37,5	23,2	1,62	1,59	0,98
V47	300	75	4,2	3,3	9	35,3	23,1	1,53	1,48	0,97

(continua)

Tabela B.26 – Modelos numéricos para análise do caso 6 do C_{dist} com Ψ igual a 0,50.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,5}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
V48	300	75	4,2	3,3	10,5	33,8	23,4	1,44	1,44	1,00
V49	300	100	8,3	6,0	4,5	223,8	133,4	1,68	1,65	0,99
V50	300	100	8,3	6,0	6	203,0	129,6	1,57	1,57	1,00
V51	300	100	8,3	6,0	9	188,0	127,4	1,48	1,46	0,99
V52	300	100	8,3	6,0	10,5	180,3	125,5	1,44	1,42	0,99
V53	300	100	7,1	6,0	4,5	198,4	118,1	1,68	1,64	0,98
V54	300	100	7,1	6,0	6	180,2	117,3	1,54	1,56	1,02
V55	300	100	7,1	6,0	9	168,8	115,8	1,46	1,45	1,00
V56	300	100	7,1	6,0	10,5	162,0	112,9	1,44	1,42	0,99
V57	300	100	6,3	6,0	4,5	179,3	106,4	1,68	1,63	0,97
V58	300	100	6,3	6,0	6	163,3	109,0	1,50	1,55	1,04
V59	300	100	6,3	6,0	9	154,0	106,3	1,45	1,44	1,00
V60	300	100	6,3	6,0	10,5	148,2	104,4	1,42	1,41	0,99
V61	300	100	5,6	6,0	4,5	166,0	98,5	1,69	1,63	0,96
V62	300	100	5,6	6,0	6	156,6	104,6	1,50	1,54	1,03
V63	300	100	5,6	6,0	9	142,7	97,9	1,46	1,44	0,99
V64	300	100	5,6	6,0	10,5	137,1	98,2	1,40	1,40	1,00
V66	300	100	8,3	4,3	6	137,8	82,8	1,66	1,64	0,99
V67	300	100	8,3	4,3	9	123,6	81,5	1,52	1,53	1,01
V68	300	100	8,3	4,3	10,5	120,5	79,5	1,52	1,48	0,98
V70	300	100	7,1	4,3	6	119,2	71,7	1,66	1,63	0,98
V71	300	100	7,1	4,3	9	109,7	70,9	1,55	1,52	0,98
V72	300	100	7,1	4,3	10,5	107,0	70,4	1,52	1,48	0,97
V74	300	100	6,3	4,3	6	105,7	64,1	1,65	1,62	0,98
V75	300	100	6,3	4,3	9	100,2	64,4	1,55	1,51	0,97
V76	300	100	6,3	4,3	10,5	97,3	64,7	1,50	1,47	0,98
V78	300	100	5,6	4,3	6	99,8	59,7	1,67	1,62	0,97
V79	300	100	5,6	4,3	9	92,5	59,4	1,56	1,50	0,96
V80	300	100	5,6	4,3	10,5	89,2	60,3	1,48	1,46	0,99
V83	300	100	8,3	3,3	9	90,0	58,4	1,54	1,58	1,03
V84	300	100	8,3	3,3	10,5	88,3	60,0	1,47	1,54	1,04
V87	300	100	7,1	3,3	9	78,5	51,0	1,54	1,57	1,02
V88	300	100	7,1	3,3	10,5	77,7	51,6	1,51	1,53	1,01
V90	300	100	6,3	3,3	6	82,4	50,2	1,64	1,68	1,02
V91	300	100	6,3	3,3	9	71,3	47,0	1,52	1,56	1,03
V92	300	100	6,3	3,3	10,5	70,8	46,0	1,54	1,52	0,99
V94	300	100	5,6	3,3	6	76,7	45,7	1,68	1,67	0,99
V95	300	100	5,6	3,3	9	65,5	43,5	1,50	1,55	1,03
V96	300	100	5,6	3,3	10,5	64,9	41,8	1,55	1,51	0,97
V99	300	150	12,5	6,0	9	468,2	306,2	1,53	1,57	1,02
V100	300	150	12,5	6,0	10,5	459,5	307,2	1,50	1,52	1,02
V103	300	150	10,7	6,0	9	406,4	270,5	1,50	1,56	1,04
V104	300	150	10,7	6,0	10,5	407,2	265,8	1,53	1,51	0,99
V106	300	150	9,4	6,0	6	432,1	254,5	1,70	1,67	0,98
V107	300	150	9,4	6,0	9	366,4	247,7	1,48	1,55	1,05
V108	300	150	9,4	6,0	10,5	372,9	236,4	1,58	1,51	0,95
V110	300	150	8,3	6,0	6	384,6	231,2	1,66	1,66	1,00

(continua)

Tabela B.26 – Modelos numéricos para análise do caso 6 do C_{dist} com Ψ igual a 0,50.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,0,5}$ (kN.m)	$M_{a,unif}$ (kN.m)	$C_{dist,num}$	$C_{dist,prop}$	$C_{dist,prop}/$ $C_{dist,num}$
V111	300	150	8,3	6,0	9	339,6	230,2	1,47	1,54	1,04
V112	300	150	8,3	6,0	10,5	333,9	215,9	1,55	1,50	0,97
V116	300	150	12,5	4,3	10,5	305,5	201,9	1,51	1,60	1,05
V119	300	150	10,7	4,3	9	274,7	173,0	1,59	1,63	1,03
V120	300	150	10,7	4,3	10,5	267,2	172,7	1,55	1,59	1,03
V123	300	150	9,4	4,3	9	242,0	151,8	1,59	1,62	1,02
V124	300	150	9,4	4,3	10,5	240,7	152,3	1,58	1,58	1,00
V127	300	150	8,3	4,3	9	221,6	136,7	1,62	1,61	1,00
V128	300	150	8,3	4,3	10,5	212,7	139,5	1,53	1,57	1,03
V144	300	150	8,3	3,3	10,5	157,0	99,6	1,58	1,62	1,03
									Média	0,96
									Coef. de variação	4,2%

Tabela B.27 – Modelos numéricos para análise do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PB1	300	75	7,5	6,0	6	122,3	118,6	124,3	0,97	1,02
PB2	300	75	7,5	6,0	7,5	115,6	116,5	124,1	1,01	1,07
PB3	300	75	7,5	6,0	9	111,6	110,8	119,3	0,99	1,07
PB4	300	75	6,3	6,0	6	108,1	104,6	110,5	0,97	1,02
PB5	300	75	6,3	6,0	7,5	103,0	101,8	109,3	0,99	1,06
PB6	300	75	6,3	6,0	9	98,5	99,6	107,9	1,01	1,09
PB7	300	75	5,4	6,0	6	99,4	95,3	101,3	0,96	1,02
PB8	300	75	5,4	6,0	7,5	93,6	92,1	99,4	0,98	1,06
PB9	300	75	5,4	6,0	9	89,5	90,6	98,6	1,01	1,10
PB10	300	75	4,7	6,0	6	92,0	88,6	94,8	0,96	1,03
PB11	300	75	4,7	6,0	7,5	86,8	85,1	92,3	0,98	1,06
PB12	300	75	4,7	6,0	9	82,5	83,4	91,1	1,01	1,11
PB13	300	75	4,2	6,0	6	86,3	83,6	89,9	0,97	1,04
PB14	300	75	4,2	6,0	7,5	81,3	79,8	87,0	0,98	1,07
PB15	300	75	4,2	6,0	9	77,6	77,9	85,5	1,00	1,10
PB16	300	75	3,8	6,0	6	80,7	79,6	86,0	0,99	1,07
PB17	300	75	3,8	6,0	7,5	76,7	75,6	82,8	0,99	1,08
PB18	300	75	3,8	6,0	9	73,8	73,7	81,1	1,00	1,10
PB19	300	75	7,5	5,0	6	95,4	98,7	100,9	1,03	1,06
PB20	300	75	7,5	5,0	7,5	91,9	88,9	92,5	0,97	1,01
PB21	300	75	7,5	5,0	9	88,7	87,0	91,7	0,98	1,03
PB22	300	75	6,3	5,0	6	83,9	84,6	87,2	1,01	1,04
PB23	300	75	6,3	5,0	7,5	81,6	78,6	82,4	0,96	1,01
PB24	300	75	6,3	5,0	9	77,6	75,8	80,5	0,98	1,04
PB25	300	75	5,4	5,0	6	77,2	75,3	78,2	0,98	1,01
PB26	300	75	5,4	5,0	7,5	73,7	72,0	76,0	0,98	1,03
PB27	300	75	5,4	5,0	9	69,9	68,5	73,2	0,98	1,05
PB28	300	75	4,7	5,0	6	71,2	68,7	71,7	0,96	1,01
PB29	300	75	4,7	5,0	7,5	68,1	67,3	71,4	0,99	1,05
PB30	300	75	4,7	5,0	9	64,0	63,4	68,0	0,99	1,06
PB31	300	75	4,2	5,0	6	67,0	63,7	66,8	0,95	1,00
PB32	300	75	4,2	5,0	7,5	63,5	62,6	66,7	0,99	1,05
PB33	300	75	4,2	5,0	9	60,0	59,5	64,2	0,99	1,07
PB34	300	75	3,8	5,0	6	62,6	59,8	63,0	0,96	1,01
PB35	300	75	3,8	5,0	7,5	59,7	58,4	62,6	0,98	1,05
PB36	300	75	3,8	5,0	9	57,0	56,5	61,2	0,99	1,07
PB37	300	75	7,5	4,3	6	77,8	77,0	77,0	0,99	0,99
PB38	300	75	7,5	4,3	7,5	75,4	73,9	75,3	0,98	1,00
PB39	300	75	7,5	4,3	9	73,7	71,6	74,0	0,97	1,00
PB40	300	75	6,3	4,3	6	67,7	68,1	68,7	1,01	1,01
PB41	300	75	6,3	4,3	7,5	66,9	63,6	65,4	0,95	0,98
PB42	300	75	6,3	4,3	9	64,1	63,3	66,0	0,99	1,03
PB43	300	75	5,4	4,3	6	62,0	62,5	63,5	1,01	1,02
PB44	300	75	5,4	4,3	7,5	60,3	57,0	59,0	0,95	0,98
PB45	300	75	5,4	4,3	9	57,5	56,6	59,3	0,99	1,03
PB46	300	75	4,7	4,3	6	56,9	58,6	59,9	1,03	1,05
PB47	300	75	4,7	4,3	7,5	55,7	52,4	54,5	0,94	0,98

(continua)

Tabela B.27 – Modelos numéricos para análise do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PB48	300	75	4,7	4,3	9	52,2	51,4	54,2	0,99	1,04
PB49	300	75	4,2	4,3	6	53,6	53,6	55,1	1,00	1,03
PB50	300	75	4,2	4,3	7,5	51,9	49,0	51,2	0,94	0,99
PB51	300	75	4,2	4,3	9	48,8	47,6	50,4	0,98	1,03
PB52	300	75	3,8	4,3	6	50,1	49,7	51,3	0,99	1,03
PB53	300	75	3,8	4,3	7,5	48,6	46,3	48,7	0,95	1,00
PB54	300	75	3,8	4,3	9	46,2	44,6	47,4	0,97	1,03
PB55	300	75	7,5	3,8	6	66,2	64,4	63,3	0,97	0,96
PB56	300	75	7,5	3,8	7,5	63,4	65,6	65,6	1,04	1,04
PB57	300	75	7,5	3,8	9	62,8	59,8	60,8	0,95	0,97
PB58	300	75	6,3	3,8	6	56,9	55,6	55,0	0,98	0,97
PB59	300	75	6,3	3,8	7,5	56,0	55,3	55,8	0,99	1,00
PB60	300	75	6,3	3,8	9	54,4	51,6	52,9	0,95	0,97
PB61	300	75	5,4	3,8	6	51,7	50,0	49,9	0,97	0,97
PB62	300	75	5,4	3,8	7,5	50,4	48,7	49,5	0,97	0,98
PB63	300	75	5,4	3,8	9	48,7	46,5	47,9	0,95	0,98
PB64	300	75	4,7	3,8	6	47,0	46,2	46,4	0,98	0,99
PB65	300	75	4,7	3,8	7,5	46,6	44,1	45,0	0,95	0,97
PB66	300	75	4,7	3,8	9	44,0	43,0	44,5	0,98	1,01
PB67	300	75	4,2	3,8	6	44,2	43,4	43,8	0,98	0,99
PB68	300	75	4,2	3,8	7,5	43,4	40,6	41,8	0,94	0,96
PB69	300	75	4,2	3,8	9	41,0	40,4	42,1	0,98	1,03
PB70	300	75	3,8	3,8	6	41,2	41,3	41,9	1,00	1,02
PB71	300	75	3,8	3,8	7,5	40,6	38,0	39,2	0,94	0,97
PB72	300	75	3,8	3,8	9	38,8	38,0	39,7	0,98	1,03
PB73	300	75	7,5	3,3	6	58,2	56,9	55,0	0,98	0,95
PB74	300	75	7,5	3,3	7,5	54,5	55,2	54,3	1,01	1,00
PB75	300	75	7,5	3,3	9	54,3	52,8	52,8	0,97	0,97
PB76	300	75	6,3	3,3	6	49,5	48,0	46,8	0,97	0,95
PB77	300	75	6,3	3,3	7,5	47,9	48,1	47,8	1,01	1,00
PB78	300	75	6,3	3,3	9	47,0	44,6	44,9	0,95	0,96
PB79	300	75	5,4	3,3	6	44,5	42,5	41,7	0,95	0,94
PB80	300	75	5,4	3,3	7,5	42,8	43,7	43,7	1,02	1,02
PB81	300	75	5,4	3,3	9	42,1	39,5	40,0	0,94	0,95
PB82	300	75	4,7	3,3	6	40,2	38,7	38,2	0,96	0,95
PB83	300	75	4,7	3,3	7,5	39,5	39,1	39,3	0,99	0,99
PB84	300	75	4,7	3,3	9	37,9	35,9	36,7	0,95	0,97
PB85	300	75	4,2	3,3	6	37,5	36,0	35,7	0,96	0,95
PB86	300	75	4,2	3,3	7,5	36,8	35,6	36,0	0,97	0,98
PB87	300	75	4,2	3,3	9	35,3	33,4	34,3	0,95	0,97
PB88	300	75	3,8	3,3	6	34,9	33,8	33,8	0,97	0,97
PB89	300	75	3,8	3,3	7,5	34,4	33,0	33,5	0,96	0,98
PB90	300	75	3,8	3,3	9	33,3	31,4	32,4	0,94	0,97
PB91	300	75	7,5	3,0	6	52,3	52,1	49,2	1,00	0,94
PB92	300	75	7,5	3,0	7,5	48,0	47,9	46,5	1,00	0,97
PB93	300	75	7,5	3,0	9	47,6	48,4	47,7	1,02	1,00
PB94	300	75	6,3	3,0	6	44,2	43,2	41,5	0,98	0,94

(continua)

Tabela B.27 – Modelos numéricos para análise do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PB95	300	75	6,3	3,0	7,5	41,8	40,8	40,0	0,98	0,96
PB96	300	75	6,3	3,0	9	41,0	40,1	39,9	0,98	0,97
PB97	300	75	5,4	3,0	6	39,4	37,7	36,5	0,96	0,92
PB98	300	75	5,4	3,0	7,5	37,1	36,6	36,1	0,99	0,97
PB99	300	75	5,4	3,0	9	36,8	35,0	35,0	0,95	0,95
PB100	300	75	4,7	3,0	6	35,4	33,9	33,0	0,96	0,93
PB101	300	75	4,7	3,0	7,5	34,1	33,8	33,5	0,99	0,98
PB102	300	75	4,7	3,0	9	33,0	31,5	31,7	0,95	0,96
PB103	300	75	4,2	3,0	6	32,8	31,2	30,5	0,95	0,93
PB104	300	75	4,2	3,0	7,5	31,7	31,7	31,6	1,00	1,00
PB105	300	75	4,2	3,0	9	30,8	28,9	29,3	0,94	0,95
PB106	300	75	3,8	3,0	6	30,3	29,1	28,6	0,96	0,94
PB107	300	75	3,8	3,0	7,5	29,5	29,8	29,9	1,01	1,01
PB108	300	75	3,8	3,0	9	29,1	27,0	27,4	0,93	0,94
PB109	300	100	10,0	6,0	6	230,6	228,6	227,3	0,99	0,99
PB110	300	100	10,0	6,0	7,5	225,6	223,1	226,1	0,99	1,00
PB111	300	100	10,0	6,0	9	217,8	212,3	218,2	0,97	1,00
PB112	300	100	8,3	6,0	6	203,0	200,3	200,8	0,99	0,99
PB113	300	100	8,3	6,0	7,5	196,0	190,7	194,8	0,97	0,99
PB114	300	100	8,3	6,0	9	188,0	186,2	192,9	0,99	1,03
PB115	300	100	7,1	6,0	6	180,2	182,6	184,3	1,01	1,02
PB116	300	100	7,1	6,0	7,5	176,1	169,9	174,7	0,96	0,99
PB117	300	100	7,1	6,0	9	168,8	169,8	177,0	1,01	1,05
PB118	300	100	6,3	6,0	6	163,3	170,4	173,0	1,04	1,06
PB119	300	100	6,3	6,0	7,5	160,4	155,3	160,7	0,97	1,00
PB120	300	100	6,3	6,0	9	154,0	154,2	161,6	1,00	1,05
PB121	300	100	5,6	6,0	6	156,6	161,4	164,8	1,03	1,05
PB122	300	100	5,6	6,0	7,5	151,4	144,5	150,3	0,95	0,99
PB123	300	100	5,6	6,0	9	142,7	142,1	149,6	1,00	1,05
PB124	300	100	5,0	6,0	6	146,5	150,0	153,9	1,02	1,05
PB125	300	100	5,0	6,0	7,5	141,5	136,2	142,3	0,96	1,01
PB126	300	100	5,0	6,0	9	133,9	132,7	140,3	0,99	1,05
PB127	300	100	10,0	5,0	6	187,5	183,9	178,4	0,98	0,95
PB128	300	100	10,0	5,0	7,5	179,1	181,4	179,2	1,01	1,00
PB129	300	100	10,0	5,0	9	175,4	170,8	171,3	0,97	0,98
PB130	300	100	8,3	5,0	6	162,3	155,9	152,4	0,96	0,94
PB131	300	100	8,3	5,0	7,5	154,1	158,9	158,2	1,03	1,03
PB132	300	100	8,3	5,0	9	150,4	144,8	146,4	0,96	0,97
PB133	300	100	7,1	5,0	6	142,0	138,4	136,3	0,97	0,96
PB134	300	100	7,1	5,0	7,5	137,9	140,5	141,0	1,02	1,02
PB135	300	100	7,1	5,0	9	134,3	128,5	130,9	0,96	0,97
PB136	300	100	6,3	5,0	6	127,3	126,5	125,2	0,99	0,98
PB137	300	100	6,3	5,0	7,5	125,1	126,0	127,1	1,01	1,02
PB138	300	100	6,3	5,0	9	122,4	117,4	120,3	0,96	0,98
PB139	300	100	5,6	5,0	6	121,3	117,7	117,2	0,97	0,97
PB140	300	100	5,6	5,0	7,5	118,0	115,2	116,9	0,98	0,99
PB141	300	100	5,6	5,0	9	113,0	109,4	112,5	0,97	1,00

(continua)

Tabela B.27 – Modelos numéricos para análise do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PB142	300	100	5,0	5,0	6	112,8	111,0	111,1	0,98	0,99
PB143	300	100	5,0	5,0	7,5	110,3	106,9	108,9	0,97	0,99
PB144	300	100	5,0	5,0	9	105,8	103,2	106,7	0,97	1,01
PB145	300	100	10,0	4,3	6	160,7	161,5	152,2	1,01	0,95
PB146	300	100	10,0	4,3	7,5	149,0	147,1	142,3	0,99	0,95
PB147	300	100	10,0	4,3	9	145,4	150,1	147,4	1,03	1,01
PB148	300	100	8,3	4,3	6	137,8	133,5	127,8	0,97	0,93
PB149	300	100	8,3	4,3	7,5	126,6	124,8	121,7	0,99	0,96
PB150	300	100	8,3	4,3	9	123,6	124,0	122,7	1,00	0,99
PB151	300	100	7,1	4,3	6	119,2	116,0	111,8	0,97	0,94
PB152	300	100	7,1	4,3	7,5	112,2	111,3	109,3	0,99	0,97
PB153	300	100	7,1	4,3	9	109,7	107,7	107,4	0,98	0,98
PB154	300	100	6,3	4,3	6	105,7	104,1	100,9	0,98	0,95
PB155	300	100	6,3	4,3	7,5	101,2	102,3	101,1	1,01	1,00
PB156	300	100	6,3	4,3	9	100,2	96,6	96,9	0,96	0,97
PB157	300	100	5,6	4,3	6	99,8	95,4	93,0	0,96	0,93
PB158	300	100	5,6	4,3	7,5	95,0	95,9	95,3	1,01	1,00
PB159	300	100	5,6	4,3	9	92,5	88,6	89,3	0,96	0,97
PB160	300	100	5,0	4,3	6	92,1	88,8	87,0	0,96	0,94
PB161	300	100	5,0	4,3	7,5	88,6	91,1	90,9	1,03	1,03
PB162	300	100	5,0	4,3	9	86,5	82,4	83,5	0,95	0,97
PB163	300	100	10,0	3,8	6	141,2	149,4	140,5	1,06	1,00
PB164	300	100	10,0	3,8	7,5	128,6	128,0	121,5	1,00	0,95
PB165	300	100	10,0	3,8	9	123,8	125,5	121,0	1,01	0,98
PB166	300	100	8,3	3,8	6	121,4	121,1	114,2	1,00	0,94
PB167	300	100	8,3	3,8	7,5	108,2	105,6	101,1	0,98	0,93
PB168	300	100	8,3	3,8	9	104,1	106,2	103,3	1,02	0,99
PB169	300	100	7,1	3,8	6	104,4	103,5	97,8	0,99	0,94
PB170	300	100	7,1	3,8	7,5	95,0	92,2	88,9	0,97	0,94
PB171	300	100	7,1	3,8	9	91,6	95,0	93,0	1,04	1,01
PB172	300	100	6,3	3,8	6	92,0	91,6	86,6	1,00	0,94
PB173	300	100	6,3	3,8	7,5	84,9	83,3	80,8	0,98	0,95
PB174	300	100	6,3	3,8	9	83,6	85,1	83,8	1,02	1,00
PB175	300	100	5,6	3,8	6	86,1	82,9	79,4	0,96	0,92
PB176	300	100	5,6	3,8	7,5	79,2	77,0	75,1	0,97	0,95
PB177	300	100	5,6	3,8	9	77,1	77,0	76,2	1,00	0,99
PB178	300	100	5,0	3,8	6	79,0	76,3	73,4	0,97	0,93
PB179	300	100	5,0	3,8	7,5	73,5	72,3	70,8	0,98	0,96
PB180	300	100	5,0	3,8	9	72,0	70,9	70,5	0,98	0,98
PB181	300	100	10,0	3,3	6	123,0	134,4	126,1	1,09	1,03
PB182	300	100	10,0	3,3	7,5	113,3	116,6	109,0	1,03	0,96
PB183	300	100	10,0	3,3	9	107,8	109,1	103,5	1,01	0,96
PB184	300	100	8,3	3,3	6	108,4	113,9	107,1	1,05	0,99
PB185	300	100	8,3	3,3	7,5	95,3	94,1	88,7	0,99	0,93
PB186	300	100	8,3	3,3	9	90,0	89,9	86,0	1,00	0,96
PB187	300	100	7,1	3,3	6	93,8	96,2	90,7	1,03	0,97
PB188	300	100	7,1	3,3	7,5	83,1	80,7	76,6	0,97	0,92

(continua)

Tabela B.27 – Modelos numéricos para análise do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PB189	300	100	7,1	3,3	9	78,5	78,7	75,8	1,00	0,97
PB190	300	100	6,3	3,3	6	82,4	84,2	79,5	1,02	0,96
PB191	300	100	6,3	3,3	7,5	73,7	71,8	68,6	0,97	0,93
PB192	300	100	6,3	3,3	9	71,3	71,5	69,2	1,00	0,97
PB193	300	100	5,6	3,3	6	76,7	75,5	71,3	0,98	0,93
PB194	300	100	5,6	3,3	7,5	68,2	65,5	62,9	0,96	0,92
PB195	300	100	5,6	3,3	9	65,5	66,4	64,7	1,01	0,99
PB196	300	100	5,0	3,3	6	70,0	68,8	65,1	0,98	0,93
PB197	300	100	5,0	3,3	7,5	62,9	60,8	58,6	0,97	0,93
PB198	300	100	5,0	3,3	9	61,0	62,7	61,3	1,03	1,01
PB199	300	100	10,0	3,0	6	102,5	113,7	106,4	1,11	1,04
PB200	300	100	10,0	3,0	7,5	100,2	109,5	100,8	1,09	1,01
PB201	300	100	10,0	3,0	9	95,4	98,8	92,4	1,04	0,97
PB202	300	100	8,3	3,0	6	95,0	95,7	89,8	1,01	0,95
PB203	300	100	8,3	3,0	7,5	85,4	86,9	80,2	1,02	0,94
PB204	300	100	8,3	3,0	9	79,5	79,5	75,0	1,00	0,94
PB205	300	100	7,1	3,0	6	84,6	85,6	80,4	1,01	0,95
PB206	300	100	7,1	3,0	7,5	74,4	73,4	68,7	0,99	0,92
PB207	300	100	7,1	3,0	9	68,8	68,3	64,8	0,99	0,94
PB208	300	100	6,3	3,0	6	74,9	79,2	74,6	1,06	1,00
PB209	300	100	6,3	3,0	7,5	65,7	64,5	60,7	0,98	0,92
PB210	300	100	6,3	3,0	9	62,2	61,1	58,3	0,98	0,94
PB211	300	100	5,6	3,0	6	69,6	70,8	66,8	1,02	0,96
PB212	300	100	5,6	3,0	7,5	60,4	58,2	55,1	0,96	0,91
PB213	300	100	5,6	3,0	9	56,8	56,1	53,8	0,99	0,95
PB214	300	100	5,0	3,0	6	63,5	64,2	60,6	1,01	0,95
PB215	300	100	5,0	3,0	7,5	55,4	53,5	50,9	0,97	0,92
PB216	300	100	5,0	3,0	9	52,6	52,4	50,5	1,00	0,96
PB217	600	150	15,0	12,0	12	982,3	949,1	994,6	0,97	1,01
PB218	600	150	15,0	12,0	15	929,2	931,9	992,8	1,00	1,07
PB219	600	150	15,0	12,0	18	881,5	886,7	954,2	1,01	1,08
PB220	600	150	12,5	12,0	12	875,6	836,8	883,9	0,96	1,01
PB221	600	150	12,5	12,0	15	824,0	814,8	874,4	0,99	1,06
PB222	600	150	12,5	12,0	18	786,5	796,8	862,9	1,01	1,10
PB223	600	150	10,7	12,0	12	787,8	762,2	810,6	0,97	1,03
PB224	600	150	10,7	12,0	15	748,2	736,7	795,4	0,98	1,06
PB225	600	150	10,7	12,0	18	714,3	724,4	788,6	1,01	1,10
PB226	600	150	9,4	12,0	12	725,3	708,8	758,2	0,98	1,05
PB227	600	150	9,4	12,0	15	690,8	680,6	738,7	0,99	1,07
PB228	600	150	9,4	12,0	18	656,9	666,9	729,1	1,02	1,11
PB229	600	150	8,3	12,0	12	684,3	668,6	718,8	0,98	1,05
PB230	600	150	8,3	12,0	15	643,3	638,3	695,8	0,99	1,08
PB231	600	150	8,3	12,0	18	615,6	623,3	684,0	1,01	1,11
PB232	600	150	7,5	12,0	12	644,5	637,1	688,0	0,99	1,07
PB233	600	150	7,5	12,0	15	608,4	605,1	662,2	0,99	1,09
PB234	600	150	7,5	12,0	18	581,4	589,2	648,6	1,01	1,12
PB235	600	150	15,0	10,0	12	767,8	789,7	807,0	1,03	1,05

(continua)

Tabela B.27 – Modelos numéricos para análise do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PB236	600	150	15,0	10,0	15	739,4	711,0	739,9	0,96	1,00
PB237	600	150	15,0	10,0	18	699,9	696,2	733,7	0,99	1,05
PB238	600	150	12,5	10,0	12	681,6	677,0	697,6	0,99	1,02
PB239	600	150	12,5	10,0	15	652,4	628,7	659,4	0,96	1,01
PB240	600	150	12,5	10,0	18	618,6	606,7	644,0	0,98	1,04
PB241	600	150	10,7	10,0	12	610,5	602,5	625,2	0,99	1,02
PB242	600	150	10,7	10,0	15	589,2	575,6	607,7	0,98	1,03
PB243	600	150	10,7	10,0	18	557,9	548,3	585,4	0,98	1,05
PB244	600	150	9,4	10,0	12	560,6	549,4	573,5	0,98	1,02
PB245	600	150	9,4	10,0	15	541,4	538,4	571,6	0,99	1,06
PB246	600	150	9,4	10,0	18	509,1	507,1	544,1	1,00	1,07
PB247	600	150	8,3	10,0	12	530,3	509,5	534,6	0,96	1,01
PB248	600	150	8,3	10,0	15	501,6	500,5	534,0	1,00	1,06
PB249	600	150	8,3	10,0	18	475,8	476,3	513,2	1,00	1,08
PB250	600	150	7,5	10,0	12	499,1	478,2	504,2	0,96	1,01
PB251	600	150	7,5	10,0	15	473,1	467,4	500,7	0,99	1,06
PB252	600	150	7,5	10,0	18	447,7	452,4	489,3	1,01	1,09
PB253	600	150	15,0	8,6	12	627,2	616,0	616,3	0,98	0,98
PB254	600	150	15,0	8,6	15	607,5	591,0	602,4	0,97	0,99
PB255	600	150	15,0	8,6	18	580,8	572,4	591,8	0,99	1,02
PB256	600	150	12,5	8,6	12	551,5	544,7	549,5	0,99	1,00
PB257	600	150	12,5	8,6	15	535,1	508,8	522,9	0,95	0,98
PB258	600	150	12,5	8,6	18	510,3	506,5	527,6	0,99	1,03
PB259	600	150	10,7	8,6	12	490,2	499,9	507,8	1,02	1,04
PB260	600	150	10,7	8,6	15	481,9	456,1	471,9	0,95	0,98
PB261	600	150	10,7	8,6	18	458,0	452,8	474,7	0,99	1,04
PB262	600	150	9,4	8,6	12	448,2	468,9	479,2	1,05	1,07
PB263	600	150	9,4	8,6	15	442,5	419,2	436,2	0,95	0,99
PB264	600	150	9,4	8,6	18	414,9	411,5	433,7	0,99	1,05
PB265	600	150	8,3	8,6	12	424,2	429,1	440,9	1,01	1,04
PB266	600	150	8,3	8,6	15	408,7	391,8	409,9	0,96	1,00
PB267	600	150	8,3	8,6	18	386,7	380,8	403,2	0,98	1,04
PB268	600	150	7,5	8,6	12	398,6	397,9	410,7	1,00	1,03
PB269	600	150	7,5	8,6	15	385,4	370,7	389,5	0,96	1,01
PB270	600	150	7,5	8,6	18	362,4	356,9	379,5	0,98	1,05
PB271	600	150	15,0	7,5	12	533,9	515,4	506,3	0,97	0,95
PB272	600	150	15,0	7,5	15	511,2	524,8	525,2	1,03	1,03
PB273	600	150	15,0	7,5	18	494,0	478,6	486,1	0,97	0,98
PB274	600	150	12,5	7,5	12	464,0	444,6	440,3	0,96	0,95
PB275	600	150	12,5	7,5	15	448,2	442,2	446,2	0,99	1,00
PB276	600	150	12,5	7,5	18	433,1	412,9	422,8	0,95	0,98
PB277	600	150	10,7	7,5	12	408,2	400,3	399,2	0,98	0,98
PB278	600	150	10,7	7,5	15	402,4	389,3	395,6	0,97	0,98
PB279	600	150	10,7	7,5	18	388,3	371,9	383,3	0,96	0,99
PB280	600	150	9,4	7,5	12	370,7	369,8	371,1	1,00	1,00
PB281	600	150	9,4	7,5	15	369,5	352,5	360,3	0,95	0,97
PB282	600	150	9,4	7,5	18	349,7	343,7	356,3	0,98	1,02

(continua)

Tabela B.27 – Modelos numéricos para análise do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PB283	600	150	8,3	7,5	12	349,7	347,6	350,6	0,99	1,00
PB284	600	150	8,3	7,5	15	340,8	325,2	334,1	0,95	0,98
PB285	600	150	8,3	7,5	18	325,6	323,2	336,7	0,99	1,03
PB286	600	150	7,5	7,5	12	327,4	330,5	335,0	1,01	1,02
PB287	600	150	7,5	7,5	15	321,9	304,1	314,0	0,94	0,98
PB288	600	150	7,5	7,5	18	304,4	303,8	317,8	1,00	1,04
PB289	600	150	15,0	6,7	12	469,5	454,9	439,8	0,97	0,94
PB290	600	150	15,0	6,7	15	440,3	441,5	434,8	1,00	0,99
PB291	600	150	15,0	6,7	18	426,9	422,4	422,3	0,99	0,99
PB292	600	150	12,5	6,7	12	404,0	384,1	374,3	0,95	0,93
PB293	600	150	12,5	6,7	15	383,0	385,1	382,3	1,01	1,00
PB294	600	150	12,5	6,7	18	373,6	356,6	359,5	0,95	0,96
PB295	600	150	10,7	6,7	12	351,8	339,9	333,6	0,97	0,95
PB296	600	150	10,7	6,7	15	342,0	349,6	349,5	1,02	1,02
PB297	600	150	10,7	6,7	18	335,3	315,6	320,3	0,94	0,96
PB298	600	150	9,4	6,7	12	317,0	309,7	305,7	0,98	0,96
PB299	600	150	9,4	6,7	15	313,5	312,6	314,4	1,00	1,00
PB300	600	150	9,4	6,7	18	300,8	287,6	293,6	0,96	0,98
PB301	600	150	8,3	6,7	12	297,4	287,6	285,4	0,97	0,96
PB302	600	150	8,3	6,7	15	288,7	285,2	288,4	0,99	1,00
PB303	600	150	8,3	6,7	18	280,3	267,1	274,1	0,95	0,98
PB304	600	150	7,5	6,7	12	276,9	270,8	270,0	0,98	0,98
PB305	600	150	7,5	6,7	15	273,0	264,1	268,3	0,97	0,98
PB306	600	150	7,5	6,7	18	261,8	251,6	259,3	0,96	0,99
PB307	600	150	15,0	6,0	12	422,5	416,7	393,5	0,99	0,93
PB308	600	150	15,0	6,0	15	387,7	382,9	371,6	0,99	0,96
PB309	600	150	15,0	6,0	18	374,0	387,2	381,5	1,04	1,02
PB310	600	150	12,5	6,0	12	361,2	345,7	332,2	0,96	0,92
PB311	600	150	12,5	6,0	15	334,2	326,7	319,6	0,98	0,96
PB312	600	150	12,5	6,0	18	326,1	321,0	319,0	0,98	0,98
PB313	600	150	10,7	6,0	12	311,8	301,4	291,6	0,97	0,94
PB314	600	150	10,7	6,0	15	296,2	292,7	288,4	0,99	0,97
PB315	600	150	10,7	6,0	18	292,9	279,9	280,0	0,96	0,96
PB316	600	150	9,4	6,0	12	279,1	271,2	263,9	0,97	0,95
PB317	600	150	9,4	6,0	15	270,4	270,1	267,7	1,00	0,99
PB318	600	150	9,4	6,0	18	261,7	251,8	253,4	0,96	0,97
PB319	600	150	8,3	6,0	12	260,1	249,2	243,8	0,96	0,94
PB320	600	150	8,3	6,0	15	248,3	253,9	253,0	1,02	1,02
PB321	600	150	8,3	6,0	18	244,4	231,4	234,1	0,95	0,96
PB322	600	150	7,5	6,0	12	240,9	232,4	228,5	0,96	0,95
PB323	600	150	7,5	6,0	15	234,6	238,8	239,1	1,02	1,02
PB324	600	150	7,5	6,0	18	228,3	215,8	219,4	0,95	0,96
PB325	600	200	20,0	12,0	12	1839,6	1828,5	1818,1	0,99	0,99
PB326	600	200	20,0	12,0	15	1781,7	1785,1	1808,5	1,00	1,02
PB327	600	200	20,0	12,0	18	1743,6	1698,6	1745,9	0,97	1,00
PB328	600	200	16,7	12,0	12	1624,8	1602,8	1606,6	0,99	0,99
PB329	600	200	16,7	12,0	15	1571,9	1525,6	1558,2	0,97	0,99

(continua)

Tabela B.27 – Modelos numéricos para análise do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PB330	600	200	16,7	12,0	18	1499,3	1489,6	1542,8	0,99	1,03
PB331	600	200	14,3	12,0	12	1421,5	1460,8	1474,6	1,03	1,04
PB332	600	200	14,3	12,0	15	1410,3	1359,0	1397,5	0,96	0,99
PB333	600	200	14,3	12,0	18	1344,9	1358,4	1416,0	1,01	1,05
PB334	600	200	12,5	12,0	12	1302,3	1363,1	1384,2	1,05	1,06
PB335	600	200	12,5	12,0	15	1294,6	1242,6	1285,3	0,96	0,99
PB336	600	200	12,5	12,0	18	1234,3	1233,8	1293,1	1,00	1,05
PB337	600	200	11,1	12,0	12	1238,1	1291,3	1318,4	1,04	1,06
PB338	600	200	11,1	12,0	15	1200,3	1156,3	1202,3	0,96	1,00
PB339	600	200	11,1	12,0	18	1145,6	1136,8	1197,1	0,99	1,04
PB340	600	200	10,0	12,0	12	1159,3	1200,4	1231,4	1,04	1,06
PB341	600	200	10,0	12,0	15	1127,2	1089,6	1138,1	0,97	1,01
PB342	600	200	10,0	12,0	18	1066,4	1061,5	1122,5	1,00	1,05
PB343	600	200	20,0	10,0	12	1496,0	1471,3	1427,1	0,98	0,95
PB344	600	200	20,0	10,0	15	1415,6	1451,5	1434,0	1,03	1,01
PB345	600	200	20,0	10,0	18	1403,1	1366,1	1370,3	0,97	0,98
PB346	600	200	16,7	10,0	12	1298,5	1247,3	1219,5	0,96	0,94
PB347	600	200	16,7	10,0	15	1236,0	1271,0	1265,9	1,03	1,02
PB348	600	200	16,7	10,0	18	1196,4	1158,1	1171,0	0,97	0,98
PB349	600	200	14,3	10,0	12	1121,0	1107,4	1090,2	0,99	0,97
PB350	600	200	14,3	10,0	15	1101,6	1124,3	1127,7	1,02	1,02
PB351	600	200	14,3	10,0	18	1072,7	1028,3	1046,9	0,96	0,98
PB352	600	200	12,5	10,0	12	1014,7	1011,7	1001,9	1,00	0,99
PB353	600	200	12,5	10,0	15	1009,2	1007,7	1016,9	1,00	1,01
PB354	600	200	12,5	10,0	18	982,0	939,6	962,1	0,96	0,98
PB355	600	200	11,1	10,0	12	958,4	941,8	937,6	0,98	0,98
PB356	600	200	11,1	10,0	15	934,5	921,6	934,9	0,99	1,00
PB357	600	200	11,1	10,0	18	907,4	874,8	900,4	0,96	0,99
PB358	600	200	10,0	10,0	12	892,4	888,4	888,7	1,00	1,00
PB359	600	200	10,0	10,0	15	875,5	855,1	871,6	0,98	1,00
PB360	600	200	10,0	10,0	18	842,4	825,4	853,3	0,98	1,01
PB361	600	200	20,0	8,6	12	1283,1	1292,2	1217,8	1,01	0,95
PB362	600	200	20,0	8,6	15	1178,4	1176,9	1138,3	1,00	0,97
PB363	600	200	20,0	8,6	18	1162,1	1200,9	1179,4	1,03	1,01
PB364	600	200	16,7	8,6	12	1102,2	1067,6	1022,6	0,97	0,93
PB365	600	200	16,7	8,6	15	1015,1	998,2	973,3	0,98	0,96
PB366	600	200	16,7	8,6	18	981,6	991,7	982,0	1,01	1,00
PB367	600	200	14,3	8,6	12	941,7	927,9	894,7	0,99	0,95
PB368	600	200	14,3	8,6	15	895,4	890,4	874,3	0,99	0,98
PB369	600	200	14,3	8,6	18	879,6	861,7	859,1	0,98	0,98
PB370	600	200	12,5	8,6	12	842,8	832,5	807,4	0,99	0,96
PB371	600	200	12,5	8,6	15	815,3	818,6	808,6	1,00	0,99
PB372	600	200	12,5	8,6	18	804,5	773,0	775,3	0,96	0,96
PB373	600	200	11,1	8,6	12	789,0	763,1	743,9	0,97	0,94
PB374	600	200	11,1	8,6	15	751,8	767,3	762,0	1,02	1,01
PB375	600	200	11,1	8,6	18	741,8	708,5	714,4	0,96	0,96
PB376	600	200	10,0	8,6	12	729,3	710,2	695,6	0,97	0,95

(continua)

Tabela B.27 – Modelos numéricos para análise do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PB377	600	200	10,0	8,6	15	701,0	728,8	727,2	1,04	1,04
PB378	600	200	10,0	8,6	18	688,3	659,4	668,0	0,96	0,97
PB379	600	200	20,0	7,5	12	1127,8	1194,9	1123,9	1,06	1,00
PB380	600	200	20,0	7,5	15	1017,1	1023,7	972,3	1,01	0,96
PB381	600	200	20,0	7,5	18	988,9	1003,8	967,8	1,02	0,98
PB382	600	200	16,7	7,5	12	970,6	968,8	913,2	1,00	0,94
PB383	600	200	16,7	7,5	15	867,4	845,0	809,0	0,97	0,93
PB384	600	200	16,7	7,5	18	826,5	850,0	826,2	1,03	1,00
PB385	600	200	14,3	7,5	12	826,0	828,4	782,1	1,00	0,95
PB386	600	200	14,3	7,5	15	757,3	737,7	711,2	0,97	0,94
PB387	600	200	14,3	7,5	18	737,2	759,8	743,7	1,03	1,01
PB388	600	200	12,5	7,5	12	733,2	732,7	692,6	1,00	0,94
PB389	600	200	12,5	7,5	15	683,8	666,6	646,4	0,97	0,95
PB390	600	200	12,5	7,5	18	671,9	680,9	670,5	1,01	1,00
PB391	600	200	11,1	7,5	12	681,1	663,2	635,2	0,97	0,93
PB392	600	200	11,1	7,5	15	626,6	616,0	600,5	0,98	0,96
PB393	600	200	11,1	7,5	18	617,7	616,1	610,0	1,00	0,99
PB394	600	200	10,0	7,5	12	625,4	610,4	587,3	0,98	0,94
PB395	600	200	10,0	7,5	15	580,3	578,0	566,2	1,00	0,98
PB396	600	200	10,0	7,5	18	572,7	566,9	563,9	0,99	0,98
PB397	600	200	20,0	6,7	12	983,6	1075,2	1008,9	1,09	1,03
PB398	600	200	20,0	6,7	15	896,8	932,6	872,0	1,04	0,97
PB399	600	200	20,0	6,7	18	861,4	873,0	828,2	1,01	0,96
PB400	600	200	16,7	6,7	12	866,6	911,1	857,0	1,05	0,99
PB401	600	200	16,7	6,7	15	763,4	753,1	709,8	0,99	0,93
PB402	600	200	16,7	6,7	18	714,1	719,4	688,0	1,01	0,96
PB403	600	200	14,3	6,7	12	742,6	769,7	725,4	1,04	0,98
PB404	600	200	14,3	6,7	15	662,0	645,7	612,6	0,98	0,93
PB405	600	200	14,3	6,7	18	632,5	629,8	606,5	1,00	0,96
PB406	600	200	12,5	6,7	12	657,2	673,6	635,6	1,02	0,97
PB407	600	200	12,5	6,7	15	593,3	574,7	548,5	0,97	0,92
PB408	600	200	12,5	6,7	18	573,2	571,8	554,0	1,00	0,97
PB409	600	200	11,1	6,7	12	607,3	603,8	570,4	0,99	0,94
PB410	600	200	11,1	6,7	15	540,1	524,3	502,9	0,97	0,93
PB411	600	200	11,1	6,7	18	524,3	531,3	517,5	1,01	0,99
PB412	600	200	10,0	6,7	12	555,0	550,7	520,7	0,99	0,94
PB413	600	200	10,0	6,7	15	496,6	486,6	469,0	0,98	0,94
PB414	600	200	10,0	6,7	18	484,9	501,4	490,8	1,03	1,01
PB415	600	200	20,0	6,0	12	821,0	909,6	851,3	1,11	1,04
PB416	600	200	20,0	6,0	15	794,2	875,8	806,6	1,10	1,02
PB417	600	200	20,0	6,0	18	762,1	790,1	738,9	1,04	0,97
PB418	600	200	16,7	6,0	12	759,7	765,6	718,4	1,01	0,95
PB419	600	200	16,7	6,0	15	683,7	695,3	641,6	1,02	0,94
PB420	600	200	16,7	6,0	18	630,6	636,1	599,6	1,01	0,95
PB421	600	200	14,3	6,0	12	670,7	684,6	643,6	1,02	0,96
PB422	600	200	14,3	6,0	15	592,5	587,5	549,6	0,99	0,93
PB423	600	200	14,3	6,0	18	555,1	546,6	518,8	0,98	0,93

(continua)

Tabela B.27 – Modelos numéricos para análise do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PB424	600	200	12,5	6,0	12	597,6	633,6	596,6	1,06	1,00
PB425	600	200	12,5	6,0	15	528,4	516,2	485,8	0,98	0,92
PB426	600	200	12,5	6,0	18	499,9	488,8	466,7	0,98	0,93
PB427	600	200	11,1	6,0	12	551,9	566,7	534,3	1,03	0,97
PB428	600	200	11,1	6,0	15	478,5	465,8	440,6	0,97	0,92
PB429	600	200	11,1	6,0	18	454,6	448,6	430,6	0,99	0,95
PB430	600	200	10,0	6,0	12	503,4	513,3	484,5	1,02	0,96
PB431	600	200	10,0	6,0	15	437,3	428,1	406,8	0,98	0,93
PB432	600	200	10,0	6,0	18	418,7	419,1	404,2	1,00	0,97
PB433	900	225	22,5	18,0	18	3340,5	3203,3	3356,7	0,96	1,00
PB434	900	225	22,5	18,0	22,5	3146,1	3145,0	3350,6	1,00	1,06
PB435	900	225	22,5	18,0	27	3009,6	2992,6	3220,3	0,99	1,07
PB436	900	225	18,8	18,0	18	2938,6	2824,1	2983,2	0,96	1,02
PB437	900	225	18,8	18,0	22,5	2799,5	2749,8	2951,1	0,98	1,05
PB438	900	225	18,8	18,0	27	2656,3	2689,1	2912,2	1,01	1,10
PB439	900	225	16,1	18,0	18	2686,5	2572,4	2735,8	0,96	1,02
PB440	900	225	16,1	18,0	22,5	2549,1	2486,2	2684,4	0,98	1,05
PB441	900	225	16,1	18,0	27	2417,3	2445,0	2661,6	1,01	1,10
PB442	900	225	14,1	18,0	18	2496,2	2392,3	2559,0	0,96	1,03
PB443	900	225	14,1	18,0	22,5	2332,4	2297,1	2493,0	0,98	1,07
PB444	900	225	14,1	18,0	27	2244,8	2250,6	2460,6	1,00	1,10
PB445	900	225	12,5	18,0	18	2321,8	2256,6	2426,1	0,97	1,04
PB446	900	225	12,5	18,0	22,5	2181,6	2154,3	2348,3	0,99	1,08
PB447	900	225	12,5	18,0	27	2098,5	2103,7	2308,5	1,00	1,10
PB448	900	225	11,3	18,0	18	2205,5	2150,2	2322,1	0,97	1,05
PB449	900	225	11,3	18,0	22,5	2079,9	2042,4	2235,0	0,98	1,07
PB450	900	225	11,3	18,0	27	1998,7	1988,6	2189,1	0,99	1,10
PB451	900	225	22,5	15,0	18	2615,1	2665,1	2723,7	1,02	1,04
PB452	900	225	22,5	15,0	22,5	2509,1	2399,5	2497,2	0,96	1,00
PB453	900	225	22,5	15,0	27	2393,0	2349,7	2476,3	0,98	1,03
PB454	900	225	18,8	15,0	18	2284,1	2285,0	2354,5	1,00	1,03
PB455	900	225	18,8	15,0	22,5	2218,8	2121,8	2225,6	0,96	1,00
PB456	900	225	18,8	15,0	27	2091,7	2047,6	2173,4	0,98	1,04
PB457	900	225	16,1	15,0	18	2084,9	2033,6	2110,1	0,98	1,01
PB458	900	225	16,1	15,0	22,5	2009,6	1942,7	2051,0	0,97	1,02
PB459	900	225	16,1	15,0	27	1891,4	1850,6	1975,8	0,98	1,04
PB460	900	225	14,1	15,0	18	1944,7	1854,2	1935,6	0,95	1,00
PB461	900	225	14,1	15,0	22,5	1828,2	1817,0	1929,1	0,99	1,06
PB462	900	225	14,1	15,0	27	1745,3	1711,4	1836,3	0,98	1,05
PB463	900	225	12,5	15,0	18	1804,8	1719,4	1804,3	0,95	1,00
PB464	900	225	12,5	15,0	22,5	1701,6	1689,2	1802,2	0,99	1,06
PB465	900	225	12,5	15,0	27	1624,3	1607,5	1732,2	0,99	1,07
PB466	900	225	11,3	15,0	18	1717,4	1614,1	1701,8	0,94	0,99
PB467	900	225	11,3	15,0	22,5	1622,4	1577,3	1690,0	0,97	1,04
PB468	900	225	11,3	15,0	27	1541,6	1526,8	1651,3	0,99	1,07
PB469	900	225	22,5	12,9	18	2137,9	2079,0	2079,9	0,97	0,97
PB470	900	225	22,5	12,9	22,5	2066,5	1994,5	2033,0	0,97	0,98

(continua)

Tabela B.27 – Modelos numéricos para análise do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PB471	900	225	22,5	12,9	27	1988,2	1931,9	1997,2	0,97	1,00
PB472	900	225	18,8	12,9	18	1846,7	1838,5	1854,5	1,00	1,00
PB473	900	225	18,8	12,9	22,5	1821,2	1717,3	1764,8	0,94	0,97
PB474	900	225	18,8	12,9	27	1727,5	1709,4	1780,8	0,99	1,03
PB475	900	225	16,1	12,9	18	1675,4	1687,1	1713,7	1,01	1,02
PB476	900	225	16,1	12,9	22,5	1647,1	1539,2	1592,6	0,93	0,97
PB477	900	225	16,1	12,9	27	1554,7	1528,1	1602,0	0,98	1,03
PB478	900	225	14,1	12,9	18	1563,6	1582,6	1617,4	1,01	1,03
PB479	900	225	14,1	12,9	22,5	1493,1	1414,7	1472,3	0,95	0,99
PB480	900	225	14,1	12,9	27	1425,8	1388,8	1463,8	0,97	1,03
PB481	900	225	12,5	12,9	18	1447,0	1448,3	1488,1	1,00	1,03
PB482	900	225	12,5	12,9	22,5	1387,5	1322,4	1383,4	0,95	1,00
PB483	900	225	12,5	12,9	27	1321,3	1285,0	1360,8	0,97	1,03
PB484	900	225	11,3	12,9	18	1378,9	1342,8	1386,3	0,97	1,01
PB485	900	225	11,3	12,9	22,5	1325,5	1251,1	1314,7	0,94	0,99
PB486	900	225	11,3	12,9	27	1248,8	1204,5	1280,8	0,96	1,03
PB487	900	225	22,5	11,3	18	1820,2	1739,5	1708,6	0,96	0,94
PB488	900	225	22,5	11,3	22,5	1741,8	1771,1	1772,4	1,02	1,02
PB489	900	225	22,5	11,3	27	1693,5	1615,1	1640,8	0,95	0,97
PB490	900	225	18,8	11,3	18	1553,1	1500,6	1486,0	0,97	0,96
PB491	900	225	18,8	11,3	22,5	1526,4	1492,6	1506,1	0,98	0,99
PB492	900	225	18,8	11,3	27	1468,5	1393,6	1427,0	0,95	0,97
PB493	900	225	16,1	11,3	18	1395,6	1350,9	1347,2	0,97	0,97
PB494	900	225	16,1	11,3	22,5	1378,7	1314,0	1335,2	0,95	0,97
PB495	900	225	16,1	11,3	27	1319,1	1255,0	1293,6	0,95	0,98
PB496	900	225	14,1	11,3	18	1297,2	1248,2	1252,3	0,96	0,97
PB497	900	225	14,1	11,3	22,5	1245,8	1189,5	1215,9	0,95	0,98
PB498	900	225	14,1	11,3	27	1204,9	1160,0	1202,5	0,96	1,00
PB499	900	225	12,5	11,3	18	1194,4	1173,1	1183,3	0,98	0,99
PB500	900	225	12,5	11,3	22,5	1158,5	1097,4	1127,7	0,95	0,97
PB501	900	225	12,5	11,3	27	1113,2	1090,7	1136,3	0,98	1,02
PB502	900	225	11,3	11,3	18	1136,5	1115,6	1130,7	0,98	0,99
PB503	900	225	11,3	11,3	22,5	1110,5	1026,4	1059,7	0,92	0,95
PB504	900	225	11,3	11,3	27	1048,7	1025,2	1072,7	0,98	1,02
PB505	900	225	22,5	10,0	18	1600,7	1535,3	1484,4	0,96	0,93
PB506	900	225	22,5	10,0	22,5	1501,9	1490,2	1467,3	0,99	0,98
PB507	900	225	22,5	10,0	27	1464,9	1425,7	1425,4	0,97	0,97
PB508	900	225	18,8	10,0	18	1351,9	1296,4	1263,4	0,96	0,93
PB509	900	225	18,8	10,0	22,5	1304,9	1299,7	1290,2	1,00	0,99
PB510	900	225	18,8	10,0	27	1268,9	1203,7	1213,2	0,95	0,96
PB511	900	225	16,1	10,0	18	1202,6	1147,2	1125,7	0,95	0,94
PB512	900	225	16,1	10,0	22,5	1174,0	1180,0	1179,7	1,01	1,00
PB513	900	225	16,1	10,0	27	1139,6	1065,2	1081,0	0,93	0,95
PB514	900	225	14,1	10,0	18	1110,6	1045,2	1031,7	0,94	0,93
PB515	900	225	14,1	10,0	22,5	1055,8	1054,9	1061,0	1,00	1,00
PB516	900	225	14,1	10,0	27	1039,0	970,6	990,8	0,93	0,95
PB517	900	225	12,5	10,0	18	1016,0	970,8	963,4	0,96	0,95

(continua)

Tabela B.27 – Modelos numéricos para análise do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PB518	900	225	12,5	10,0	22,5	982,2	962,5	973,3	0,98	0,99
PB519	900	225	12,5	10,0	27	958,7	901,6	925,1	0,94	0,97
PB520	900	225	11,3	10,0	18	963,2	913,9	911,3	0,95	0,95
PB521	900	225	11,3	10,0	22,5	943,9	891,3	905,6	0,94	0,96
PB522	900	225	11,3	10,0	27	901,7	849,0	875,1	0,94	0,97
PB523	900	225	22,5	9,0	18	1440,1	1406,4	1328,2	0,98	0,92
PB524	900	225	22,5	9,0	22,5	1323,4	1292,4	1254,2	0,98	0,95
PB525	900	225	22,5	9,0	27	1284,3	1306,7	1287,7	1,02	1,00
PB526	900	225	18,8	9,0	18	1208,6	1166,6	1121,1	0,97	0,93
PB527	900	225	18,8	9,0	22,5	1138,7	1102,6	1078,8	0,97	0,95
PB528	900	225	18,8	9,0	27	1109,4	1083,5	1076,5	0,98	0,97
PB529	900	225	16,1	9,0	18	1066,0	1017,2	984,2	0,95	0,92
PB530	900	225	16,1	9,0	22,5	1018,3	988,0	973,4	0,97	0,96
PB531	900	225	16,1	9,0	27	995,2	944,6	945,0	0,95	0,95
PB532	900	225	14,1	9,0	18	977,7	915,3	890,7	0,94	0,91
PB533	900	225	14,1	9,0	22,5	909,9	911,6	903,6	1,00	0,99
PB534	900	225	14,1	9,0	27	906,5	849,8	855,3	0,94	0,94
PB535	900	225	12,5	9,0	18	888,7	841,1	822,8	0,95	0,93
PB536	900	225	12,5	9,0	22,5	845,2	857,0	854,0	1,01	1,01
PB537	900	225	12,5	9,0	27	836,0	780,9	790,1	0,93	0,95
PB538	900	225	11,3	9,0	18	838,5	784,5	771,1	0,94	0,92
PB539	900	225	11,3	9,0	22,5	812,4	805,9	807,1	0,99	0,99
PB540	900	225	11,3	9,0	27	786,2	728,4	740,4	0,93	0,94
PB541	900	300	30,0	18,0	18	6253,7	6171,4	6136,1	0,99	0,98
PB542	900	300	30,0	18,0	22,5	6035,1	6024,8	6103,8	1,00	1,01
PB543	900	300	30,0	18,0	27	5827,9	5732,8	5892,3	0,98	1,01
PB544	900	300	25,0	18,0	18	5412,4	5409,3	5422,4	1,00	1,00
PB545	900	300	25,0	18,0	22,5	5322,1	5149,0	5258,9	0,97	0,99
PB546	900	300	25,0	18,0	27	5120,5	5027,3	5207,0	0,98	1,02
PB547	900	300	21,4	18,0	18	4882,3	4930,3	4976,7	1,01	1,02
PB548	900	300	21,4	18,0	22,5	4771,4	4586,7	4716,6	0,96	0,99
PB549	900	300	21,4	18,0	27	4559,1	4584,6	4778,9	1,01	1,05
PB550	900	300	18,8	18,0	18	4543,1	4600,3	4671,8	1,01	1,03
PB551	900	300	18,8	18,0	22,5	4416,7	4193,7	4338,0	0,95	0,98
PB552	900	300	18,8	18,0	27	4191,1	4164,0	4364,3	0,99	1,04
PB553	900	300	16,7	18,0	18	4192,3	4358,2	4449,6	1,04	1,06
PB554	900	300	16,7	18,0	22,5	4073,7	3902,6	4057,7	0,96	1,00
PB555	900	300	16,7	18,0	27	3894,6	3836,6	4040,3	0,99	1,04
PB556	900	300	15,0	18,0	18	3946,1	4051,2	4156,0	1,03	1,05
PB557	900	300	15,0	18,0	22,5	3826,1	3677,5	3841,3	0,96	1,00
PB558	900	300	15,0	18,0	27	3633,8	3582,6	3788,6	0,99	1,04
PB559	900	300	30,0	15,0	18	5092,0	4965,6	4816,3	0,98	0,95
PB560	900	300	30,0	15,0	22,5	4787,8	4898,8	4839,6	1,02	1,01
PB561	900	300	30,0	15,0	27	4680,6	4610,7	4624,9	0,99	0,99
PB562	900	300	25,0	15,0	18	4329,8	4209,6	4115,8	0,97	0,95
PB563	900	300	25,0	15,0	22,5	4189,7	4289,5	4272,6	1,02	1,02
PB564	900	300	25,0	15,0	27	4095,8	3908,6	3952,3	0,95	0,96

(continua)

Tabela B.27 – Modelos numéricos para análise do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PB565	900	300	21,4	15,0	18	3848,8	3737,6	3679,3	0,97	0,96
PB566	900	300	21,4	15,0	22,5	3729,6	3794,6	3805,9	1,02	1,02
PB567	900	300	21,4	15,0	27	3637,0	3470,6	3533,1	0,95	0,97
PB568	900	300	18,8	15,0	18	3543,1	3414,4	3381,3	0,96	0,95
PB569	900	300	18,8	15,0	22,5	3445,6	3401,1	3431,9	0,99	1,00
PB570	900	300	18,8	15,0	27	3333,8	3171,0	3246,9	0,95	0,97
PB571	900	300	16,7	15,0	18	3244,2	3178,5	3164,4	0,98	0,98
PB572	900	300	16,7	15,0	22,5	3172,9	3110,3	3155,2	0,98	0,99
PB573	900	300	16,7	15,0	27	3090,5	2952,6	3038,7	0,96	0,98
PB574	900	300	15,0	15,0	18	3032,2	2998,2	2999,2	0,99	0,99
PB575	900	300	15,0	15,0	22,5	2976,5	2886,1	2941,6	0,97	0,99
PB576	900	300	15,0	15,0	27	2875,5	2785,9	2880,0	0,97	1,00
PB577	900	300	30,0	12,9	18	4370,0	4361,3	4110,0	1,00	0,94
PB578	900	300	30,0	12,9	22,5	3982,3	3972,2	3841,7	1,00	0,96
PB579	900	300	30,0	12,9	27	3873,0	4053,0	3980,4	1,05	1,03
PB580	900	300	25,0	12,9	18	3678,8	3603,3	3451,3	0,98	0,94
PB581	900	300	25,0	12,9	22,5	3443,8	3368,9	3284,9	0,98	0,95
PB582	900	300	25,0	12,9	27	3365,2	3347,1	3314,1	0,99	0,98
PB583	900	300	21,4	12,9	18	3230,0	3131,6	3019,5	0,97	0,93
PB584	900	300	21,4	12,9	22,5	3032,2	3005,2	2950,6	0,99	0,97
PB585	900	300	21,4	12,9	27	2980,9	2908,3	2899,5	0,98	0,97
PB586	900	300	18,8	12,9	18	2940,9	2809,7	2725,0	0,96	0,93
PB587	900	300	18,8	12,9	22,5	2782,2	2762,9	2729,2	0,99	0,98
PB588	900	300	18,8	12,9	27	2730,5	2608,9	2616,7	0,96	0,96
PB589	900	300	16,7	12,9	18	2669,1	2575,5	2510,8	0,96	0,94
PB590	900	300	16,7	12,9	22,5	2550,2	2589,8	2571,9	1,02	1,01
PB591	900	300	16,7	12,9	27	2533,3	2391,3	2411,0	0,94	0,95
PB592	900	300	15,0	12,9	18	2473,9	2396,9	2347,7	0,97	0,95
PB593	900	300	15,0	12,9	22,5	2386,0	2459,6	2454,3	1,03	1,03
PB594	900	300	15,0	12,9	27	2354,4	2225,6	2254,4	0,95	0,96
PB595	900	300	30,0	11,3	18	3840,9	4032,6	3793,3	1,05	0,99
PB596	900	300	30,0	11,3	22,5	3435,7	3455,0	3281,5	1,01	0,96
PB597	900	300	30,0	11,3	27	3295,5	3388,0	3266,4	1,03	0,99
PB598	900	300	25,0	11,3	18	3242,9	3269,6	3082,1	1,01	0,95
PB599	900	300	25,0	11,3	22,5	2944,3	2851,9	2730,4	0,97	0,93
PB600	900	300	25,0	11,3	27	2834,6	2868,6	2788,4	1,01	0,98
PB601	900	300	21,4	11,3	18	2829,8	2795,7	2639,6	0,99	0,93
PB602	900	300	21,4	11,3	22,5	2564,9	2489,9	2400,2	0,97	0,94
PB603	900	300	21,4	11,3	27	2496,1	2564,2	2509,9	1,03	1,01
PB604	900	300	18,8	11,3	18	2555,7	2472,9	2337,5	0,97	0,91
PB605	900	300	18,8	11,3	22,5	2331,6	2249,8	2181,7	0,96	0,94
PB606	900	300	18,8	11,3	27	2279,8	2297,9	2262,9	1,01	0,99
PB607	900	300	16,7	11,3	18	2302,6	2238,5	2143,9	0,97	0,93
PB608	900	300	16,7	11,3	22,5	2122,3	2078,9	2026,8	0,98	0,95
PB609	900	300	16,7	11,3	27	2115,3	2079,5	2058,7	0,98	0,97
PB610	900	300	15,0	11,3	18	2118,6	2060,0	1982,0	0,97	0,94
PB611	900	300	15,0	11,3	22,5	1976,3	1950,9	1911,0	0,99	0,97

(continua)

Tabela B.27 – Modelos numéricos para análise do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PB612	900	300	15,0	11,3	27	1962,6	1913,3	1903,2	0,97	0,97
PB613	900	300	30,0	10,0	18	3344,6	3628,6	3405,0	1,08	1,02
PB614	900	300	30,0	10,0	22,5	3028,6	3147,4	2943,1	1,04	0,97
PB615	900	300	30,0	10,0	27	2871,5	2946,4	2795,0	1,03	0,97
PB616	900	300	25,0	10,0	18	2898,6	3074,9	2892,3	1,06	1,00
PB617	900	300	25,0	10,0	22,5	2592,1	2541,8	2395,4	0,98	0,92
PB618	900	300	25,0	10,0	27	2448,6	2428,0	2322,0	0,99	0,95
PB619	900	300	21,4	10,0	18	2540,3	2597,9	2448,1	1,02	0,96
PB620	900	300	21,4	10,0	22,5	2242,2	2179,3	2067,7	0,97	0,92
PB621	900	300	21,4	10,0	27	2139,9	2125,6	2046,9	0,99	0,96
PB622	900	300	18,8	10,0	18	2287,0	2273,3	2145,2	0,99	0,94
PB623	900	300	18,8	10,0	22,5	2020,9	1939,6	1851,0	0,96	0,92
PB624	900	300	18,8	10,0	27	1943,7	1929,8	1869,6	0,99	0,96
PB625	900	300	16,7	10,0	18	2051,9	2037,7	1925,1	0,99	0,94
PB626	900	300	16,7	10,0	22,5	1826,2	1769,4	1697,4	0,97	0,93
PB627	900	300	16,7	10,0	27	1798,9	1793,1	1746,5	1,00	0,97
PB628	900	300	15,0	10,0	18	1878,3	1858,6	1757,5	0,99	0,94
PB629	900	300	15,0	10,0	22,5	1691,3	1642,2	1582,8	0,97	0,94
PB630	900	300	15,0	10,0	27	1663,3	1692,4	1656,3	1,02	1,00
PB631	900	300	30,0	9,0	18	2782,8	3069,9	2873,1	1,10	1,03
PB632	900	300	30,0	9,0	22,5	2681,9	2956,0	2722,3	1,10	1,02
PB633	900	300	30,0	9,0	27	2542,3	2666,6	2493,7	1,05	0,98
PB634	900	300	25,0	9,0	18	2546,4	2584,0	2424,6	1,01	0,95
PB635	900	300	25,0	9,0	22,5	2322,0	2346,7	2165,4	1,01	0,93
PB636	900	300	25,0	9,0	27	2161,3	2146,9	2023,8	0,99	0,94
PB637	900	300	21,4	9,0	18	2289,7	2310,4	2172,1	1,01	0,95
PB638	900	300	21,4	9,0	22,5	2007,0	1982,7	1855,0	0,99	0,92
PB639	900	300	21,4	9,0	27	1876,9	1844,7	1750,9	0,98	0,93
PB640	900	300	18,8	9,0	18	2074,3	2138,5	2013,7	1,03	0,97
PB641	900	300	18,8	9,0	22,5	1798,4	1742,3	1639,6	0,97	0,91
PB642	900	300	18,8	9,0	27	1694,2	1649,7	1575,3	0,97	0,93
PB643	900	300	16,7	9,0	18	1863,3	1912,5	1803,2	1,03	0,97
PB644	900	300	16,7	9,0	22,5	1615,7	1572,0	1486,9	0,97	0,92
PB645	900	300	16,7	9,0	27	1561,3	1514,1	1453,4	0,97	0,93
PB646	900	300	15,0	9,0	18	1702,7	1732,4	1635,2	1,02	0,96
PB647	900	300	15,0	9,0	22,5	1488,9	1444,9	1373,0	0,97	0,92
PB648	900	300	15,0	9,0	27	1436,9	1414,4	1364,2	0,98	0,95
PB649	1200	300	30,0	24,0	24	7750,1	7593,0	7956,5	0,98	1,03
PB650	1200	300	30,0	24,0	30	7418,7	7454,9	7942,1	1,00	1,07
PB651	1200	300	30,0	24,0	36	7136,7	7093,7	7633,3	0,99	1,07
PB652	1200	300	25,0	24,0	24	6957,8	6694,1	7071,3	0,96	1,02
PB653	1200	300	25,0	24,0	30	6561,7	6518,1	6995,2	0,99	1,07
PB654	1200	300	25,0	24,0	36	6326,5	6374,1	6902,9	1,01	1,09
PB655	1200	300	21,4	24,0	24	6358,4	6097,6	6484,8	0,96	1,02
PB656	1200	300	21,4	24,0	30	5928,5	5893,3	6363,1	0,99	1,07
PB657	1200	300	21,4	24,0	36	5753,0	5795,5	6308,9	1,01	1,10
PB658	1200	300	18,8	24,0	24	5832,8	5670,7	6065,9	0,97	1,04

(continua)

Tabela B.27 – Modelos numéricos para análise do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PB659	1200	300	18,8	24,0	30	5489,8	5444,9	5909,2	0,99	1,08
PB660	1200	300	18,8	24,0	36	5305,1	5334,8	5832,5	1,01	1,10
PB661	1200	300	16,7	24,0	24	5461,5	5348,9	5750,7	0,98	1,05
PB662	1200	300	16,7	24,0	30	5164,2	5106,4	5566,4	0,99	1,08
PB663	1200	300	16,7	24,0	36	4946,9	4986,6	5472,0	1,01	1,11
PB664	1200	300	15,0	24,0	24	5158,1	5096,8	5504,3	0,99	1,07
PB665	1200	300	15,0	24,0	30	4864,2	4841,2	5297,8	1,00	1,09
PB666	1200	300	15,0	24,0	36	4661,0	4713,6	5188,9	1,01	1,11
PB667	1200	300	30,0	20,0	24	6054,4	6317,3	6456,1	1,04	1,07
PB668	1200	300	30,0	20,0	30	5908,4	5687,7	5919,2	0,96	1,00
PB669	1200	300	30,0	20,0	36	5669,0	5569,6	5869,8	0,98	1,04
PB670	1200	300	25,0	20,0	24	5409,0	5416,2	5581,0	1,00	1,03
PB671	1200	300	25,0	20,0	30	5196,0	5029,6	5275,5	0,97	1,02
PB672	1200	300	25,0	20,0	36	4979,6	4853,5	5151,7	0,97	1,03
PB673	1200	300	21,4	20,0	24	4928,8	4820,3	5001,6	0,98	1,01
PB674	1200	300	21,4	20,0	30	4663,5	4604,9	4861,7	0,99	1,04
PB675	1200	300	21,4	20,0	36	4493,3	4386,6	4683,4	0,98	1,04
PB676	1200	300	18,8	20,0	24	4507,7	4395,2	4588,0	0,98	1,02
PB677	1200	300	18,8	20,0	30	4295,6	4306,9	4572,6	1,00	1,06
PB678	1200	300	18,8	20,0	36	4122,8	4056,7	4352,7	0,98	1,06
PB679	1200	300	16,7	20,0	24	4230,2	4075,6	4276,9	0,96	1,01
PB680	1200	300	16,7	20,0	30	4029,5	4004,1	4271,8	0,99	1,06
PB681	1200	300	16,7	20,0	36	3821,6	3810,4	4105,9	1,00	1,07
PB682	1200	300	15,0	20,0	24	3995,9	3826,0	4033,8	0,96	1,01
PB683	1200	300	15,0	20,0	30	3782,1	3738,9	4006,0	0,99	1,06
PB684	1200	300	15,0	20,0	36	3588,9	3619,1	3914,2	1,01	1,09
PB685	1200	300	30,0	17,1	24	4949,0	4927,9	4930,0	1,00	1,00
PB686	1200	300	30,0	17,1	30	4858,1	4727,6	4819,0	0,97	0,99
PB687	1200	300	30,0	17,1	36	4705,8	4579,2	4734,1	0,97	1,01
PB688	1200	300	25,0	17,1	24	4372,0	4357,9	4395,8	1,00	1,01
PB689	1200	300	25,0	17,1	30	4258,9	4070,7	4183,2	0,96	0,98
PB690	1200	300	25,0	17,1	36	4108,9	4052,0	4221,2	0,99	1,03
PB691	1200	300	21,4	17,1	24	3954,5	3999,0	4062,1	1,01	1,03
PB692	1200	300	21,4	17,1	30	3809,1	3648,5	3775,0	0,96	0,99
PB693	1200	300	21,4	17,1	36	3683,0	3622,1	3797,2	0,98	1,03
PB694	1200	300	18,8	17,1	24	3600,4	3751,4	3833,8	1,04	1,06
PB695	1200	300	18,8	17,1	30	3502,1	3353,4	3490,0	0,96	1,00
PB696	1200	300	18,8	17,1	36	3365,0	3292,0	3469,8	0,98	1,03
PB697	1200	300	16,7	17,1	24	3379,8	3433,1	3527,4	1,02	1,04
PB698	1200	300	16,7	17,1	30	3285,6	3134,7	3279,1	0,95	1,00
PB699	1200	300	16,7	17,1	36	3101,5	3046,0	3225,5	0,98	1,04
PB700	1200	300	15,0	17,1	24	3195,3	3182,9	3285,9	1,00	1,03
PB701	1200	300	15,0	17,1	30	3081,1	2965,6	3116,3	0,96	1,01
PB702	1200	300	15,0	17,1	36	2904,2	2855,2	3035,9	0,98	1,05
PB703	1200	300	30,0	15,0	24	4216,9	4123,1	4050,1	0,98	0,96
PB704	1200	300	30,0	15,0	30	4088,2	4198,1	4201,4	1,03	1,03
PB705	1200	300	30,0	15,0	36	4003,9	3828,5	3889,2	0,96	0,97

(continua)

Tabela B.27 – Modelos numéricos para análise do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PB706	1200	300	25,0	15,0	24	3676,1	3556,9	3522,4	0,97	0,96
PB707	1200	300	25,0	15,0	30	3564,1	3537,9	3569,9	0,99	1,00
PB708	1200	300	25,0	15,0	36	3486,6	3303,4	3382,5	0,95	0,97
PB709	1200	300	21,4	15,0	24	3290,3	3202,2	3193,3	0,97	0,97
PB710	1200	300	21,4	15,0	30	3175,9	3114,8	3164,9	0,98	1,00
PB711	1200	300	21,4	15,0	36	3113,8	2974,9	3066,4	0,96	0,98
PB712	1200	300	18,8	15,0	24	2974,8	2958,8	2968,4	0,99	1,00
PB713	1200	300	18,8	15,0	30	2917,6	2819,6	2882,2	0,97	0,99
PB714	1200	300	18,8	15,0	36	2839,5	2749,7	2850,5	0,97	1,00
PB715	1200	300	16,7	15,0	24	2783,4	2780,7	2804,8	1,00	1,01
PB716	1200	300	16,7	15,0	30	2742,2	2601,3	2673,1	0,95	0,97
PB717	1200	300	16,7	15,0	36	2606,0	2585,4	2693,3	0,99	1,03
PB718	1200	300	15,0	15,0	24	2628,1	2644,4	2680,1	1,01	1,02
PB719	1200	300	15,0	15,0	30	2575,0	2432,9	2511,8	0,94	0,98
PB720	1200	300	15,0	15,0	36	2436,4	2430,2	2542,8	1,00	1,04
PB721	1200	300	30,0	13,3	24	3712,6	3639,2	3518,5	0,98	0,95
PB722	1200	300	30,0	13,3	30	3521,0	3532,4	3478,0	1,00	0,99
PB723	1200	300	30,0	13,3	36	3459,6	3379,4	3378,7	0,98	0,98
PB724	1200	300	25,0	13,3	24	3199,5	3072,9	2994,8	0,96	0,94
PB725	1200	300	25,0	13,3	30	3043,3	3080,7	3058,4	1,01	1,00
PB726	1200	300	25,0	13,3	36	3005,3	2853,1	2875,8	0,95	0,96
PB727	1200	300	21,4	13,3	24	2833,3	2719,3	2668,4	0,96	0,94
PB728	1200	300	21,4	13,3	30	2695,8	2797,0	2796,3	1,04	1,04
PB729	1200	300	21,4	13,3	36	2679,4	2524,9	2562,4	0,94	0,96
PB730	1200	300	18,8	13,3	24	2541,6	2477,4	2445,6	0,97	0,96
PB731	1200	300	18,8	13,3	30	2470,4	2500,5	2515,0	1,01	1,02
PB732	1200	300	18,8	13,3	36	2444,0	2300,6	2348,4	0,94	0,96
PB733	1200	300	16,7	13,3	24	2364,9	2301,0	2283,6	0,97	0,97
PB734	1200	300	16,7	13,3	30	2323,4	2281,5	2307,0	0,98	0,99
PB735	1200	300	16,7	13,3	36	2237,0	2137,2	2192,9	0,96	0,98
PB736	1200	300	15,0	13,3	24	2225,8	2166,3	2160,2	0,97	0,97
PB737	1200	300	15,0	13,3	30	2184,7	2112,7	2146,6	0,97	0,98
PB738	1200	300	15,0	13,3	36	2092,0	2012,5	2074,4	0,96	0,99
PB739	1200	300	30,0	12,0	24	3344,4	3333,6	3148,2	1,00	0,94
PB740	1200	300	30,0	12,0	30	3100,2	3063,5	2972,9	0,99	0,96
PB741	1200	300	30,0	12,0	36	3030,3	3097,5	3052,3	1,02	1,01
PB742	1200	300	25,0	12,0	24	2860,7	2765,2	2657,4	0,97	0,93
PB743	1200	300	25,0	12,0	30	2654,3	2613,5	2557,1	0,98	0,96
PB744	1200	300	25,0	12,0	36	2620,7	2568,4	2551,8	0,98	0,97
PB745	1200	300	21,4	12,0	24	2510,6	2411,2	2332,8	0,96	0,93
PB746	1200	300	21,4	12,0	30	2333,6	2341,9	2307,4	1,00	0,99
PB747	1200	300	21,4	12,0	36	2331,6	2239,1	2240,1	0,96	0,96
PB748	1200	300	18,8	12,0	24	2235,7	2169,5	2111,3	0,97	0,94
PB749	1200	300	18,8	12,0	30	2128,7	2160,8	2141,9	1,02	1,01
PB750	1200	300	18,8	12,0	36	2128,4	2014,4	2027,5	0,95	0,95
PB751	1200	300	16,7	12,0	24	2067,6	1993,7	1950,3	0,96	0,94
PB752	1200	300	16,7	12,0	30	1998,6	2031,3	2024,4	1,02	1,01

(continua)

Tabela B.27 – Modelos numéricos para análise do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PB753	1200	300	16,7	12,0	36	1944,3	1851,1	1872,8	0,95	0,96
PB754	1200	300	15,0	12,0	24	1937,8	1859,6	1827,8	0,96	0,94
PB755	1200	300	15,0	12,0	30	1878,9	1910,4	1913,0	1,02	1,02
PB756	1200	300	15,0	12,0	36	1820,8	1726,7	1755,1	0,95	0,96
PB757	1200	400	40,0	24,0	24	14815,6	14628,4	14544,8	0,99	0,98
PB758	1200	400	40,0	24,0	30	14444,9	14281,1	14468,2	0,99	1,00
PB759	1200	400	40,0	24,0	36	13879,5	13588,9	13966,8	0,98	1,01
PB760	1200	400	33,3	24,0	24	12934,3	12822,1	12853,2	0,99	0,99
PB761	1200	400	33,3	24,0	30	12398,8	12205,1	12465,5	0,98	1,01
PB762	1200	400	33,3	24,0	36	11943,8	11916,6	12342,5	1,00	1,03
PB763	1200	400	28,6	24,0	24	11551,1	11686,6	11796,6	1,01	1,02
PB764	1200	400	28,6	24,0	30	11380,1	10872,1	11180,2	0,96	0,98
PB765	1200	400	28,6	24,0	36	10763,7	10867,2	11327,9	1,01	1,05
PB766	1200	400	25,0	24,0	24	10670,0	10904,5	11073,8	1,02	1,04
PB767	1200	400	25,0	24,0	30	10506,0	9940,6	10282,6	0,95	0,98
PB768	1200	400	25,0	24,0	36	9886,3	9870,3	10345,0	1,00	1,05
PB769	1200	400	22,2	24,0	24	9951,7	10330,6	10547,2	1,04	1,06
PB770	1200	400	22,2	24,0	30	9602,2	9250,5	9618,2	0,96	1,00
PB771	1200	400	22,2	24,0	36	9169,1	9094,3	9577,0	0,99	1,04
PB772	1200	400	20,0	24,0	24	9434,4	9602,8	9851,2	1,02	1,04
PB773	1200	400	20,0	24,0	30	9038,6	8717,1	9105,2	0,96	1,01
PB774	1200	400	20,0	24,0	36	8651,3	8492,1	8980,3	0,98	1,04
PB775	1200	400	40,0	20,0	24	12053,3	11770,2	11416,4	0,98	0,95
PB776	1200	400	40,0	20,0	30	11474,6	11612,0	11471,7	1,01	1,00
PB777	1200	400	40,0	20,0	36	11127,6	10929,0	10962,8	0,98	0,99
PB778	1200	400	33,3	20,0	24	10345,9	9978,3	9756,0	0,96	0,94
PB779	1200	400	33,3	20,0	30	9740,0	10167,7	10127,6	1,04	1,04
PB780	1200	400	33,3	20,0	36	9533,0	9264,8	9368,4	0,97	0,98
PB781	1200	400	28,6	20,0	24	9106,6	8859,4	8721,4	0,97	0,96
PB782	1200	400	28,6	20,0	30	8902,1	8994,5	9021,4	1,01	1,01
PB783	1200	400	28,6	20,0	36	8571,5	8226,6	8374,9	0,96	0,98
PB784	1200	400	25,0	20,0	24	8325,7	8093,3	8014,9	0,97	0,96
PB785	1200	400	25,0	20,0	30	8192,1	8061,9	8134,9	0,98	0,99
PB786	1200	400	25,0	20,0	36	7862,6	7516,5	7696,5	0,96	0,98
PB787	1200	400	22,2	20,0	24	7703,8	7534,2	7500,9	0,98	0,97
PB788	1200	400	22,2	20,0	30	7484,0	7372,7	7479,0	0,99	1,00
PB789	1200	400	22,2	20,0	36	7257,3	6998,8	7202,9	0,96	0,99
PB790	1200	400	20,0	20,0	24	7263,4	7106,9	7109,2	0,98	0,98
PB791	1200	400	20,0	20,0	30	7032,8	6841,2	6972,8	0,97	0,99
PB792	1200	400	20,0	20,0	36	6840,1	6603,6	6826,8	0,97	1,00
PB793	1200	400	40,0	17,1	24	10337,8	10337,8	9742,2	1,00	0,94
PB794	1200	400	40,0	17,1	30	9547,5	9415,5	9106,3	0,99	0,95
PB795	1200	400	40,0	17,1	36	9186,6	9607,0	9434,9	1,05	1,03
PB796	1200	400	33,3	17,1	24	8786,5	8541,0	8180,8	0,97	0,93
PB797	1200	400	33,3	17,1	30	8000,4	7985,6	7786,4	1,00	0,97
PB798	1200	400	33,3	17,1	36	7825,3	7934,0	7855,7	1,01	1,00
PB799	1200	400	28,6	17,1	24	7643,2	7423,0	7157,4	0,97	0,94

(continua)

Tabela B.27 – Modelos numéricos para análise do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PB800	1200	400	28,6	17,1	30	7238,3	7123,5	6994,1	0,98	0,97
PB801	1200	400	28,6	17,1	36	7015,1	6893,6	6872,9	0,98	0,98
PB802	1200	400	25,0	17,1	24	6915,0	6660,0	6459,2	0,96	0,93
PB803	1200	400	25,0	17,1	30	6608,9	6549,1	6469,1	0,99	0,98
PB804	1200	400	25,0	17,1	36	6443,5	6184,1	6202,5	0,96	0,96
PB805	1200	400	22,2	17,1	24	6339,1	6104,8	5951,6	0,96	0,94
PB806	1200	400	22,2	17,1	30	6023,5	6138,8	6096,3	1,02	1,01
PB807	1200	400	22,2	17,1	36	5927,6	5668,3	5715,1	0,96	0,96
PB808	1200	400	20,0	17,1	24	5933,7	5681,6	5565,0	0,96	0,94
PB809	1200	400	20,0	17,1	30	5637,4	5830,2	5817,6	1,03	1,03
PB810	1200	400	20,0	17,1	36	5592,5	5275,4	5343,8	0,94	0,96
PB811	1200	400	40,0	15,0	24	9082,3	9558,9	8991,4	1,05	0,99
PB812	1200	400	40,0	15,0	30	8235,9	8189,6	7778,4	0,99	0,94
PB813	1200	400	40,0	15,0	36	7802,8	8030,7	7742,5	1,03	0,99
PB814	1200	400	33,3	15,0	24	7741,1	7750,2	7305,8	1,00	0,94
PB815	1200	400	33,3	15,0	30	6840,6	6759,9	6472,1	0,99	0,95
PB816	1200	400	33,3	15,0	36	6592,7	6799,8	6609,6	1,03	1,00
PB817	1200	400	28,6	15,0	24	6696,1	6626,9	6256,7	0,99	0,93
PB818	1200	400	28,6	15,0	30	6120,8	5901,9	5689,4	0,96	0,93
PB819	1200	400	28,6	15,0	36	5869,4	6078,2	5949,4	1,04	1,01
PB820	1200	400	25,0	15,0	24	6012,8	5861,8	5540,7	0,97	0,92
PB821	1200	400	25,0	15,0	30	5534,7	5332,8	5171,5	0,96	0,93
PB822	1200	400	25,0	15,0	36	5385,4	5446,9	5363,8	1,01	1,00
PB823	1200	400	22,2	15,0	24	5468,7	5306,0	5081,8	0,97	0,93
PB824	1200	400	22,2	15,0	30	5019,9	4927,7	4804,2	0,98	0,96
PB825	1200	400	22,2	15,0	36	4932,6	4929,1	4879,8	1,00	0,99
PB826	1200	400	20,0	15,0	24	5084,9	4883,0	4698,0	0,96	0,92
PB827	1200	400	20,0	15,0	30	4669,1	4624,3	4529,9	0,99	0,97
PB828	1200	400	20,0	15,0	36	4653,9	4535,2	4511,3	0,97	0,97
PB829	1200	400	40,0	13,3	24	7909,4	8601,2	8071,0	1,09	1,02
PB830	1200	400	40,0	13,3	30	7256,6	7460,6	6976,1	1,03	0,96
PB831	1200	400	40,0	13,3	36	6791,0	6984,1	6625,3	1,03	0,98
PB832	1200	400	33,3	13,3	24	6914,6	7288,8	6855,9	1,05	0,99
PB833	1200	400	33,3	13,3	30	6025,8	6025,0	5678,1	1,00	0,94
PB834	1200	400	33,3	13,3	36	5700,0	5755,2	5504,0	1,01	0,97
PB835	1200	400	28,6	13,3	24	6010,4	6158,0	5802,8	1,02	0,97
PB836	1200	400	28,6	13,3	30	5348,5	5165,9	4901,2	0,97	0,92
PB837	1200	400	28,6	13,3	36	5030,4	5038,4	4852,0	1,00	0,96
PB838	1200	400	25,0	13,3	24	5384,6	5388,5	5084,9	1,00	0,94
PB839	1200	400	25,0	13,3	30	4795,1	4597,5	4387,6	0,96	0,92
PB840	1200	400	25,0	13,3	36	4596,5	4574,3	4431,7	1,00	0,96
PB841	1200	400	22,2	13,3	24	4873,2	4830,2	4563,1	0,99	0,94
PB842	1200	400	22,2	13,3	30	4325,1	4194,1	4023,6	0,97	0,93
PB843	1200	400	22,2	13,3	36	4185,0	4250,4	4140,0	1,02	0,99
PB844	1200	400	20,0	13,3	24	4509,2	4405,6	4165,9	0,98	0,92
PB845	1200	400	20,0	13,3	30	3996,0	3892,5	3751,9	0,97	0,94
PB846	1200	400	20,0	13,3	36	3938,8	4011,5	3926,1	1,02	1,00

(continua)

Tabela B.27 – Modelos numéricos para análise do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PB847	1200	400	40,0	12,0	24	6585,7	7276,8	6810,2	1,10	1,03
PB848	1200	400	40,0	12,0	30	6419,2	7006,7	6452,9	1,09	1,01
PB849	1200	400	40,0	12,0	36	6008,6	6320,9	5910,9	1,05	0,98
PB850	1200	400	33,3	12,0	24	6066,5	6125,1	5747,1	1,01	0,95
PB851	1200	400	33,3	12,0	30	5403,4	5562,6	5132,9	1,03	0,95
PB852	1200	400	33,3	12,0	36	5037,2	5088,8	4797,1	1,01	0,95
PB853	1200	400	28,6	12,0	24	5416,2	5476,4	5148,7	1,01	0,95
PB854	1200	400	28,6	12,0	30	4785,4	4699,8	4397,2	0,98	0,92
PB855	1200	400	28,6	12,0	36	4412,6	4372,7	4150,4	0,99	0,94
PB856	1200	400	25,0	12,0	24	4889,0	5069,0	4773,1	1,04	0,98
PB857	1200	400	25,0	12,0	30	4266,7	4130,0	3886,4	0,97	0,91
PB858	1200	400	25,0	12,0	36	4010,8	3910,4	3733,9	0,97	0,93
PB859	1200	400	22,2	12,0	24	4425,5	4533,3	4274,3	1,02	0,97
PB860	1200	400	22,2	12,0	30	3831,0	3726,2	3524,5	0,97	0,92
PB861	1200	400	22,2	12,0	36	3627,7	3588,9	3445,2	0,99	0,95
PB862	1200	400	20,0	12,0	24	4087,3	4106,5	3876,0	1,00	0,95
PB863	1200	400	20,0	12,0	30	3518,4	3424,9	3254,5	0,97	0,92
PB864	1200	400	20,0	12,0	36	3399,9	3352,6	3233,7	0,99	0,95
								Média	0,99	0,99
						Coef. de variação			2,9%	4,4%

Tabela B.28 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK1	300	75	6,3	6,0	500	6	105,4	103,0	108,6	0,98	1,03
PK2	300	75	6,3	6,0	750	6	106,2	103,5	109,2	0,97	1,03
PK3	300	75	6,3	6,0	1200	6	106,9	103,9	109,7	0,97	1,03
PK4	300	75	6,3	6,0	1800	6	107,2	104,1	109,9	0,97	1,03
PK5	300	75	6,3	6,0	2900	6	107,5	104,3	110,1	0,97	1,02
PK6	300	75	6,3	6,0	500	7,5	101,0	100,5	107,7	0,99	1,07
PK7	300	75	6,3	6,0	750	7,5	101,6	100,9	108,2	0,99	1,06
PK8	300	75	6,3	6,0	1200	7,5	102,1	101,3	108,6	0,99	1,06
PK9	300	75	6,3	6,0	1800	7,5	102,4	101,5	108,8	0,99	1,06
PK10	300	75	6,3	6,0	2900	7,5	102,6	101,6	109,0	0,99	1,06
PK11	300	75	6,3	6,0	500	9	96,6	97,6	105,5	1,01	1,09
PK12	300	75	6,3	6,0	750	9	97,2	98,2	106,3	1,01	1,09
PK13	300	75	6,3	6,0	1200	9	97,7	98,7	106,9	1,01	1,09
PK14	300	75	6,3	6,0	1800	9	98,0	99,0	107,2	1,01	1,09
PK15	300	75	6,3	6,0	2900	9	98,2	99,2	107,4	1,01	1,09
PK16	300	75	4,7	6,0	500	6	89,9	87,0	92,9	0,97	1,03
PK17	300	75	4,7	6,0	750	6	90,5	87,5	93,5	0,97	1,03
PK18	300	75	4,7	6,0	1200	6	91,0	87,9	94,0	0,97	1,03
PK19	300	75	4,7	6,0	1800	6	91,3	88,1	94,2	0,97	1,03
PK20	300	75	4,7	6,0	2900	6	91,6	88,3	94,4	0,96	1,03
PK21	300	75	4,7	6,0	500	7,5	85,1	83,7	90,7	0,98	1,07
PK22	300	75	4,7	6,0	750	7,5	85,6	84,2	91,2	0,98	1,07
PK23	300	75	4,7	6,0	1200	7,5	86,1	84,5	91,6	0,98	1,06
PK24	300	75	4,7	6,0	1800	7,5	86,3	84,7	91,9	0,98	1,06
PK25	300	75	4,7	6,0	2900	7,5	86,5	84,8	92,0	0,98	1,06
PK26	300	75	4,7	6,0	500	9	80,8	82,1	89,7	1,02	1,11
PK27	300	75	4,7	6,0	750	9	81,4	82,5	90,1	1,01	1,11
PK28	300	75	4,7	6,0	1200	9	81,8	82,8	90,5	1,01	1,11
PK29	300	75	4,7	6,0	1800	9	82,0	83,0	90,7	1,01	1,11
PK30	300	75	4,7	6,0	2900	9	82,2	83,1	90,9	1,01	1,11
PK31	300	75	6,3	4,3	500	6	67,0	67,6	68,1	1,01	1,02
PK32	300	75	6,3	4,3	750	6	67,2	67,7	68,3	1,01	1,02
PK33	300	75	6,3	4,3	1200	6	67,4	67,9	68,4	1,01	1,02
PK34	300	75	6,3	4,3	1800	6	67,5	67,9	68,5	1,01	1,02
PK35	300	75	6,3	4,3	2900	6	67,6	68,0	68,6	1,01	1,01
PK36	300	75	6,3	4,3	500	7,5	66,2	63,3	65,0	0,96	0,98
PK37	300	75	6,3	4,3	750	7,5	66,4	63,4	65,1	0,95	0,98
PK38	300	75	6,3	4,3	1200	7,5	66,6	63,5	65,2	0,95	0,98
PK39	300	75	6,3	4,3	1800	7,5	66,7	63,5	65,2	0,95	0,98
PK40	300	75	6,3	4,3	2900	7,5	66,8	63,5	65,3	0,95	0,98
PK41	300	75	6,3	4,3	500	9	63,5	62,8	65,4	0,99	1,03
PK42	300	75	6,3	4,3	750	9	63,7	63,0	65,6	0,99	1,03
PK43	300	75	6,3	4,3	1200	9	63,8	63,1	65,7	0,99	1,03
PK44	300	75	6,3	4,3	1800	9	63,9	63,2	65,8	0,99	1,03
PK45	300	75	6,3	4,3	2900	9	64,0	63,2	65,9	0,99	1,03
PK46	300	75	4,7	4,3	500	6	56,2	58,1	59,3	1,03	1,06
PK47	300	75	4,7	4,3	750	6	56,4	58,3	59,5	1,03	1,05

(continua)

Tabela B.28 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK48	300	75	4,7	4,3	1200	6	56,6	58,4	59,7	1,03	1,05
PK49	300	75	4,7	4,3	1800	6	56,7	58,5	59,7	1,03	1,05
PK50	300	75	4,7	4,3	2900	6	56,8	58,5	59,8	1,03	1,05
PK51	300	75	4,7	4,3	500	7,5	55,1	52,1	54,1	0,94	0,98
PK52	300	75	4,7	4,3	750	7,5	55,3	52,2	54,3	0,94	0,98
PK53	300	75	4,7	4,3	1200	7,5	55,4	52,3	54,4	0,94	0,98
PK54	300	75	4,7	4,3	1800	7,5	55,5	52,3	54,4	0,94	0,98
PK55	300	75	4,7	4,3	2900	7,5	55,6	52,3	54,5	0,94	0,98
PK56	300	75	4,7	4,3	500	9	51,8	51,2	53,9	0,99	1,04
PK57	300	75	4,7	4,3	750	9	51,9	51,3	54,0	0,99	1,04
PK58	300	75	4,7	4,3	1200	9	52,0	51,3	54,1	0,99	1,04
PK59	300	75	4,7	4,3	1800	9	52,1	51,4	54,1	0,99	1,04
PK60	300	75	4,7	4,3	2900	9	52,1	51,4	54,2	0,99	1,04
PK61	300	75	6,3	3,3	500	6	49,3	47,9	46,7	0,97	0,95
PK62	300	75	6,3	3,3	750	6	49,4	47,9	46,7	0,97	0,95
PK63	300	75	6,3	3,3	1200	6	49,4	48,0	46,7	0,97	0,95
PK64	300	75	6,3	3,3	1800	6	49,5	48,0	46,8	0,97	0,95
PK65	300	75	6,3	3,3	2900	6	49,5	48,0	46,8	0,97	0,95
PK66	300	75	6,3	3,3	500	7,5	47,6	47,9	47,6	1,01	1,00
PK67	300	75	6,3	3,3	750	7,5	47,7	48,0	47,7	1,01	1,00
PK68	300	75	6,3	3,3	1200	7,5	47,8	48,1	47,7	1,01	1,00
PK69	300	75	6,3	3,3	1800	7,5	47,8	48,1	47,7	1,01	1,00
PK70	300	75	6,3	3,3	2900	7,5	47,8	48,1	47,8	1,01	1,00
PK71	300	75	6,3	3,3	500	9	46,7	44,5	44,8	0,95	0,96
PK72	300	75	6,3	3,3	750	9	46,8	44,5	44,9	0,95	0,96
PK73	300	75	6,3	3,3	1200	9	46,9	44,5	44,9	0,95	0,96
PK74	300	75	6,3	3,3	1800	9	46,9	44,5	44,9	0,95	0,96
PK75	300	75	6,3	3,3	2900	9	46,9	44,6	44,9	0,95	0,96
PK76	300	75	4,7	3,3	500	6	40,0	38,6	38,1	0,96	0,95
PK77	300	75	4,7	3,3	750	6	40,1	38,6	38,1	0,96	0,95
PK78	300	75	4,7	3,3	1200	6	40,1	38,7	38,2	0,96	0,95
PK79	300	75	4,7	3,3	1800	6	40,2	38,7	38,2	0,96	0,95
PK80	300	75	4,7	3,3	2900	6	40,2	38,7	38,2	0,96	0,95
PK81	300	75	4,7	3,3	500	7,5	39,2	39,0	39,2	0,99	1,00
PK82	300	75	4,7	3,3	750	7,5	39,3	39,0	39,2	0,99	1,00
PK83	300	75	4,7	3,3	1200	7,5	39,4	39,0	39,3	0,99	1,00
PK84	300	75	4,7	3,3	1800	7,5	39,4	39,0	39,3	0,99	1,00
PK85	300	75	4,7	3,3	2900	7,5	39,5	39,1	39,3	0,99	1,00
PK86	300	75	4,7	3,3	500	9	37,7	35,8	36,6	0,95	0,97
PK87	300	75	4,7	3,3	750	9	37,8	35,9	36,6	0,95	0,97
PK88	300	75	4,7	3,3	1200	9	37,8	35,9	36,6	0,95	0,97
PK89	300	75	4,7	3,3	1800	9	37,8	35,9	36,7	0,95	0,97
PK90	300	75	4,7	3,3	2900	9	37,9	35,9	36,7	0,95	0,97
PK91	300	100	8,3	6,0	500	6	198,4	196,3	196,4	0,99	0,99
PK92	300	100	8,3	6,0	750	6	199,7	197,6	197,9	0,99	0,99
PK93	300	100	8,3	6,0	1200	6	200,9	198,6	199,0	0,99	0,99
PK94	300	100	8,3	6,0	1800	6	201,5	199,2	199,6	0,99	0,99

(continua)

Tabela B.28 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK95	300	100	8,3	6,0	2900	6	202,1	199,6	200,0	0,99	0,99
PK96	300	100	8,3	6,0	500	7,5	190,9	188,1	191,8	0,99	1,00
PK97	300	100	8,3	6,0	750	7,5	192,4	189,0	192,8	0,98	1,00
PK98	300	100	8,3	6,0	1200	7,5	193,6	189,6	193,5	0,98	1,00
PK99	300	100	8,3	6,0	1800	7,5	194,3	190,0	193,9	0,98	1,00
PK100	300	100	8,3	6,0	2900	7,5	194,9	190,2	194,2	0,98	1,00
PK101	300	100	8,3	6,0	500	9	184,2	182,5	188,6	0,99	1,02
PK102	300	100	8,3	6,0	750	9	185,4	183,7	190,0	0,99	1,02
PK103	300	100	8,3	6,0	1200	9	186,3	184,6	191,1	0,99	1,03
PK104	300	100	8,3	6,0	1800	9	186,9	185,1	191,6	0,99	1,03
PK105	300	100	8,3	6,0	2900	9	187,3	185,5	192,1	0,99	1,03
PK106	300	100	6,3	6,0	500	6	159,1	166,5	168,7	1,05	1,06
PK107	300	100	6,3	6,0	750	6	160,3	167,7	170,1	1,05	1,06
PK108	300	100	6,3	6,0	1200	6	161,3	168,7	171,2	1,05	1,06
PK109	300	100	6,3	6,0	1800	6	161,9	169,3	171,8	1,05	1,06
PK110	300	100	6,3	6,0	2900	6	162,4	169,7	172,3	1,04	1,06
PK111	300	100	6,3	6,0	500	7,5	156,4	152,8	157,7	0,98	1,01
PK112	300	100	6,3	6,0	750	7,5	157,6	153,6	158,7	0,97	1,01
PK113	300	100	6,3	6,0	1200	7,5	158,6	154,2	159,4	0,97	1,01
PK114	300	100	6,3	6,0	1800	7,5	159,1	154,6	159,8	0,97	1,00
PK115	300	100	6,3	6,0	2900	7,5	159,6	154,9	160,1	0,97	1,00
PK116	300	100	6,3	6,0	500	9	151,0	152,3	159,3	1,01	1,05
PK117	300	100	6,3	6,0	750	9	152,0	152,9	160,1	1,01	1,05
PK118	300	100	6,3	6,0	1200	9	152,7	153,4	160,6	1,00	1,05
PK119	300	100	6,3	6,0	1800	9	153,1	153,7	161,0	1,00	1,05
PK120	300	100	6,3	6,0	2900	9	153,4	153,9	161,2	1,00	1,05
PK121	300	100	8,3	4,3	500	6	137,0	132,9	127,2	0,97	0,93
PK122	300	100	8,3	4,3	750	6	137,3	133,1	127,4	0,97	0,93
PK123	300	100	8,3	4,3	1200	6	137,5	133,2	127,6	0,97	0,93
PK124	300	100	8,3	4,3	1800	6	137,6	133,3	127,7	0,97	0,93
PK125	300	100	8,3	4,3	2900	6	137,7	133,4	127,7	0,97	0,93
PK126	300	100	8,3	4,3	500	7,5	125,4	123,9	120,7	0,99	0,96
PK127	300	100	8,3	4,3	750	7,5	125,8	124,2	121,0	0,99	0,96
PK128	300	100	8,3	4,3	1200	7,5	126,1	124,4	121,3	0,99	0,96
PK129	300	100	8,3	4,3	1800	7,5	126,2	124,5	121,4	0,99	0,96
PK130	300	100	8,3	4,3	2900	7,5	126,3	124,6	121,5	0,99	0,96
PK131	300	100	8,3	4,3	500	9	122,2	123,5	122,2	1,01	1,00
PK132	300	100	8,3	4,3	750	9	122,6	123,6	122,4	1,01	1,00
PK133	300	100	8,3	4,3	1200	9	122,9	123,8	122,5	1,01	1,00
PK134	300	100	8,3	4,3	1800	9	123,1	123,8	122,6	1,01	1,00
PK135	300	100	8,3	4,3	2900	9	123,3	123,9	122,6	1,00	0,99
PK136	300	100	6,3	4,3	500	6	105,0	103,5	100,3	0,99	0,96
PK137	300	100	6,3	4,3	750	6	105,3	103,7	100,5	0,99	0,96
PK138	300	100	6,3	4,3	1200	6	105,4	103,8	100,7	0,98	0,95
PK139	300	100	6,3	4,3	1800	6	105,5	103,9	100,8	0,98	0,95
PK140	300	100	6,3	4,3	2900	6	105,6	104,0	100,8	0,98	0,95
PK141	300	100	6,3	4,3	500	7,5	100,1	101,5	100,2	1,01	1,00

(continua)

Tabela B.28 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK142	300	100	6,3	4,3	750	7,5	100,4	101,8	100,5	1,01	1,00
PK143	300	100	6,3	4,3	1200	7,5	100,7	102,0	100,7	1,01	1,00
PK144	300	100	6,3	4,3	1800	7,5	100,8	102,1	100,8	1,01	1,00
PK145	300	100	6,3	4,3	2900	7,5	101,0	102,2	100,9	1,01	1,00
PK146	300	100	6,3	4,3	500	9	99,0	96,1	96,4	0,97	0,97
PK147	300	100	6,3	4,3	750	9	99,4	96,3	96,5	0,97	0,97
PK148	300	100	6,3	4,3	1200	9	99,6	96,4	96,7	0,97	0,97
PK149	300	100	6,3	4,3	1800	9	99,8	96,5	96,8	0,97	0,97
PK150	300	100	6,3	4,3	2900	9	99,9	96,5	96,8	0,97	0,97
PK151	300	100	8,3	3,3	500	6	107,8	113,8	105,5	1,06	0,98
PK152	300	100	8,3	3,3	750	6	107,9	113,8	105,6	1,05	0,98
PK153	300	100	8,3	3,3	1200	6	108,1	113,8	105,6	1,05	0,98
PK154	300	100	8,3	3,3	1800	6	108,1	113,9	105,6	1,05	0,98
PK155	300	100	8,3	3,3	2900	6	108,2	113,9	105,6	1,05	0,98
PK156	300	100	8,3	3,3	500	7,5	95,0	94,0	88,5	0,99	0,93
PK157	300	100	8,3	3,3	750	7,5	95,1	94,0	88,6	0,99	0,93
PK158	300	100	8,3	3,3	1200	7,5	95,2	94,1	88,6	0,99	0,93
PK159	300	100	8,3	3,3	1800	7,5	95,2	94,1	88,7	0,99	0,93
PK160	300	100	8,3	3,3	2900	7,5	95,2	94,1	88,7	0,99	0,93
PK161	300	100	8,3	3,3	500	9	89,6	89,7	85,7	1,00	0,96
PK162	300	100	8,3	3,3	750	9	89,8	89,7	85,8	1,00	0,96
PK163	300	100	8,3	3,3	1200	9	89,9	89,8	85,9	1,00	0,96
PK164	300	100	8,3	3,3	1800	9	89,9	89,8	85,9	1,00	0,96
PK165	300	100	8,3	3,3	2900	9	89,9	89,9	86,0	1,00	0,96
PK166	300	100	6,3	3,3	500	6	82,1	84,1	78,9	1,02	0,96
PK167	300	100	6,3	3,3	750	6	82,2	84,1	78,9	1,02	0,96
PK168	300	100	6,3	3,3	1200	6	82,2	84,1	79,0	1,02	0,96
PK169	300	100	6,3	3,3	1800	6	82,3	84,2	79,0	1,02	0,96
PK170	300	100	6,3	3,3	2900	6	82,3	84,2	79,0	1,02	0,96
PK171	300	100	6,3	3,3	500	7,5	73,5	71,6	68,4	0,97	0,93
PK172	300	100	6,3	3,3	750	7,5	73,6	71,7	68,4	0,97	0,93
PK173	300	100	6,3	3,3	1200	7,5	73,6	71,8	68,5	0,97	0,93
PK174	300	100	6,3	3,3	1800	7,5	73,7	71,8	68,5	0,97	0,93
PK175	300	100	6,3	3,3	2900	7,5	73,7	71,8	68,5	0,97	0,93
PK176	300	100	6,3	3,3	500	9	70,9	71,2	69,0	1,00	0,97
PK177	300	100	6,3	3,3	750	9	71,0	71,3	69,1	1,00	0,97
PK178	300	100	6,3	3,3	1200	9	71,1	71,4	69,1	1,00	0,97
PK179	300	100	6,3	3,3	1800	9	71,2	71,4	69,2	1,00	0,97
PK180	300	100	6,3	3,3	2900	9	71,2	71,4	69,2	1,00	0,97
PK181	600	150	12,5	12,0	500	12	805,4	790,8	829,5	0,98	1,03
PK182	600	150	12,5	12,0	750	12	825,4	804,5	845,8	0,97	1,02
PK183	600	150	12,5	12,0	1200	12	842,0	815,8	859,1	0,97	1,02
PK184	600	150	12,5	12,0	1800	12	852,0	822,5	867,0	0,97	1,02
PK185	600	150	12,5	12,0	2900	12	860,2	827,7	873,2	0,96	1,02
PK186	600	150	12,5	12,0	500	15	767,7	776,1	827,6	1,01	1,08
PK187	600	150	12,5	12,0	750	15	784,6	787,6	841,6	1,00	1,07
PK188	600	150	12,5	12,0	1200	15	798,3	797,1	853,1	1,00	1,07

(continua)

Tabela B.28 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK189	600	150	12,5	12,0	1800	15	806,4	802,7	859,9	1,00	1,07
PK190	600	150	12,5	12,0	2900	15	812,8	807,2	865,2	0,99	1,06
PK191	600	150	12,5	12,0	500	18	732,2	739,7	796,7	1,01	1,09
PK192	600	150	12,5	12,0	750	18	748,4	756,8	816,5	1,01	1,09
PK193	600	150	12,5	12,0	1200	18	761,7	770,8	832,7	1,01	1,09
PK194	600	150	12,5	12,0	1800	18	769,5	779,0	842,3	1,01	1,09
PK195	600	150	12,5	12,0	2900	18	775,7	785,6	849,9	1,01	1,10
PK196	600	150	9,4	12,0	500	12	668,1	663,2	704,6	0,99	1,05
PK197	600	150	9,4	12,0	750	12	684,9	676,9	720,6	0,99	1,05
PK198	600	150	9,4	12,0	1200	12	698,6	688,1	733,8	0,98	1,05
PK199	600	150	9,4	12,0	1800	12	706,8	694,7	741,6	0,98	1,05
PK200	600	150	9,4	12,0	2900	12	713,4	699,9	747,7	0,98	1,05
PK201	600	150	9,4	12,0	500	15	643,5	642,0	692,5	1,00	1,08
PK202	600	150	9,4	12,0	750	15	657,8	653,5	706,3	0,99	1,07
PK203	600	150	9,4	12,0	1200	15	669,3	663,0	717,7	0,99	1,07
PK204	600	150	9,4	12,0	1800	15	676,1	668,6	724,3	0,99	1,07
PK205	600	150	9,4	12,0	2900	15	681,5	673,0	729,6	0,99	1,07
PK206	600	150	9,4	12,0	500	18	609,8	631,9	687,3	1,04	1,13
PK207	600	150	9,4	12,0	750	18	624,0	642,3	699,8	1,03	1,12
PK208	600	150	9,4	12,0	1200	18	635,5	650,9	710,1	1,02	1,12
PK209	600	150	9,4	12,0	1800	18	642,2	656,0	716,1	1,02	1,12
PK210	600	150	9,4	12,0	2900	18	647,6	660,0	720,9	1,02	1,11
PK211	600	150	12,5	8,6	500	12	532,5	528,4	531,5	0,99	1,00
PK212	600	150	12,5	8,6	750	12	537,9	533,7	537,3	0,99	1,00
PK213	600	150	12,5	8,6	1200	12	542,3	537,7	541,7	0,99	1,00
PK214	600	150	12,5	8,6	1800	12	545,0	540,0	544,3	0,99	1,00
PK215	600	150	12,5	8,6	2900	12	547,2	541,8	546,2	0,99	1,00
PK216	600	150	12,5	8,6	500	15	515,8	498,3	510,7	0,97	0,99
PK217	600	150	12,5	8,6	750	15	521,3	501,7	514,6	0,96	0,99
PK218	600	150	12,5	8,6	1200	15	525,9	504,3	517,6	0,96	0,98
PK219	600	150	12,5	8,6	1800	15	528,6	505,8	519,4	0,96	0,98
PK220	600	150	12,5	8,6	2900	15	530,8	506,9	520,7	0,96	0,98
PK221	600	150	12,5	8,6	500	18	495,5	491,2	510,4	0,99	1,03
PK222	600	150	12,5	8,6	750	18	500,1	496,1	515,9	0,99	1,03
PK223	600	150	12,5	8,6	1200	18	503,7	499,9	520,2	0,99	1,03
PK224	600	150	12,5	8,6	1800	18	505,8	502,1	522,6	0,99	1,03
PK225	600	150	12,5	8,6	2900	18	507,4	503,7	524,5	0,99	1,03
PK226	600	150	9,4	8,6	500	12	430,9	452,9	461,5	1,05	1,07
PK227	600	150	9,4	8,6	750	12	435,8	458,0	467,2	1,05	1,07
PK228	600	150	9,4	8,6	1200	12	439,9	462,0	471,6	1,05	1,07
PK229	600	150	9,4	8,6	1800	12	442,3	464,3	474,1	1,05	1,07
PK230	600	150	9,4	8,6	2900	12	444,3	466,0	476,0	1,05	1,07
PK231	600	150	9,4	8,6	500	15	427,4	408,7	424,2	0,96	0,99
PK232	600	150	9,4	8,6	750	15	431,9	412,1	428,1	0,95	0,99
PK233	600	150	9,4	8,6	1200	15	435,5	414,7	431,1	0,95	0,99
PK234	600	150	9,4	8,6	1800	15	437,6	416,1	432,8	0,95	0,99
PK235	600	150	9,4	8,6	2900	15	439,3	417,3	434,1	0,95	0,99

(continua)

Tabela B.28 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK236	600	150	9,4	8,6	500	18	403,3	403,4	424,2	1,00	1,05
PK237	600	150	9,4	8,6	750	18	407,0	406,0	427,2	1,00	1,05
PK238	600	150	9,4	8,6	1200	18	409,8	408,0	429,6	1,00	1,05
PK239	600	150	9,4	8,6	1800	18	411,5	409,2	431,0	0,99	1,05
PK240	600	150	9,4	8,6	2900	18	412,7	410,0	432,0	0,99	1,05
PK241	600	150	12,5	6,7	500	12	399,1	380,4	370,2	0,95	0,93
PK242	600	150	12,5	6,7	750	12	400,6	381,6	371,6	0,95	0,93
PK243	600	150	12,5	6,7	1200	12	401,8	382,5	372,6	0,95	0,93
PK244	600	150	12,5	6,7	1800	12	402,5	383,1	373,2	0,95	0,93
PK245	600	150	12,5	6,7	2900	12	403,0	383,5	373,6	0,95	0,93
PK246	600	150	12,5	6,7	500	15	375,6	379,3	376,0	1,01	1,00
PK247	600	150	12,5	6,7	750	15	377,7	381,2	378,1	1,01	1,00
PK248	600	150	12,5	6,7	1200	15	379,4	382,6	379,6	1,01	1,00
PK249	600	150	12,5	6,7	1800	15	380,4	383,4	380,5	1,01	1,00
PK250	600	150	12,5	6,7	2900	15	381,3	384,1	381,2	1,01	1,00
PK251	600	150	12,5	6,7	500	18	366,4	353,2	355,5	0,96	0,97
PK252	600	150	12,5	6,7	750	18	368,4	354,3	356,8	0,96	0,97
PK253	600	150	12,5	6,7	1200	18	370,1	355,2	357,8	0,96	0,97
PK254	600	150	12,5	6,7	1800	18	371,1	355,7	358,4	0,96	0,97
PK255	600	150	12,5	6,7	2900	18	372,0	356,0	358,8	0,96	0,96
PK256	600	150	9,4	6,7	500	12	312,3	306,0	301,7	0,98	0,97
PK257	600	150	9,4	6,7	750	12	313,8	307,2	303,0	0,98	0,97
PK258	600	150	9,4	6,7	1200	12	314,9	308,1	304,0	0,98	0,97
PK259	600	150	9,4	6,7	1800	12	315,6	308,6	304,6	0,98	0,97
PK260	600	150	9,4	6,7	2900	12	316,1	309,0	305,0	0,98	0,96
PK261	600	150	9,4	6,7	500	15	306,7	310,2	311,6	1,01	1,02
PK262	600	150	9,4	6,7	750	15	308,6	311,0	312,5	1,01	1,01
PK263	600	150	9,4	6,7	1200	15	310,2	311,6	313,2	1,00	1,01
PK264	600	150	9,4	6,7	1800	15	311,1	311,9	313,6	1,00	1,01
PK265	600	150	9,4	6,7	2900	15	312,0	312,2	313,9	1,00	1,01
PK266	600	150	9,4	6,7	500	18	295,2	284,1	289,7	0,96	0,98
PK267	600	150	9,4	6,7	750	18	296,8	285,3	290,9	0,96	0,98
PK268	600	150	9,4	6,7	1200	18	298,1	286,1	291,9	0,96	0,98
PK269	600	150	9,4	6,7	1800	18	298,9	286,6	292,5	0,96	0,98
PK270	600	150	9,4	6,7	2900	18	299,6	287,0	292,9	0,96	0,98
PK271	600	200	16,7	12,0	500	12	1507,8	1489,0	1481,7	0,99	0,98
PK272	600	200	16,7	12,0	750	12	1539,8	1523,0	1519,1	0,99	0,99
PK273	600	200	16,7	12,0	1200	12	1566,9	1550,9	1549,7	0,99	0,99
PK274	600	200	16,7	12,0	1800	12	1583,6	1567,4	1567,8	0,99	0,99
PK275	600	200	16,7	12,0	2900	12	1597,5	1580,4	1582,1	0,99	0,99
PK276	600	200	16,7	12,0	500	15	1444,2	1453,1	1473,3	1,01	1,02
PK277	600	200	16,7	12,0	750	15	1479,4	1474,7	1498,7	1,00	1,01
PK278	600	200	16,7	12,0	1200	15	1509,1	1492,5	1519,5	0,99	1,01
PK279	600	200	16,7	12,0	1800	15	1527,2	1503,0	1531,8	0,98	1,00
PK280	600	200	16,7	12,0	2900	15	1542,2	1511,3	1541,5	0,98	1,00
PK281	600	200	16,7	12,0	500	18	1392,4	1383,2	1422,8	0,99	1,02
PK282	600	200	16,7	12,0	750	18	1423,9	1415,0	1458,7	0,99	1,02

(continua)

Tabela B.28 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK283	600	200	16,7	12,0	1200	18	1449,7	1441,1	1488,1	0,99	1,03
PK284	600	200	16,7	12,0	1800	18	1464,9	1456,5	1505,5	0,99	1,03
PK285	600	200	16,7	12,0	2900	18	1477,2	1468,7	1519,3	0,99	1,03
PK286	600	200	12,5	12,0	500	12	1197,4	1251,5	1261,7	1,05	1,05
PK287	600	200	12,5	12,0	750	12	1226,1	1284,9	1298,4	1,05	1,06
PK288	600	200	12,5	12,0	1200	12	1250,4	1312,3	1328,4	1,05	1,06
PK289	600	200	12,5	12,0	1800	12	1265,4	1328,4	1346,2	1,05	1,06
PK290	600	200	12,5	12,0	2900	12	1277,9	1341,2	1360,2	1,05	1,06
PK291	600	200	12,5	12,0	500	15	1190,8	1170,4	1202,1	0,98	1,01
PK292	600	200	12,5	12,0	750	15	1220,3	1192,0	1227,0	0,98	1,01
PK293	600	200	12,5	12,0	1200	15	1244,8	1209,7	1247,4	0,97	1,00
PK294	600	200	12,5	12,0	1800	15	1259,6	1220,1	1259,5	0,97	1,00
PK295	600	200	12,5	12,0	2900	15	1271,7	1228,4	1269,0	0,97	1,00
PK296	600	200	12,5	12,0	500	18	1151,4	1163,6	1211,6	1,01	1,05
PK297	600	200	12,5	12,0	750	18	1176,4	1194,9	1246,7	1,02	1,06
PK298	600	200	12,5	12,0	1200	18	1196,6	1208,5	1263,0	1,01	1,06
PK299	600	200	12,5	12,0	1800	18	1208,5	1216,5	1272,6	1,01	1,05
PK300	600	200	12,5	12,0	2900	18	1217,9	1222,9	1280,1	1,00	1,05
PK301	600	200	16,7	8,6	500	12	1079,9	1051,3	1004,3	0,97	0,93
PK302	600	200	16,7	8,6	750	12	1086,8	1056,5	1010,1	0,97	0,93
PK303	600	200	16,7	8,6	1200	12	1092,2	1060,6	1014,7	0,97	0,93
PK304	600	200	16,7	8,6	1800	12	1095,3	1062,9	1017,3	0,97	0,93
PK305	600	200	16,7	8,6	2900	12	1097,8	1064,7	1019,3	0,97	0,93
PK306	600	200	16,7	8,6	500	15	985,1	972,2	945,3	0,99	0,96
PK307	600	200	16,7	8,6	750	15	993,9	980,5	954,3	0,99	0,96
PK308	600	200	16,7	8,6	1200	15	1000,9	987,0	961,2	0,99	0,96
PK309	600	200	16,7	8,6	1800	15	1005,1	990,7	965,2	0,99	0,96
PK310	600	200	16,7	8,6	2900	15	1008,5	993,5	968,2	0,99	0,96
PK311	600	200	16,7	8,6	500	18	946,7	976,7	964,4	1,03	1,02
PK312	600	200	16,7	8,6	750	18	956,6	981,5	970,0	1,03	1,01
PK313	600	200	16,7	8,6	1200	18	964,7	985,3	974,4	1,02	1,01
PK314	600	200	16,7	8,6	1800	18	969,6	987,4	976,9	1,02	1,01
PK315	600	200	16,7	8,6	2900	18	973,6	989,0	978,8	1,02	1,01
PK316	600	200	12,5	8,6	500	12	823,6	816,2	789,5	0,99	0,96
PK317	600	200	12,5	8,6	750	12	829,5	821,4	795,2	0,99	0,96
PK318	600	200	12,5	8,6	1200	12	834,2	825,5	799,7	0,99	0,96
PK319	600	200	12,5	8,6	1800	12	836,9	827,8	802,2	0,99	0,96
PK320	600	200	12,5	8,6	2900	12	839,1	829,5	804,1	0,99	0,96
PK321	600	200	12,5	8,6	500	15	786,9	793,1	781,2	1,01	0,99
PK322	600	200	12,5	8,6	750	15	794,9	801,3	790,0	1,01	0,99
PK323	600	200	12,5	8,6	1200	15	801,5	807,6	796,8	1,01	0,99
PK324	600	200	12,5	8,6	1800	15	805,5	811,2	800,7	1,01	0,99
PK325	600	200	12,5	8,6	2900	15	808,8	814,0	803,7	1,01	0,99
PK326	600	200	12,5	8,6	500	18	774,6	757,9	758,1	0,98	0,98
PK327	600	200	12,5	8,6	750	18	783,0	762,8	763,6	0,97	0,98
PK328	600	200	12,5	8,6	1200	18	790,0	766,5	767,9	0,97	0,97
PK329	600	200	12,5	8,6	1800	18	794,2	768,6	770,3	0,97	0,97

(continua)

Tabela B.28 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK330	600	200	12,5	8,6	2900	18	797,6	770,3	772,2	0,97	0,97
PK331	600	200	16,7	6,7	500	12	854,4	907,7	841,1	1,06	0,98
PK332	600	200	16,7	6,7	750	12	857,3	908,8	842,5	1,06	0,98
PK333	600	200	16,7	6,7	1200	12	859,8	909,6	843,5	1,06	0,98
PK334	600	200	16,7	6,7	1800	12	861,5	910,1	844,1	1,06	0,98
PK335	600	200	16,7	6,7	2900	12	863,0	910,5	844,5	1,06	0,98
PK336	600	200	16,7	6,7	500	15	755,8	747,3	703,4	0,99	0,93
PK337	600	200	16,7	6,7	750	15	758,2	749,2	705,5	0,99	0,93
PK338	600	200	16,7	6,7	1200	15	760,0	750,7	707,1	0,99	0,93
PK339	600	200	16,7	6,7	1800	15	761,1	751,5	707,9	0,99	0,93
PK340	600	200	16,7	6,7	2900	15	761,9	752,1	708,6	0,99	0,93
PK341	600	200	16,7	6,7	500	18	703,9	710,9	679,0	1,01	0,96
PK342	600	200	16,7	6,7	750	18	706,9	713,7	681,9	1,01	0,96
PK343	600	200	16,7	6,7	1200	18	709,4	715,8	684,2	1,01	0,96
PK344	600	200	16,7	6,7	1800	18	710,8	717,0	685,4	1,01	0,96
PK345	600	200	16,7	6,7	2900	18	711,9	717,9	686,4	1,01	0,96
PK346	600	200	12,5	6,7	500	12	648,8	670,0	628,2	1,03	0,97
PK347	600	200	12,5	6,7	750	12	651,1	671,2	629,5	1,03	0,97
PK348	600	200	12,5	6,7	1200	12	653,0	672,1	630,5	1,03	0,97
PK349	600	200	12,5	6,7	1800	12	654,2	672,6	631,1	1,03	0,96
PK350	600	200	12,5	6,7	2900	12	655,2	672,9	631,5	1,03	0,96
PK351	600	200	12,5	6,7	500	15	586,4	568,9	542,2	0,97	0,92
PK352	600	200	12,5	6,7	750	15	588,5	570,8	544,2	0,97	0,92
PK353	600	200	12,5	6,7	1200	15	590,2	572,2	545,8	0,97	0,92
PK354	600	200	12,5	6,7	1800	15	591,2	573,0	546,7	0,97	0,92
PK355	600	200	12,5	6,7	2900	15	591,9	573,7	547,3	0,97	0,92
PK356	600	200	12,5	6,7	500	18	562,8	563,4	545,1	1,00	0,97
PK357	600	200	12,5	6,7	750	18	565,7	566,1	548,0	1,00	0,97
PK358	600	200	12,5	6,7	1200	18	568,1	568,2	550,2	1,00	0,97
PK359	600	200	12,5	6,7	1800	18	569,6	569,4	551,5	1,00	0,97
PK360	600	200	12,5	6,7	2900	18	570,8	570,3	552,4	1,00	0,97
PK361	900	225	18,8	18,0	500	18	2494,5	2530,2	2633,6	1,01	1,06
PK362	900	225	18,8	18,0	750	18	2609,4	2607,7	2726,3	1,00	1,04
PK363	900	225	18,8	18,0	1200	18	2711,7	2677,4	2809,3	0,99	1,04
PK364	900	225	18,8	18,0	1800	18	2776,5	2721,4	2861,7	0,98	1,03
PK365	900	225	18,8	18,0	2900	18	2830,8	2757,9	2904,9	0,97	1,03
PK366	900	225	18,8	18,0	500	22,5	2433,1	2453,1	2597,5	1,01	1,07
PK367	900	225	18,8	18,0	750	22,5	2533,5	2568,0	2730,3	1,01	1,08
PK368	900	225	18,8	18,0	1200	22,5	2620,6	2626,4	2801,7	1,00	1,07
PK369	900	225	18,8	18,0	1800	22,5	2674,6	2663,5	2846,7	1,00	1,06
PK370	900	225	18,8	18,0	2900	22,5	2718,8	2694,1	2883,8	0,99	1,06
PK371	900	225	18,8	18,0	500	27	2304,9	2323,7	2487,3	1,01	1,08
PK372	900	225	18,8	18,0	750	27	2400,1	2420,3	2600,0	1,01	1,08
PK373	900	225	18,8	18,0	1200	27	2483,6	2507,0	2700,8	1,01	1,09
PK374	900	225	18,8	18,0	1800	27	2535,6	2561,8	2764,5	1,01	1,09
PK375	900	225	18,8	18,0	2900	27	2578,4	2607,0	2817,0	1,01	1,09
PK376	900	225	14,1	18,0	500	18	2138,1	2100,0	2214,3	0,98	1,04

(continua)

Tabela B.28 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK377	900	225	14,1	18,0	750	18	2234,1	2177,4	2305,8	0,97	1,03
PK378	900	225	14,1	18,0	1200	18	2318,1	2246,7	2387,7	0,97	1,03
PK379	900	225	14,1	18,0	1800	18	2370,6	2290,5	2439,3	0,97	1,03
PK380	900	225	14,1	18,0	2900	18	2414,0	2326,7	2481,9	0,96	1,03
PK381	900	225	14,1	18,0	500	22,5	2023,7	2050,1	2196,6	1,01	1,09
PK382	900	225	14,1	18,0	750	22,5	2108,4	2115,2	2275,3	1,00	1,08
PK383	900	225	14,1	18,0	1200	22,5	2182,0	2173,8	2345,7	1,00	1,08
PK384	900	225	14,1	18,0	1800	22,5	2227,5	2210,9	2390,1	0,99	1,07
PK385	900	225	14,1	18,0	2900	22,5	2264,8	2241,5	2426,7	0,99	1,07
PK386	900	225	14,1	18,0	500	27	1941,3	1987,6	2149,7	1,02	1,11
PK387	900	225	14,1	18,0	750	27	2023,7	2083,5	2260,9	1,03	1,12
PK388	900	225	14,1	18,0	1200	27	2095,9	2139,0	2327,3	1,02	1,11
PK389	900	225	14,1	18,0	1800	27	2140,8	2172,5	2367,5	1,01	1,11
PK390	900	225	14,1	18,0	2900	27	2177,7	2200,3	2400,6	1,01	1,10
PK391	900	225	18,8	12,9	500	18	1723,9	1723,1	1727,6	1,00	1,00
PK392	900	225	18,8	12,9	750	18	1757,6	1758,3	1766,3	1,00	1,00
PK393	900	225	18,8	12,9	1200	18	1785,9	1786,7	1797,5	1,00	1,01
PK394	900	225	18,8	12,9	1800	18	1803,2	1803,3	1815,8	1,00	1,01
PK395	900	225	18,8	12,9	2900	18	1817,6	1816,4	1830,1	1,00	1,01
PK396	900	225	18,8	12,9	500	22,5	1694,3	1643,2	1678,6	0,97	0,99
PK397	900	225	18,8	12,9	750	22,5	1729,8	1665,7	1704,9	0,96	0,99
PK398	900	225	18,8	12,9	1200	22,5	1759,2	1684,0	1726,1	0,96	0,98
PK399	900	225	18,8	12,9	1800	22,5	1777,1	1694,7	1738,5	0,95	0,98
PK400	900	225	18,8	12,9	2900	22,5	1791,8	1703,1	1748,2	0,95	0,98
PK401	900	225	18,8	12,9	500	27	1625,7	1601,4	1658,9	0,99	1,02
PK402	900	225	18,8	12,9	750	27	1656,2	1634,3	1696,1	0,99	1,02
PK403	900	225	18,8	12,9	1200	27	1680,9	1660,9	1726,1	0,99	1,03
PK404	900	225	18,8	12,9	1800	27	1695,4	1676,5	1743,6	0,99	1,03
PK405	900	225	18,8	12,9	2900	27	1706,9	1688,7	1757,4	0,99	1,03
PK406	900	225	14,1	12,9	500	18	1451,2	1469,1	1492,3	1,01	1,03
PK407	900	225	14,1	12,9	750	18	1481,6	1503,7	1530,5	1,01	1,03
PK408	900	225	14,1	12,9	1200	18	1507,3	1531,7	1561,3	1,02	1,04
PK409	900	225	14,1	12,9	1800	18	1523,2	1548,0	1579,3	1,02	1,04
PK410	900	225	14,1	12,9	2900	18	1536,5	1560,8	1593,4	1,02	1,04
PK411	900	225	14,1	12,9	500	22,5	1391,6	1340,9	1387,4	0,96	1,00
PK412	900	225	14,1	12,9	750	22,5	1421,0	1363,4	1413,3	0,96	0,99
PK413	900	225	14,1	12,9	1200	22,5	1445,0	1381,5	1434,2	0,96	0,99
PK414	900	225	14,1	12,9	1800	22,5	1459,3	1392,2	1446,4	0,95	0,99
PK415	900	225	14,1	12,9	2900	22,5	1471,0	1400,5	1456,0	0,95	0,99
PK416	900	225	14,1	12,9	500	27	1345,0	1331,8	1396,3	0,99	1,04
PK417	900	225	14,1	12,9	750	27	1369,7	1349,1	1416,9	0,98	1,03
PK418	900	225	14,1	12,9	1200	27	1389,5	1363,2	1433,5	0,98	1,03
PK419	900	225	14,1	12,9	1800	27	1401,1	1371,4	1443,2	0,98	1,03
PK420	900	225	14,1	12,9	2900	27	1410,1	1377,8	1450,9	0,98	1,03
PK421	900	225	18,8	10,0	500	18	1317,5	1269,2	1233,4	0,96	0,94
PK422	900	225	18,8	10,0	750	18	1328,0	1277,8	1243,0	0,96	0,94
PK423	900	225	18,8	10,0	1200	18	1336,3	1284,6	1250,4	0,96	0,94

(continua)

Tabela B.28 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK424	900	225	18,8	10,0	1800	18	1341,2	1288,4	1254,7	0,96	0,94
PK425	900	225	18,8	10,0	2900	18	1345,0	1291,4	1258,0	0,96	0,94
PK426	900	225	18,8	10,0	500	22,5	1256,4	1257,1	1244,3	1,00	0,99
PK427	900	225	18,8	10,0	750	22,5	1269,9	1270,7	1259,0	1,00	0,99
PK428	900	225	18,8	10,0	1200	22,5	1280,9	1281,3	1270,4	1,00	0,99
PK429	900	225	18,8	10,0	1800	22,5	1287,7	1287,3	1276,9	1,00	0,99
PK430	900	225	18,8	10,0	2900	22,5	1293,3	1291,9	1281,9	1,00	0,99
PK431	900	225	18,8	10,0	500	27	1221,5	1178,4	1184,4	0,96	0,97
PK432	900	225	18,8	10,0	750	27	1235,0	1186,5	1193,6	0,96	0,97
PK433	900	225	18,8	10,0	1200	27	1245,9	1192,8	1200,7	0,96	0,96
PK434	900	225	18,8	10,0	1800	27	1252,5	1196,3	1204,8	0,96	0,96
PK435	900	225	18,8	10,0	2900	27	1258,0	1199,1	1208,0	0,95	0,96
PK436	900	225	14,1	10,0	500	18	1077,5	1018,1	1002,1	0,94	0,93
PK437	900	225	14,1	10,0	750	18	1087,1	1026,8	1011,6	0,94	0,93
PK438	900	225	14,1	10,0	1200	18	1094,9	1033,5	1019,0	0,94	0,93
PK439	900	225	14,1	10,0	1800	18	1099,6	1037,3	1023,1	0,94	0,93
PK440	900	225	14,1	10,0	2900	18	1103,3	1040,2	1026,4	0,94	0,93
PK441	900	225	14,1	10,0	500	22,5	1011,9	1037,9	1040,9	1,03	1,03
PK442	900	225	14,1	10,0	750	22,5	1024,0	1043,3	1047,3	1,02	1,02
PK443	900	225	14,1	10,0	1200	22,5	1034,0	1047,6	1052,3	1,01	1,02
PK444	900	225	14,1	10,0	1800	22,5	1040,1	1050,0	1055,2	1,01	1,01
PK445	900	225	14,1	10,0	2900	22,5	1045,2	1051,8	1057,4	1,01	1,01
PK446	900	225	14,1	10,0	500	27	1001,7	945,4	962,3	0,94	0,96
PK447	900	225	14,1	10,0	750	27	1012,5	953,4	971,4	0,94	0,96
PK448	900	225	14,1	10,0	1200	27	1021,3	959,7	978,5	0,94	0,96
PK449	900	225	14,1	10,0	1800	27	1026,5	963,2	982,5	0,94	0,96
PK450	900	225	14,1	10,0	2900	27	1030,8	966,0	985,6	0,94	0,96
PK451	900	300	25,0	18,0	500	18	4709,9	4679,7	4621,1	0,99	0,98
PK452	900	300	25,0	18,0	750	18	4883,0	4872,7	4833,3	1,00	0,99
PK453	900	300	25,0	18,0	1200	18	5040,9	5045,9	5023,4	1,00	1,00
PK454	900	300	25,0	18,0	1800	18	5143,3	5155,2	5143,5	1,00	1,00
PK455	900	300	25,0	18,0	2900	18	5230,9	5245,6	5242,7	1,00	1,00
PK456	900	300	25,0	18,0	500	22,5	4542,5	4685,9	4714,6	1,03	1,04
PK457	900	300	25,0	18,0	750	22,5	4738,3	4807,5	4858,8	1,01	1,03
PK458	900	300	25,0	18,0	1200	22,5	4914,6	4917,2	4987,9	1,00	1,01
PK459	900	300	25,0	18,0	1800	22,5	5027,6	4986,7	5069,4	0,99	1,01
PK460	900	300	25,0	18,0	2900	22,5	5123,4	5044,3	5136,8	0,98	1,00
PK461	900	300	25,0	18,0	500	27	4431,9	4345,8	4437,4	0,98	1,00
PK462	900	300	25,0	18,0	750	27	4618,0	4525,9	4641,2	0,98	1,01
PK463	900	300	25,0	18,0	1200	27	4780,1	4687,5	4823,8	0,98	1,01
PK464	900	300	25,0	18,0	1800	27	4880,9	4789,7	4939,1	0,98	1,01
PK465	900	300	25,0	18,0	2900	27	4963,9	4874,1	5034,3	0,98	1,01
PK466	900	300	18,8	18,0	500	18	3891,6	3883,7	3885,2	1,00	1,00
PK467	900	300	18,8	18,0	750	18	4051,6	4073,9	4093,8	1,01	1,01
PK468	900	300	18,8	18,0	1200	18	4197,3	4244,1	4280,5	1,01	1,02
PK469	900	300	18,8	18,0	1800	18	4291,8	4351,5	4398,3	1,01	1,02
PK470	900	300	18,8	18,0	2900	18	4372,8	4440,0	4495,6	1,02	1,03

(continua)

Tabela B.28 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK471	900	300	18,8	18,0	500	22,5	3762,9	3731,8	3803,8	0,99	1,01
PK472	900	300	18,8	18,0	750	22,5	3933,7	3853,7	3945,5	0,98	1,00
PK473	900	300	18,8	18,0	1200	22,5	4084,3	3963,2	4072,3	0,97	1,00
PK474	900	300	18,8	18,0	1800	22,5	4179,3	4032,5	4152,3	0,96	0,99
PK475	900	300	18,8	18,0	2900	22,5	4258,7	4089,8	4218,3	0,96	0,99
PK476	900	300	18,8	18,0	500	27	3644,5	3608,7	3730,8	0,99	1,02
PK477	900	300	18,8	18,0	750	27	3795,8	3786,7	3931,1	1,00	1,04
PK478	900	300	18,8	18,0	1200	27	3926,0	3946,2	4110,5	1,01	1,05
PK479	900	300	18,8	18,0	1800	27	4006,2	4040,1	4216,6	1,01	1,05
PK480	900	300	18,8	18,0	2900	27	4071,6	4084,1	4269,1	1,00	1,05
PK481	900	300	25,0	12,9	500	18	3525,4	3488,1	3321,8	0,99	0,94
PK482	900	300	25,0	12,9	750	18	3570,7	3523,1	3361,3	0,99	0,94
PK483	900	300	25,0	12,9	1200	18	3607,8	3551,4	3393,1	0,98	0,94
PK484	900	300	25,0	12,9	1800	18	3629,7	3568,0	3411,8	0,98	0,94
PK485	900	300	25,0	12,9	2900	18	3647,2	3581,1	3426,4	0,98	0,94
PK486	900	300	25,0	12,9	500	22,5	3247,9	3185,3	3087,1	0,98	0,95
PK487	900	300	25,0	12,9	750	22,5	3302,5	3241,2	3147,4	0,98	0,95
PK488	900	300	25,0	12,9	1200	22,5	3348,2	3286,4	3196,1	0,98	0,95
PK489	900	300	25,0	12,9	1800	22,5	3376,0	3312,9	3224,6	0,98	0,96
PK490	900	300	25,0	12,9	2900	22,5	3398,8	3333,6	3246,9	0,98	0,96
PK491	900	300	25,0	12,9	500	27	3137,1	3241,3	3189,8	1,03	1,02
PK492	900	300	25,0	12,9	750	27	3199,6	3273,4	3227,7	1,02	1,01
PK493	900	300	25,0	12,9	1200	27	3252,0	3299,4	3258,3	1,01	1,00
PK494	900	300	25,0	12,9	1800	27	3284,0	3314,7	3276,2	1,01	1,00
PK495	900	300	25,0	12,9	2900	27	3310,5	3326,7	3290,3	1,00	0,99
PK496	900	300	18,8	12,9	500	18	2806,3	2694,5	2598,1	0,96	0,93
PK497	900	300	18,8	12,9	750	18	2846,1	2729,6	2636,7	0,96	0,93
PK498	900	300	18,8	12,9	1200	18	2878,6	2757,9	2668,0	0,96	0,93
PK499	900	300	18,8	12,9	1800	18	2897,8	2774,5	2686,3	0,96	0,93
PK500	900	300	18,8	12,9	2900	18	2913,2	2787,5	2700,6	0,96	0,93
PK501	900	300	18,8	12,9	500	22,5	2598,5	2582,2	2535,3	0,99	0,98
PK502	900	300	18,8	12,9	750	22,5	2648,3	2637,3	2594,4	1,00	0,98
PK503	900	300	18,8	12,9	1200	22,5	2690,3	2681,8	2642,1	1,00	0,98
PK504	900	300	18,8	12,9	1800	22,5	2716,2	2707,8	2670,0	1,00	0,98
PK505	900	300	18,8	12,9	2900	22,5	2737,8	2728,2	2691,9	1,00	0,98
PK506	900	300	18,8	12,9	500	27	2536,4	2502,4	2494,8	0,99	0,98
PK507	900	300	18,8	12,9	750	27	2589,7	2534,8	2532,0	0,98	0,98
PK508	900	300	18,8	12,9	1200	27	2634,2	2561,0	2562,0	0,97	0,97
PK509	900	300	18,8	12,9	1800	27	2661,4	2576,4	2579,5	0,97	0,97
PK510	900	300	18,8	12,9	2900	27	2684,0	2588,4	2593,3	0,96	0,97
PK511	900	300	25,0	10,0	500	18	2826,2	3013,2	2788,2	1,07	0,99
PK512	900	300	25,0	10,0	750	18	2843,4	3052,9	2827,4	1,07	0,99
PK513	900	300	25,0	10,0	1200	18	2858,2	3064,1	2839,5	1,07	0,99
PK514	900	300	25,0	10,0	1800	18	2867,8	3067,6	2843,9	1,07	0,99
PK515	900	300	25,0	10,0	2900	18	2876,3	3070,4	2847,2	1,07	0,99
PK516	900	300	25,0	10,0	500	22,5	2538,8	2499,2	2348,6	0,98	0,93
PK517	900	300	25,0	10,0	750	22,5	2555,2	2512,8	2363,5	0,98	0,92

(continua)

Tabela B.28 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK518	900	300	25,0	10,0	1200	22,5	2568,2	2523,4	2375,2	0,98	0,92
PK519	900	300	25,0	10,0	1800	22,5	2575,7	2529,4	2381,8	0,98	0,92
PK520	900	300	25,0	10,0	2900	22,5	2581,6	2534,1	2386,9	0,98	0,92
PK521	900	300	25,0	10,0	500	27	2378,6	2365,7	2255,8	0,99	0,95
PK522	900	300	25,0	10,0	750	27	2399,3	2385,5	2276,9	0,99	0,95
PK523	900	300	25,0	10,0	1200	27	2415,9	2401,0	2293,4	0,99	0,95
PK524	900	300	25,0	10,0	1800	27	2425,7	2409,8	2302,7	0,99	0,95
PK525	900	300	25,0	10,0	2900	27	2433,6	2416,6	2310,0	0,99	0,95
PK526	900	300	18,8	10,0	500	18	2235,9	2247,3	2103,8	1,01	0,94
PK527	900	300	18,8	10,0	750	18	2250,1	2255,6	2113,4	1,00	0,94
PK528	900	300	18,8	10,0	1200	18	2261,6	2262,0	2120,9	1,00	0,94
PK529	900	300	18,8	10,0	1800	18	2268,7	2265,7	2125,2	1,00	0,94
PK530	900	300	18,8	10,0	2900	18	2274,5	2268,5	2128,4	1,00	0,94
PK531	900	300	18,8	10,0	500	22,5	1972,2	1896,9	1805,1	0,96	0,92
PK532	900	300	18,8	10,0	750	22,5	1987,0	1910,5	1819,8	0,96	0,92
PK533	900	300	18,8	10,0	1200	22,5	1998,8	1921,1	1831,2	0,96	0,92
PK534	900	300	18,8	10,0	1800	22,5	2005,6	1927,1	1837,7	0,96	0,92
PK535	900	300	18,8	10,0	2900	22,5	2011,1	1931,8	1842,7	0,96	0,92
PK536	900	300	18,8	10,0	500	27	1875,5	1868,2	1804,7	1,00	0,96
PK537	900	300	18,8	10,0	750	27	1894,5	1887,9	1825,4	1,00	0,96
PK538	900	300	18,8	10,0	1200	27	1910,1	1903,2	1841,6	1,00	0,96
PK539	900	300	18,8	10,0	1800	27	1919,6	1911,9	1850,7	1,00	0,96
PK540	900	300	18,8	10,0	2900	27	1927,5	1918,6	1857,8	1,00	0,96
PK541	1200	300	25,0	24,0	500	24	5423,1	5680,7	5860,2	1,05	1,08
PK542	1200	300	25,0	24,0	750	24	5776,4	5909,7	6137,3	1,02	1,06
PK543	1200	300	25,0	24,0	1200	24	6115,4	6137,0	6409,8	1,00	1,05
PK544	1200	300	25,0	24,0	1800	24	6343,2	6292,4	6595,0	0,99	1,04
PK545	1200	300	25,0	24,0	2900	24	6542,0	6428,4	6756,6	0,98	1,03
PK546	1200	300	25,0	24,0	500	30	5240,8	5307,1	5572,6	1,01	1,06
PK547	1200	300	25,0	24,0	750	30	5567,0	5674,8	5996,1	1,02	1,08
PK548	1200	300	25,0	24,0	1200	30	5869,1	6036,9	6412,4	1,03	1,09
PK549	1200	300	25,0	24,0	1800	30	6066,7	6180,4	6585,9	1,02	1,09
PK550	1200	300	25,0	24,0	2900	30	6235,4	6294,5	6724,7	1,01	1,08
PK551	1200	300	25,0	24,0	500	36	5076,7	5111,7	5431,0	1,01	1,07
PK552	1200	300	25,0	24,0	750	36	5379,4	5398,6	5767,8	1,00	1,07
PK553	1200	300	25,0	24,0	1200	36	5663,4	5682,1	6098,9	1,00	1,08
PK554	1200	300	25,0	24,0	1800	36	5851,3	5875,5	6324,1	1,00	1,08
PK555	1200	300	25,0	24,0	2900	36	6012,9	6044,4	6520,4	1,01	1,08
PK556	1200	300	18,8	24,0	500	24	4540,5	4660,3	4870,7	1,03	1,07
PK557	1200	300	18,8	24,0	750	24	4850,4	4890,2	5144,6	1,01	1,06
PK558	1200	300	18,8	24,0	1200	24	5142,2	5117,2	5413,7	1,00	1,05
PK559	1200	300	18,8	24,0	1800	24	5335,0	5272,0	5596,5	0,99	1,05
PK560	1200	300	18,8	24,0	2900	24	5500,9	5407,1	5755,8	0,98	1,05
PK561	1200	300	18,8	24,0	500	30	4378,7	4586,4	4874,9	1,05	1,11
PK562	1200	300	18,8	24,0	750	30	4653,5	4785,8	5117,4	1,03	1,10
PK563	1200	300	18,8	24,0	1200	30	4907,8	4976,9	5348,7	1,01	1,09
PK564	1200	300	18,8	24,0	1800	30	5074,2	5107,5	5505,8	1,01	1,09

(continua)

Tabela B.28 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK565	1200	300	18,8	24,0	2900	30	5216,4	5221,7	5642,7	1,00	1,08
PK566	1200	300	18,8	24,0	500	36	4226,3	4316,6	4636,2	1,02	1,10
PK567	1200	300	18,8	24,0	750	36	4487,9	4602,5	4969,1	1,03	1,11
PK568	1200	300	18,8	24,0	1200	36	4733,6	4884,2	5296,1	1,03	1,12
PK569	1200	300	18,8	24,0	1800	36	4896,0	5029,2	5467,4	1,03	1,12
PK570	1200	300	18,8	24,0	2900	36	5035,4	5132,6	5591,4	1,02	1,11
PK571	1200	300	25,0	17,1	500	24	3925,2	3914,1	3907,8	1,00	1,00
PK572	1200	300	25,0	17,1	750	24	4041,8	4040,9	4047,3	1,00	1,00
PK573	1200	300	25,0	17,1	1200	24	4143,5	4148,6	4165,7	1,00	1,01
PK574	1200	300	25,0	17,1	1800	24	4207,5	4213,9	4237,4	1,00	1,01
PK575	1200	300	25,0	17,1	2900	24	4261,2	4266,3	4295,0	1,00	1,01
PK576	1200	300	25,0	17,1	500	30	3786,6	3786,3	3851,7	1,00	1,02
PK577	1200	300	25,0	17,1	750	30	3913,1	3867,2	3946,4	0,99	1,01
PK578	1200	300	25,0	17,1	1200	30	4021,8	3936,2	4026,8	0,98	1,00
PK579	1200	300	25,0	17,1	1800	30	4089,2	3978,0	4075,6	0,97	1,00
PK580	1200	300	25,0	17,1	2900	30	4145,1	4011,7	4114,7	0,97	0,99
PK581	1200	300	25,0	17,1	500	36	3712,7	3636,5	3752,5	0,98	1,01
PK582	1200	300	25,0	17,1	750	36	3826,3	3755,1	3886,5	0,98	1,02
PK583	1200	300	25,0	17,1	1200	36	3921,2	3855,9	4000,1	0,98	1,02
PK584	1200	300	25,0	17,1	1800	36	3978,5	3917,0	4069,0	0,98	1,02
PK585	1200	300	25,0	17,1	2900	36	4024,6	3966,1	4124,4	0,99	1,02
PK586	1200	300	18,8	17,1	500	24	3194,5	3314,4	3352,7	1,04	1,05
PK587	1200	300	18,8	17,1	750	24	3300,1	3439,5	3490,3	1,04	1,06
PK588	1200	300	18,8	17,1	1200	24	3392,2	3545,5	3607,0	1,05	1,06
PK589	1200	300	18,8	17,1	1800	24	3450,2	3609,8	3677,7	1,05	1,07
PK590	1200	300	18,8	17,1	2900	24	3498,9	3661,3	3734,5	1,05	1,07
PK591	1200	300	18,8	17,1	500	30	3118,4	3069,7	3163,3	0,98	1,01
PK592	1200	300	18,8	17,1	750	30	3224,7	3150,6	3256,7	0,98	1,01
PK593	1200	300	18,8	17,1	1200	30	3314,6	3219,4	3336,0	0,97	1,01
PK594	1200	300	18,8	17,1	1800	30	3369,5	3261,2	3384,0	0,97	1,00
PK595	1200	300	18,8	17,1	2900	30	3414,6	3294,7	3422,5	0,96	1,00
PK596	1200	300	18,8	17,1	500	36	3047,9	3073,3	3209,9	1,01	1,05
PK597	1200	300	18,8	17,1	750	36	3140,4	3135,5	3284,3	1,00	1,05
PK598	1200	300	18,8	17,1	1200	36	3217,1	3188,5	3347,3	0,99	1,04
PK599	1200	300	18,8	17,1	1800	36	3263,1	3220,7	3385,5	0,99	1,04
PK600	1200	300	18,8	17,1	2900	36	3299,9	3246,6	3416,2	0,98	1,04
PK601	1200	300	25,0	13,3	500	24	3064,9	2963,6	2874,0	0,97	0,94
PK602	1200	300	25,0	13,3	750	24	3104,8	2997,3	2911,3	0,97	0,94
PK603	1200	300	25,0	13,3	1200	24	3137,3	3024,3	2941,2	0,96	0,94
PK604	1200	300	25,0	13,3	1800	24	3156,5	3040,0	2958,5	0,96	0,94
PK605	1200	300	25,0	13,3	2900	24	3171,8	3052,2	2972,0	0,96	0,94
PK606	1200	300	25,0	13,3	500	30	2864,3	2909,6	2873,8	1,02	1,00
PK607	1200	300	25,0	13,3	750	30	2913,5	2962,5	2930,8	1,02	1,01
PK608	1200	300	25,0	13,3	1200	30	2954,5	3004,7	2976,4	1,02	1,01
PK609	1200	300	25,0	13,3	1800	30	2979,5	3029,2	3002,9	1,02	1,01
PK610	1200	300	25,0	13,3	2900	30	3000,3	3048,4	3023,5	1,02	1,01
PK611	1200	300	25,0	13,3	500	36	2823,5	2751,8	2759,8	0,97	0,98

(continua)

Tabela B.28 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK612	1200	300	25,0	13,3	750	36	2874,5	2783,1	2795,6	0,97	0,97
PK613	1200	300	25,0	13,3	1200	36	2916,4	2808,1	2824,3	0,96	0,97
PK614	1200	300	25,0	13,3	1800	36	2941,8	2822,6	2840,9	0,96	0,97
PK615	1200	300	25,0	13,3	2900	36	2962,6	2834,0	2853,9	0,96	0,96
PK616	1200	300	18,8	13,3	500	24	2417,9	2368,7	2326,6	0,98	0,96
PK617	1200	300	18,8	13,3	750	24	2453,7	2402,3	2363,4	0,98	0,96
PK618	1200	300	18,8	13,3	1200	24	2483,0	2429,2	2392,8	0,98	0,96
PK619	1200	300	18,8	13,3	1800	24	2500,6	2444,7	2409,9	0,98	0,96
PK620	1200	300	18,8	13,3	2900	24	2514,7	2456,9	2423,2	0,98	0,96
PK621	1200	300	18,8	13,3	500	30	2309,6	2432,5	2434,2	1,05	1,05
PK622	1200	300	18,8	13,3	750	30	2353,2	2453,4	2459,2	1,04	1,05
PK623	1200	300	18,8	13,3	1200	30	2389,6	2470,2	2479,1	1,03	1,04
PK624	1200	300	18,8	13,3	1800	30	2412,1	2480,0	2490,7	1,03	1,03
PK625	1200	300	18,8	13,3	2900	30	2430,9	2487,6	2499,7	1,02	1,03
PK626	1200	300	18,8	13,3	500	36	2299,2	2199,4	2234,1	0,96	0,97
PK627	1200	300	18,8	13,3	750	36	2340,8	2230,6	2269,5	0,95	0,97
PK628	1200	300	18,8	13,3	1200	36	2374,6	2255,6	2297,7	0,95	0,97
PK629	1200	300	18,8	13,3	1800	36	2394,9	2270,1	2314,1	0,95	0,97
PK630	1200	300	18,8	13,3	2900	36	2411,4	2281,4	2326,9	0,95	0,96
PK631	1200	400	33,3	24,0	500	24	10545,9	10298,8	10079,4	0,98	0,96
PK632	1200	400	33,3	24,0	750	24	11065,5	10873,5	10712,7	0,98	0,97
PK633	1200	400	33,3	24,0	1200	24	11574,0	11440,5	11336,1	0,99	0,98
PK634	1200	400	33,3	24,0	1800	24	11924,8	11826,8	11760,5	0,99	0,99
PK635	1200	400	33,3	24,0	2900	24	12238,9	12164,2	12130,9	0,99	0,99
PK636	1200	400	33,3	24,0	500	30	9743,2	10523,2	10492,3	1,08	1,08
PK637	1200	400	33,3	24,0	750	30	10334,6	10970,1	11011,8	1,06	1,07
PK638	1200	400	33,3	24,0	1200	30	10909,3	11326,2	11435,2	1,04	1,05
PK639	1200	400	33,3	24,0	1800	30	11300,7	11570,6	11723,4	1,02	1,04
PK640	1200	400	33,3	24,0	2900	30	11646,4	11784,9	11975,0	1,01	1,03
PK641	1200	400	33,3	24,0	500	36	9487,9	9562,4	9678,9	1,01	1,02
PK642	1200	400	33,3	24,0	750	36	10083,4	10097,1	10287,0	1,00	1,02
PK643	1200	400	33,3	24,0	1200	36	10640,2	10625,6	10885,7	1,00	1,02
PK644	1200	400	33,3	24,0	1800	36	11006,5	10986,2	11293,1	1,00	1,03
PK645	1200	400	33,3	24,0	2900	36	11320,5	11301,3	11648,8	1,00	1,03
PK646	1200	400	25,0	24,0	500	24	8491,7	8420,9	8348,9	0,99	0,98
PK647	1200	400	25,0	24,0	750	24	8966,0	8989,6	8972,4	1,00	1,00
PK648	1200	400	25,0	24,0	1200	24	9429,8	9548,7	9585,4	1,01	1,02
PK649	1200	400	25,0	24,0	1800	24	9748,9	9928,7	10002,2	1,02	1,03
PK650	1200	400	25,0	24,0	2900	24	10034,1	10259,9	10365,7	1,02	1,03
PK651	1200	400	25,0	24,0	500	30	8226,8	8346,8	8432,0	1,01	1,02
PK652	1200	400	25,0	24,0	750	30	8760,1	8707,7	8855,4	0,99	1,01
PK653	1200	400	25,0	24,0	1200	30	9266,4	9065,3	9271,8	0,98	1,00
PK654	1200	400	25,0	24,0	1800	30	9603,5	9309,6	9554,8	0,97	0,99
PK655	1200	400	25,0	24,0	2900	30	9896,0	9523,3	9801,7	0,96	0,99
PK656	1200	400	25,0	24,0	500	36	7922,8	7821,0	8017,1	0,99	1,01
PK657	1200	400	25,0	24,0	750	36	8415,0	8352,0	8615,9	0,99	1,02
PK658	1200	400	25,0	24,0	1200	36	8866,6	8874,9	9204,5	1,00	1,04

(continua)

Tabela B.28 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK659	1200	400	25,0	24,0	1800	36	9159,6	9230,7	9604,8	1,01	1,05
PK660	1200	400	25,0	24,0	2900	36	9408,1	9541,1	9953,9	1,01	1,06
PK661	1200	400	33,3	17,1	500	24	8206,8	8100,0	7683,3	0,99	0,94
PK662	1200	400	33,3	17,1	750	24	8368,9	8225,2	7825,3	0,98	0,94
PK663	1200	400	33,3	17,1	1200	24	8506,8	8332,0	7946,0	0,98	0,93
PK664	1200	400	33,3	17,1	1800	24	8591,2	8397,0	8019,1	0,98	0,93
PK665	1200	400	33,3	17,1	2900	24	8660,0	8449,3	8077,9	0,98	0,93
PK666	1200	400	33,3	17,1	500	30	7289,5	7280,3	7026,2	1,00	0,96
PK667	1200	400	33,3	17,1	750	30	7477,9	7481,4	7243,2	1,00	0,97
PK668	1200	400	33,3	17,1	1200	30	7642,2	7652,5	7427,6	1,00	0,97
PK669	1200	400	33,3	17,1	1800	30	7744,9	7756,2	7539,4	1,00	0,97
PK670	1200	400	33,3	17,1	2900	30	7830,3	7839,6	7629,2	1,00	0,97
PK671	1200	400	33,3	17,1	500	36	6998,6	7515,3	7364,8	1,07	1,05
PK672	1200	400	33,3	17,1	750	36	7214,7	7643,5	7514,4	1,06	1,04
PK673	1200	400	33,3	17,1	1200	36	7402,9	7741,6	7630,2	1,05	1,03
PK674	1200	400	33,3	17,1	1800	36	7520,9	7801,4	7700,5	1,04	1,02
PK675	1200	400	33,3	17,1	2900	36	7619,6	7849,5	7756,9	1,03	1,02
PK676	1200	400	25,0	17,1	500	24	6411,2	6217,8	5971,2	0,97	0,93
PK677	1200	400	25,0	17,1	750	24	6552,1	6343,8	6110,6	0,97	0,93
PK678	1200	400	25,0	17,1	1200	24	6672,0	6451,0	6229,0	0,97	0,93
PK679	1200	400	25,0	17,1	1800	24	6745,3	6516,1	6300,8	0,97	0,93
PK680	1200	400	25,0	17,1	2900	24	6805,0	6568,4	6358,4	0,97	0,93
PK681	1200	400	25,0	17,1	500	30	5940,1	5854,0	5723,4	0,99	0,96
PK682	1200	400	25,0	17,1	750	30	6113,4	6052,7	5936,5	0,99	0,97
PK683	1200	400	25,0	17,1	1200	30	6264,5	6221,4	6117,4	0,99	0,98
PK684	1200	400	25,0	17,1	1800	30	6359,7	6323,6	6227,1	0,99	0,98
PK685	1200	400	25,0	17,1	2900	30	6439,9	6405,6	6315,1	0,99	0,98
PK686	1200	400	25,0	17,1	500	36	5735,8	5775,4	5733,9	1,01	1,00
PK687	1200	400	25,0	17,1	750	36	5922,5	5891,6	5867,8	0,99	0,99
PK688	1200	400	25,0	17,1	1200	36	6083,3	5990,7	5981,5	0,98	0,98
PK689	1200	400	25,0	17,1	1800	36	6183,5	6050,9	6050,4	0,98	0,98
PK690	1200	400	25,0	17,1	2900	36	6267,3	6099,3	6105,7	0,97	0,97
PK691	1200	400	33,3	13,3	500	24	6666,6	6937,1	6406,9	1,04	0,96
PK692	1200	400	33,3	13,3	750	24	6726,7	7091,8	6559,2	1,05	0,98
PK693	1200	400	33,3	13,3	1200	24	6777,8	7215,3	6681,0	1,06	0,99
PK694	1200	400	33,3	13,3	1800	24	6810,3	7258,3	6725,1	1,07	0,99
PK695	1200	400	33,3	13,3	2900	24	6838,8	7269,6	6738,9	1,06	0,99
PK696	1200	400	33,3	13,3	500	30	5813,2	5854,0	5489,8	1,01	0,94
PK697	1200	400	33,3	13,3	750	30	5876,7	5906,7	5547,9	1,01	0,94
PK698	1200	400	33,3	13,3	1200	30	5928,2	5948,9	5594,4	1,00	0,94
PK699	1200	400	33,3	13,3	1800	30	5958,5	5973,5	5621,4	1,00	0,94
PK700	1200	400	33,3	13,3	2900	30	5982,5	5992,6	5642,5	1,00	0,94
PK701	1200	400	33,3	13,3	500	36	5433,7	5504,9	5237,7	1,01	0,96
PK702	1200	400	33,3	13,3	750	36	5510,4	5582,2	5320,0	1,01	0,97
PK703	1200	400	33,3	13,3	1200	36	5573,6	5644,0	5385,8	1,01	0,97
PK704	1200	400	33,3	13,3	1800	36	5611,4	5679,9	5423,9	1,01	0,97
PK705	1200	400	33,3	13,3	2900	36	5641,8	5707,9	5453,7	1,01	0,97

(continua)

Tabela B.28 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK706	1200	400	25,0	13,3	500	24	5196,7	5284,2	4937,3	1,02	0,95
PK707	1200	400	25,0	13,3	750	24	5248,5	5316,3	4974,7	1,01	0,95
PK708	1200	400	25,0	13,3	1200	24	5291,1	5342,1	5004,5	1,01	0,95
PK709	1200	400	25,0	13,3	1800	24	5317,0	5357,0	5021,8	1,01	0,94
PK710	1200	400	25,0	13,3	2900	24	5338,5	5368,7	5035,3	1,01	0,94
PK711	1200	400	25,0	13,3	500	30	4604,1	4426,0	4203,0	0,96	0,91
PK712	1200	400	25,0	13,3	750	30	4660,8	4479,0	4260,1	0,96	0,91
PK713	1200	400	25,0	13,3	1200	30	4706,8	4521,3	4305,7	0,96	0,91
PK714	1200	400	25,0	13,3	1800	30	4734,0	4545,9	4332,1	0,96	0,92
PK715	1200	400	25,0	13,3	2900	30	4755,6	4565,1	4352,8	0,96	0,92
PK716	1200	400	25,0	13,3	500	36	4343,8	4326,9	4170,7	1,00	0,96
PK717	1200	400	25,0	13,3	750	36	4413,0	4403,4	4251,4	1,00	0,96
PK718	1200	400	25,0	13,3	1200	36	4470,7	4464,5	4315,8	1,00	0,97
PK719	1200	400	25,0	13,3	1800	36	4506,0	4499,9	4353,2	1,00	0,97
PK720	1200	400	25,0	13,3	2900	36	4535,2	4527,6	4382,4	1,00	0,97
									Média	0,99	1,00
									Coef. de variação	2,7%	4,8%

Tabela B.29 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL1	300	75	6,3	6,0	0	6	108,1	104,6	110,5	0,97	1,02
PL2	300	75	6,3	6,0	0	7,5	103,0	101,8	109,3	0,99	1,06
PL3	300	75	6,3	6,0	0	9	98,5	99,6	107,9	1,01	1,09
PL4	300	75	6,3	6,0	0,1	6	90,2	88,2	92,4	0,98	1,03
PL5	300	75	6,3	6,0	0,1	7,5	85,8	85,9	91,4	1,00	1,07
PL6	300	75	6,3	6,0	0,1	9	81,9	84,0	90,2	1,03	1,10
PL7	300	75	6,3	6,0	0,2	6	77,3	75,5	78,9	0,98	1,02
PL8	300	75	6,3	6,0	0,2	7,5	73,5	73,5	78,0	1,00	1,06
PL9	300	75	6,3	6,0	0,2	9	70,1	71,9	77,0	1,03	1,10
PL10	300	75	6,3	6,0	0,3	6	67,7	65,7	68,9	0,97	1,02
PL11	300	75	6,3	6,0	0,3	7,5	64,3	64,0	68,1	1,00	1,06
PL12	300	75	6,3	6,0	0,3	9	61,2	62,6	67,2	1,02	1,10
PL13	300	75	6,3	6,0	0,4	6	60,1	58,1	61,4	0,97	1,02
PL14	300	75	6,3	6,0	0,4	7,5	57,1	56,6	60,7	0,99	1,06
PL15	300	75	6,3	6,0	0,4	9	54,3	55,4	59,9	1,02	1,10
PL16	300	75	6,3	6,0	0,5	6	54,1	52,3	55,4	0,97	1,02
PL17	300	75	6,3	6,0	0,5	7,5	51,4	50,9	54,8	0,99	1,07
PL18	300	75	6,3	6,0	0,5	9	48,8	49,8	54,1	1,02	1,11
PL19	300	75	4,7	6,0	0	6	92,0	88,6	94,8	0,96	1,03
PL20	300	75	4,7	6,0	0	7,5	86,8	85,1	92,3	0,98	1,06
PL21	300	75	4,7	6,0	0	9	82,5	83,4	91,1	1,01	1,11
PL22	300	75	4,7	6,0	0,1	6	76,6	74,8	79,4	0,98	1,04
PL23	300	75	4,7	6,0	0,1	7,5	72,2	71,8	77,3	0,99	1,07
PL24	300	75	4,7	6,0	0,1	9	68,5	70,3	76,3	1,03	1,11
PL25	300	75	4,7	6,0	0,2	6	65,6	64,1	67,8	0,98	1,03
PL26	300	75	4,7	6,0	0,2	7,5	61,8	61,5	66,0	1,00	1,07
PL27	300	75	4,7	6,0	0,2	9	58,5	60,3	65,2	1,03	1,11
PL28	300	75	4,7	6,0	0,3	6	57,3	55,8	59,2	0,97	1,03
PL29	300	75	4,7	6,0	0,3	7,5	54,0	53,6	57,7	0,99	1,07
PL30	300	75	4,7	6,0	0,3	9	51,1	52,5	56,9	1,03	1,11
PL31	300	75	4,7	6,0	0,4	6	50,9	49,4	52,8	0,97	1,04
PL32	300	75	4,7	6,0	0,4	7,5	48,0	47,4	51,4	0,99	1,07
PL33	300	75	4,7	6,0	0,4	9	45,3	46,4	50,7	1,02	1,12
PL34	300	75	4,7	6,0	0,5	6	45,8	44,4	47,7	0,97	1,04
PL35	300	75	4,7	6,0	0,5	7,5	43,2	42,6	46,4	0,99	1,08
PL36	300	75	4,7	6,0	0,5	9	40,7	41,8	45,8	1,03	1,12
PL37	300	75	6,3	4,3	0	6	67,7	68,1	68,7	1,01	1,01
PL38	300	75	6,3	4,3	0	7,5	66,9	63,6	65,4	0,95	0,98
PL39	300	75	6,3	4,3	0	9	64,1	63,3	66,0	0,99	1,03
PL40	300	75	6,3	4,3	0,1	6	56,9	57,4	57,5	1,01	1,01
PL41	300	75	6,3	4,3	0,1	7,5	56,0	53,6	54,7	0,96	0,98
PL42	300	75	6,3	4,3	0,1	9	53,4	53,4	55,2	1,00	1,03
PL43	300	75	6,3	4,3	0,2	6	48,9	49,2	49,0	1,00	1,00
PL44	300	75	6,3	4,3	0,2	7,5	48,1	45,9	46,7	0,95	0,97
PL45	300	75	6,3	4,3	0,2	9	45,8	45,7	47,1	1,00	1,03
PL46	300	75	6,3	4,3	0,3	6	43,0	42,8	42,8	1,00	1,00

(continua)

Tabela B.29 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL47	300	75	6,3	4,3	0,3	7,5	42,2	40,0	40,7	0,95	0,97
PL48	300	75	6,3	4,3	0,3	9	40,1	39,8	41,1	0,99	1,03
PL49	300	75	6,3	4,3	0,4	6	38,3	37,9	38,1	0,99	1,00
PL50	300	75	6,3	4,3	0,4	7,5	37,5	35,4	36,3	0,94	0,97
PL51	300	75	6,3	4,3	0,4	9	35,6	35,2	36,6	0,99	1,03
PL52	300	75	6,3	4,3	0,5	6	34,5	34,0	34,4	0,99	1,00
PL53	300	75	6,3	4,3	0,5	7,5	33,8	31,8	32,8	0,94	0,97
PL54	300	75	6,3	4,3	0,5	9	32,0	31,7	33,1	0,99	1,03
PL55	300	75	4,7	4,3	0	6	56,9	58,6	59,9	1,03	1,05
PL56	300	75	4,7	4,3	0	7,5	55,7	52,4	54,5	0,94	0,98
PL57	300	75	4,7	4,3	0	9	52,2	51,4	54,2	0,99	1,04
PL58	300	75	4,7	4,3	0,1	6	47,6	49,5	50,2	1,04	1,05
PL59	300	75	4,7	4,3	0,1	7,5	46,5	44,2	45,7	0,95	0,98
PL60	300	75	4,7	4,3	0,1	9	43,4	43,4	45,4	1,00	1,05
PL61	300	75	4,7	4,3	0,2	6	40,9	42,4	42,8	1,04	1,05
PL62	300	75	4,7	4,3	0,2	7,5	40,0	37,9	39,0	0,95	0,98
PL63	300	75	4,7	4,3	0,2	9	37,2	37,2	38,8	1,00	1,04
PL64	300	75	4,7	4,3	0,3	6	35,9	36,9	37,4	1,03	1,04
PL65	300	75	4,7	4,3	0,3	7,5	35,0	33,0	34,1	0,94	0,97
PL66	300	75	4,7	4,3	0,3	9	32,5	32,4	33,9	1,00	1,04
PL67	300	75	4,7	4,3	0,4	6	31,9	32,7	33,3	1,02	1,04
PL68	300	75	4,7	4,3	0,4	7,5	31,1	29,2	30,4	0,94	0,98
PL69	300	75	4,7	4,3	0,4	9	28,9	28,7	30,2	0,99	1,05
PL70	300	75	4,7	4,3	0,5	6	28,7	29,4	30,1	1,02	1,05
PL71	300	75	4,7	4,3	0,5	7,5	28,0	26,3	27,4	0,94	0,98
PL72	300	75	4,7	4,3	0,5	9	26,0	25,8	27,3	0,99	1,05
PL73	300	75	6,3	3,3	0	6	49,5	48,0	46,8	0,97	0,95
PL74	300	75	6,3	3,3	0	7,5	47,9	48,1	47,8	1,01	1,00
PL75	300	75	6,3	3,3	0	9	47,0	44,6	44,9	0,95	0,96
PL76	300	75	6,3	3,3	0,1	6	41,8	40,5	39,2	0,97	0,94
PL77	300	75	6,3	3,3	0,1	7,5	40,3	40,6	40,0	1,01	0,99
PL78	300	75	6,3	3,3	0,1	9	39,3	37,6	37,6	0,96	0,96
PL79	300	75	6,3	3,3	0,2	6	36,1	34,7	33,4	0,96	0,93
PL80	300	75	6,3	3,3	0,2	7,5	34,7	34,7	34,1	1,00	0,98
PL81	300	75	6,3	3,3	0,2	9	33,8	32,2	32,1	0,95	0,95
PL82	300	75	6,3	3,3	0,3	6	31,7	30,2	29,2	0,95	0,92
PL83	300	75	6,3	3,3	0,3	7,5	30,5	30,2	29,8	0,99	0,98
PL84	300	75	6,3	3,3	0,3	9	29,6	28,0	28,0	0,95	0,95
PL85	300	75	6,3	3,3	0,4	6	28,3	26,7	26,0	0,94	0,92
PL86	300	75	6,3	3,3	0,4	7,5	27,2	26,8	26,5	0,98	0,98
PL87	300	75	6,3	3,3	0,4	9	26,4	24,8	25,0	0,94	0,95
PL88	300	75	6,3	3,3	0,5	6	25,6	24,0	23,5	0,94	0,92
PL89	300	75	6,3	3,3	0,5	7,5	24,5	24,1	24,0	0,98	0,98
PL90	300	75	6,3	3,3	0,5	9	23,7	22,3	22,5	0,94	0,95
PL91	300	75	4,7	3,3	0	6	40,2	38,7	38,2	0,96	0,95
PL92	300	75	4,7	3,3	0	7,5	39,5	39,1	39,3	0,99	0,99

(continua)

Tabela B.29 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$	$M_{a,OL}/M_{a,num}$
PL93	300	75	4,7	3,3	0	9	37,9	35,9	36,7	0,95	0,97
PL94	300	75	4,7	3,3	0,1	6	33,8	32,7	32,0	0,97	0,95
PL95	300	75	4,7	3,3	0,1	7,5	33,2	33,0	32,9	0,99	0,99
PL96	300	75	4,7	3,3	0,1	9	31,6	30,3	30,7	0,96	0,97
PL97	300	75	4,7	3,3	0,2	6	29,1	28,0	27,3	0,96	0,94
PL98	300	75	4,7	3,3	0,2	7,5	28,6	28,2	28,1	0,99	0,98
PL99	300	75	4,7	3,3	0,2	9	27,1	26,0	26,2	0,96	0,97
PL100	300	75	4,7	3,3	0,3	6	25,6	24,4	23,9	0,95	0,93
PL101	300	75	4,7	3,3	0,3	7,5	25,1	24,6	24,5	0,98	0,98
PL102	300	75	4,7	3,3	0,3	9	23,7	22,6	22,9	0,95	0,96
PL103	300	75	4,7	3,3	0,4	6	22,8	21,6	21,3	0,95	0,93
PL104	300	75	4,7	3,3	0,4	7,5	22,3	21,8	21,9	0,97	0,98
PL105	300	75	4,7	3,3	0,4	9	21,1	20,0	20,4	0,95	0,97
PL106	300	75	4,7	3,3	0,5	6	20,6	19,4	19,2	0,94	0,93
PL107	300	75	4,7	3,3	0,5	7,5	20,1	19,6	19,8	0,97	0,98
PL108	300	75	4,7	3,3	0,5	9	19,0	18,0	18,5	0,95	0,97
PL109	300	100	8,3	6,0	0	6	203,0	200,3	200,8	0,99	0,99
PL110	300	100	8,3	6,0	0	7,5	196,0	190,7	194,8	0,97	0,99
PL111	300	100	8,3	6,0	0	9	188,0	186,2	192,9	0,99	1,03
PL112	300	100	8,3	6,0	0,1	6	170,9	168,7	167,8	0,99	0,98
PL113	300	100	8,3	6,0	0,1	7,5	164,2	160,6	162,8	0,98	0,99
PL114	300	100	8,3	6,0	0,1	9	157,2	156,8	161,2	1,00	1,02
PL115	300	100	8,3	6,0	0,2	6	147,5	144,3	143,1	0,98	0,97
PL116	300	100	8,3	6,0	0,2	7,5	141,2	137,4	138,8	0,97	0,98
PL117	300	100	8,3	6,0	0,2	9	135,0	134,1	137,4	0,99	1,02
PL118	300	100	8,3	6,0	0,3	6	129,7	125,5	124,8	0,97	0,96
PL119	300	100	8,3	6,0	0,3	7,5	123,8	119,5	121,1	0,97	0,98
PL120	300	100	8,3	6,0	0,3	9	118,3	116,7	119,9	0,99	1,01
PL121	300	100	8,3	6,0	0,4	6	115,7	111,0	111,2	0,96	0,96
PL122	300	100	8,3	6,0	0,4	7,5	110,2	105,7	107,8	0,96	0,98
PL123	300	100	8,3	6,0	0,4	9	105,3	103,2	106,8	0,98	1,01
PL124	300	100	8,3	6,0	0,5	6	104,4	99,8	100,4	0,96	0,96
PL125	300	100	8,3	6,0	0,5	7,5	99,3	95,0	97,3	0,96	0,98
PL126	300	100	8,3	6,0	0,5	9	94,8	92,8	96,4	0,98	1,02
PL127	300	100	6,3	6,0	0	6	163,3	170,4	173,0	1,04	1,06
PL128	300	100	6,3	6,0	0	7,5	160,4	155,3	160,7	0,97	1,00
PL129	300	100	6,3	6,0	0	9	154,0	154,2	161,6	1,00	1,05
PL130	300	100	6,3	6,0	0,1	6	137,1	143,7	144,8	1,05	1,06
PL131	300	100	6,3	6,0	0,1	7,5	134,0	131,0	134,4	0,98	1,00
PL132	300	100	6,3	6,0	0,1	9	128,5	130,0	135,2	1,01	1,05
PL133	300	100	6,3	6,0	0,2	6	118,1	123,0	123,5	1,04	1,05
PL134	300	100	6,3	6,0	0,2	7,5	115,0	112,1	114,7	0,97	1,00
PL135	300	100	6,3	6,0	0,2	9	110,3	111,3	115,4	1,01	1,05
PL136	300	100	6,3	6,0	0,3	6	103,7	107,0	107,8	1,03	1,04
PL137	300	100	6,3	6,0	0,3	7,5	100,7	97,6	100,1	0,97	0,99
PL138	300	100	6,3	6,0	0,3	9	96,6	96,9	100,7	1,00	1,04

(continua)

Tabela B.29 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL139	300	100	6,3	6,0	0,4	6	92,4	94,7	96,1	1,02	1,04
PL140	300	100	6,3	6,0	0,4	7,5	89,6	86,3	89,2	0,96	1,00
PL141	300	100	6,3	6,0	0,4	9	85,9	85,7	89,8	1,00	1,05
PL142	300	100	6,3	6,0	0,5	6	83,3	85,2	86,8	1,02	1,04
PL143	300	100	6,3	6,0	0,5	7,5	80,7	77,7	80,6	0,96	1,00
PL144	300	100	6,3	6,0	0,5	9	77,3	77,1	81,1	1,00	1,05
PL145	300	100	8,3	4,3	0	6	137,8	133,5	127,8	0,97	0,93
PL146	300	100	8,3	4,3	0	7,5	126,6	124,8	121,7	0,99	0,96
PL147	300	100	8,3	4,3	0	9	123,6	124,0	122,7	1,00	0,99
PL148	300	100	8,3	4,3	0,1	6	116,9	112,4	106,8	0,96	0,91
PL149	300	100	8,3	4,3	0,1	7,5	106,7	105,1	101,7	0,98	0,95
PL150	300	100	8,3	4,3	0,1	9	104,0	104,4	102,6	1,00	0,99
PL151	300	100	8,3	4,3	0,2	6	101,4	96,1	91,1	0,95	0,90
PL152	300	100	8,3	4,3	0,2	7,5	92,1	89,9	86,7	0,98	0,94
PL153	300	100	8,3	4,3	0,2	9	89,7	89,3	87,5	1,00	0,98
PL154	300	100	8,3	4,3	0,3	6	89,4	83,6	79,4	0,93	0,89
PL155	300	100	8,3	4,3	0,3	7,5	81,0	78,2	75,6	0,97	0,93
PL156	300	100	8,3	4,3	0,3	9	78,8	77,7	76,3	0,99	0,97
PL157	300	100	8,3	4,3	0,4	6	79,9	73,9	70,8	0,92	0,89
PL158	300	100	8,3	4,3	0,4	7,5	72,3	69,1	67,4	0,96	0,93
PL159	300	100	8,3	4,3	0,4	9	70,3	68,7	68,0	0,98	0,97
PL160	300	100	8,3	4,3	0,5	6	72,3	66,5	63,9	0,92	0,88
PL161	300	100	8,3	4,3	0,5	7,5	65,2	62,2	60,8	0,95	0,93
PL162	300	100	8,3	4,3	0,5	9	63,4	61,8	61,3	0,97	0,97
PL163	300	100	6,3	4,3	0	6	105,7	104,1	100,9	0,98	0,95
PL164	300	100	6,3	4,3	0	7,5	101,2	102,3	101,1	1,01	1,00
PL165	300	100	6,3	4,3	0	9	100,2	96,6	96,9	0,96	0,97
PL166	300	100	6,3	4,3	0,1	6	89,4	87,7	84,4	0,98	0,94
PL167	300	100	6,3	4,3	0,1	7,5	85,0	86,3	84,6	1,01	0,99
PL168	300	100	6,3	4,3	0,1	9	84,0	81,5	81,1	0,97	0,97
PL169	300	100	6,3	4,3	0,2	6	77,3	75,1	72,1	0,97	0,93
PL170	300	100	6,3	4,3	0,2	7,5	73,3	73,9	72,2	1,01	0,98
PL171	300	100	6,3	4,3	0,2	9	72,3	69,8	69,2	0,96	0,96
PL172	300	100	6,3	4,3	0,3	6	68,1	65,4	62,9	0,96	0,92
PL173	300	100	6,3	4,3	0,3	7,5	64,4	64,3	63,0	1,00	0,98
PL174	300	100	6,3	4,3	0,3	9	63,4	60,7	60,4	0,96	0,95
PL175	300	100	6,3	4,3	0,4	6	60,8	57,8	56,0	0,95	0,92
PL176	300	100	6,3	4,3	0,4	7,5	57,4	56,9	56,1	0,99	0,98
PL177	300	100	6,3	4,3	0,4	9	56,5	53,7	53,8	0,95	0,95
PL178	300	100	6,3	4,3	0,5	6	54,9	52,0	50,6	0,95	0,92
PL179	300	100	6,3	4,3	0,5	7,5	51,7	51,2	50,7	0,99	0,98
PL180	300	100	6,3	4,3	0,5	9	50,9	48,3	48,6	0,95	0,95
PL181	300	100	8,3	3,3	0	6	108,4	113,9	105,7	1,05	0,98
PL182	300	100	8,3	3,3	0	7,5	95,3	94,1	88,7	0,99	0,93
PL183	300	100	8,3	3,3	0	9	90,0	89,9	86,0	1,00	0,96
PL184	300	100	8,3	3,3	0,1	6	93,7	95,9	88,3	1,02	0,94

(continua)

Tabela B.29 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL185	300	100	8,3	3,3	0,1	7,5	81,0	79,3	74,1	0,98	0,92
PL186	300	100	8,3	3,3	0,1	9	76,3	75,7	71,9	0,99	0,94
PL187	300	100	8,3	3,3	0,2	6	82,1	82,0	75,3	1,00	0,92
PL188	300	100	8,3	3,3	0,2	7,5	70,3	67,8	63,2	0,97	0,90
PL189	300	100	8,3	3,3	0,2	9	66,1	64,8	61,3	0,98	0,93
PL190	300	100	8,3	3,3	0,3	6	72,9	71,4	65,7	0,98	0,90
PL191	300	100	8,3	3,3	0,3	7,5	62,0	59,0	55,1	0,95	0,89
PL192	300	100	8,3	3,3	0,3	9	58,2	56,3	53,5	0,97	0,92
PL193	300	100	8,3	3,3	0,4	6	65,5	63,1	58,5	0,96	0,89
PL194	300	100	8,3	3,3	0,4	7,5	55,4	52,2	49,1	0,94	0,89
PL195	300	100	8,3	3,3	0,4	9	52,0	49,8	47,6	0,96	0,92
PL196	300	100	8,3	3,3	0,5	6	59,3	56,7	52,8	0,96	0,89
PL197	300	100	8,3	3,3	0,5	7,5	50,1	46,9	44,3	0,94	0,88
PL198	300	100	8,3	3,3	0,5	9	47,0	44,8	43,0	0,95	0,91
PL199	300	100	6,3	3,3	0	6	82,4	84,2	79,0	1,02	0,96
PL200	300	100	6,3	3,3	0	7,5	73,7	71,8	68,6	0,97	0,93
PL201	300	100	6,3	3,3	0	9	71,3	71,5	69,2	1,00	0,97
PL202	300	100	6,3	3,3	0,1	6	70,4	71,0	66,1	1,01	0,94
PL203	300	100	6,3	3,3	0,1	7,5	62,4	60,6	57,4	0,97	0,92
PL204	300	100	6,3	3,3	0,1	9	60,2	60,3	57,9	1,00	0,96
PL205	300	100	6,3	3,3	0,2	6	61,2	60,8	56,4	0,99	0,92
PL206	300	100	6,3	3,3	0,2	7,5	54,0	51,9	49,0	0,96	0,91
PL207	300	100	6,3	3,3	0,2	9	52,0	51,6	49,4	0,99	0,95
PL208	300	100	6,3	3,3	0,3	6	54,1	52,9	49,3	0,98	0,91
PL209	300	100	6,3	3,3	0,3	7,5	47,5	45,1	42,7	0,95	0,90
PL210	300	100	6,3	3,3	0,3	9	45,7	44,9	43,2	0,98	0,94
PL211	300	100	6,3	3,3	0,4	6	48,5	46,8	43,9	0,97	0,91
PL212	300	100	6,3	3,3	0,4	7,5	42,4	39,9	38,1	0,94	0,90
PL213	300	100	6,3	3,3	0,4	9	40,8	39,7	38,5	0,97	0,94
PL214	300	100	6,3	3,3	0,5	6	43,9	42,1	39,6	0,96	0,90
PL215	300	100	6,3	3,3	0,5	7,5	38,3	35,9	34,4	0,94	0,90
PL216	300	100	6,3	3,3	0,5	9	36,8	35,7	34,7	0,97	0,94
PL217	600	150	12,5	12,0	0	12	875,6	836,8	883,9	0,96	1,01
PL218	600	150	12,5	12,0	0	15	824,0	814,8	874,4	0,99	1,06
PL219	600	150	12,5	12,0	0	18	786,5	796,8	862,9	1,01	1,10
PL220	600	150	12,5	12,0	0,1	12	729,7	705,5	739,5	0,97	1,01
PL221	600	150	12,5	12,0	0,1	15	686,5	686,9	731,6	1,00	1,07
PL222	600	150	12,5	12,0	0,1	18	654,6	671,8	721,9	1,03	1,10
PL223	600	150	12,5	12,0	0,2	12	625,2	604,1	631,1	0,97	1,01
PL224	600	150	12,5	12,0	0,2	15	588,2	588,2	624,4	1,00	1,06
PL225	600	150	12,5	12,0	0,2	18	560,5	575,2	616,1	1,03	1,10
PL226	600	150	12,5	12,0	0,3	12	546,9	525,7	550,9	0,96	1,01
PL227	600	150	12,5	12,0	0,3	15	514,5	511,9	544,9	0,99	1,06
PL228	600	150	12,5	12,0	0,3	18	490,0	500,6	537,7	1,02	1,10
PL229	600	150	12,5	12,0	0,4	12	485,9	465,2	490,9	0,96	1,01
PL230	600	150	12,5	12,0	0,4	15	457,2	452,9	485,6	0,99	1,06

(continua)

Tabela B.29 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL231	600	150	12,5	12,0	0,4	18	435,3	442,9	479,2	1,02	1,10
PL232	600	150	12,5	12,0	0,5	12	437,2	418,4	443,3	0,96	1,01
PL233	600	150	12,5	12,0	0,5	15	411,3	407,4	438,5	0,99	1,07
PL234	600	150	12,5	12,0	0,5	18	391,5	398,4	432,7	1,02	1,11
PL235	600	150	9,4	12,0	0	12	725,3	708,8	758,2	0,98	1,05
PL236	600	150	9,4	12,0	0	15	690,8	680,6	738,7	0,99	1,07
PL237	600	150	9,4	12,0	0	18	656,9	666,9	729,1	1,02	1,11
PL238	600	150	9,4	12,0	0,1	12	603,1	598,1	635,0	0,99	1,05
PL239	600	150	9,4	12,0	0,1	15	574,3	574,3	618,6	1,00	1,08
PL240	600	150	9,4	12,0	0,1	18	545,3	562,7	610,5	1,03	1,12
PL241	600	150	9,4	12,0	0,2	12	516,1	512,5	542,2	0,99	1,05
PL242	600	150	9,4	12,0	0,2	15	491,4	492,1	528,2	1,00	1,07
PL243	600	150	9,4	12,0	0,2	18	466,1	482,2	521,4	1,03	1,12
PL244	600	150	9,4	12,0	0,3	12	450,9	446,3	473,5	0,99	1,05
PL245	600	150	9,4	12,0	0,3	15	429,4	428,5	461,3	1,00	1,07
PL246	600	150	9,4	12,0	0,3	18	407,0	419,8	455,3	1,03	1,12
PL247	600	150	9,4	12,0	0,4	12	400,3	395,0	422,0	0,99	1,05
PL248	600	150	9,4	12,0	0,4	15	381,2	379,3	411,1	0,99	1,08
PL249	600	150	9,4	12,0	0,4	18	361,1	371,6	405,8	1,03	1,12
PL250	600	150	9,4	12,0	0,5	12	359,9	355,3	381,3	0,99	1,06
PL251	600	150	9,4	12,0	0,5	15	342,8	341,2	371,4	1,00	1,08
PL252	600	150	9,4	12,0	0,5	18	324,6	334,3	366,6	1,03	1,13
PL253	600	150	12,5	8,6	0	12	551,5	544,7	549,5	0,99	1,00
PL254	600	150	12,5	8,6	0	15	535,1	508,8	522,9	0,95	0,98
PL255	600	150	12,5	8,6	0	18	510,3	506,5	527,6	0,99	1,03
PL256	600	150	12,5	8,6	0,1	12	461,7	459,3	459,7	0,99	1,00
PL257	600	150	12,5	8,6	0,1	15	447,7	429,0	437,5	0,96	0,98
PL258	600	150	12,5	8,6	0,1	18	426,0	427,0	441,5	1,00	1,04
PL259	600	150	12,5	8,6	0,2	12	396,8	393,3	392,3	0,99	0,99
PL260	600	150	12,5	8,6	0,2	15	384,7	367,3	373,4	0,95	0,97
PL261	600	150	12,5	8,6	0,2	18	365,5	365,6	376,8	1,00	1,03
PL262	600	150	12,5	8,6	0,3	12	347,8	342,2	342,4	0,98	0,98
PL263	600	150	12,5	8,6	0,3	15	337,2	319,7	325,9	0,95	0,97
PL264	600	150	12,5	8,6	0,3	18	320,0	318,2	328,8	0,99	1,03
PL265	600	150	12,5	8,6	0,4	12	309,5	302,8	305,1	0,98	0,99
PL266	600	150	12,5	8,6	0,4	15	300,1	282,9	290,4	0,94	0,97
PL267	600	150	12,5	8,6	0,4	18	284,6	281,6	293,0	0,99	1,03
PL268	600	150	12,5	8,6	0,5	12	278,7	272,4	275,6	0,98	0,99
PL269	600	150	12,5	8,6	0,5	15	270,3	254,4	262,2	0,94	0,97
PL270	600	150	12,5	8,6	0,5	18	256,2	253,2	264,6	0,99	1,03
PL271	600	150	9,4	8,6	0	12	448,2	468,9	479,2	1,05	1,07
PL272	600	150	9,4	8,6	0	15	442,5	419,2	436,2	0,95	0,99
PL273	600	150	9,4	8,6	0	18	414,9	411,5	433,7	0,99	1,05
PL274	600	150	9,4	8,6	0,1	12	374,5	395,7	401,3	1,06	1,07
PL275	600	150	9,4	8,6	0,1	15	369,2	353,7	365,3	0,96	0,99
PL276	600	150	9,4	8,6	0,1	18	345,4	347,2	363,2	1,01	1,05

(continua)

Tabela B.29 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL277	600	150	9,4	8,6	0,2	12	321,4	339,0	342,7	1,05	1,07
PL278	600	150	9,4	8,6	0,2	15	316,7	303,1	312,0	0,96	0,99
PL279	600	150	9,4	8,6	0,2	18	295,7	297,5	310,2	1,01	1,05
PL280	600	150	9,4	8,6	0,3	12	281,5	295,2	299,2	1,05	1,06
PL281	600	150	9,4	8,6	0,3	15	277,2	263,9	272,4	0,95	0,98
PL282	600	150	9,4	8,6	0,3	18	258,6	259,1	270,8	1,00	1,05
PL283	600	150	9,4	8,6	0,4	12	250,3	261,3	266,7	1,04	1,07
PL284	600	150	9,4	8,6	0,4	15	246,5	233,6	242,8	0,95	0,99
PL285	600	150	9,4	8,6	0,4	18	229,7	229,3	241,4	1,00	1,05
PL286	600	150	9,4	8,6	0,5	12	225,3	235,1	241,0	1,04	1,07
PL287	600	150	9,4	8,6	0,5	15	221,8	210,1	219,4	0,95	0,99
PL288	600	150	9,4	8,6	0,5	18	206,6	206,3	218,1	1,00	1,06
PL289	600	150	12,5	6,7	0	12	404,0	384,1	374,3	0,95	0,93
PL290	600	150	12,5	6,7	0	15	383,0	385,1	382,3	1,01	1,00
PL291	600	150	12,5	6,7	0	18	373,6	356,6	359,5	0,95	0,96
PL292	600	150	12,5	6,7	0,1	12	339,9	323,8	313,2	0,95	0,92
PL293	600	150	12,5	6,7	0,1	15	321,9	324,7	319,9	1,01	0,99
PL294	600	150	12,5	6,7	0,1	18	313,0	300,7	300,8	0,96	0,96
PL295	600	150	12,5	6,7	0,2	12	293,0	277,3	267,3	0,95	0,91
PL296	600	150	12,5	6,7	0,2	15	277,4	278,0	273,0	1,00	0,98
PL297	600	150	12,5	6,7	0,2	18	269,2	257,5	256,7	0,96	0,95
PL298	600	150	12,5	6,7	0,3	12	257,3	241,3	233,3	0,94	0,91
PL299	600	150	12,5	6,7	0,3	15	243,7	241,9	238,3	0,99	0,98
PL300	600	150	12,5	6,7	0,3	18	236,1	224,1	224,0	0,95	0,95
PL301	600	150	12,5	6,7	0,4	12	229,3	213,5	207,9	0,93	0,91
PL302	600	150	12,5	6,7	0,4	15	217,2	214,1	212,3	0,99	0,98
PL303	600	150	12,5	6,7	0,4	18	210,2	198,3	199,6	0,94	0,95
PL304	600	150	12,5	6,7	0,5	12	206,8	192,0	187,7	0,93	0,91
PL305	600	150	12,5	6,7	0,5	15	195,9	192,5	191,7	0,98	0,98
PL306	600	150	12,5	6,7	0,5	18	189,4	178,3	180,3	0,94	0,95
PL307	600	150	9,4	6,7	0	12	317,0	309,7	305,7	0,98	0,96
PL308	600	150	9,4	6,7	0	15	313,5	312,6	314,4	1,00	1,00
PL309	600	150	9,4	6,7	0	18	300,8	287,6	293,6	0,96	0,98
PL310	600	150	9,4	6,7	0,1	12	266,1	261,3	256,0	0,98	0,96
PL311	600	150	9,4	6,7	0,1	15	262,9	263,8	263,3	1,00	1,00
PL312	600	150	9,4	6,7	0,1	18	251,1	242,7	245,8	0,97	0,98
PL313	600	150	9,4	6,7	0,2	12	229,1	223,9	218,6	0,98	0,95
PL314	600	150	9,4	6,7	0,2	15	226,2	226,0	224,8	1,00	0,99
PL315	600	150	9,4	6,7	0,2	18	215,4	207,9	209,9	0,97	0,97
PL316	600	150	9,4	6,7	0,3	12	201,1	195,0	190,9	0,97	0,95
PL317	600	150	9,4	6,7	0,3	15	198,4	196,8	196,3	0,99	0,99
PL318	600	150	9,4	6,7	0,3	18	188,6	181,0	183,3	0,96	0,97
PL319	600	150	9,4	6,7	0,4	12	179,1	172,6	170,2	0,96	0,95
PL320	600	150	9,4	6,7	0,4	15	176,7	174,2	175,0	0,99	0,99
PL321	600	150	9,4	6,7	0,4	18	167,7	160,2	163,4	0,96	0,97
PL322	600	150	9,4	6,7	0,5	12	161,4	155,2	153,7	0,96	0,95

(continua)

Tabela B.29 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL323	600	150	9,4	6,7	0,5	15	159,2	156,7	158,1	0,98	0,99
PL324	600	150	9,4	6,7	0,5	18	150,9	144,2	147,6	0,96	0,98
PL325	600	200	16,7	12,0	0	12	1624,8	1602,8	1606,6	0,99	0,99
PL326	600	200	16,7	12,0	0	15	1571,9	1525,6	1558,2	0,97	0,99
PL327	600	200	16,7	12,0	0	18	1499,3	1489,6	1542,8	0,99	1,03
PL328	600	200	16,7	12,0	0,1	12	1367,4	1349,7	1342,6	0,99	0,98
PL329	600	200	16,7	12,0	0,1	15	1315,1	1284,8	1302,1	0,98	0,99
PL330	600	200	16,7	12,0	0,1	18	1253,2	1254,4	1289,3	1,00	1,03
PL331	600	200	16,7	12,0	0,2	12	1179,7	1154,6	1144,8	0,98	0,97
PL332	600	200	16,7	12,0	0,2	15	1130,0	1099,1	1110,3	0,97	0,98
PL333	600	200	16,7	12,0	0,2	18	1076,2	1073,1	1099,3	1,00	1,02
PL334	600	200	16,7	12,0	0,3	12	1036,9	1004,1	998,6	0,97	0,96
PL335	600	200	16,7	12,0	0,3	15	990,4	955,8	968,5	0,97	0,98
PL336	600	200	16,7	12,0	0,3	18	942,9	933,2	958,9	0,99	1,02
PL337	600	200	16,7	12,0	0,4	12	924,7	888,1	889,5	0,96	0,96
PL338	600	200	16,7	12,0	0,4	15	881,3	845,3	862,7	0,96	0,98
PL339	600	200	16,7	12,0	0,4	18	838,9	825,4	854,2	0,98	1,02
PL340	600	200	16,7	12,0	0,5	12	834,4	798,6	802,9	0,96	0,96
PL341	600	200	16,7	12,0	0,5	15	793,8	760,1	778,7	0,96	0,98
PL342	600	200	16,7	12,0	0,5	18	755,5	742,2	771,0	0,98	1,02
PL343	600	200	12,5	12,0	0	12	1302,3	1363,1	1384,2	1,05	1,06
PL344	600	200	12,5	12,0	0	15	1294,6	1242,6	1285,3	0,96	0,99
PL345	600	200	12,5	12,0	0	18	1234,3	1233,8	1293,1	1,00	1,05
PL346	600	200	12,5	12,0	0,1	12	1094,2	1149,2	1158,1	1,05	1,06
PL347	600	200	12,5	12,0	0,1	15	1083,4	1047,6	1075,4	0,97	0,99
PL348	600	200	12,5	12,0	0,1	18	1030,9	1040,2	1081,9	1,01	1,05
PL349	600	200	12,5	12,0	0,2	12	942,9	984,0	988,4	1,04	1,05
PL350	600	200	12,5	12,0	0,2	15	931,2	897,0	917,8	0,96	0,99
PL351	600	200	12,5	12,0	0,2	18	884,9	890,7	923,3	1,01	1,04
PL352	600	200	12,5	12,0	0,3	12	828,1	856,4	862,7	1,03	1,04
PL353	600	200	12,5	12,0	0,3	15	816,4	780,7	801,0	0,96	0,98
PL354	600	200	12,5	12,0	0,3	18	775,0	775,1	805,9	1,00	1,04
PL355	600	200	12,5	12,0	0,4	12	738,1	757,7	768,7	1,03	1,04
PL356	600	200	12,5	12,0	0,4	15	726,6	690,7	713,8	0,95	0,98
PL357	600	200	12,5	12,0	0,4	18	689,4	685,9	718,1	0,99	1,04
PL358	600	200	12,5	12,0	0,5	12	665,7	681,5	694,2	1,02	1,04
PL359	600	200	12,5	12,0	0,5	15	654,6	621,3	644,6	0,95	0,98
PL360	600	200	12,5	12,0	0,5	18	620,7	616,9	648,5	0,99	1,04
PL361	600	200	16,7	8,6	0	12	1102,2	1067,6	1022,6	0,97	0,93
PL362	600	200	16,7	8,6	0	15	1015,1	998,2	973,3	0,98	0,96
PL363	600	200	16,7	8,6	0	18	981,6	991,7	982,0	1,01	1,00
PL364	600	200	16,7	8,6	0,1	12	934,9	899,1	854,5	0,96	0,91
PL365	600	200	16,7	8,6	0,1	15	854,7	840,6	813,3	0,98	0,95
PL366	600	200	16,7	8,6	0,1	18	826,3	835,2	820,6	1,01	0,99
PL367	600	200	16,7	8,6	0,2	12	810,6	769,1	728,6	0,95	0,90
PL368	600	200	16,7	8,6	0,2	15	737,4	719,1	693,5	0,98	0,94

(continua)

Tabela B.29 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL369	600	200	16,7	8,6	0,2	18	712,8	714,4	699,7	1,00	0,98
PL370	600	200	16,7	8,6	0,3	12	714,8	668,9	635,6	0,94	0,89
PL371	600	200	16,7	8,6	0,3	15	648,0	625,4	605,0	0,97	0,93
PL372	600	200	16,7	8,6	0,3	18	626,5	621,3	610,3	0,99	0,97
PL373	600	200	16,7	8,6	0,4	12	639,0	591,6	566,2	0,93	0,89
PL374	600	200	16,7	8,6	0,4	15	577,8	553,1	538,9	0,96	0,93
PL375	600	200	16,7	8,6	0,4	18	558,8	549,5	543,7	0,98	0,97
PL376	600	200	16,7	8,6	0,5	12	577,6	531,9	511,0	0,92	0,88
PL377	600	200	16,7	8,6	0,5	15	521,2	497,3	486,4	0,95	0,93
PL378	600	200	16,7	8,6	0,5	18	504,1	494,1	490,7	0,98	0,97
PL379	600	200	12,5	8,6	0	12	842,8	832,5	807,4	0,99	0,96
PL380	600	200	12,5	8,6	0	15	815,3	818,6	808,6	1,00	0,99
PL381	600	200	12,5	8,6	0	18	804,5	773,0	775,3	0,96	0,96
PL382	600	200	12,5	8,6	0,1	12	712,9	701,9	675,5	0,98	0,95
PL383	600	200	12,5	8,6	0,1	15	686,3	690,2	676,6	1,01	0,99
PL384	600	200	12,5	8,6	0,1	18	675,4	651,7	648,7	0,97	0,96
PL385	600	200	12,5	8,6	0,2	12	617,1	601,0	576,5	0,97	0,93
PL386	600	200	12,5	8,6	0,2	15	592,2	591,0	577,4	1,00	0,98
PL387	600	200	12,5	8,6	0,2	18	581,7	558,0	553,6	0,96	0,95
PL388	600	200	12,5	8,6	0,3	12	543,6	523,0	503,2	0,96	0,93
PL389	600	200	12,5	8,6	0,3	15	520,5	514,3	504,0	0,99	0,97
PL390	600	200	12,5	8,6	0,3	18	510,7	485,7	483,2	0,95	0,95
PL391	600	200	12,5	8,6	0,4	12	485,7	462,8	448,4	0,95	0,92
PL392	600	200	12,5	8,6	0,4	15	464,2	455,1	449,1	0,98	0,97
PL393	600	200	12,5	8,6	0,4	18	455,1	429,7	430,6	0,94	0,95
PL394	600	200	12,5	8,6	0,5	12	438,7	416,2	404,9	0,95	0,92
PL395	600	200	12,5	8,6	0,5	15	418,8	409,3	405,5	0,98	0,97
PL396	600	200	12,5	8,6	0,5	18	410,3	386,5	388,8	0,94	0,95
PL397	600	200	16,7	6,7	0	12	866,6	911,1	845,3	1,05	0,98
PL398	600	200	16,7	6,7	0	15	763,4	753,1	709,8	0,99	0,93
PL399	600	200	16,7	6,7	0	18	714,1	719,4	688,0	1,01	0,96
PL400	600	200	16,7	6,7	0,1	12	749,4	767,3	706,4	1,02	0,94
PL401	600	200	16,7	6,7	0,1	15	648,3	634,2	593,1	0,98	0,91
PL402	600	200	16,7	6,7	0,1	18	605,3	605,8	574,9	1,00	0,95
PL403	600	200	16,7	6,7	0,2	12	656,6	656,3	602,3	1,00	0,92
PL404	600	200	16,7	6,7	0,2	15	562,2	542,5	505,7	0,97	0,90
PL405	600	200	16,7	6,7	0,2	18	524,6	518,2	490,2	0,99	0,93
PL406	600	200	16,7	6,7	0,3	12	582,8	570,8	525,4	0,98	0,90
PL407	600	200	16,7	6,7	0,3	15	495,8	471,8	441,1	0,95	0,89
PL408	600	200	16,7	6,7	0,3	18	462,6	450,7	427,6	0,97	0,92
PL409	600	200	16,7	6,7	0,4	12	523,2	504,8	468,0	0,96	0,89
PL410	600	200	16,7	6,7	0,4	15	443,1	417,3	393,0	0,94	0,89
PL411	600	200	16,7	6,7	0,4	18	413,5	398,6	380,9	0,96	0,92
PL412	600	200	16,7	6,7	0,5	12	474,4	453,9	422,4	0,96	0,89
PL413	600	200	16,7	6,7	0,5	15	400,3	375,2	354,7	0,94	0,89
PL414	600	200	16,7	6,7	0,5	18	373,7	358,4	343,8	0,96	0,92

(continua)

Tabela B.29 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL415	600	200	12,5	6,7	0	12	657,2	673,6	632,3	1,02	0,96
PL416	600	200	12,5	6,7	0	15	593,3	574,7	548,5	0,97	0,92
PL417	600	200	12,5	6,7	0	18	573,2	571,8	554,0	1,00	0,97
PL418	600	200	12,5	6,7	0,1	12	561,3	567,9	529,0	1,01	0,94
PL419	600	200	12,5	6,7	0,1	15	502,4	484,5	458,9	0,96	0,91
PL420	600	200	12,5	6,7	0,1	18	484,1	482,1	463,5	1,00	0,96
PL421	600	200	12,5	6,7	0,2	12	488,7	486,3	451,5	1,00	0,92
PL422	600	200	12,5	6,7	0,2	15	435,1	414,9	391,6	0,95	0,90
PL423	600	200	12,5	6,7	0,2	18	418,5	412,8	395,5	0,99	0,95
PL424	600	200	12,5	6,7	0,3	12	432,2	423,2	394,0	0,98	0,91
PL425	600	200	12,5	6,7	0,3	15	383,4	361,0	341,8	0,94	0,89
PL426	600	200	12,5	6,7	0,3	18	368,4	359,2	345,2	0,98	0,94
PL427	600	200	12,5	6,7	0,4	12	387,1	374,4	351,1	0,97	0,91
PL428	600	200	12,5	6,7	0,4	15	342,5	319,5	304,6	0,93	0,89
PL429	600	200	12,5	6,7	0,4	18	328,9	317,9	307,6	0,97	0,94
PL430	600	200	12,5	6,7	0,5	12	350,4	336,8	317,1	0,96	0,90
PL431	600	200	12,5	6,7	0,5	15	309,5	287,3	275,1	0,93	0,89
PL432	600	200	12,5	6,7	0,5	18	297,0	285,9	277,8	0,96	0,94
PL433	900	225	18,8	18,0	0	18	2938,6	2824,1	2983,2	0,96	1,02
PL434	900	225	18,8	18,0	0	22,5	2799,5	2749,8	2951,1	0,98	1,05
PL435	900	225	18,8	18,0	0	27	2656,3	2689,1	2912,2	1,01	1,10
PL436	900	225	18,8	18,0	0,1	18	2453,0	2381,0	2496,0	0,97	1,02
PL437	900	225	18,8	18,0	0,1	22,5	2330,8	2318,4	2469,1	0,99	1,06
PL438	900	225	18,8	18,0	0,1	27	2209,8	2267,2	2436,5	1,03	1,10
PL439	900	225	18,8	18,0	0,2	18	2104,5	2038,7	2130,1	0,97	1,01
PL440	900	225	18,8	18,0	0,2	22,5	1996,2	1985,1	2107,2	0,99	1,06
PL441	900	225	18,8	18,0	0,2	27	1891,6	1941,3	2079,4	1,03	1,10
PL442	900	225	18,8	18,0	0,3	18	1842,3	1774,2	1859,2	0,96	1,01
PL443	900	225	18,8	18,0	0,3	22,5	1745,5	1727,6	1839,2	0,99	1,05
PL444	900	225	18,8	18,0	0,3	27	1653,4	1689,4	1814,9	1,02	1,10
PL445	900	225	18,8	18,0	0,4	18	1638,1	1569,9	1656,7	0,96	1,01
PL446	900	225	18,8	18,0	0,4	22,5	1550,6	1528,6	1638,8	0,99	1,06
PL447	900	225	18,8	18,0	0,4	27	1468,4	1494,9	1617,2	1,02	1,10
PL448	900	225	18,8	18,0	0,5	18	1474,5	1412,0	1496,1	0,96	1,01
PL449	900	225	18,8	18,0	0,5	22,5	1394,9	1374,9	1480,0	0,99	1,06
PL450	900	225	18,8	18,0	0,5	27	1320,6	1344,5	1460,5	1,02	1,11
PL451	900	225	14,1	18,0	0	18	2496,2	2392,3	2559,0	0,96	1,03
PL452	900	225	14,1	18,0	0	22,5	2332,4	2297,1	2493,0	0,98	1,07
PL453	900	225	14,1	18,0	0	27	2244,8	2250,6	2460,6	1,00	1,10
PL454	900	225	14,1	18,0	0,1	18	2078,3	2018,8	2143,0	0,97	1,03
PL455	900	225	14,1	18,0	0,1	22,5	1938,7	1938,4	2087,7	1,00	1,08
PL456	900	225	14,1	18,0	0,1	27	1863,3	1899,2	2060,6	1,02	1,11
PL457	900	225	14,1	18,0	0,2	18	1779,8	1729,7	1830,1	0,97	1,03
PL458	900	225	14,1	18,0	0,2	22,5	1658,5	1660,9	1782,8	1,00	1,07
PL459	900	225	14,1	18,0	0,2	27	1592,5	1627,3	1759,7	1,02	1,11
PL460	900	225	14,1	18,0	0,3	18	1556,1	1506,1	1598,0	0,97	1,03

(continua)

Tabela B.29 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL461	900	225	14,1	18,0	0,3	22,5	1449,0	1446,1	1556,7	1,00	1,07
PL462	900	225	14,1	18,0	0,3	27	1390,3	1416,9	1536,5	1,02	1,11
PL463	900	225	14,1	18,0	0,4	18	1382,2	1333,1	1424,3	0,96	1,03
PL464	900	225	14,1	18,0	0,4	22,5	1286,4	1280,0	1387,6	1,00	1,08
PL465	900	225	14,1	18,0	0,4	27	1233,6	1254,1	1369,5	1,02	1,11
PL466	900	225	14,1	18,0	0,5	18	1243,3	1199,2	1286,8	0,96	1,03
PL467	900	225	14,1	18,0	0,5	22,5	1156,6	1151,5	1253,5	1,00	1,08
PL468	900	225	14,1	18,0	0,5	27	1108,6	1128,2	1237,3	1,02	1,12
PL469	900	225	18,8	12,9	0	18	1846,7	1838,5	1854,5	1,00	1,00
PL470	900	225	18,8	12,9	0	22,5	1821,2	1717,3	1764,8	0,94	0,97
PL471	900	225	18,8	12,9	0	27	1727,5	1709,4	1780,8	0,99	1,03
PL472	900	225	18,8	12,9	0,1	18	1548,9	1550,1	1551,6	1,00	1,00
PL473	900	225	18,8	12,9	0,1	22,5	1523,1	1447,9	1476,5	0,95	0,97
PL474	900	225	18,8	12,9	0,1	27	1441,2	1441,3	1489,9	1,00	1,03
PL475	900	225	18,8	12,9	0,2	18	1332,9	1327,2	1324,2	1,00	0,99
PL476	900	225	18,8	12,9	0,2	22,5	1308,4	1239,7	1260,1	0,95	0,96
PL477	900	225	18,8	12,9	0,2	27	1236,0	1234,1	1271,5	1,00	1,03
PL478	900	225	18,8	12,9	0,3	18	1169,4	1155,0	1155,7	0,99	0,99
PL479	900	225	18,8	12,9	0,3	22,5	1146,5	1078,9	1099,8	0,94	0,96
PL480	900	225	18,8	12,9	0,3	27	1081,8	1074,0	1109,8	0,99	1,03
PL481	900	225	18,8	12,9	0,4	18	1041,3	1022,0	1029,9	0,98	0,99
PL482	900	225	18,8	12,9	0,4	22,5	1020,1	954,6	980,0	0,94	0,96
PL483	900	225	18,8	12,9	0,4	27	961,7	950,3	988,9	0,99	1,03
PL484	900	225	18,8	12,9	0,5	18	938,4	919,2	930,1	0,98	0,99
PL485	900	225	18,8	12,9	0,5	22,5	918,8	858,6	885,1	0,93	0,96
PL486	900	225	18,8	12,9	0,5	27	865,6	854,7	893,1	0,99	1,03
PL487	900	225	14,1	12,9	0	18	1563,6	1582,6	1617,4	1,01	1,03
PL488	900	225	14,1	12,9	0	22,5	1493,1	1414,7	1472,3	0,95	0,99
PL489	900	225	14,1	12,9	0	27	1425,8	1388,8	1463,8	0,97	1,03
PL490	900	225	14,1	12,9	0,1	18	1307,9	1335,5	1354,4	1,02	1,04
PL491	900	225	14,1	12,9	0,1	22,5	1246,0	1193,8	1233,0	0,96	0,99
PL492	900	225	14,1	12,9	0,1	27	1186,8	1171,9	1225,8	0,99	1,03
PL493	900	225	14,1	12,9	0,2	18	1123,5	1144,3	1156,7	1,02	1,03
PL494	900	225	14,1	12,9	0,2	22,5	1068,8	1022,9	1052,9	0,96	0,99
PL495	900	225	14,1	12,9	0,2	27	1016,2	1004,2	1046,8	0,99	1,03
PL496	900	225	14,1	12,9	0,3	18	984,4	996,4	1010,0	1,01	1,03
PL497	900	225	14,1	12,9	0,3	22,5	935,6	890,6	919,4	0,95	0,98
PL498	900	225	14,1	12,9	0,3	27	888,4	874,3	914,1	0,98	1,03
PL499	900	225	14,1	12,9	0,4	18	875,8	881,9	900,2	1,01	1,03
PL500	900	225	14,1	12,9	0,4	22,5	831,8	788,3	819,5	0,95	0,99
PL501	900	225	14,1	12,9	0,4	27	789,1	773,9	814,7	0,98	1,03
PL502	900	225	14,1	12,9	0,5	18	788,7	793,3	813,3	1,01	1,03
PL503	900	225	14,1	12,9	0,5	22,5	748,7	709,2	740,3	0,95	0,99
PL504	900	225	14,1	12,9	0,5	27	709,7	696,2	736,1	0,98	1,04
PL505	900	225	18,8	10,0	0	18	1351,9	1296,4	1263,4	0,96	0,93
PL506	900	225	18,8	10,0	0	22,5	1304,9	1299,7	1290,2	1,00	0,99

(continua)

Tabela B.29 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL507	900	225	18,8	10,0	0	27	1268,9	1203,7	1213,2	0,95	0,96
PL508	900	225	18,8	10,0	0,1	18	1139,4	1093,0	1057,1	0,96	0,93
PL509	900	225	18,8	10,0	0,1	22,5	1096,5	1095,8	1079,5	1,00	0,98
PL510	900	225	18,8	10,0	0,1	27	1062,2	1014,8	1015,1	0,96	0,96
PL511	900	225	18,8	10,0	0,2	18	983,6	935,9	902,1	0,95	0,92
PL512	900	225	18,8	10,0	0,2	22,5	944,8	938,2	921,3	0,99	0,98
PL513	900	225	18,8	10,0	0,2	27	912,9	868,9	866,3	0,95	0,95
PL514	900	225	18,8	10,0	0,3	18	864,7	814,4	787,4	0,94	0,91
PL515	900	225	18,8	10,0	0,3	22,5	829,6	816,5	804,1	0,98	0,97
PL516	900	225	18,8	10,0	0,3	27	800,2	756,2	756,1	0,94	0,94
PL517	900	225	18,8	10,0	0,4	18	771,2	720,6	701,6	0,93	0,91
PL518	900	225	18,8	10,0	0,4	22,5	739,4	722,5	716,5	0,98	0,97
PL519	900	225	18,8	10,0	0,4	27	712,2	669,1	673,7	0,94	0,95
PL520	900	225	18,8	10,0	0,5	18	695,7	648,2	633,6	0,93	0,91
PL521	900	225	18,8	10,0	0,5	22,5	666,7	649,8	647,1	0,97	0,97
PL522	900	225	18,8	10,0	0,5	27	641,5	601,8	608,4	0,94	0,95
PL523	900	225	14,1	10,0	0	18	1110,6	1045,2	1031,7	0,94	0,93
PL524	900	225	14,1	10,0	0	22,5	1055,8	1054,9	1061,0	1,00	1,00
PL525	900	225	14,1	10,0	0	27	1039,0	970,6	990,8	0,93	0,95
PL526	900	225	14,1	10,0	0,1	18	933,1	882,0	864,0	0,95	0,93
PL527	900	225	14,1	10,0	0,1	22,5	885,3	890,2	888,5	1,01	1,00
PL528	900	225	14,1	10,0	0,1	27	867,2	819,0	829,7	0,94	0,96
PL529	900	225	14,1	10,0	0,2	18	803,8	755,7	737,9	0,94	0,92
PL530	900	225	14,1	10,0	0,2	22,5	761,7	762,7	758,8	1,00	1,00
PL531	900	225	14,1	10,0	0,2	27	743,9	701,7	708,5	0,94	0,95
PL532	900	225	14,1	10,0	0,3	18	705,7	658,0	644,3	0,93	0,91
PL533	900	225	14,1	10,0	0,3	22,5	668,3	664,1	662,6	0,99	0,99
PL534	900	225	14,1	10,0	0,3	27	651,1	611,0	618,7	0,94	0,95
PL535	900	225	14,1	10,0	0,4	18	628,7	582,4	574,3	0,93	0,91
PL536	900	225	14,1	10,0	0,4	22,5	595,1	587,8	590,6	0,99	0,99
PL537	900	225	14,1	10,0	0,4	27	578,8	540,8	551,4	0,93	0,95
PL538	900	225	14,1	10,0	0,5	18	566,8	523,9	518,8	0,92	0,92
PL539	900	225	14,1	10,0	0,5	22,5	536,4	528,8	533,5	0,99	0,99
PL540	900	225	14,1	10,0	0,5	27	521,0	486,5	498,2	0,93	0,96
PL541	900	300	25,0	18,0	0	18	5412,4	5409,3	5422,4	1,00	1,00
PL542	900	300	25,0	18,0	0	22,5	5322,1	5149,0	5258,9	0,97	0,99
PL543	900	300	25,0	18,0	0	27	5120,5	5027,3	5207,0	0,98	1,02
PL544	900	300	25,0	18,0	0,1	18	4551,8	4555,4	4531,3	1,00	1,00
PL545	900	300	25,0	18,0	0,1	22,5	4463,3	4336,2	4394,6	0,97	0,98
PL546	900	300	25,0	18,0	0,1	27	4277,9	4233,7	4351,3	0,99	1,02
PL547	900	300	25,0	18,0	0,2	18	3924,9	3896,8	3863,7	0,99	0,98
PL548	900	300	25,0	18,0	0,2	22,5	3841,7	3709,3	3747,1	0,97	0,98
PL549	900	300	25,0	18,0	0,2	27	3672,5	3621,6	3710,1	0,99	1,01
PL550	900	300	25,0	18,0	0,3	18	3448,6	3388,9	3370,3	0,98	0,98
PL551	900	300	25,0	18,0	0,3	22,5	3371,3	3225,9	3268,6	0,96	0,97
PL552	900	300	25,0	18,0	0,3	27	3216,7	3149,6	3236,4	0,98	1,01

(continua)

Tabela B.29 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL553	900	300	25,0	18,0	0,4	18	3074,7	2997,2	3002,1	0,97	0,98
PL554	900	300	25,0	18,0	0,4	22,5	3003,1	2853,0	2911,5	0,95	0,97
PL555	900	300	25,0	18,0	0,4	27	2861,3	2785,6	2882,8	0,97	1,01
PL556	900	300	25,0	18,0	0,5	18	2773,6	2695,2	2709,8	0,97	0,98
PL557	900	300	25,0	18,0	0,5	22,5	2707,2	2565,5	2628,1	0,95	0,97
PL558	900	300	25,0	18,0	0,5	27	2576,4	2504,8	2602,1	0,97	1,01
PL559	900	300	18,8	18,0	0	18	4543,1	4600,3	4671,8	1,01	1,03
PL560	900	300	18,8	18,0	0	22,5	4416,7	4193,7	4338,0	0,95	0,98
PL561	900	300	18,8	18,0	0	27	4191,1	4164,0	4364,3	0,99	1,04
PL562	900	300	18,8	18,0	0,1	18	3810,1	3878,6	3908,7	1,02	1,03
PL563	900	300	18,8	18,0	0,1	22,5	3697,4	3535,8	3629,4	0,96	0,98
PL564	900	300	18,8	18,0	0,1	27	3501,6	3510,8	3651,5	1,00	1,04
PL565	900	300	18,8	18,0	0,2	18	3279,0	3321,0	3335,8	1,01	1,02
PL566	900	300	18,8	18,0	0,2	22,5	3178,5	3027,5	3097,4	0,95	0,97
PL567	900	300	18,8	18,0	0,2	27	3006,3	3006,0	3116,2	1,00	1,04
PL568	900	300	18,8	18,0	0,3	18	2876,8	2890,2	2911,5	1,00	1,01
PL569	900	300	18,8	18,0	0,3	22,5	2786,9	2634,7	2703,5	0,95	0,97
PL570	900	300	18,8	18,0	0,3	27	2633,5	2616,1	2719,9	0,99	1,03
PL571	900	300	18,8	18,0	0,4	18	2562,1	2557,3	2594,4	1,00	1,01
PL572	900	300	18,8	18,0	0,4	22,5	2481,0	2331,3	2409,0	0,94	0,97
PL573	900	300	18,8	18,0	0,4	27	2342,7	2314,8	2423,6	0,99	1,03
PL574	900	300	18,8	18,0	0,5	18	2309,1	2300,1	2343,0	1,00	1,01
PL575	900	300	18,8	18,0	0,5	22,5	2235,4	2096,8	2175,6	0,94	0,97
PL576	900	300	18,8	18,0	0,5	27	2109,7	2082,0	2188,8	0,99	1,04
PL577	900	300	25,0	12,9	0	18	3678,8	3603,3	3451,3	0,98	0,94
PL578	900	300	25,0	12,9	0	22,5	3443,8	3368,9	3284,9	0,98	0,95
PL579	900	300	25,0	12,9	0	27	3365,2	3347,1	3314,1	0,99	0,98
PL580	900	300	25,0	12,9	0,1	18	3118,3	3034,4	2884,1	0,97	0,92
PL581	900	300	25,0	12,9	0,1	22,5	2906,1	2837,1	2745,0	0,98	0,94
PL582	900	300	25,0	12,9	0,1	27	2827,6	2818,8	2769,5	1,00	0,98
PL583	900	300	25,0	12,9	0,2	18	2702,1	2595,8	2459,1	0,96	0,91
PL584	900	300	25,0	12,9	0,2	22,5	2511,3	2426,9	2340,6	0,97	0,93
PL585	900	300	25,0	12,9	0,2	27	2436,4	2411,3	2361,4	0,99	0,97
PL586	900	300	25,0	12,9	0,3	18	2382,1	2257,4	2145,1	0,95	0,90
PL587	900	300	25,0	12,9	0,3	22,5	2209,9	2110,6	2041,7	0,96	0,92
PL588	900	300	25,0	12,9	0,3	27	2139,4	2097,0	2059,9	0,98	0,96
PL589	900	300	25,0	12,9	0,4	18	2128,9	1996,5	1910,8	0,94	0,90
PL590	900	300	25,0	12,9	0,4	22,5	1972,4	1866,7	1818,6	0,95	0,92
PL591	900	300	25,0	12,9	0,4	27	1906,6	1854,6	1834,8	0,97	0,96
PL592	900	300	25,0	12,9	0,5	18	1923,7	1795,3	1724,7	0,93	0,90
PL593	900	300	25,0	12,9	0,5	22,5	1780,7	1678,5	1641,6	0,94	0,92
PL594	900	300	25,0	12,9	0,5	27	1719,2	1667,7	1656,2	0,97	0,96
PL595	900	300	18,8	12,9	0	18	2940,9	2809,7	2725,0	0,96	0,93
PL596	900	300	18,8	12,9	0	22,5	2782,2	2762,9	2729,2	0,99	0,98
PL597	900	300	18,8	12,9	0	27	2730,5	2608,9	2616,7	0,96	0,96
PL598	900	300	18,8	12,9	0,1	18	2483,2	2368,9	2279,9	0,95	0,92

(continua)

Tabela B.29 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL599	900	300	18,8	12,9	0,1	22,5	2343,2	2329,5	2283,4	0,99	0,97
PL600	900	300	18,8	12,9	0,1	27	2293,4	2199,6	2189,3	0,96	0,95
PL601	900	300	18,8	12,9	0,2	18	2146,4	2028,3	1945,7	0,95	0,91
PL602	900	300	18,8	12,9	0,2	22,5	2022,4	1994,6	1948,7	0,99	0,96
PL603	900	300	18,8	12,9	0,2	27	1976,0	1883,4	1868,4	0,95	0,95
PL604	900	300	18,8	12,9	0,3	18	1888,8	1765,2	1698,2	0,93	0,90
PL605	900	300	18,8	12,9	0,3	22,5	1778,1	1735,8	1700,8	0,98	0,96
PL606	900	300	18,8	12,9	0,3	27	1735,2	1639,1	1630,8	0,94	0,94
PL607	900	300	18,8	12,9	0,4	18	1685,9	1561,9	1513,3	0,93	0,90
PL608	900	300	18,8	12,9	0,4	22,5	1586,1	1535,9	1515,6	0,97	0,96
PL609	900	300	18,8	12,9	0,4	27	1546,4	1450,3	1453,1	0,94	0,94
PL610	900	300	18,8	12,9	0,5	18	1521,9	1404,8	1366,6	0,92	0,90
PL611	900	300	18,8	12,9	0,5	22,5	1431,3	1381,4	1368,7	0,97	0,96
PL612	900	300	18,8	12,9	0,5	27	1394,6	1304,4	1312,3	0,94	0,94
PL613	900	300	25,0	10,0	0	18	2898,6	3074,9	2852,8	1,06	0,98
PL614	900	300	25,0	10,0	0	22,5	2592,1	2541,8	2395,4	0,98	0,92
PL615	900	300	25,0	10,0	0	27	2448,6	2428,0	2322,0	0,99	0,95
PL616	900	300	25,0	10,0	0,1	18	2504,2	2589,5	2384,0	1,03	0,95
PL617	900	300	25,0	10,0	0,1	22,5	2205,4	2140,6	2001,8	0,97	0,91
PL618	900	300	25,0	10,0	0,1	27	2071,4	2044,7	1940,4	0,99	0,94
PL619	900	300	25,0	10,0	0,2	18	2192,9	2215,2	2032,7	1,01	0,93
PL620	900	300	25,0	10,0	0,2	22,5	1915,3	1831,1	1706,8	0,96	0,89
PL621	900	300	25,0	10,0	0,2	27	1792,5	1749,1	1654,5	0,98	0,92
PL622	900	300	25,0	10,0	0,3	18	1945,7	1926,5	1773,2	0,99	0,91
PL623	900	300	25,0	10,0	0,3	22,5	1690,8	1592,4	1488,9	0,94	0,88
PL624	900	300	25,0	10,0	0,3	27	1578,6	1521,1	1443,2	0,96	0,91
PL625	900	300	25,0	10,0	0,4	18	1746,4	1703,8	1579,4	0,98	0,90
PL626	900	300	25,0	10,0	0,4	22,5	1512,5	1408,4	1326,2	0,93	0,88
PL627	900	300	25,0	10,0	0,4	27	1409,7	1345,3	1285,6	0,95	0,91
PL628	900	300	25,0	10,0	0,5	18	1583,0	1532,1	1425,7	0,97	0,90
PL629	900	300	25,0	10,0	0,5	22,5	1367,7	1266,4	1197,1	0,93	0,88
PL630	900	300	25,0	10,0	0,5	27	1273,0	1209,7	1160,4	0,95	0,91
PL631	900	300	18,8	10,0	0	18	2287,0	2273,3	2133,9	0,99	0,93
PL632	900	300	18,8	10,0	0	22,5	2020,9	1939,6	1851,0	0,96	0,92
PL633	900	300	18,8	10,0	0	27	1943,7	1929,8	1869,6	0,99	0,96
PL634	900	300	18,8	10,0	0,1	18	1950,4	1916,7	1785,4	0,98	0,92
PL635	900	300	18,8	10,0	0,1	22,5	1712,1	1635,3	1548,7	0,96	0,90
PL636	900	300	18,8	10,0	0,1	27	1642,5	1627,0	1564,3	0,99	0,95
PL637	900	300	18,8	10,0	0,2	18	1695,9	1641,1	1523,7	0,97	0,90
PL638	900	300	18,8	10,0	0,2	22,5	1483,3	1400,2	1321,7	0,94	0,89
PL639	900	300	18,8	10,0	0,2	27	1420,7	1393,1	1335,0	0,98	0,94
PL640	900	300	18,8	10,0	0,3	18	1498,3	1428,2	1329,9	0,95	0,89
PL641	900	300	18,8	10,0	0,3	22,5	1307,5	1218,5	1153,6	0,93	0,88
PL642	900	300	18,8	10,0	0,3	27	1251,0	1212,4	1165,2	0,97	0,93
PL643	900	300	18,8	10,0	0,4	18	1340,9	1263,7	1185,0	0,94	0,88
PL644	900	300	18,8	10,0	0,4	22,5	1168,5	1078,2	1027,9	0,92	0,88

(continua)

Tabela B.29 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL645	900	300	18,8	10,0	0,4	27	1117,2	1072,7	1038,3	0,96	0,93
PL646	900	300	18,8	10,0	0,5	18	1212,9	1136,6	1070,2	0,94	0,88
PL647	900	300	18,8	10,0	0,5	22,5	1055,9	969,8	928,3	0,92	0,88
PL648	900	300	18,8	10,0	0,5	27	1009,0	964,9	937,6	0,96	0,93
PL649	1200	300	25,0	24,0	0	24	6957,8	6694,1	7071,3	0,96	1,02
PL650	1200	300	25,0	24,0	0	30	6561,7	6518,1	6995,2	0,99	1,07
PL651	1200	300	25,0	24,0	0	36	6326,5	6374,1	6902,9	1,01	1,09
PL652	1200	300	25,0	24,0	0,1	24	5790,4	5644,0	5916,4	0,97	1,02
PL653	1200	300	25,0	24,0	0,1	30	5457,0	5495,5	5852,7	1,01	1,07
PL654	1200	300	25,0	24,0	0,1	36	5263,5	5374,2	5775,4	1,02	1,10
PL655	1200	300	25,0	24,0	0,2	24	4957,1	4832,5	5049,1	0,97	1,02
PL656	1200	300	25,0	24,0	0,2	30	4669,8	4705,5	4994,8	1,01	1,07
PL657	1200	300	25,0	24,0	0,2	36	4505,8	4601,5	4928,9	1,02	1,09
PL658	1200	300	25,0	24,0	0,3	24	4332,8	4205,6	4406,9	0,97	1,02
PL659	1200	300	25,0	24,0	0,3	30	4080,8	4095,0	4359,5	1,00	1,07
PL660	1200	300	25,0	24,0	0,3	36	3938,5	4004,6	4302,0	1,02	1,09
PL661	1200	300	25,0	24,0	0,4	24	3847,9	3721,2	3926,9	0,97	1,02
PL662	1200	300	25,0	24,0	0,4	30	3623,5	3623,4	3884,7	1,00	1,07
PL663	1200	300	25,0	24,0	0,4	36	3498,0	3543,4	3833,4	1,01	1,10
PL664	1200	300	25,0	24,0	0,5	24	3460,4	3347,0	3546,4	0,97	1,02
PL665	1200	300	25,0	24,0	0,5	30	3258,3	3259,0	3508,2	1,00	1,08
PL666	1200	300	25,0	24,0	0,5	36	3146,0	3187,0	3461,9	1,01	1,10
PL667	1200	300	18,8	24,0	0	24	5832,8	5670,7	6065,9	0,97	1,04
PL668	1200	300	18,8	24,0	0	30	5489,8	5444,9	5909,2	0,99	1,08
PL669	1200	300	18,8	24,0	0	36	5305,1	5334,8	5832,5	1,01	1,10
PL670	1200	300	18,8	24,0	0,1	24	4863,1	4785,2	5079,7	0,98	1,04
PL671	1200	300	18,8	24,0	0,1	30	4567,5	4594,7	4948,5	1,01	1,08
PL672	1200	300	18,8	24,0	0,1	36	4412,1	4501,8	4884,3	1,02	1,11
PL673	1200	300	18,8	24,0	0,2	24	4168,9	4100,1	4338,0	0,98	1,04
PL674	1200	300	18,8	24,0	0,2	30	3910,0	3936,8	4226,0	1,01	1,08
PL675	1200	300	18,8	24,0	0,2	36	3776,0	3857,2	4171,1	1,02	1,10
PL676	1200	300	18,8	24,0	0,3	24	3647,7	3570,0	3787,8	0,98	1,04
PL677	1200	300	18,8	24,0	0,3	30	3417,7	3427,9	3690,0	1,00	1,08
PL678	1200	300	18,8	24,0	0,3	36	3300,0	3358,6	3642,1	1,02	1,10
PL679	1200	300	18,8	24,0	0,4	24	3242,0	3159,9	3376,2	0,97	1,04
PL680	1200	300	18,8	24,0	0,4	30	3035,4	3034,1	3289,0	1,00	1,08
PL681	1200	300	18,8	24,0	0,4	36	2930,5	2972,8	3246,3	1,01	1,11
PL682	1200	300	18,8	24,0	0,5	24	2917,5	2842,7	3050,1	0,97	1,05
PL683	1200	300	18,8	24,0	0,5	30	2729,9	2729,5	2971,4	1,00	1,09
PL684	1200	300	18,8	24,0	0,5	36	2635,3	2674,3	2932,8	1,01	1,11
PL685	1200	300	25,0	17,1	0	24	4372,0	4357,9	4395,8	1,00	1,01
PL686	1200	300	25,0	17,1	0	30	4258,9	4070,7	4183,2	0,96	0,98
PL687	1200	300	25,0	17,1	0	36	4108,9	4052,0	4221,2	0,99	1,03
PL688	1200	300	25,0	17,1	0,1	24	3656,3	3674,3	3677,9	1,00	1,01
PL689	1200	300	25,0	17,1	0,1	30	3556,8	3432,1	3499,9	0,96	0,98
PL690	1200	300	25,0	17,1	0,1	36	3429,4	3416,3	3531,7	1,00	1,03

(continua)

Tabela B.29 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL691	1200	300	25,0	17,1	0,2	24	3140,1	3146,0	3138,8	1,00	1,00
PL692	1200	300	25,0	17,1	0,2	30	3052,3	2938,7	2986,9	0,96	0,98
PL693	1200	300	25,0	17,1	0,2	36	2942,0	2925,2	3014,0	0,99	1,02
PL694	1200	300	25,0	17,1	0,3	24	2750,7	2737,9	2739,5	1,00	1,00
PL695	1200	300	25,0	17,1	0,3	30	2672,5	2557,4	2607,0	0,96	0,98
PL696	1200	300	25,0	17,1	0,3	36	2575,6	2545,7	2630,7	0,99	1,02
PL697	1200	300	25,0	17,1	0,4	24	2446,7	2422,6	2441,1	0,99	1,00
PL698	1200	300	25,0	17,1	0,4	30	2376,5	2262,9	2323,0	0,95	0,98
PL699	1200	300	25,0	17,1	0,4	36	2290,2	2252,5	2344,1	0,98	1,02
PL700	1200	300	25,0	17,1	0,5	24	2203,0	2178,9	2204,6	0,99	1,00
PL701	1200	300	25,0	17,1	0,5	30	2139,3	2035,3	2097,9	0,95	0,98
PL702	1200	300	25,0	17,1	0,5	36	2061,6	2026,0	2117,0	0,98	1,03
PL703	1200	300	18,8	17,1	0	24	3600,4	3751,4	3833,8	1,04	1,06
PL704	1200	300	18,8	17,1	0	30	3502,1	3353,4	3490,0	0,96	1,00
PL705	1200	300	18,8	17,1	0	36	3365,0	3292,0	3469,8	0,98	1,03
PL706	1200	300	18,8	17,1	0,1	24	3017,4	3165,6	3210,5	1,05	1,06
PL707	1200	300	18,8	17,1	0,1	30	2925,4	2829,7	2922,6	0,97	1,00
PL708	1200	300	18,8	17,1	0,1	36	2806,7	2777,9	2905,7	0,99	1,04
PL709	1200	300	18,8	17,1	0,2	24	2595,6	2712,4	2741,7	1,04	1,06
PL710	1200	300	18,8	17,1	0,2	30	2511,0	2424,6	2495,8	0,97	0,99
PL711	1200	300	18,8	17,1	0,2	36	2406,8	2380,2	2481,4	0,99	1,03
PL712	1200	300	18,8	17,1	0,3	24	2276,7	2361,7	2394,0	1,04	1,05
PL713	1200	300	18,8	17,1	0,3	30	2199,1	2111,2	2179,3	0,96	0,99
PL714	1200	300	18,8	17,1	0,3	36	2106,4	2072,5	2166,7	0,98	1,03
PL715	1200	300	18,8	17,1	0,4	24	2027,2	2090,4	2133,8	1,03	1,05
PL716	1200	300	18,8	17,1	0,4	30	1955,9	1868,6	1942,5	0,96	0,99
PL717	1200	300	18,8	17,1	0,4	36	1872,5	1834,4	1931,3	0,98	1,03
PL718	1200	300	18,8	17,1	0,5	24	1826,8	1880,5	1927,7	1,03	1,06
PL719	1200	300	18,8	17,1	0,5	30	1761,1	1681,0	1754,9	0,95	1,00
PL720	1200	300	18,8	17,1	0,5	36	1685,3	1650,2	1744,7	0,98	1,04
PL721	1200	300	25,0	13,3	0	24	3199,5	3072,9	2994,8	0,96	0,94
PL722	1200	300	25,0	13,3	0	30	3043,3	3080,7	3058,4	1,01	1,00
PL723	1200	300	25,0	13,3	0	36	3005,3	2853,1	2875,8	0,95	0,96
PL724	1200	300	25,0	13,3	0,1	24	2689,3	2590,8	2505,6	0,96	0,93
PL725	1200	300	25,0	13,3	0,1	30	2554,4	2597,4	2558,8	1,02	1,00
PL726	1200	300	25,0	13,3	0,1	36	2518,0	2405,5	2406,1	0,96	0,96
PL727	1200	300	25,0	13,3	0,2	24	2317,1	2218,3	2138,4	0,96	0,92
PL728	1200	300	25,0	13,3	0,2	30	2199,2	2223,9	2183,8	1,01	0,99
PL729	1200	300	25,0	13,3	0,2	36	2165,6	2059,7	2053,4	0,95	0,95
PL730	1200	300	25,0	13,3	0,3	24	2034,2	1930,5	1866,4	0,95	0,92
PL731	1200	300	25,0	13,3	0,3	30	1929,9	1935,4	1906,0	1,00	0,99
PL732	1200	300	25,0	13,3	0,3	36	1899,2	1792,5	1792,2	0,94	0,94
PL733	1200	300	25,0	13,3	0,4	24	1812,3	1708,2	1663,1	0,94	0,92
PL734	1200	300	25,0	13,3	0,4	30	1719,0	1712,5	1698,4	1,00	0,99
PL735	1200	300	25,0	13,3	0,4	36	1690,9	1586,0	1597,0	0,94	0,94
PL736	1200	300	25,0	13,3	0,5	24	1633,6	1536,4	1501,9	0,94	0,92

(continua)

Tabela B.29 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL737	1200	300	25,0	13,3	0,5	30	1549,4	1540,3	1533,8	0,99	0,99
PL738	1200	300	25,0	13,3	0,5	36	1523,6	1426,5	1442,2	0,94	0,95
PL739	1200	300	18,8	13,3	0	24	2541,6	2477,4	2445,6	0,97	0,96
PL740	1200	300	18,8	13,3	0	30	2470,4	2500,5	2515,0	1,01	1,02
PL741	1200	300	18,8	13,3	0	36	2444,0	2300,6	2348,4	0,94	0,96
PL742	1200	300	18,8	13,3	0,1	24	2139,9	2090,6	2048,0	0,98	0,96
PL743	1200	300	18,8	13,3	0,1	30	1141,6	2110,0	2106,1	1,85	1,84
PL744	1200	300	18,8	13,3	0,1	36	2044,5	1941,3	1966,6	0,95	0,96
PL745	1200	300	18,8	13,3	0,2	24	1846,3	1791,3	1749,0	0,97	0,95
PL746	1200	300	18,8	13,3	0,2	30	1785,0	1807,9	1798,6	1,01	1,01
PL747	1200	300	18,8	13,3	0,2	36	1756,6	1663,4	1679,5	0,95	0,96
PL748	1200	300	18,8	13,3	0,3	24	1622,9	1559,7	1527,2	0,96	0,94
PL749	1200	300	18,8	13,3	0,3	30	1566,6	1574,2	1570,5	1,00	1,00
PL750	1200	300	18,8	13,3	0,3	36	1539,4	1448,3	1466,5	0,94	0,95
PL751	1200	300	18,8	13,3	0,4	24	1447,3	1380,5	1361,2	0,95	0,94
PL752	1200	300	18,8	13,3	0,4	30	1395,6	1393,4	1399,8	1,00	1,00
PL753	1200	300	18,8	13,3	0,4	36	1369,9	1282,0	1307,1	0,94	0,95
PL754	1200	300	18,8	13,3	0,5	24	1305,8	1241,9	1229,7	0,95	0,94
PL755	1200	300	18,8	13,3	0,5	30	1258,1	1253,5	1264,6	1,00	1,01
PL756	1200	300	18,8	13,3	0,5	36	1233,9	1153,2	1180,9	0,93	0,96
PL757	1200	400	33,3	24,0	0	24	12934,3	12822,1	12853,2	0,99	0,99
PL758	1200	400	33,3	24,0	0	30	12398,8	12205,1	12465,5	0,98	1,01
PL759	1200	400	33,3	24,0	0	36	11943,8	11916,6	12342,5	1,00	1,03
PL760	1200	400	33,3	24,0	0,1	24	10867,5	10797,9	10740,9	0,99	0,99
PL761	1200	400	33,3	24,0	0,1	30	10391,3	10278,3	10416,9	0,99	1,00
PL762	1200	400	33,3	24,0	0,1	36	9960,8	10035,4	10314,1	1,01	1,04
PL763	1200	400	33,3	24,0	0,2	24	9364,3	9236,9	9158,3	0,99	0,98
PL764	1200	400	33,3	24,0	0,2	30	8939,6	8792,4	8882,1	0,98	0,99
PL765	1200	400	33,3	24,0	0,2	36	8540,3	8584,6	8794,4	1,01	1,03
PL766	1200	400	33,3	24,0	0,3	24	8223,4	8033,0	7988,9	0,98	0,97
PL767	1200	400	33,3	24,0	0,3	30	7842,0	7646,5	7747,9	0,98	0,99
PL768	1200	400	33,3	24,0	0,3	36	7473,3	7465,8	7671,4	1,00	1,03
PL769	1200	400	33,3	24,0	0,4	24	7328,8	7104,6	7116,0	0,97	0,97
PL770	1200	400	33,3	24,0	0,4	30	6983,5	6762,7	6901,4	0,97	0,99
PL771	1200	400	33,3	24,0	0,4	36	6642,7	6602,9	6833,3	0,99	1,03
PL772	1200	400	33,3	24,0	0,5	24	6608,8	6388,5	6423,3	0,97	0,97
PL773	1200	400	33,3	24,0	0,5	30	6293,8	6081,1	6229,5	0,97	0,99
PL774	1200	400	33,3	24,0	0,5	36	5978,0	5937,4	6168,0	0,99	1,03
PL775	1200	400	25,0	24,0	0	24	10670,0	10904,5	11073,8	1,02	1,04
PL776	1200	400	25,0	24,0	0	30	10506,0	9940,6	10282,6	0,95	0,98
PL777	1200	400	25,0	24,0	0	36	9886,3	9870,3	10345,0	1,00	1,05
PL778	1200	400	25,0	24,0	0,1	24	8954,4	9193,8	9265,1	1,03	1,03
PL779	1200	400	25,0	24,0	0,1	30	8796,6	8381,1	8603,1	0,95	0,98
PL780	1200	400	25,0	24,0	0,1	36	8251,3	8321,8	8655,3	1,01	1,05
PL781	1200	400	25,0	24,0	0,2	24	7710,0	7872,0	7907,1	1,02	1,03
PL782	1200	400	25,0	24,0	0,2	30	7563,0	7176,2	7342,1	0,95	0,97

(continua)

Tabela B.29 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL783	1200	400	25,0	24,0	0,2	36	7078,8	7125,4	7386,7	1,01	1,04
PL784	1200	400	25,0	24,0	0,3	24	6767,4	6850,8	6901,3	1,01	1,02
PL785	1200	400	25,0	24,0	0,3	30	6631,6	6245,3	6408,2	0,94	0,97
PL786	1200	400	25,0	24,0	0,3	36	6197,3	6201,0	6447,1	1,00	1,04
PL787	1200	400	25,0	24,0	0,4	24	6029,0	6061,8	6149,6	1,01	1,02
PL788	1200	400	25,0	24,0	0,4	30	5903,8	5526,0	5710,2	0,94	0,97
PL789	1200	400	25,0	24,0	0,4	36	5510,7	5486,8	5744,9	1,00	1,04
PL790	1200	400	25,0	24,0	0,5	24	5435,4	5452,1	5553,7	1,00	1,02
PL791	1200	400	25,0	24,0	0,5	30	5319,5	4970,2	5156,9	0,93	0,97
PL792	1200	400	25,0	24,0	0,5	36	4960,8	4935,0	5188,2	0,99	1,05
PL793	1200	400	33,3	17,1	0	24	8786,5	8541,0	8180,8	0,97	0,93
PL794	1200	400	33,3	17,1	0	30	8000,4	7985,6	7786,4	1,00	0,97
PL795	1200	400	33,3	17,1	0	36	7825,3	7934,0	7855,7	1,01	1,00
PL796	1200	400	33,3	17,1	0,1	24	7441,9	7192,7	6836,3	0,97	0,92
PL797	1200	400	33,3	17,1	0,1	30	6746,7	6725,0	6506,8	1,00	0,96
PL798	1200	400	33,3	17,1	0,1	36	6562,2	6681,5	6564,7	1,02	1,00
PL799	1200	400	33,3	17,1	0,2	24	6444,8	6152,9	5829,1	0,95	0,90
PL800	1200	400	33,3	17,1	0,2	30	5827,2	5752,8	5548,1	0,99	0,95
PL801	1200	400	33,3	17,1	0,2	36	5646,4	5715,6	5597,4	1,01	0,99
PL802	1200	400	33,3	17,1	0,3	24	5678,8	5351,0	5084,7	0,94	0,90
PL803	1200	400	33,3	17,1	0,3	30	5125,5	5003,0	4839,6	0,98	0,94
PL804	1200	400	33,3	17,1	0,3	36	4953,1	4970,6	4882,7	1,00	0,99
PL805	1200	400	33,3	17,1	0,4	24	5073,2	4732,5	4529,2	0,93	0,89
PL806	1200	400	33,3	17,1	0,4	30	4573,3	4424,7	4310,9	0,97	0,94
PL807	1200	400	33,3	17,1	0,4	36	4410,5	4396,1	4349,2	1,00	0,99
PL808	1200	400	33,3	17,1	0,5	24	4582,9	4255,5	4088,3	0,93	0,89
PL809	1200	400	33,3	17,1	0,5	30	4127,6	3978,8	3891,2	0,96	0,94
PL810	1200	400	33,3	17,1	0,5	36	3974,4	3953,1	3925,8	0,99	0,99
PL811	1200	400	25,0	17,1	0	24	6915,0	6660,0	6459,2	0,96	0,93
PL812	1200	400	25,0	17,1	0	30	6608,9	6549,1	6469,1	0,99	0,98
PL813	1200	400	25,0	17,1	0	36	6443,5	6184,1	6202,5	0,96	0,96
PL814	1200	400	25,0	17,1	0,1	24	5840,0	5615,2	5404,2	0,96	0,93
PL815	1200	400	25,0	17,1	0,1	30	5567,1	5521,7	5412,5	0,99	0,97
PL816	1200	400	25,0	17,1	0,1	36	5402,3	5214,0	5189,5	0,97	0,96
PL817	1200	400	25,0	17,1	0,2	24	5048,9	4807,9	4612,1	0,95	0,91
PL818	1200	400	25,0	17,1	0,2	30	4805,2	4727,9	4619,2	0,98	0,96
PL819	1200	400	25,0	17,1	0,2	36	4648,4	4464,4	4428,8	0,96	0,95
PL820	1200	400	25,0	17,1	0,3	24	4444,0	4184,2	4025,4	0,94	0,91
PL821	1200	400	25,0	17,1	0,3	30	4224,9	4114,5	4031,6	0,97	0,95
PL822	1200	400	25,0	17,1	0,3	36	4077,9	3885,2	3865,5	0,95	0,95
PL823	1200	400	25,0	17,1	0,4	24	3967,2	3702,3	3587,0	0,93	0,90
PL824	1200	400	25,0	17,1	0,4	30	3768,7	3640,6	3592,5	0,97	0,95
PL825	1200	400	25,0	17,1	0,4	36	3631,5	3437,7	3444,5	0,95	0,95
PL826	1200	400	25,0	17,1	0,5	24	3581,9	3329,9	3239,4	0,93	0,90
PL827	1200	400	25,0	17,1	0,5	30	3400,8	3274,5	3244,4	0,96	0,95
PL828	1200	400	25,0	17,1	0,5	36	3272,9	3092,0	3110,7	0,94	0,95

(continua)

Tabela B.29 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme com vãos iguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL829	1200	400	33,3	13,3	0	24	6914,6	7288,8	6762,2	1,05	0,98
PL830	1200	400	33,3	13,3	0	30	6025,8	6025,0	5678,1	1,00	0,94
PL831	1200	400	33,3	13,3	0	36	5700,0	5755,2	5504,0	1,01	0,97
PL832	1200	400	33,3	13,3	0,1	24	5970,8	6138,1	5650,9	1,03	0,95
PL833	1200	400	33,3	13,3	0,1	30	5123,6	5073,9	4744,9	0,99	0,93
PL834	1200	400	33,3	13,3	0,1	36	4812,1	4846,7	4599,5	1,01	0,96
PL835	1200	400	33,3	13,3	0,2	24	5225,6	5250,8	4818,3	1,00	0,92
PL836	1200	400	33,3	13,3	0,2	30	4447,5	4340,4	4045,8	0,98	0,91
PL837	1200	400	33,3	13,3	0,2	36	4158,0	4146,0	3921,8	1,00	0,94
PL838	1200	400	33,3	13,3	0,3	24	4634,6	4566,4	4203,0	0,99	0,91
PL839	1200	400	33,3	13,3	0,3	30	3924,9	3774,7	3529,2	0,96	0,90
PL840	1200	400	33,3	13,3	0,3	36	3657,9	3605,6	3421,0	0,99	0,94
PL841	1200	400	33,3	13,3	0,4	24	4158,3	4038,6	3743,8	0,97	0,90
PL842	1200	400	33,3	13,3	0,4	30	3509,9	3338,4	3143,6	0,95	0,90
PL843	1200	400	33,3	13,3	0,4	36	3263,7	3188,9	3047,2	0,98	0,93
PL844	1200	400	33,3	13,3	0,5	24	3768,0	3631,6	3379,3	0,96	0,90
PL845	1200	400	33,3	13,3	0,5	30	3173,2	3002,0	2837,6	0,95	0,89
PL846	1200	400	33,3	13,3	0,5	36	2945,4	2867,5	2750,6	0,97	0,93
PL847	1200	400	25,0	13,3	0	24	5384,6	5388,5	5058,1	1,00	0,94
PL848	1200	400	25,0	13,3	0	30	4795,1	4597,5	4387,6	0,96	0,92
PL849	1200	400	25,0	13,3	0	36	4596,5	4574,3	4431,7	1,00	0,96
PL850	1200	400	25,0	13,3	0,1	24	4591,6	4543,2	4232,0	0,99	0,92
PL851	1200	400	25,0	13,3	0,1	30	4062,9	3876,2	3671,0	0,95	0,90
PL852	1200	400	25,0	13,3	0,1	36	3875,4	3856,7	3707,9	1,00	0,96
PL853	1200	400	25,0	13,3	0,2	24	3992,7	3890,0	3611,7	0,97	0,90
PL854	1200	400	25,0	13,3	0,2	30	3519,8	3319,0	3132,9	0,94	0,89
PL855	1200	400	25,0	13,3	0,2	36	3346,5	3302,2	3164,4	0,99	0,95
PL856	1200	400	25,0	13,3	0,3	24	3527,8	3385,4	3152,3	0,96	0,89
PL857	1200	400	25,0	13,3	0,3	30	3102,5	2888,4	2734,4	0,93	0,88
PL858	1200	400	25,0	13,3	0,3	36	2943,0	2873,8	2761,9	0,98	0,94
PL859	1200	400	25,0	13,3	0,4	24	3157,6	2995,5	2808,9	0,95	0,89
PL860	1200	400	25,0	13,3	0,4	30	2772,4	2555,7	2436,6	0,92	0,88
PL861	1200	400	25,0	13,3	0,4	36	2625,5	2542,8	2461,1	0,97	0,94
PL862	1200	400	25,0	13,3	0,5	24	2856,4	2694,2	2536,7	0,94	0,89
PL863	1200	400	25,0	13,3	0,5	30	2505,0	2298,7	2200,5	0,92	0,88
PL864	1200	400	25,0	13,3	0,5	36	2369,3	2287,1	2222,6	0,97	0,94
Média										0,98	0,99
Coef. de variação										3,6%	6,2%

Tabela B.30 – Modelos numéricos para análise do momento não uniforme com vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$	$M_{a,OL}/M_{a,num}$
PB1	300	75	6,3	6,0	0,25	6	111,37	110,30	110,49	0,99	0,99
PB2	300	75	6,3	6,0	0,25	7,5	101,89	104,10	109,30	1,02	1,07
PB3	300	75	6,3	6,0	0,25	9	97,86	100,50	107,86	1,03	1,10
PB4	300	75	4,7	6,0	0,25	6	92,76	92,38	94,78	1,00	1,02
PB5	300	75	4,7	6,0	0,25	7,5	85,32	86,43	92,33	1,01	1,08
PB6	300	75	4,7	6,0	0,25	9	83,01	83,93	91,13	1,01	1,10
PB7	300	75	6,3	4,3	0,25	6	77,65	75,80	68,68	0,98	0,88
PB8	300	75	6,3	4,3	0,25	7,5	68,40	67,43	65,36	0,99	0,96
PB9	300	75	6,3	4,3	0,25	9	63,66	65,23	65,96	1,02	1,04
PB10	300	75	4,7	4,3	0,25	6	62,94	64,20	59,90	1,02	0,95
PB11	300	75	4,7	4,3	0,25	7,5	55,43	54,89	54,53	0,99	0,98
PB12	300	75	4,7	4,3	0,25	9	52,50	52,58	54,22	1,00	1,03
PB13	300	75	6,3	3,3	0,25	6	60,50	56,14	46,79	0,93	0,77
PB14	300	75	6,3	3,3	0,25	7,5	52,99	53,13	47,79	1,00	0,90
PB15	300	75	6,3	3,3	0,25	9	48,25	47,32	44,93	0,98	0,93
PB16	300	75	4,7	3,3	0,25	6	48,91	44,44	38,21	0,91	0,78
PB17	300	75	4,7	3,3	0,25	7,5	41,99	42,46	39,30	1,01	0,94
PB18	300	75	4,7	3,3	0,25	9	38,84	37,69	36,69	0,97	0,94
PB19	300	100	8,3	6,0	0,25	6	231,36	224,68	200,83	0,97	0,87
PB20	300	100	8,3	6,0	0,25	7,5	203,23	203,34	194,77	1,00	0,96
PB21	300	100	8,3	6,0	0,25	9	187,40	192,58	192,85	1,03	1,03
PB22	300	100	6,3	6,0	0,25	6	184,84	187,99	173,03	1,02	0,94
PB23	300	100	6,3	6,0	0,25	7,5	164,06	163,57	160,67	1,00	0,98
PB24	300	100	6,3	6,0	0,25	9	152,67	158,19	161,64	1,04	1,06
PB25	300	100	8,3	4,3	0,25	6	156,36	160,13	127,82	1,02	0,82
PB26	300	100	8,3	4,3	0,25	7,5	145,56	140,97	121,66	0,97	0,84
PB27	300	100	8,3	4,3	0,25	9	131,60	134,11	122,75	1,02	0,93
PB28	300	100	6,3	4,3	0,25	6	130,08	122,59	100,92	0,94	0,78
PB29	300	100	6,3	4,3	0,25	7,5	114,81	113,70	101,08	0,99	0,88
PB30	300	100	6,3	4,3	0,25	9	103,71	103,10	96,91	0,99	0,93
PB31	300	100	8,3	3,3	0,25	9	102,12	101,76	86,00	1,00	0,84
PB32	300	100	6,3	3,3	0,25	7,5	87,12	83,82	68,56	0,96	0,79
PB33	300	100	6,3	3,3	0,25	9	80,74	79,54	69,25	0,99	0,86
PB34	600	150	12,5	12,0	0,25	12	894,75	882,37	883,92	0,99	0,99
PB35	600	150	12,5	12,0	0,25	15	819,00	832,76	874,40	1,02	1,07
PB36	600	150	12,5	12,0	0,25	18	782,64	804,02	862,86	1,03	1,10
PB37	600	150	9,4	12,0	0,25	12	741,44	739,05	758,24	1,00	1,02
PB38	600	150	9,4	12,0	0,25	15	687,36	691,46	738,66	1,01	1,07
PB39	600	150	9,4	12,0	0,25	18	665,87	671,46	729,07	1,01	1,09
PB40	600	150	12,5	8,6	0,25	12	626,45	606,38	549,48	0,97	0,88
PB41	600	150	12,5	8,6	0,25	15	549,31	539,44	522,89	0,98	0,95
PB42	600	150	12,5	8,6	0,25	18	509,08	521,81	527,65	1,02	1,04
PB43	600	150	9,4	8,6	0,25	12	502,69	513,60	479,22	1,02	0,95
PB44	600	150	9,4	8,6	0,25	15	446,51	439,09	436,25	0,98	0,98
PB45	600	150	9,4	8,6	0,25	18	420,75	420,68	433,72	1,00	1,03
PB46	600	150	12,5	6,7	0,25	12	490,15	449,11	374,35	0,92	0,76
PB47	600	150	12,5	6,7	0,25	15	424,63	425,08	382,30	1,00	0,90

(continua)

Tabela B.30 – Modelos numéricos para análise do momento não uniforme com vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$	$M_{a,OL}/M_{a,num}$
PB48	600	150	12,5	6,7	0,25	18	385,83	378,53	359,47	0,98	0,93
PB49	600	150	9,4	6,7	0,25	12	390,19	355,53	305,70	0,91	0,78
PB50	600	150	9,4	6,7	0,25	15	337,36	339,66	314,38	1,01	0,93
PB51	600	150	9,4	6,7	0,25	18	311,79	301,54	293,56	0,97	0,94
PB52	600	200	16,7	12,0	0,25	12	1850,03	1797,46	1606,65	0,97	0,87
PB53	600	200	16,7	12,0	0,25	15	1633,99	1626,74	1558,19	1,00	0,95
PB54	600	200	16,7	12,0	0,25	18	1507,32	1540,63	1542,81	1,02	1,02
PB55	600	200	12,5	12,0	0,25	12	1484,12	1503,94	1384,23	1,01	0,93
PB56	600	200	12,5	12,0	0,25	15	1326,10	1308,60	1285,32	0,99	0,97
PB57	600	200	12,5	12,0	0,25	18	1229,52	1265,55	1293,13	1,03	1,05
PB58	600	200	16,7	8,6	0,25	12	1251,48	1281,05	1022,60	1,02	0,82
PB59	600	200	16,7	8,6	0,25	15	1166,71	1127,79	973,30	0,97	0,83
PB60	600	200	16,7	8,6	0,25	18	1056,50	1072,90	981,97	1,02	0,93
PB61	600	200	12,5	8,6	0,25	12	1042,22	980,68	807,40	0,94	0,77
PB62	600	200	12,5	8,6	0,25	15	926,61	909,63	808,64	0,98	0,87
PB63	600	200	12,5	8,6	0,25	18	837,37	824,81	775,32	0,99	0,93
PB64	600	200	16,7	6,7	0,25	18	816,95	814,08	688,00	1,00	0,84
PB65	600	200	12,5	6,7	0,25	15	701,94	670,60	548,45	0,96	0,78
PB66	600	200	12,5	6,7	0,25	18	652,48	636,29	553,96	0,98	0,85
PB67	900	225	18,8	18,0	0,25	18	3014,04	2978,01	2983,22	0,99	0,99
PB68	900	225	18,8	18,0	0,25	22,5	2781,17	2810,58	2951,11	1,01	1,06
PB69	900	225	18,8	18,0	0,25	27	2622,21	2713,58	2912,16	1,03	1,11
PB70	900	225	14,1	18,0	0,25	18	2511,17	2494,29	2559,05	0,99	1,02
PB71	900	225	14,1	18,0	0,25	22,5	2311,29	2333,67	2492,96	1,01	1,08
PB72	900	225	14,1	18,0	0,25	27	2250,14	2266,18	2460,60	1,01	1,09
PB73	900	225	18,8	12,9	0,25	18	2100,95	2046,54	1854,49	0,97	0,88
PB74	900	225	18,8	12,9	0,25	22,5	1870,59	1820,61	1764,77	0,97	0,94
PB75	900	225	18,8	12,9	0,25	27	1704,98	1761,11	1780,80	1,03	1,04
PB76	900	225	14,1	12,9	0,25	18	1700,37	1733,40	1617,37	1,02	0,95
PB77	900	225	14,1	12,9	0,25	22,5	1502,55	1481,93	1472,33	0,99	0,98
PB78	900	225	14,1	12,9	0,25	27	1423,17	1419,79	1463,82	1,00	1,03
PB79	900	225	18,8	10,0	0,25	18	1639,47	1515,76	1263,43	0,92	0,77
PB80	900	225	18,8	10,0	0,25	22,5	1449,43	1434,63	1290,25	0,99	0,89
PB81	900	225	18,8	10,0	0,25	27	1291,79	1277,55	1213,22	0,99	0,94
PB82	900	225	14,1	10,0	0,25	18	1318,83	1199,91	1031,75	0,91	0,78
PB83	900	225	14,1	10,0	0,25	22,5	1135,63	1146,37	1061,02	1,01	0,93
PB84	900	225	14,1	10,0	0,25	27	1054,77	1017,71	990,75	0,96	0,94
PB85	900	300	25,0	18,0	0,25	18	6262,55	6066,43	5422,44	0,97	0,87
PB86	900	300	25,0	18,0	0,25	22,5	5538,38	5490,25	5258,88	0,99	0,95
PB87	900	300	25,0	18,0	0,25	27	5088,44	5199,62	5206,97	1,02	1,02
PB88	900	300	18,8	18,0	0,25	18	5024,62	5075,79	4671,78	1,01	0,93
PB89	900	300	18,8	18,0	0,25	22,5	4504,45	4416,51	4337,97	0,98	0,96
PB90	900	300	18,8	18,0	0,25	27	4173,76	4271,23	4364,30	1,02	1,05
PB91	900	300	25,0	12,9	0,25	18	4232,71	4323,53	3451,27	1,02	0,82
PB92	900	300	25,0	12,9	0,25	22,5	3982,46	3806,29	3284,89	0,96	0,82
PB93	900	300	25,0	12,9	0,25	27	3553,80	3621,05	3314,13	1,02	0,93
PB94	900	300	18,8	12,9	0,25	18	3540,64	3309,80	2724,97	0,93	0,77

(continua)

Tabela B.30 – Modelos numéricos para análise do momento não uniforme com vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L_v/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$	$M_{a,OL}/M_{a,num}$
PB95	900	300	18,8	12,9	0,25	22,5	3156,18	3070,00	2729,16	0,97	0,86
PB96	900	300	18,8	12,9	0,25	27	2830,81	2783,73	2616,69	0,98	0,92
PB97	900	300	25,0	10,0	0,25	27	2748,57	2747,53	2322,01	1,00	0,84
PB98	900	300	18,8	10,0	0,25	22,5	2385,81	2263,26	1851,03	0,95	0,78
PB99	900	300	18,8	10,0	0,25	27	2199,09	2147,49	1869,63	0,98	0,85
PB100	1200	300	25,0	24,0	0,25	24	7124,01	7058,99	7071,33	0,99	0,99
PB101	1200	300	25,0	24,0	0,25	30	6479,20	6662,12	6995,23	1,03	1,08
PB102	1200	300	25,0	24,0	0,25	36	6236,69	6432,18	6902,90	1,03	1,11
PB103	1200	300	18,8	24,0	0,25	24	5898,39	5912,38	6065,89	1,00	1,03
PB104	1200	300	18,8	24,0	0,25	30	5423,55	5531,66	5909,25	1,02	1,09
PB105	1200	300	18,8	24,0	0,25	36	5305,18	5371,68	5832,54	1,01	1,10
PB106	1200	300	25,0	17,1	0,25	24	4974,01	4851,06	4395,84	0,98	0,88
PB107	1200	300	25,0	17,1	0,25	30	4353,89	4315,53	4183,15	0,99	0,96
PB108	1200	300	25,0	17,1	0,25	36	4061,85	4174,48	4221,17	1,03	1,04
PB109	1200	300	18,8	17,1	0,25	24	3992,49	4108,80	3833,76	1,03	0,96
PB110	1200	300	18,8	17,1	0,25	30	3528,88	3512,72	3489,96	1,00	0,99
PB111	1200	300	18,8	17,1	0,25	36	3352,69	3365,42	3469,80	1,00	1,03
PB112	1200	300	25,0	13,3	0,25	24	3873,25	3592,90	2994,79	0,93	0,77
PB113	1200	300	25,0	13,3	0,25	30	3379,56	3400,61	3058,37	1,01	0,90
PB114	1200	300	25,0	13,3	0,25	36	3085,06	3028,26	2875,79	0,98	0,93
PB115	1200	300	18,8	13,3	0,25	24	3091,38	2844,22	2445,62	0,92	0,79
PB116	1200	300	18,8	13,3	0,25	30	2672,08	2717,31	2515,01	1,02	0,94
PB117	1200	300	18,8	13,3	0,25	36	2486,66	2412,35	2348,45	0,97	0,94
PB118	1200	400	33,3	24,0	0,25	24	14737,90	14379,69	12853,19	0,98	0,87
PB119	1200	400	33,3	24,0	0,25	30	13105,82	13013,92	12465,50	0,99	0,95
PB120	1200	400	33,3	24,0	0,25	36	12023,95	12325,02	12342,46	1,03	1,03
PB121	1200	400	25,0	24,0	0,25	24	11859,61	12031,50	11073,85	1,01	0,93
PB122	1200	400	25,0	24,0	0,25	30	10540,68	10468,76	10282,60	0,99	0,98
PB123	1200	400	25,0	24,0	0,25	36	9779,40	10124,40	10345,01	1,04	1,06
PB124	1200	400	33,3	17,1	0,25	24	9982,50	10248,38	8180,79	1,03	0,82
PB125	1200	400	33,3	17,1	0,25	30	9403,17	9022,33	7786,41	0,96	0,83
PB126	1200	400	33,3	17,1	0,25	36	8435,85	8583,23	7855,72	1,02	0,93
PB127	1200	400	25,0	17,1	0,25	24	8348,07	7845,45	6459,19	0,94	0,77
PB128	1200	400	25,0	17,1	0,25	30	7367,05	7277,05	6469,13	0,99	0,88
PB129	1200	400	25,0	17,1	0,25	36	6624,25	6598,48	6202,53	1,00	0,94
PB130	1200	400	33,3	13,3	0,25	36	6541,73	6512,66	5504,02	1,00	0,84
PB131	1200	400	25,0	13,3	0,25	30	5577,19	5364,77	4387,63	0,96	0,79
PB132	1200	400	25,0	13,3	0,25	36	5149,35	5090,35	4431,71	0,99	0,86
PB133	300	75	6,3	6,0	0,3	6	108,30	106,88	110,49	0,99	1,02
PB134	300	75	6,3	6,0	0,3	7,5	101,16	104,74	109,30	1,04	1,08
PB135	300	75	6,3	6,0	0,3	9	98,95	103,11	107,86	1,04	1,09
PB136	300	75	4,7	6,0	0,3	6	90,68	90,70	94,78	1,00	1,05
PB137	300	75	4,7	6,0	0,3	7,5	85,05	87,70	92,33	1,03	1,09
PB138	300	75	4,7	6,0	0,3	9	83,09	86,53	91,13	1,04	1,10
PB139	300	75	6,3	4,3	0,3	6	74,89	69,29	68,68	0,93	0,92
PB140	300	75	6,3	4,3	0,3	7,5	66,07	64,95	65,36	0,98	0,99
PB141	300	75	6,3	4,3	0,3	9	63,12	64,97	65,96	1,03	1,04

(continua)

Tabela B.30 – Modelos numéricos para análise do momento não uniforme com vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$	$M_{a,OL}/M_{a,num}$
PB142	300	75	4,7	4,3	0,3	6	60,51	59,69	59,90	0,99	0,99
PB143	300	75	4,7	4,3	0,3	7,5	53,73	53,59	54,53	1,00	1,01
PB144	300	75	4,7	4,3	0,3	9	51,45	52,90	54,22	1,03	1,05
PB145	300	75	6,3	3,3	0,3	7,5	50,80	49,00	47,79	0,96	0,94
PB146	300	75	6,3	3,3	0,3	9	46,93	45,52	44,93	0,97	0,96
PB147	300	75	4,7	3,3	0,3	7,5	40,18	39,81	39,30	0,99	0,98
PB148	300	75	4,7	3,3	0,3	9	37,14	36,76	36,69	0,99	0,99
PB149	300	100	8,3	6,0	0,3	6	223,66	203,81	200,83	0,91	0,90
PB150	300	100	8,3	6,0	0,3	7,5	195,72	194,63	194,77	0,99	1,00
PB151	300	100	8,3	6,0	0,3	9	184,84	190,89	192,85	1,03	1,04
PB152	300	100	6,3	6,0	0,3	6	178,60	173,45	173,03	0,97	0,97
PB153	300	100	6,3	6,0	0,3	7,5	158,42	158,75	160,67	1,00	1,01
PB154	300	100	6,3	6,0	0,3	9	151,39	158,44	161,64	1,05	1,07
PB155	300	100	8,3	4,3	0,3	7,5	139,33	126,90	121,66	0,91	0,87
PB156	300	100	8,3	4,3	0,3	9	127,01	126,35	122,75	0,99	0,97
PB157	300	100	6,3	4,3	0,3	7,5	109,50	104,14	101,08	0,95	0,92
PB158	300	100	6,3	4,3	0,3	9	100,11	98,61	96,91	0,98	0,97
PB159	300	100	8,3	3,3	0,3	7,5	104,93	95,69	88,72	0,91	0,85
PB160	300	100	8,3	3,3	0,3	9	99,16	91,45	86,00	0,92	0,87
PB161	300	100	6,3	3,3	0,3	6	87,71	85,63	79,03	0,98	0,90
PB162	300	100	6,3	3,3	0,3	9	77,34	72,73	69,25	0,94	0,90
PB163	600	150	12,5	12,0	0,3	12	869,40	855,07	883,92	0,98	1,02
PB164	600	150	12,5	12,0	0,3	15	816,78	837,95	874,40	1,03	1,07
PB165	600	150	12,5	12,0	0,3	18	787,32	824,90	862,86	1,05	1,10
PB166	600	150	9,4	12,0	0,3	12	719,73	725,58	758,24	1,01	1,05
PB167	600	150	9,4	12,0	0,3	15	685,32	701,64	738,66	1,02	1,08
PB168	600	150	9,4	12,0	0,3	18	672,95	692,22	729,07	1,03	1,08
PB169	600	150	12,5	8,6	0,3	12	601,46	554,32	549,48	0,92	0,91
PB170	600	150	12,5	8,6	0,3	15	533,56	519,63	522,89	0,97	0,98
PB171	600	150	12,5	8,6	0,3	18	500,31	519,74	527,65	1,04	1,05
PB172	600	150	9,4	8,6	0,3	12	480,79	477,55	479,22	0,99	1,00
PB173	600	150	9,4	8,6	0,3	15	433,33	428,75	436,25	0,99	1,01
PB174	600	150	9,4	8,6	0,3	18	420,64	423,18	433,72	1,01	1,03
PB175	600	150	12,5	6,7	0,3	15	409,34	392,00	382,30	0,96	0,93
PB176	600	150	12,5	6,7	0,3	18	371,17	364,16	359,47	0,98	0,97
PB177	600	150	9,4	6,7	0,3	15	324,14	318,47	314,38	0,98	0,97
PB178	600	150	9,4	6,7	0,3	18	304,62	294,09	293,56	0,97	0,96
PB179	600	200	16,7	12,0	0,3	12	1767,02	1630,47	1606,65	0,92	0,91
PB180	600	200	16,7	12,0	0,3	15	1554,22	1557,00	1558,19	1,00	1,00
PB181	600	200	16,7	12,0	0,3	18	1465,55	1527,13	1542,81	1,04	1,05
PB182	600	200	12,5	12,0	0,3	12	1404,77	1387,59	1384,23	0,99	0,99
PB183	600	200	12,5	12,0	0,3	15	1269,24	1269,99	1285,32	1,00	1,01
PB184	600	200	12,5	12,0	0,3	18	1217,33	1267,49	1293,13	1,04	1,06
PB185	600	200	16,7	8,6	0,3	15	1103,42	1015,22	973,30	0,92	0,88
PB186	600	200	16,7	8,6	0,3	18	1005,78	1010,84	981,97	1,01	0,98
PB187	600	200	12,5	8,6	0,3	15	878,40	833,10	808,64	0,95	0,92
PB188	600	200	12,5	8,6	0,3	18	804,68	788,86	775,32	0,98	0,96

(continua)

Tabela B.30 – Modelos numéricos para análise do momento não uniforme com vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$	$M_{a,OL}/M_{a,num}$
PB189	600	200	16,7	6,7	0,3	15	834,28	765,53	709,76	0,92	0,85
PB190	600	200	16,7	6,7	0,3	18	784,15	731,63	688,00	0,93	0,88
PB191	600	200	12,5	6,7	0,3	12	698,07	685,03	632,27	0,98	0,91
PB192	600	200	12,5	6,7	0,3	18	620,94	581,84	553,96	0,94	0,89
PB193	900	225	18,8	18,0	0,3	18	2924,35	2885,88	2983,22	0,99	1,02
PB194	900	225	18,8	18,0	0,3	22,5	2737,38	2828,07	2951,11	1,03	1,08
PB195	900	225	18,8	18,0	0,3	27	2657,32	2784,04	2912,16	1,05	1,10
PB196	900	225	14,1	18,0	0,3	18	2432,52	2448,83	2559,05	1,01	1,05
PB197	900	225	14,1	18,0	0,3	22,5	2319,56	2368,03	2492,96	1,02	1,07
PB198	900	225	14,1	18,0	0,3	27	2252,64	2336,25	2460,60	1,04	1,09
PB199	900	225	18,8	12,9	0,3	18	2015,51	1870,82	1854,49	0,93	0,92
PB200	900	225	18,8	12,9	0,3	22,5	1794,25	1753,74	1764,77	0,98	0,98
PB201	900	225	18,8	12,9	0,3	27	1692,93	1754,12	1780,80	1,04	1,05
PB202	900	225	14,1	12,9	0,3	18	1621,48	1611,74	1617,37	0,99	1,00
PB203	900	225	14,1	12,9	0,3	22,5	1467,64	1447,03	1472,33	0,99	1,00
PB204	900	225	14,1	12,9	0,3	27	1403,39	1428,22	1463,82	1,02	1,04
PB205	900	225	18,8	10,0	0,3	22,5	1381,92	1323,00	1290,25	0,96	0,93
PB206	900	225	18,8	10,0	0,3	27	1259,16	1229,03	1213,22	0,98	0,96
PB207	900	225	14,1	10,0	0,3	22,5	1097,19	1074,85	1061,02	0,98	0,97
PB208	900	225	14,1	10,0	0,3	27	1015,21	992,57	990,75	0,98	0,98
PB209	900	300	25,0	18,0	0,3	18	5962,08	5502,84	5422,44	0,92	0,91
PB210	900	300	25,0	18,0	0,3	22,5	5341,95	5254,88	5258,88	0,98	0,98
PB211	900	300	25,0	18,0	0,3	27	4971,61	5154,07	5206,97	1,04	1,05
PB212	900	300	18,8	18,0	0,3	18	4844,87	4683,11	4671,78	0,97	0,96
PB213	900	300	18,8	18,0	0,3	22,5	4318,54	4286,21	4337,97	0,99	1,00
PB214	900	300	18,8	18,0	0,3	27	4150,20	4277,79	4364,30	1,03	1,05
PB215	900	300	25,0	12,9	0,3	22,5	3798,57	3426,37	3284,89	0,90	0,86
PB216	900	300	25,0	12,9	0,3	27	3416,79	3411,57	3314,13	1,00	0,97
PB217	900	300	18,8	12,9	0,3	22,5	2992,46	2811,70	2729,16	0,94	0,91
PB218	900	300	18,8	12,9	0,3	27	2755,11	2662,40	2616,69	0,97	0,95
PB219	900	300	25,0	10,0	0,3	22,5	2856,86	2583,66	2395,44	0,90	0,84
PB220	900	300	25,0	10,0	0,3	27	2668,08	2469,26	2322,01	0,93	0,87
PB221	900	300	18,8	10,0	0,3	18	2376,84	2311,98	2133,90	0,97	0,90
PB222	900	300	18,8	10,0	0,3	27	2131,18	1963,72	1869,63	0,92	0,88
PB223	1200	300	25,0	24,0	0,3	24	6956,57	6840,60	7071,33	0,98	1,02
PB224	1200	300	25,0	24,0	0,3	30	6496,39	6703,57	6995,23	1,03	1,08
PB225	1200	300	25,0	24,0	0,3	36	6306,95	6599,19	6902,90	1,05	1,09
PB226	1200	300	18,8	24,0	0,3	24	5756,66	5804,64	6065,89	1,01	1,05
PB227	1200	300	18,8	24,0	0,3	30	5494,55	5613,10	5909,25	1,02	1,08
PB228	1200	300	18,8	24,0	0,3	36	5322,47	5537,78	5832,54	1,04	1,10
PB229	1200	300	25,0	17,1	0,3	24	4793,23	4434,54	4395,84	0,93	0,92
PB230	1200	300	25,0	17,1	0,3	30	4241,20	4157,01	4183,15	0,98	0,99
PB231	1200	300	25,0	17,1	0,3	36	4025,27	4157,92	4221,17	1,03	1,05
PB232	1200	300	18,8	17,1	0,3	24	3833,99	3820,41	3833,76	1,00	1,00
PB233	1200	300	18,8	17,1	0,3	30	3485,61	3429,99	3489,96	0,98	1,00
PB234	1200	300	18,8	17,1	0,3	36	3308,41	3385,41	3469,80	1,02	1,05
PB235	1200	300	25,0	13,3	0,3	30	3258,30	3136,01	3058,37	0,96	0,94

(continua)

Tabela B.30 – Modelos numéricos para análise do momento não uniforme com vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PB236	1200	300	25,0	13,3	0,3	36	2999,13	2913,25	2875,79	0,97	0,96
PB237	1200	300	18,8	13,3	0,3	36	2393,22	2352,75	2348,45	0,98	0,98
PB238	1200	400	33,3	24,0	0,3	24	13983,15	13043,76	12853,19	0,93	0,92
PB239	1200	400	33,3	24,0	0,3	30	12693,78	12456,01	12465,50	0,98	0,98
PB240	1200	400	33,3	24,0	0,3	36	11810,72	12217,05	12342,46	1,03	1,05
PB241	1200	400	25,0	24,0	0,3	24	11423,24	11100,70	11073,85	0,97	0,97
PB242	1200	400	25,0	24,0	0,3	30	10199,51	10159,90	10282,60	1,00	1,01
PB243	1200	400	25,0	24,0	0,3	36	9817,62	10139,94	10345,01	1,03	1,05
PB244	1200	400	33,3	17,1	0,3	36	8122,75	8086,69	7855,72	1,00	0,97
PB245	1200	400	25,0	17,1	0,3	30	7042,06	6664,77	6469,13	0,95	0,92
PB246	1200	400	25,0	17,1	0,3	36	6480,41	6310,87	6202,53	0,97	0,96
PB247	1200	400	33,3	13,3	0,3	30	6814,86	6124,24	5678,08	0,90	0,83
PB248	1200	400	33,3	13,3	0,3	36	6337,88	5853,07	5504,02	0,92	0,87
PB249	1200	400	25,0	13,3	0,3	24	5614,68	5480,26	5058,14	0,98	0,90
PB250	1200	400	25,0	13,3	0,3	36	4997,32	4654,73	4431,71	0,93	0,89
PB251	300	75	6,3	6,0	0,35	6	106,47	102,21	110,49	0,96	1,04
PB252	300	75	6,3	6,0	0,35	7,5	102,66	99,02	109,30	0,96	1,06
PB253	300	75	6,3	6,0	0,35	9	99,54	97,24	107,86	0,98	1,08
PB254	300	75	4,7	6,0	0,35	6	89,72	86,33	94,78	0,96	1,06
PB255	300	75	4,7	6,0	0,35	7,5	86,18	82,78	92,33	0,96	1,07
PB256	300	75	4,7	6,0	0,35	9	84,01	81,62	91,13	0,97	1,08
PB257	300	75	6,3	4,3	0,35	6	71,54	68,01	68,68	0,95	0,96
PB258	300	75	6,3	4,3	0,35	7,5	65,89	62,25	65,36	0,94	0,99
PB259	300	75	6,3	4,3	0,35	9	63,48	61,57	65,96	0,97	1,04
PB260	300	75	4,7	4,3	0,35	6	58,30	58,10	59,90	1,00	1,03
PB261	300	75	4,7	4,3	0,35	7,5	53,81	51,11	54,53	0,95	1,01
PB262	300	75	4,7	4,3	0,35	9	52,63	50,01	54,22	0,95	1,03
PB263	300	75	6,3	3,3	0,35	6	54,88	49,23	46,79	0,90	0,85
PB264	300	75	6,3	3,3	0,35	7,5	49,54	47,88	47,79	0,97	0,96
PB265	300	75	6,3	3,3	0,35	9	46,42	43,65	44,93	0,94	0,97
PB266	300	75	4,7	3,3	0,35	7,5	39,41	38,60	39,30	0,98	1,00
PB267	300	75	4,7	3,3	0,35	9	37,44	35,07	36,69	0,94	0,98
PB268	300	100	8,3	6,0	0,35	6	214,35	200,82	200,83	0,94	0,94
PB269	300	100	8,3	6,0	0,35	7,5	192,77	187,02	194,77	0,97	1,01
PB270	300	100	8,3	6,0	0,35	9	183,96	181,15	192,85	0,98	1,05
PB271	300	100	6,3	6,0	0,35	6	170,83	169,45	173,03	0,99	1,01
PB272	300	100	6,3	6,0	0,35	7,5	157,17	151,72	160,67	0,97	1,02
PB273	300	100	6,3	6,0	0,35	9	151,99	149,93	161,64	0,99	1,06
PB274	300	100	8,3	4,3	0,35	6	150,20	138,95	127,82	0,93	0,85
PB275	300	100	8,3	4,3	0,35	7,5	133,80	125,55	121,66	0,94	0,91
PB276	300	100	8,3	4,3	0,35	9	123,40	122,24	122,75	0,99	0,99
PB277	300	100	6,3	4,3	0,35	6	117,98	107,15	100,92	0,91	0,86
PB278	300	100	6,3	4,3	0,35	7,5	105,75	102,11	101,08	0,97	0,96
PB279	300	100	6,3	4,3	0,35	9	98,10	94,78	96,91	0,97	0,99
PB280	300	100	8,3	3,3	0,35	7,5	102,77	97,45	88,72	0,95	0,86
PB281	300	100	8,3	3,3	0,35	9	95,06	90,55	86,00	0,95	0,90
PB282	300	100	6,3	3,3	0,35	6	89,66	89,58	79,03	1,00	0,88

(continua)

Tabela B.30 – Modelos numéricos para análise do momento não uniforme com vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$	$M_{a,OL}/M_{a,num}$
PB283	300	100	6,3	3,3	0,35	7,5	80,89	73,56	68,56	0,91	0,85
PB284	300	100	6,3	3,3	0,35	9	74,21	71,37	69,25	0,96	0,93
PB285	600	150	12,5	12,0	0,35	12	861,71	817,66	883,92	0,95	1,03
PB286	600	150	12,5	12,0	0,35	15	810,58	792,13	874,40	0,98	1,08
PB287	600	150	12,5	12,0	0,35	18	789,93	777,94	862,86	0,98	1,09
PB288	600	150	9,4	12,0	0,35	12	715,35	690,62	758,24	0,97	1,06
PB289	600	150	9,4	12,0	0,35	15	684,09	662,27	738,66	0,97	1,08
PB290	600	150	9,4	12,0	0,35	18	665,37	652,99	729,07	0,98	1,10
PB291	600	150	12,5	8,6	0,35	12	579,91	544,04	549,48	0,94	0,95
PB292	600	150	12,5	8,6	0,35	15	518,39	498,03	522,89	0,96	1,01
PB293	600	150	12,5	8,6	0,35	18	503,34	492,54	527,65	0,98	1,05
PB294	600	150	9,4	8,6	0,35	12	464,44	464,81	479,22	1,00	1,03
PB295	600	150	9,4	8,6	0,35	15	426,15	408,85	436,25	0,96	1,02
PB296	600	150	9,4	8,6	0,35	18	416,08	400,06	433,72	0,96	1,04
PB297	600	150	12,5	6,7	0,35	12	446,00	393,80	374,35	0,88	0,84
PB298	600	150	12,5	6,7	0,35	15	389,22	383,06	382,30	0,98	0,98
PB299	600	150	12,5	6,7	0,35	18	367,59	349,20	359,47	0,95	0,98
PB300	600	150	9,4	6,7	0,35	15	311,89	308,78	314,38	0,99	1,01
PB301	600	150	9,4	6,7	0,35	18	296,03	280,57	293,56	0,95	0,99
PB302	600	200	16,7	12,0	0,35	12	1707,26	1606,58	1606,65	0,94	0,94
PB303	600	200	16,7	12,0	0,35	15	1541,25	1496,14	1558,19	0,97	1,01
PB304	600	200	16,7	12,0	0,35	18	1474,12	1449,19	1542,81	0,98	1,05
PB305	600	200	12,5	12,0	0,35	12	1382,13	1355,62	1384,23	0,98	1,00
PB306	600	200	12,5	12,0	0,35	15	1263,38	1213,74	1285,32	0,96	1,02
PB307	600	200	12,5	12,0	0,35	18	1212,12	1199,47	1293,13	0,99	1,07
PB308	600	200	16,7	8,6	0,35	12	1200,14	1111,59	1022,60	0,93	0,85
PB309	600	200	16,7	8,6	0,35	15	1064,76	1004,36	973,30	0,94	0,91
PB310	600	200	16,7	8,6	0,35	18	987,47	977,92	981,97	0,99	0,99
PB311	600	200	12,5	8,6	0,35	12	959,38	857,23	807,40	0,89	0,84
PB312	600	200	12,5	8,6	0,35	15	849,60	816,88	808,64	0,96	0,95
PB313	600	200	12,5	8,6	0,35	18	782,95	758,26	775,32	0,97	0,99
PB314	600	200	16,7	6,7	0,35	15	815,19	779,57	709,76	0,96	0,87
PB315	600	200	16,7	6,7	0,35	18	759,79	724,43	688,00	0,95	0,91
PB316	600	200	12,5	6,7	0,35	12	728,28	716,63	632,27	0,98	0,87
PB317	600	200	12,5	6,7	0,35	15	648,76	588,51	548,45	0,91	0,85
PB318	600	200	12,5	6,7	0,35	18	591,70	570,97	553,96	0,96	0,94
PB319	900	225	18,8	18,0	0,35	18	2890,10	2759,59	2983,22	0,95	1,03
PB320	900	225	18,8	18,0	0,35	22,5	2751,21	2673,45	2951,11	0,97	1,07
PB321	900	225	18,8	18,0	0,35	27	2654,85	2625,54	2912,16	0,99	1,10
PB322	900	225	14,1	18,0	0,35	18	2457,42	2330,86	2559,05	0,95	1,04
PB323	900	225	14,1	18,0	0,35	22,5	2330,66	2235,17	2492,96	0,96	1,07
PB324	900	225	14,1	18,0	0,35	27	2257,72	2203,84	2460,60	0,98	1,09
PB325	900	225	18,8	12,9	0,35	18	1938,77	1836,14	1854,49	0,95	0,96
PB326	900	225	18,8	12,9	0,35	22,5	1766,57	1680,87	1764,77	0,95	1,00
PB327	900	225	18,8	12,9	0,35	27	1684,87	1662,32	1780,80	0,99	1,06
PB328	900	225	14,1	12,9	0,35	18	1598,72	1568,75	1617,37	0,98	1,01
PB329	900	225	14,1	12,9	0,35	22,5	1457,30	1379,88	1472,33	0,95	1,01

(continua)

Tabela B.30 – Modelos numéricos para análise do momento não uniforme com vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PB330	900	225	14,1	12,9	0,35	27	1415,93	1350,22	1463,82	0,95	1,03
PB331	900	225	18,8	10,0	0,35	18	1485,96	1329,09	1263,43	0,89	0,85
PB332	900	225	18,8	10,0	0,35	22,5	1331,61	1292,83	1290,25	0,97	0,97
PB333	900	225	18,8	10,0	0,35	27	1229,03	1178,56	1213,22	0,96	0,99
PB334	900	225	14,1	10,0	0,35	22,5	1069,38	1042,12	1061,02	0,97	0,99
PB335	900	225	14,1	10,0	0,35	27	1008,66	946,91	990,75	0,94	0,98
PB336	900	300	25,0	18,0	0,35	18	5764,25	5422,22	5422,44	0,94	0,94
PB337	900	300	25,0	18,0	0,35	22,5	5272,70	5049,48	5258,88	0,96	1,00
PB338	900	300	25,0	18,0	0,35	27	4973,95	4891,01	5206,97	0,98	1,05
PB339	900	300	18,8	18,0	0,35	18	4607,97	4575,23	4671,78	0,99	1,01
PB340	900	300	18,8	18,0	0,35	22,5	4252,26	4096,38	4337,97	0,96	1,02
PB341	900	300	18,8	18,0	0,35	27	4142,46	4048,20	4364,30	0,98	1,05
PB342	900	300	25,0	12,9	0,35	18	4051,26	3751,60	3451,27	0,93	0,85
PB343	900	300	25,0	12,9	0,35	22,5	3660,64	3389,72	3284,89	0,93	0,90
PB344	900	300	25,0	12,9	0,35	27	3337,88	3300,48	3314,13	0,99	0,99
PB345	900	300	18,8	12,9	0,35	18	3174,85	2893,16	2724,97	0,91	0,86
PB346	900	300	18,8	12,9	0,35	22,5	2864,24	2756,97	2729,16	0,96	0,95
PB347	900	300	18,8	12,9	0,35	27	2681,23	2559,12	2616,69	0,95	0,98
PB348	900	300	25,0	10,0	0,35	22,5	2804,87	2631,06	2395,44	0,94	0,85
PB349	900	300	25,0	10,0	0,35	27	2567,67	2444,96	2322,01	0,95	0,90
PB350	900	300	18,8	10,0	0,35	18	2407,41	2418,63	2133,90	1,00	0,89
PB351	900	300	18,8	10,0	0,35	22,5	2191,63	1986,24	1851,03	0,91	0,84
PB352	900	300	18,8	10,0	0,35	27	2023,81	1927,01	1869,63	0,95	0,92
PB353	1200	300	25,0	24,0	0,35	24	6859,21	6541,25	7071,33	0,95	1,03
PB354	1200	300	25,0	24,0	0,35	30	6535,74	6337,07	6995,23	0,97	1,07
PB355	1200	300	25,0	24,0	0,35	36	6325,80	6223,50	6902,90	0,98	1,09
PB356	1200	300	18,8	24,0	0,35	24	5676,50	5525,00	6065,89	0,97	1,07
PB357	1200	300	18,8	24,0	0,35	30	5492,22	5298,19	5909,25	0,96	1,08
PB358	1200	300	18,8	24,0	0,35	36	5300,23	5223,93	5832,54	0,99	1,10
PB359	1200	300	25,0	17,1	0,35	24	4613,37	4352,34	4395,84	0,94	0,95
PB360	1200	300	25,0	17,1	0,35	30	4189,23	3984,28	4183,15	0,95	1,00
PB361	1200	300	25,0	17,1	0,35	36	4027,52	3940,33	4221,17	0,98	1,05
PB362	1200	300	18,8	17,1	0,35	24	3679,08	3718,52	3833,76	1,01	1,04
PB363	1200	300	18,8	17,1	0,35	30	3422,01	3270,83	3489,96	0,96	1,02
PB364	1200	300	18,8	17,1	0,35	36	3311,69	3200,51	3469,80	0,97	1,05
PB365	1200	300	25,0	13,3	0,35	24	3552,59	3150,43	2994,79	0,89	0,84
PB366	1200	300	25,0	13,3	0,35	30	3153,67	3064,49	3058,37	0,97	0,97
PB367	1200	300	25,0	13,3	0,35	36	2941,40	2793,63	2875,79	0,95	0,98
PB368	1200	300	18,8	13,3	0,35	24	2777,81	2514,02	2445,62	0,91	0,88
PB369	1200	300	18,8	13,3	0,35	30	2505,19	2470,21	2515,01	0,99	1,00
PB370	1200	300	18,8	13,3	0,35	36	2353,94	2244,52	2348,45	0,95	1,00
PB371	1200	400	33,3	24,0	0,35	24	13623,66	12852,67	12853,19	0,94	0,94
PB372	1200	400	33,3	24,0	0,35	30	12408,92	11969,14	12465,50	0,96	1,00
PB373	1200	400	33,3	24,0	0,35	36	11744,08	11593,50	12342,46	0,99	1,05
PB374	1200	400	25,0	24,0	0,35	24	11043,19	10844,99	11073,85	0,98	1,00
PB375	1200	400	25,0	24,0	0,35	30	10141,99	9709,93	10282,60	0,96	1,01
PB376	1200	400	25,0	24,0	0,35	36	9780,92	9595,73	10345,01	0,98	1,06

(continua)

Tabela B.30 – Modelos numéricos para análise do momento não uniforme com vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PB377	1200	400	33,3	17,1	0,35	24	9561,09	8892,69	8180,79	0,93	0,86
PB378	1200	400	33,3	17,1	0,35	30	8624,46	8034,89	7786,41	0,93	0,90
PB379	1200	400	33,3	17,1	0,35	36	7871,62	7823,37	7855,72	0,99	1,00
PB380	1200	400	25,0	17,1	0,35	24	7616,56	6857,86	6459,19	0,90	0,85
PB381	1200	400	25,0	17,1	0,35	30	6810,86	6535,04	6469,13	0,96	0,95
PB382	1200	400	25,0	17,1	0,35	36	6326,50	6066,06	6202,53	0,96	0,98
PB383	1200	400	33,3	13,3	0,35	30	6625,68	6236,58	5678,08	0,94	0,86
PB384	1200	400	33,3	13,3	0,35	36	6056,83	5795,46	5504,02	0,96	0,91
PB385	1200	400	25,0	13,3	0,35	24	5782,36	5733,06	5058,14	0,99	0,87
PB386	1200	400	25,0	13,3	0,35	30	5199,29	4708,11	4387,63	0,91	0,84
PB387	1200	400	25,0	13,3	0,35	36	4784,46	4567,73	4431,71	0,95	0,93
PB388	300	75	6,3	6,0	0,4	6	107,15	102,21	110,49	0,95	1,03
PB389	300	75	6,3	6,0	0,4	7,5	103,03	99,02	109,30	0,96	1,06
PB390	300	75	6,3	6,0	0,4	9	99,54	97,24	107,86	0,98	1,08
PB391	300	75	4,7	6,0	0,4	6	91,31	86,33	94,78	0,95	1,04
PB392	300	75	4,7	6,0	0,4	7,5	86,45	82,78	92,33	0,96	1,07
PB393	300	75	4,7	6,0	0,4	9	83,31	81,62	91,13	0,98	1,09
PB394	300	75	6,3	4,3	0,4	6	69,84	68,01	68,68	0,97	0,98
PB395	300	75	6,3	4,3	0,4	7,5	65,78	62,25	65,36	0,95	0,99
PB396	300	75	6,3	4,3	0,4	9	64,15	61,57	65,96	0,96	1,03
PB397	300	75	4,7	4,3	0,4	6	58,12	58,10	59,90	1,00	1,03
PB398	300	75	4,7	4,3	0,4	7,5	54,04	51,11	54,53	0,95	1,01
PB399	300	75	4,7	4,3	0,4	9	52,83	50,01	54,22	0,95	1,03
PB400	300	75	6,3	3,3	0,4	6	52,67	49,23	46,79	0,93	0,89
PB401	300	75	6,3	3,3	0,4	7,5	48,32	47,88	47,79	0,99	0,99
PB402	300	75	6,3	3,3	0,4	9	46,56	43,65	44,93	0,94	0,97
PB403	300	75	4,7	3,3	0,4	6	42,82	39,28	38,21	0,92	0,89
PB404	300	75	4,7	3,3	0,4	7,5	38,78	38,60	39,30	1,00	1,01
PB405	300	75	4,7	3,3	0,4	9	37,76	35,07	36,69	0,93	0,97
PB406	300	100	8,3	6,0	0,4	6	210,27	200,82	200,83	0,96	0,96
PB407	300	100	8,3	6,0	0,4	7,5	194,57	187,02	194,77	0,96	1,00
PB408	300	100	8,3	6,0	0,4	9	186,26	181,15	192,85	0,97	1,04
PB409	300	100	6,3	6,0	0,4	6	168,30	169,45	173,03	1,01	1,03
PB410	300	100	6,3	6,0	0,4	7,5	158,32	151,72	160,67	0,96	1,01
PB411	300	100	6,3	6,0	0,4	9	153,81	149,93	161,64	0,97	1,05
PB412	300	100	8,3	4,3	0,4	6	145,97	138,95	127,82	0,95	0,88
PB413	300	100	8,3	4,3	0,4	7,5	131,00	125,55	121,66	0,96	0,93
PB414	300	100	8,3	4,3	0,4	9	122,64	122,24	122,75	1,00	1,00
PB415	300	100	6,3	4,3	0,4	6	113,51	107,15	100,92	0,94	0,89
PB416	300	100	6,3	4,3	0,4	7,5	103,16	102,11	101,08	0,99	0,98
PB417	300	100	6,3	4,3	0,4	9	98,71	94,78	96,91	0,96	0,98
PB418	300	100	8,3	3,3	0,4	6	110,88	122,67	105,66	1,11	0,95
PB419	300	100	8,3	3,3	0,4	7,5	100,21	97,45	88,72	0,97	0,89
PB420	300	100	8,3	3,3	0,4	9	92,21	90,55	86,00	0,98	0,93
PB421	300	100	6,3	3,3	0,4	6	87,79	89,58	79,03	1,02	0,90
PB422	300	100	6,3	3,3	0,4	7,5	77,50	73,56	68,56	0,95	0,88
PB423	300	100	6,3	3,3	0,4	9	72,76	71,37	69,25	0,98	0,95

(continua)

Tabela B.30 – Modelos numéricos para análise do momento não uniforme com vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$	$M_{a,OL}/M_{a,num}$
PB424	600	150	12,5	12,0	0,4	12	865,33	817,66	883,92	0,94	1,02
PB425	600	150	12,5	12,0	0,4	15	808,56	792,13	874,40	0,98	1,08
PB426	600	150	12,5	12,0	0,4	18	791,13	777,94	862,86	0,98	1,09
PB427	600	150	9,4	12,0	0,4	12	723,15	690,62	758,24	0,96	1,05
PB428	600	150	9,4	12,0	0,4	15	686,50	662,27	738,66	0,96	1,08
PB429	600	150	9,4	12,0	0,4	18	666,59	652,99	729,07	0,98	1,09
PB430	600	150	12,5	8,6	0,4	12	563,21	544,04	549,48	0,97	0,98
PB431	600	150	12,5	8,6	0,4	15	513,52	498,03	522,89	0,97	1,02
PB432	600	150	12,5	8,6	0,4	18	508,82	492,54	527,65	0,97	1,04
PB433	600	150	9,4	8,6	0,4	12	458,54	464,81	479,22	1,01	1,05
PB434	600	150	9,4	8,6	0,4	15	428,03	408,85	436,25	0,96	1,02
PB435	600	150	9,4	8,6	0,4	18	420,56	400,06	433,72	0,95	1,03
PB436	600	150	12,5	6,7	0,4	12	422,94	393,80	374,35	0,93	0,89
PB437	600	150	12,5	6,7	0,4	15	376,57	383,06	382,30	1,02	1,02
PB438	600	150	12,5	6,7	0,4	18	369,15	349,20	359,47	0,95	0,97
PB439	600	150	9,4	6,7	0,4	12	337,78	314,25	305,70	0,93	0,91
PB440	600	150	9,4	6,7	0,4	15	306,68	308,78	314,38	1,01	1,03
PB441	600	150	9,4	6,7	0,4	18	299,34	280,57	293,56	0,94	0,98
PB442	600	200	16,7	12,0	0,4	12	1662,03	1606,58	1606,65	0,97	0,97
PB443	600	200	16,7	12,0	0,4	15	1550,94	1496,14	1558,19	0,96	1,00
PB444	600	200	16,7	12,0	0,4	18	1483,28	1449,19	1542,81	0,98	1,04
PB445	600	200	12,5	12,0	0,4	12	1339,62	1355,62	1384,23	1,01	1,03
PB446	600	200	12,5	12,0	0,4	15	1266,01	1213,74	1285,32	0,96	1,02
PB447	600	200	12,5	12,0	0,4	18	1227,72	1199,47	1293,13	0,98	1,05
PB448	600	200	16,7	8,6	0,4	12	1149,31	1111,59	1022,60	0,97	0,89
PB449	600	200	16,7	8,6	0,4	15	1046,46	1004,36	973,30	0,96	0,93
PB450	600	200	16,7	8,6	0,4	18	977,31	977,92	981,97	1,00	1,00
PB451	600	200	12,5	8,6	0,4	12	901,78	857,23	807,40	0,95	0,90
PB452	600	200	12,5	8,6	0,4	15	828,00	816,88	808,64	0,99	0,98
PB453	600	200	12,5	8,6	0,4	18	788,99	758,26	775,32	0,96	0,98
PB454	600	200	16,7	6,7	0,4	12	877,62	981,38	845,28	1,12	0,96
PB455	600	200	16,7	6,7	0,4	15	800,79	779,57	709,76	0,97	0,89
PB456	600	200	16,7	6,7	0,4	18	735,28	724,43	688,00	0,99	0,94
PB457	600	200	12,5	6,7	0,4	12	698,21	716,63	632,27	1,03	0,91
PB458	600	200	12,5	6,7	0,4	15	623,09	588,51	548,45	0,94	0,88
PB459	600	200	12,5	6,7	0,4	18	582,33	570,97	553,96	0,98	0,95
PB460	900	225	18,8	18,0	0,4	18	2877,33	2759,59	2983,22	0,96	1,04
PB461	900	225	18,8	18,0	0,4	22,5	2762,45	2673,45	2951,11	0,97	1,07
PB462	900	225	18,8	18,0	0,4	27	2674,83	2625,54	2912,16	0,98	1,09
PB463	900	225	14,1	18,0	0,4	18	2447,72	2330,86	2559,05	0,95	1,05
PB464	900	225	14,1	18,0	0,4	22,5	2340,96	2235,17	2492,96	0,95	1,06
PB465	900	225	14,1	18,0	0,4	27	2241,22	2203,84	2460,60	0,98	1,10
PB466	900	225	18,8	12,9	0,4	18	1872,73	1836,14	1854,49	0,98	0,99
PB467	900	225	18,8	12,9	0,4	22,5	1756,47	1680,87	1764,77	0,96	1,00
PB468	900	225	18,8	12,9	0,4	27	1721,59	1662,32	1780,80	0,97	1,03
PB469	900	225	14,1	12,9	0,4	18	1549,12	1568,75	1617,37	1,01	1,04
PB470	900	225	14,1	12,9	0,4	22,5	1466,15	1379,88	1472,33	0,94	1,00

(continua)

Tabela B.30 – Modelos numéricos para análise do momento não uniforme com vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$	$M_{a,OL}/M_{a,num}$
PB471	900	225	14,1	12,9	0,4	27	1419,32	1350,22	1463,82	0,95	1,03
PB472	900	225	18,8	10,0	0,4	18	1409,87	1329,09	1263,43	0,94	0,90
PB473	900	225	18,8	10,0	0,4	22,5	1288,72	1292,83	1290,25	1,00	1,00
PB474	900	225	18,8	10,0	0,4	27	1251,05	1178,56	1213,22	0,94	0,97
PB475	900	225	14,1	10,0	0,4	18	1139,44	1060,60	1031,75	0,93	0,91
PB476	900	225	14,1	10,0	0,4	22,5	1051,54	1042,12	1061,02	0,99	1,01
PB477	900	225	14,1	10,0	0,4	27	1013,49	946,91	990,75	0,93	0,98
PB478	900	300	25,0	18,0	0,4	18	5568,72	5422,22	5422,44	0,97	0,97
PB479	900	300	25,0	18,0	0,4	22,5	5274,89	5049,48	5258,88	0,96	1,00
PB480	900	300	25,0	18,0	0,4	27	5076,86	4891,01	5206,97	0,96	1,03
PB481	900	300	18,8	18,0	0,4	18	4558,12	4575,23	4671,78	1,00	1,02
PB482	900	300	18,8	18,0	0,4	22,5	4326,72	4096,38	4337,97	0,95	1,00
PB483	900	300	18,8	18,0	0,4	27	4204,87	4048,20	4364,30	0,96	1,04
PB484	900	300	25,0	12,9	0,4	18	3864,96	3751,60	3451,27	0,97	0,89
PB485	900	300	25,0	12,9	0,4	22,5	3547,06	3389,72	3284,89	0,96	0,93
PB486	900	300	25,0	12,9	0,4	27	3342,56	3300,48	3314,13	0,99	0,99
PB487	900	300	18,8	12,9	0,4	18	3059,42	2893,16	2724,97	0,95	0,89
PB488	900	300	18,8	12,9	0,4	22,5	2836,70	2756,97	2729,16	0,97	0,96
PB489	900	300	18,8	12,9	0,4	27	2701,96	2559,12	2616,69	0,95	0,97
PB490	900	300	25,0	10,0	0,4	18	2949,06	3312,17	2852,81	1,12	0,97
PB491	900	300	25,0	10,0	0,4	22,5	2702,17	2631,06	2395,44	0,97	0,89
PB492	900	300	25,0	10,0	0,4	27	2510,21	2444,96	2322,01	0,97	0,93
PB493	900	300	18,8	10,0	0,4	18	2361,31	2418,63	2133,90	1,02	0,90
PB494	900	300	18,8	10,0	0,4	22,5	2136,98	1986,24	1851,03	0,93	0,87
PB495	900	300	18,8	10,0	0,4	27	1990,95	1927,01	1869,63	0,97	0,94
PB496	1200	300	25,0	24,0	0,4	24	6846,22	6541,25	7071,33	0,96	1,03
PB497	1200	300	25,0	24,0	0,4	30	6517,65	6337,07	6995,23	0,97	1,07
PB498	1200	300	25,0	24,0	0,4	36	6325,69	6223,50	6902,90	0,98	1,09
PB499	1200	300	18,8	24,0	0,4	24	5728,04	5525,00	6065,89	0,96	1,06
PB500	1200	300	18,8	24,0	0,4	30	5511,39	5298,19	5909,25	0,96	1,07
PB501	1200	300	18,8	24,0	0,4	36	5307,15	5223,93	5832,54	0,98	1,10
PB502	1200	300	25,0	17,1	0,4	24	4463,58	4352,34	4395,84	0,98	0,98
PB503	1200	300	25,0	17,1	0,4	30	4155,63	3984,28	4183,15	0,96	1,01
PB504	1200	300	25,0	17,1	0,4	36	4059,18	3940,33	4221,17	0,97	1,04
PB505	1200	300	18,8	17,1	0,4	24	3614,86	3718,52	3833,76	1,03	1,06
PB506	1200	300	18,8	17,1	0,4	30	3455,64	3270,83	3489,96	0,95	1,01
PB507	1200	300	18,8	17,1	0,4	36	3351,80	3200,51	3469,80	0,95	1,04
PB508	1200	300	25,0	13,3	0,4	24	3375,28	3150,43	2994,79	0,93	0,89
PB509	1200	300	25,0	13,3	0,4	30	3053,98	3064,49	3058,37	1,00	1,00
PB510	1200	300	25,0	13,3	0,4	36	2940,50	2793,63	2875,79	0,95	0,98
PB511	1200	300	18,8	13,3	0,4	24	2658,60	2514,02	2445,62	0,95	0,92
PB512	1200	300	18,8	13,3	0,4	30	2484,75	2470,21	2515,01	0,99	1,01
PB513	1200	300	18,8	13,3	0,4	36	2381,57	2244,52	2348,45	0,94	0,99
PB514	1200	400	33,3	24,0	0,4	24	13231,26	12852,67	12853,19	0,97	0,97
PB515	1200	400	33,3	24,0	0,4	30	12361,78	11969,14	12465,50	0,97	1,01
PB516	1200	400	33,3	24,0	0,4	36	11859,47	11593,50	12342,46	0,98	1,04
PB517	1200	400	25,0	24,0	0,4	24	10844,10	10844,99	11073,85	1,00	1,02

(continua)

Tabela B.30 – Modelos numéricos para análise do momento não uniforme com vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PB518	1200	400	25,0	24,0	0,4	30	10191,07	9709,93	10282,60	0,95	1,01
PB519	1200	400	25,0	24,0	0,4	36	9848,90	9595,73	10345,01	0,97	1,05
PB520	1200	400	33,3	17,1	0,4	24	9179,32	8892,69	8180,79	0,97	0,89
PB521	1200	400	33,3	17,1	0,4	30	8324,37	8034,89	7786,41	0,97	0,94
PB522	1200	400	33,3	17,1	0,4	36	7813,20	7823,37	7855,72	1,00	1,01
PB523	1200	400	25,0	17,1	0,4	24	7290,76	6857,86	6459,19	0,94	0,89
PB524	1200	400	25,0	17,1	0,4	30	6640,48	6535,04	6469,13	0,98	0,97
PB525	1200	400	25,0	17,1	0,4	36	6334,52	6066,06	6202,53	0,96	0,98
PB526	1200	400	33,3	13,3	0,4	24	7011,32	7851,06	6762,21	1,12	0,96
PB527	1200	400	33,3	13,3	0,4	30	6370,73	6236,58	5678,08	0,98	0,89
PB528	1200	400	33,3	13,3	0,4	36	5882,18	5795,46	5504,02	0,99	0,94
PB529	1200	400	25,0	13,3	0,4	24	5640,99	5733,06	5058,14	1,02	0,90
PB530	1200	400	25,0	13,3	0,4	30	4975,22	4708,11	4387,63	0,95	0,88
PB531	1200	400	25,0	13,3	0,4	36	4675,81	4567,73	4431,71	0,98	0,95
PB532	300	75	6,3	6,0	0,45	6	107,98	104,60	110,49	0,97	1,02
PB533	300	75	6,3	6,0	0,45	7,5	102,44	101,85	109,30	0,99	1,07
PB534	300	75	6,3	6,0	0,45	9	97,89	99,60	107,86	1,02	1,10
PB535	300	75	4,7	6,0	0,45	6	91,31	88,60	94,78	0,97	1,04
PB536	300	75	4,7	6,0	0,45	7,5	86,50	85,08	92,33	0,98	1,07
PB537	300	75	4,7	6,0	0,45	9	82,22	83,36	91,13	1,01	1,11
PB538	300	75	6,3	4,3	0,45	6	68,44	68,09	68,68	0,99	1,00
PB539	300	75	6,3	4,3	0,45	7,5	65,78	63,60	65,36	0,97	0,99
PB540	300	75	6,3	4,3	0,45	9	63,44	63,31	65,96	1,00	1,04
PB541	300	75	4,7	4,3	0,45	6	56,95	58,62	59,90	1,03	1,05
PB542	300	75	4,7	4,3	0,45	7,5	54,98	52,40	54,53	0,95	0,99
PB543	300	75	4,7	4,3	0,45	9	51,96	51,44	54,22	0,99	1,04
PB544	300	75	6,3	3,3	0,45	6	50,59	48,01	46,79	0,95	0,92
PB545	300	75	6,3	3,3	0,45	7,5	47,42	48,14	47,79	1,02	1,01
PB546	300	75	6,3	3,3	0,45	9	46,31	44,58	44,93	0,96	0,97
PB547	300	75	4,7	3,3	0,45	6	40,89	38,71	38,21	0,95	0,93
PB548	300	75	4,7	3,3	0,45	7,5	39,02	39,07	39,30	1,00	1,01
PB549	300	75	4,7	3,3	0,45	9	37,34	35,95	36,69	0,96	0,98
PB550	300	100	8,3	6,0	0,45	6	203,53	200,34	200,83	0,98	0,99
PB551	300	100	8,3	6,0	0,45	7,5	195,25	190,70	194,77	0,98	1,00
PB552	300	100	8,3	6,0	0,45	9	185,78	186,20	192,85	1,00	1,04
PB553	300	100	6,3	6,0	0,45	6	164,11	170,38	173,03	1,04	1,05
PB554	300	100	6,3	6,0	0,45	7,5	159,11	155,32	160,67	0,98	1,01
PB555	300	100	6,3	6,0	0,45	9	152,54	154,22	161,64	1,01	1,06
PB556	300	100	8,3	4,3	0,45	6	139,62	133,45	127,82	0,96	0,92
PB557	300	100	8,3	4,3	0,45	7,5	127,66	124,77	121,66	0,98	0,95
PB558	300	100	8,3	4,3	0,45	9	120,99	123,97	122,75	1,02	1,01
PB559	300	100	6,3	4,3	0,45	6	107,84	104,06	100,92	0,96	0,94
PB560	300	100	6,3	4,3	0,45	7,5	100,69	102,33	101,08	1,02	1,00
PB561	300	100	6,3	4,3	0,45	9	98,66	96,63	96,91	0,98	0,98
PB562	300	100	8,3	3,3	0,45	6	109,29	113,89	105,66	1,04	0,97
PB563	300	100	8,3	3,3	0,45	7,5	96,76	94,14	88,72	0,97	0,92
PB564	300	100	8,3	3,3	0,45	9	89,05	89,92	86,00	1,01	0,97

(continua)

Tabela B.30 – Modelos numéricos para análise do momento não uniforme com vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$	$M_{a,OL}/M_{a,num}$
PB565	300	100	6,3	3,3	0,45	6	84,15	84,20	79,03	1,00	0,94
PB566	300	100	6,3	3,3	0,45	7,5	74,12	71,84	68,56	0,97	0,92
PB567	300	100	6,3	3,3	0,45	9	71,30	71,47	69,25	1,00	0,97
PB568	600	150	12,5	12,0	0,45	12	863,67	836,77	883,92	0,97	1,02
PB569	600	150	12,5	12,0	0,45	15	813,91	814,76	874,40	1,00	1,07
PB570	600	150	12,5	12,0	0,45	18	786,01	796,77	862,86	1,01	1,10
PB571	600	150	9,4	12,0	0,45	12	729,92	708,84	758,24	0,97	1,04
PB572	600	150	9,4	12,0	0,45	15	688,77	680,61	738,66	0,99	1,07
PB573	600	150	9,4	12,0	0,45	18	661,26	666,85	729,07	1,01	1,10
PB574	600	150	12,5	8,6	0,45	12	547,45	544,74	549,48	1,00	1,00
PB575	600	150	12,5	8,6	0,45	15	520,30	508,84	522,89	0,98	1,00
PB576	600	150	12,5	8,6	0,45	18	509,96	506,50	527,65	0,99	1,03
PB577	600	150	9,4	8,6	0,45	12	457,35	468,92	479,22	1,03	1,05
PB578	600	150	9,4	8,6	0,45	15	436,06	419,17	436,25	0,96	1,00
PB579	600	150	9,4	8,6	0,45	18	420,02	411,50	433,72	0,98	1,03
PB580	600	150	12,5	6,7	0,45	12	404,72	384,11	374,35	0,95	0,92
PB581	600	150	12,5	6,7	0,45	15	373,31	385,08	382,30	1,03	1,02
PB582	600	150	12,5	6,7	0,45	18	372,71	356,64	359,47	0,96	0,96
PB583	600	150	9,4	6,7	0,45	12	329,06	309,68	305,70	0,94	0,93
PB584	600	150	9,4	6,7	0,45	15	308,65	312,56	314,38	1,01	1,02
PB585	600	150	9,4	6,7	0,45	18	303,71	287,57	293,56	0,95	0,97
PB586	600	200	16,7	12,0	0,45	12	1638,08	1602,76	1606,65	0,98	0,98
PB587	600	200	16,7	12,0	0,45	15	1565,34	1525,63	1558,19	0,97	1,00
PB588	600	200	16,7	12,0	0,45	18	1489,92	1489,58	1542,81	1,00	1,04
PB589	600	200	12,5	12,0	0,45	12	1322,53	1363,06	1384,23	1,03	1,05
PB590	600	200	12,5	12,0	0,45	15	1282,32	1242,58	1285,32	0,97	1,00
PB591	600	200	12,5	12,0	0,45	18	1227,01	1233,78	1293,13	1,01	1,05
PB592	600	200	16,7	8,6	0,45	12	1121,52	1067,63	1022,60	0,95	0,91
PB593	600	200	16,7	8,6	0,45	15	1029,99	998,20	973,30	0,97	0,94
PB594	600	200	16,7	8,6	0,45	18	974,42	991,75	981,97	1,02	1,01
PB595	600	200	12,5	8,6	0,45	12	871,52	832,50	807,40	0,96	0,93
PB596	600	200	12,5	8,6	0,45	15	815,42	818,64	808,64	1,00	0,99
PB597	600	200	12,5	8,6	0,45	18	791,27	773,02	775,32	0,98	0,98
PB598	600	200	16,7	6,7	0,45	12	876,96	911,10	845,28	1,04	0,96
PB599	600	200	16,7	6,7	0,45	15	781,74	753,13	709,76	0,96	0,91
PB600	600	200	16,7	6,7	0,45	18	718,16	719,40	688,00	1,00	0,96
PB601	600	200	12,5	6,7	0,45	12	680,00	673,57	632,27	0,99	0,93
PB602	600	200	12,5	6,7	0,45	15	600,27	574,69	548,45	0,96	0,91
PB603	600	200	12,5	6,7	0,45	18	570,36	571,78	553,96	1,00	0,97
PB604	900	225	18,8	18,0	0,45	18	2935,72	2824,09	2983,22	0,96	1,02
PB605	900	225	18,8	18,0	0,45	22,5	2760,39	2749,82	2951,11	1,00	1,07
PB606	900	225	18,8	18,0	0,45	27	2670,83	2689,09	2912,16	1,01	1,09
PB607	900	225	14,1	18,0	0,45	18	2471,89	2392,32	2559,05	0,97	1,04
PB608	900	225	14,1	18,0	0,45	22,5	2323,83	2297,07	2492,96	0,99	1,07
PB609	900	225	14,1	18,0	0,45	27	2245,30	2250,62	2460,60	1,00	1,10
PB610	900	225	18,8	12,9	0,45	18	1868,53	1838,50	1854,49	0,98	0,99
PB611	900	225	18,8	12,9	0,45	22,5	1771,61	1717,32	1764,77	0,97	1,00

(continua)

Tabela B.30 – Modelos numéricos para análise do momento não uniforme com vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PB612	900	225	18,8	12,9	0,45	27	1733,76	1709,44	1780,80	0,99	1,03
PB613	900	225	14,1	12,9	0,45	18	1543,91	1582,61	1617,37	1,03	1,05
PB614	900	225	14,1	12,9	0,45	22,5	1472,68	1414,71	1472,33	0,96	1,00
PB615	900	225	14,1	12,9	0,45	27	1430,08	1388,80	1463,82	0,97	1,02
PB616	900	225	18,8	10,0	0,45	18	1382,92	1296,36	1263,43	0,94	0,91
PB617	900	225	18,8	10,0	0,45	22,5	1273,36	1299,65	1290,25	1,02	1,01
PB618	900	225	18,8	10,0	0,45	27	1266,36	1203,67	1213,22	0,95	0,96
PB619	900	225	14,1	10,0	0,45	18	1107,24	1045,16	1031,75	0,94	0,93
PB620	900	225	14,1	10,0	0,45	22,5	1042,91	1054,89	1061,02	1,01	1,02
PB621	900	225	14,1	10,0	0,45	27	1035,38	970,55	990,75	0,94	0,96
PB622	900	300	25,0	18,0	0,45	18	5428,46	5409,31	5422,44	1,00	1,00
PB623	900	300	25,0	18,0	0,45	22,5	5281,41	5149,01	5258,88	0,97	1,00
PB624	900	300	25,0	18,0	0,45	27	5116,25	5027,33	5206,97	0,98	1,02
PB625	900	300	18,8	18,0	0,45	18	4491,99	4600,34	4671,78	1,02	1,04
PB626	900	300	18,8	18,0	0,45	22,5	4363,81	4193,71	4337,97	0,96	0,99
PB627	900	300	18,8	18,0	0,45	27	4176,90	4164,02	4364,30	1,00	1,04
PB628	900	300	25,0	12,9	0,45	18	3718,14	3603,25	3451,27	0,97	0,93
PB629	900	300	25,0	12,9	0,45	22,5	3445,04	3368,92	3284,89	0,98	0,95
PB630	900	300	25,0	12,9	0,45	27	3341,84	3347,15	3314,13	1,00	0,99
PB631	900	300	18,8	12,9	0,45	18	2956,46	2809,69	2724,97	0,95	0,92
PB632	900	300	18,8	12,9	0,45	22,5	2773,05	2762,92	2729,16	1,00	0,98
PB633	900	300	18,8	12,9	0,45	27	2690,84	2608,94	2616,69	0,97	0,97
PB634	900	300	25,0	10,0	0,45	18	2915,89	3074,95	2852,81	1,05	0,98
PB635	900	300	25,0	10,0	0,45	22,5	2607,74	2541,82	2395,44	0,97	0,92
PB636	900	300	25,0	10,0	0,45	27	2453,93	2427,97	2322,01	0,99	0,95
PB637	900	300	18,8	10,0	0,45	18	2304,80	2273,29	2133,90	0,99	0,93
PB638	900	300	18,8	10,0	0,45	22,5	2036,09	1939,57	1851,03	0,95	0,91
PB639	900	300	18,8	10,0	0,45	27	1933,26	1929,77	1869,63	1,00	0,97
PB640	1200	300	25,0	24,0	0,45	24	6882,87	6694,14	7071,33	0,97	1,03
PB641	1200	300	25,0	24,0	0,45	30	6569,49	6518,10	6995,23	0,99	1,06
PB642	1200	300	25,0	24,0	0,45	36	6269,48	6374,15	6902,90	1,02	1,10
PB643	1200	300	18,8	24,0	0,45	24	5839,24	5670,69	6065,89	0,97	1,04
PB644	1200	300	18,8	24,0	0,45	30	5497,00	5444,91	5909,25	0,99	1,07
PB645	1200	300	18,8	24,0	0,45	36	5320,07	5334,80	5832,54	1,00	1,10
PB646	1200	300	25,0	17,1	0,45	24	4379,17	4357,93	4395,84	1,00	1,00
PB647	1200	300	25,0	17,1	0,45	30	4221,69	4070,68	4183,15	0,96	0,99
PB648	1200	300	25,0	17,1	0,45	36	4054,55	4052,02	4221,17	1,00	1,04
PB649	1200	300	18,8	17,1	0,45	24	3631,46	3751,38	3833,76	1,03	1,06
PB650	1200	300	18,8	17,1	0,45	30	3479,53	3353,39	3489,96	0,96	1,00
PB651	1200	300	18,8	17,1	0,45	36	3365,80	3291,98	3469,80	0,98	1,03
PB652	1200	300	25,0	13,3	0,45	24	3244,75	3072,86	2994,79	0,95	0,92
PB653	1200	300	25,0	13,3	0,45	30	3039,32	3080,66	3058,37	1,01	1,01
PB654	1200	300	25,0	13,3	0,45	36	2948,52	2853,13	2875,79	0,97	0,98
PB655	1200	300	18,8	13,3	0,45	24	2606,31	2477,42	2445,62	0,95	0,94
PB656	1200	300	18,8	13,3	0,45	30	2462,02	2500,49	2515,01	1,02	1,02
PB657	1200	300	18,8	13,3	0,45	36	2415,39	2300,57	2348,45	0,95	0,97
PB658	1200	400	33,3	24,0	0,45	24	13076,28	12822,07	12853,19	0,98	0,98

(continua)

Tabela B.30 – Modelos numéricos para análise do momento não uniforme com vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PB659	1200	400	33,3	24,0	0,45	30	12336,28	12205,06	12465,50	0,99	1,01
PB660	1200	400	33,3	24,0	0,45	36	11859,75	11916,63	12342,46	1,00	1,04
PB661	1200	400	25,0	24,0	0,45	24	10677,90	10904,52	11073,85	1,02	1,04
PB662	1200	400	25,0	24,0	0,45	30	10282,12	9940,64	10282,60	0,97	1,00
PB663	1200	400	25,0	24,0	0,45	36	9820,97	9870,28	10345,01	1,01	1,05
PB664	1200	400	33,3	17,1	0,45	24	8960,71	8541,04	8180,79	0,95	0,91
PB665	1200	400	33,3	17,1	0,45	30	8048,01	7985,59	7786,41	0,99	0,97
PB666	1200	400	33,3	17,1	0,45	36	7755,41	7933,98	7855,72	1,02	1,01
PB667	1200	400	25,0	17,1	0,45	24	7015,00	6660,00	6459,19	0,95	0,92
PB668	1200	400	25,0	17,1	0,45	30	6542,66	6549,14	6469,13	1,00	0,99
PB669	1200	400	25,0	17,1	0,45	36	6376,07	6184,15	6202,53	0,97	0,97
PB670	1200	400	33,3	13,3	0,45	24	7012,75	7288,77	6762,21	1,04	0,96
PB671	1200	400	33,3	13,3	0,45	30	6095,29	6025,05	5678,08	0,99	0,93
PB672	1200	400	33,3	13,3	0,45	36	5713,79	5755,19	5504,02	1,01	0,96
PB673	1200	400	25,0	13,3	0,45	24	5467,94	5388,53	5058,14	0,99	0,93
PB674	1200	400	25,0	13,3	0,45	30	4813,28	4597,49	4387,63	0,96	0,91
PB675	1200	400	25,0	13,3	0,45	36	4610,52	4574,27	4431,71	0,99	0,96
PB676	300	75	6,3	6,0	0,5	6	108,08	104,60	110,49	0,97	1,02
PB677	300	75	6,3	6,0	0,5	7,5	102,98	101,85	109,30	0,99	1,06
PB678	300	75	6,3	6,0	0,5	9	98,53	99,60	107,86	1,01	1,09
PB679	300	75	4,7	6,0	0,5	6	91,96	88,60	94,78	0,96	1,03
PB680	300	75	4,7	6,0	0,5	7,5	86,76	85,08	92,33	0,98	1,06
PB681	300	75	4,7	6,0	0,5	9	82,47	83,36	91,13	1,01	1,11
PB682	300	75	6,3	4,3	0,5	6	67,74	68,09	68,68	1,01	1,01
PB683	300	75	6,3	4,3	0,5	7,5	66,91	63,60	65,36	0,95	0,98
PB684	300	75	6,3	4,3	0,5	9	64,05	63,31	65,96	0,99	1,03
PB685	300	75	4,7	4,3	0,5	6	56,91	58,62	59,90	1,03	1,05
PB686	300	75	4,7	4,3	0,5	7,5	55,69	52,40	54,53	0,94	0,98
PB687	300	75	4,7	4,3	0,5	9	52,17	51,44	54,22	0,99	1,04
PB688	300	75	6,3	3,3	0,5	6	49,50	48,01	46,79	0,97	0,95
PB689	300	75	6,3	3,3	0,5	7,5	47,89	48,14	47,79	1,01	1,00
PB690	300	75	6,3	3,3	0,5	9	46,99	44,58	44,93	0,95	0,96
PB691	300	75	4,7	3,3	0,5	6	40,21	38,71	38,21	0,96	0,95
PB692	300	75	4,7	3,3	0,5	7,5	39,52	39,07	39,30	0,99	0,99
PB693	300	75	4,7	3,3	0,5	9	37,90	35,95	36,69	0,95	0,97
PB694	300	100	8,3	6,0	0,5	6	203,05	200,34	200,83	0,99	0,99
PB695	300	100	8,3	6,0	0,5	7,5	195,98	190,70	194,77	0,97	0,99
PB696	300	100	8,3	6,0	0,5	9	188,05	186,20	192,85	0,99	1,03
PB697	300	100	6,3	6,0	0,5	6	163,29	170,38	173,03	1,04	1,06
PB698	300	100	6,3	6,0	0,5	7,5	160,37	155,32	160,67	0,97	1,00
PB699	300	100	6,3	6,0	0,5	9	153,96	154,22	161,64	1,00	1,05
PB700	300	100	8,3	4,3	0,5	6	137,81	133,45	127,82	0,97	0,93
PB701	300	100	8,3	4,3	0,5	7,5	126,57	124,77	121,66	0,99	0,96
PB702	300	100	8,3	4,3	0,5	9	123,57	123,97	122,75	1,00	0,99
PB703	300	100	6,3	4,3	0,5	6	105,71	104,06	100,92	0,98	0,95
PB704	300	100	6,3	4,3	0,5	7,5	101,18	102,33	101,08	1,01	1,00
PB705	300	100	6,3	4,3	0,5	9	100,18	96,63	96,91	0,96	0,97

(continua)

Tabela B.30 – Modelos numéricos para análise do momento não uniforme com vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/M_{a,num}$	$M_{a,OL}/M_{a,num}$
PB706	300	100	8,3	3,3	0,5	6	108,37	113,89	105,66	1,05	0,98
PB707	300	100	8,3	3,3	0,5	7,5	95,29	94,14	88,72	0,99	0,93
PB708	300	100	8,3	3,3	0,5	9	90,03	89,92	86,00	1,00	0,96
PB709	300	100	6,3	3,3	0,5	6	82,42	84,20	79,03	1,02	0,96
PB710	300	100	6,3	3,3	0,5	7,5	73,75	71,84	68,56	0,97	0,93
PB711	300	100	6,3	3,3	0,5	9	71,32	71,47	69,25	1,00	0,97
PB712	600	150	12,5	12,0	0,5	12	875,64	836,77	883,92	0,96	1,01
PB713	600	150	12,5	12,0	0,5	15	823,96	814,76	874,40	0,99	1,06
PB714	600	150	12,5	12,0	0,5	18	786,49	796,77	862,86	1,01	1,10
PB715	600	150	9,4	12,0	0,5	12	725,29	708,84	758,24	0,98	1,05
PB716	600	150	9,4	12,0	0,5	15	690,80	680,61	738,66	0,99	1,07
PB717	600	150	9,4	12,0	0,5	18	656,87	666,85	729,07	1,02	1,11
PB718	600	150	12,5	8,6	0,5	12	551,51	544,74	549,48	0,99	1,00
PB719	600	150	12,5	8,6	0,5	15	535,07	508,84	522,89	0,95	0,98
PB720	600	150	12,5	8,6	0,5	18	510,29	506,50	527,65	0,99	1,03
PB721	600	150	9,4	8,6	0,5	12	448,17	468,92	479,22	1,05	1,07
PB722	600	150	9,4	8,6	0,5	15	442,45	419,17	436,25	0,95	0,99
PB723	600	150	9,4	8,6	0,5	18	414,90	411,50	433,72	0,99	1,05
PB724	600	150	12,5	6,7	0,5	12	403,96	384,11	374,35	0,95	0,93
PB725	600	150	12,5	6,7	0,5	15	382,99	385,08	382,30	1,01	1,00
PB726	600	150	12,5	6,7	0,5	18	373,59	356,64	359,47	0,95	0,96
PB727	600	150	9,4	6,7	0,5	12	317,04	309,68	305,70	0,98	0,96
PB728	600	150	9,4	6,7	0,5	15	313,50	312,56	314,38	1,00	1,00
PB729	600	150	9,4	6,7	0,5	18	300,76	287,57	293,56	0,96	0,98
PB730	600	200	16,7	12,0	0,5	12	1624,78	1602,76	1606,65	0,99	0,99
PB731	600	200	16,7	12,0	0,5	15	1571,88	1525,63	1558,19	0,97	0,99
PB732	600	200	16,7	12,0	0,5	18	1499,33	1489,58	1542,81	0,99	1,03
PB733	600	200	12,5	12,0	0,5	12	1302,33	1363,06	1384,23	1,05	1,06
PB734	600	200	12,5	12,0	0,5	15	1294,57	1242,58	1285,32	0,96	0,99
PB735	600	200	12,5	12,0	0,5	18	1234,32	1233,78	1293,13	1,00	1,05
PB736	600	200	16,7	8,6	0,5	12	1102,17	1067,63	1022,60	0,97	0,93
PB737	600	200	16,7	8,6	0,5	15	1015,05	998,20	973,30	0,98	0,96
PB738	600	200	16,7	8,6	0,5	18	981,61	991,75	981,97	1,01	1,00
PB739	600	200	12,5	8,6	0,5	12	842,76	832,50	807,40	0,99	0,96
PB740	600	200	12,5	8,6	0,5	15	815,28	818,64	808,64	1,00	0,99
PB741	600	200	12,5	8,6	0,5	18	804,46	773,02	775,32	0,96	0,96
PB742	600	200	16,7	6,7	0,5	12	866,61	911,10	845,28	1,05	0,98
PB743	600	200	16,7	6,7	0,5	15	763,42	753,13	709,76	0,99	0,93
PB744	600	200	16,7	6,7	0,5	18	714,06	719,40	688,00	1,01	0,96
PB745	600	200	12,5	6,7	0,5	12	657,20	673,57	632,27	1,02	0,96
PB746	600	200	12,5	6,7	0,5	15	593,28	574,69	548,45	0,97	0,92
PB747	600	200	12,5	6,7	0,5	18	573,19	571,78	553,96	1,00	0,97
PB748	900	225	18,8	18,0	0,5	18	2938,60	2824,09	2983,22	0,96	1,02
PB749	900	225	18,8	18,0	0,5	22,5	2799,45	2749,82	2951,11	0,98	1,05
PB750	900	225	18,8	18,0	0,5	27	2656,35	2689,09	2912,16	1,01	1,10
PB751	900	225	14,1	18,0	0,5	18	2496,23	2392,32	2559,05	0,96	1,03
PB752	900	225	14,1	18,0	0,5	22,5	2332,41	2297,07	2492,96	0,98	1,07

(continua)

Tabela B.30 – Modelos numéricos para análise do momento não uniforme com vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PB753	900	225	14,1	18,0	0,5	27	2244,82	2250,62	2460,60	1,00	1,10
PB754	900	225	18,8	12,9	0,5	18	1846,66	1838,50	1854,49	1,00	1,00
PB755	900	225	18,8	12,9	0,5	22,5	1821,18	1717,32	1764,77	0,94	0,97
PB756	900	225	18,8	12,9	0,5	27	1727,53	1709,44	1780,80	0,99	1,03
PB757	900	225	14,1	12,9	0,5	18	1563,57	1582,61	1617,37	1,01	1,03
PB758	900	225	14,1	12,9	0,5	22,5	1493,08	1414,71	1472,33	0,95	0,99
PB759	900	225	14,1	12,9	0,5	27	1425,84	1388,80	1463,82	0,97	1,03
PB760	900	225	18,8	10,0	0,5	18	1351,87	1296,36	1263,43	0,96	0,93
PB761	900	225	18,8	10,0	0,5	22,5	1304,86	1299,65	1290,25	1,00	0,99
PB762	900	225	18,8	10,0	0,5	27	1268,94	1203,67	1213,22	0,95	0,96
PB763	900	225	14,1	10,0	0,5	18	1110,58	1045,16	1031,75	0,94	0,93
PB764	900	225	14,1	10,0	0,5	22,5	1055,76	1054,89	1061,02	1,00	1,00
PB765	900	225	14,1	10,0	0,5	27	1038,98	970,55	990,75	0,93	0,95
PB766	900	300	25,0	18,0	0,5	18	5412,42	5409,31	5422,44	1,00	1,00
PB767	900	300	25,0	18,0	0,5	22,5	5322,09	5149,01	5258,88	0,97	0,99
PB768	900	300	25,0	18,0	0,5	27	5120,46	5027,33	5206,97	0,98	1,02
PB769	900	300	18,8	18,0	0,5	18	4543,10	4600,34	4671,78	1,01	1,03
PB770	900	300	18,8	18,0	0,5	22,5	4416,75	4193,71	4337,97	0,95	0,98
PB771	900	300	18,8	18,0	0,5	27	4191,06	4164,02	4364,30	0,99	1,04
PB772	900	300	25,0	12,9	0,5	18	3678,81	3603,25	3451,27	0,98	0,94
PB773	900	300	25,0	12,9	0,5	22,5	3443,79	3368,92	3284,89	0,98	0,95
PB774	900	300	25,0	12,9	0,5	27	3365,24	3347,15	3314,13	0,99	0,98
PB775	900	300	18,8	12,9	0,5	18	2940,92	2809,69	2724,97	0,96	0,93
PB776	900	300	18,8	12,9	0,5	22,5	2782,20	2762,92	2729,16	0,99	0,98
PB777	900	300	18,8	12,9	0,5	27	2730,47	2608,94	2616,69	0,96	0,96
PB778	900	300	25,0	10,0	0,5	18	2898,55	3074,95	2852,81	1,06	0,98
PB779	900	300	25,0	10,0	0,5	22,5	2592,14	2541,82	2395,44	0,98	0,92
PB780	900	300	25,0	10,0	0,5	27	2448,64	2427,97	2322,01	0,99	0,95
PB781	900	300	18,8	10,0	0,5	18	2287,03	2273,29	2133,90	0,99	0,93
PB782	900	300	18,8	10,0	0,5	22,5	2020,88	1939,57	1851,03	0,96	0,92
PB783	900	300	18,8	10,0	0,5	27	1943,69	1929,77	1869,63	0,99	0,96
PB784	1200	300	25,0	24,0	0,5	24	6957,78	6694,14	7071,33	0,96	1,02
PB785	1200	300	25,0	24,0	0,5	30	6561,72	6518,10	6995,23	0,99	1,07
PB786	1200	300	25,0	24,0	0,5	36	6326,49	6374,15	6902,90	1,01	1,09
PB787	1200	300	18,8	24,0	0,5	24	5832,83	5670,69	6065,89	0,97	1,04
PB788	1200	300	18,8	24,0	0,5	30	5489,75	5444,91	5909,25	0,99	1,08
PB789	1200	300	18,8	24,0	0,5	36	5305,15	5334,80	5832,54	1,01	1,10
PB790	1200	300	25,0	17,1	0,5	24	4372,03	4357,93	4395,84	1,00	1,01
PB791	1200	300	25,0	17,1	0,5	30	4258,86	4070,68	4183,15	0,96	0,98
PB792	1200	300	25,0	17,1	0,5	36	4108,86	4052,02	4221,17	0,99	1,03
PB793	1200	300	18,8	17,1	0,5	24	3600,36	3751,38	3833,76	1,04	1,06
PB794	1200	300	18,8	17,1	0,5	30	3502,08	3353,39	3489,96	0,96	1,00
PB795	1200	300	18,8	17,1	0,5	36	3365,03	3291,98	3469,80	0,98	1,03
PB796	1200	300	25,0	13,3	0,5	24	3199,50	3072,86	2994,79	0,96	0,94
PB797	1200	300	25,0	13,3	0,5	30	3043,33	3080,66	3058,37	1,01	1,00
PB798	1200	300	25,0	13,3	0,5	36	3005,28	2853,13	2875,79	0,95	0,96
PB799	1200	300	18,8	13,3	0,5	24	2541,61	2477,42	2445,62	0,97	0,96

(continua)

Tabela B.30 – Modelos numéricos para análise do momento não uniforme com vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PB800	1200	300	18,8	13,3	0,5	30	2470,41	2500,49	2515,01	1,01	1,02
PB801	1200	300	18,8	13,3	0,5	36	2444,00	2300,57	2348,45	0,94	0,96
PB802	1200	400	33,3	24,0	0,5	24	12934,28	12822,07	12853,19	0,99	0,99
PB803	1200	400	33,3	24,0	0,5	30	12398,76	12205,06	12465,50	0,98	1,01
PB804	1200	400	33,3	24,0	0,5	36	11943,81	11916,63	12342,46	1,00	1,03
PB805	1200	400	25,0	24,0	0,5	24	10670,05	10904,52	11073,85	1,02	1,04
PB806	1200	400	25,0	24,0	0,5	30	10506,00	9940,64	10282,60	0,95	0,98
PB807	1200	400	25,0	24,0	0,5	36	9886,27	9870,28	10345,01	1,00	1,05
PB808	1200	400	33,3	17,1	0,5	24	8786,55	8541,04	8180,79	0,97	0,93
PB809	1200	400	33,3	17,1	0,5	30	8000,40	7985,59	7786,41	1,00	0,97
PB810	1200	400	33,3	17,1	0,5	36	7825,25	7933,98	7855,72	1,01	1,00
PB811	1200	400	25,0	17,1	0,5	24	6915,03	6660,00	6459,19	0,96	0,93
PB812	1200	400	25,0	17,1	0,5	30	6608,94	6549,14	6469,13	0,99	0,98
PB813	1200	400	25,0	17,1	0,5	36	6443,48	6184,15	6202,53	0,96	0,96
PB814	1200	400	33,3	13,3	0,5	24	6914,59	7288,77	6762,21	1,05	0,98
PB815	1200	400	33,3	13,3	0,5	30	6025,79	6025,05	5678,08	1,00	0,94
PB816	1200	400	33,3	13,3	0,5	36	5700,00	5755,19	5504,02	1,01	0,97
PB817	1200	400	25,0	13,3	0,5	24	5384,56	5388,53	5058,14	1,00	0,94
PB818	1200	400	25,0	13,3	0,5	30	4795,15	4597,49	4387,63	0,96	0,92
PB819	1200	400	25,0	13,3	0,5	36	4596,49	4574,27	4431,71	1,00	0,96
									Média	0,98	0,98
									Coef. de variação	3,6%	8,9%

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK1	300	75	6,3	6,0	500	0,35	6	104,41	103,73	108,58	0,99	1,04
PK2	300	75	6,3	6,0	750	0,35	6	105,06	104,23	109,20	0,99	1,04
PK3	300	75	6,3	6,0	1200	0,35	6	105,57	104,61	109,67	0,99	1,04
PK4	300	75	6,3	6,0	1800	0,35	6	105,86	104,82	109,94	0,99	1,04
PK5	300	75	6,3	6,0	2900	0,35	6	106,09	104,99	110,15	0,99	1,04
PK6	300	75	6,3	6,0	500	0,35	7,5	100,38	99,77	107,66	0,99	1,07
PK7	300	75	6,3	6,0	750	0,35	7,5	101,09	100,20	108,19	0,99	1,07
PK8	300	75	6,3	6,0	1200	0,35	7,5	101,65	100,53	108,60	0,99	1,07
PK9	300	75	6,3	6,0	1800	0,35	7,5	101,97	100,71	108,83	0,99	1,07
PK10	300	75	6,3	6,0	2900	0,35	7,5	102,22	100,85	109,01	0,99	1,07
PK11	300	75	6,3	6,0	500	0,35	9	97,46	96,60	105,54	0,99	1,08
PK12	300	75	6,3	6,0	750	0,35	9	98,12	97,24	106,29	0,99	1,08
PK13	300	75	6,3	6,0	1200	0,35	9	98,63	97,73	106,87	0,99	1,08
PK14	300	75	6,3	6,0	1800	0,35	9	98,92	98,01	107,19	0,99	1,08
PK15	300	75	6,3	6,0	2900	0,35	9	99,15	98,23	107,44	0,99	1,08
PK16	300	75	4,7	6,0	500	0,35	6	87,87	87,14	92,90	0,99	1,06
PK17	300	75	4,7	6,0	750	0,35	6	88,45	87,64	93,51	0,99	1,06
PK18	300	75	4,7	6,0	1200	0,35	6	88,91	88,02	93,98	0,99	1,06
PK19	300	75	4,7	6,0	1800	0,35	6	89,17	88,24	94,24	0,99	1,06
PK20	300	75	4,7	6,0	2900	0,35	6	89,38	88,41	94,44	0,99	1,06
PK21	300	75	4,7	6,0	500	0,35	7,5	84,27	82,96	90,71	0,98	1,08
PK22	300	75	4,7	6,0	750	0,35	7,5	84,87	83,39	91,24	0,98	1,08
PK23	300	75	4,7	6,0	1200	0,35	7,5	85,34	83,72	91,64	0,98	1,07
PK24	300	75	4,7	6,0	1800	0,35	7,5	85,61	83,91	91,87	0,98	1,07
PK25	300	75	4,7	6,0	2900	0,35	7,5	85,82	84,05	92,04	0,98	1,07
PK26	300	75	4,7	6,0	500	0,35	9	82,31	81,33	89,67	0,99	1,09
PK27	300	75	4,7	6,0	750	0,35	9	82,86	81,72	90,14	0,99	1,09
PK28	300	75	4,7	6,0	1200	0,35	9	83,28	82,03	90,51	0,99	1,09
PK29	300	75	4,7	6,0	1800	0,35	9	83,52	82,20	90,71	0,98	1,09
PK30	300	75	4,7	6,0	2900	0,35	9	83,70	82,33	90,87	0,98	1,09
PK31	300	75	6,3	4,3	500	0,35	6	70,91	70,07	68,10	0,99	0,96
PK32	300	75	6,3	4,3	750	0,35	6	71,10	70,24	68,29	0,99	0,96
PK33	300	75	6,3	4,3	1200	0,35	6	71,25	70,36	68,44	0,99	0,96
PK34	300	75	6,3	4,3	1800	0,35	6	71,34	70,44	68,52	0,99	0,96
PK35	300	75	6,3	4,3	2900	0,35	6	71,41	70,49	68,58	0,99	0,96
PK36	300	75	6,3	4,3	500	0,35	7,5	65,41	63,86	64,96	0,98	0,99
PK37	300	75	6,3	4,3	750	0,35	7,5	65,57	63,97	65,09	0,98	0,99
PK38	300	75	6,3	4,3	1200	0,35	7,5	65,69	64,05	65,19	0,98	0,99
PK39	300	75	6,3	4,3	1800	0,35	7,5	65,75	64,09	65,25	0,97	0,99
PK40	300	75	6,3	4,3	2900	0,35	7,5	65,80	64,13	65,29	0,97	0,99
PK41	300	75	6,3	4,3	500	0,35	9	62,93	62,55	65,39	0,99	1,04
PK42	300	75	6,3	4,3	750	0,35	9	63,10	62,71	65,58	0,99	1,04
PK43	300	75	6,3	4,3	1200	0,35	9	63,24	62,83	65,72	0,99	1,04
PK44	300	75	6,3	4,3	1800	0,35	9	63,31	62,90	65,80	0,99	1,04
PK45	300	75	6,3	4,3	2900	0,35	9	63,38	62,95	65,86	0,99	1,04
PK46	300	75	4,7	4,3	500	0,35	6	57,86	59,69	59,32	1,03	1,03
PK47	300	75	4,7	4,3	750	0,35	6	58,00	59,86	59,52	1,03	1,03

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK48	300	75	4,7	4,3	1200	0,35	6	58,11	59,98	59,66	1,03	1,03
PK49	300	75	4,7	4,3	1800	0,35	6	58,17	60,05	59,74	1,03	1,03
PK50	300	75	4,7	4,3	2900	0,35	6	58,22	60,11	59,80	1,03	1,03
PK51	300	75	4,7	4,3	500	0,35	7,5	53,38	52,23	54,14	0,98	1,01
PK52	300	75	4,7	4,3	750	0,35	7,5	53,52	52,34	54,27	0,98	1,01
PK53	300	75	4,7	4,3	1200	0,35	7,5	53,62	52,42	54,37	0,98	1,01
PK54	300	75	4,7	4,3	1800	0,35	7,5	53,68	52,47	54,42	0,98	1,01
PK55	300	75	4,7	4,3	2900	0,35	7,5	53,73	52,50	54,46	0,98	1,01
PK56	300	75	4,7	4,3	500	0,35	9	52,15	50,80	53,90	0,97	1,03
PK57	300	75	4,7	4,3	750	0,35	9	52,30	50,89	54,01	0,97	1,03
PK58	300	75	4,7	4,3	1200	0,35	9	52,42	50,95	54,08	0,97	1,03
PK59	300	75	4,7	4,3	1800	0,35	9	52,48	50,99	54,13	0,97	1,03
PK60	300	75	4,7	4,3	2900	0,35	9	52,54	51,01	54,16	0,97	1,03
PK61	300	75	6,3	3,3	500	0,35	6	54,40	51,14	46,66	0,94	0,86
PK62	300	75	6,3	3,3	750	0,35	6	54,53	51,18	46,71	0,94	0,86
PK63	300	75	6,3	3,3	1200	0,35	6	54,64	51,21	46,74	0,94	0,86
PK64	300	75	6,3	3,3	1800	0,35	6	54,71	51,22	46,76	0,94	0,85
PK65	300	75	6,3	3,3	2900	0,35	6	54,77	51,23	46,77	0,94	0,85
PK66	300	75	6,3	3,3	500	0,35	7,5	49,33	49,47	47,59	1,00	0,96
PK67	300	75	6,3	3,3	750	0,35	7,5	49,39	49,53	47,65	1,00	0,96
PK68	300	75	6,3	3,3	1200	0,35	7,5	49,44	49,58	47,70	1,00	0,96
PK69	300	75	6,3	3,3	1800	0,35	7,5	49,47	49,60	47,73	1,00	0,96
PK70	300	75	6,3	3,3	2900	0,35	7,5	49,50	49,62	47,75	1,00	0,96
PK71	300	75	6,3	3,3	500	0,35	9	46,26	44,91	44,81	0,97	0,97
PK72	300	75	6,3	3,3	750	0,35	9	46,32	44,94	44,85	0,97	0,97
PK73	300	75	6,3	3,3	1200	0,35	9	46,35	44,97	44,88	0,97	0,97
PK74	300	75	6,3	3,3	1800	0,35	9	46,38	44,98	44,90	0,97	0,97
PK75	300	75	6,3	3,3	2900	0,35	9	46,39	44,99	44,91	0,97	0,97
PK76	300	75	4,7	3,3	500	0,35	6	43,74	40,75	38,08	0,93	0,87
PK77	300	75	4,7	3,3	750	0,35	6	43,83	40,79	38,13	0,93	0,87
PK78	300	75	4,7	3,3	1200	0,35	6	43,91	40,82	38,16	0,93	0,87
PK79	300	75	4,7	3,3	1800	0,35	6	43,95	40,83	38,18	0,93	0,87
PK80	300	75	4,7	3,3	2900	0,35	6	43,99	40,84	38,19	0,93	0,87
PK81	300	75	4,7	3,3	500	0,35	7,5	39,27	39,88	39,21	1,02	1,00
PK82	300	75	4,7	3,3	750	0,35	7,5	39,31	39,90	39,24	1,02	1,00
PK83	300	75	4,7	3,3	1200	0,35	7,5	39,35	39,92	39,26	1,01	1,00
PK84	300	75	4,7	3,3	1800	0,35	7,5	39,37	39,93	39,27	1,01	1,00
PK85	300	75	4,7	3,3	2900	0,35	7,5	39,38	39,94	39,28	1,01	1,00
PK86	300	75	4,7	3,3	500	0,35	9	37,30	35,97	36,57	0,96	0,98
PK87	300	75	4,7	3,3	750	0,35	9	37,35	36,00	36,61	0,96	0,98
PK88	300	75	4,7	3,3	1200	0,35	9	37,38	36,03	36,64	0,96	0,98
PK89	300	75	4,7	3,3	1800	0,35	9	37,40	36,05	36,66	0,96	0,98
PK90	300	75	4,7	3,3	2900	0,35	9	37,42	36,06	36,67	0,96	0,98
PK91	300	100	8,3	6,0	500	0,35	6	209,76	204,72	196,44	0,98	0,94
PK92	300	100	8,3	6,0	750	0,35	6	211,12	205,97	197,86	0,98	0,94
PK93	300	100	8,3	6,0	1200	0,35	6	212,21	206,92	198,96	0,98	0,94
PK94	300	100	8,3	6,0	1800	0,35	6	212,86	207,46	199,57	0,97	0,94

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK95	300	100	8,3	6,0	2900	0,35	6	213,39	207,88	200,05	0,97	0,94
PK96	300	100	8,3	6,0	500	0,35	7,5	189,29	190,63	191,79	1,01	1,01
PK97	300	100	8,3	6,0	750	0,35	7,5	190,39	191,40	192,76	1,01	1,01
PK98	300	100	8,3	6,0	1200	0,35	7,5	191,25	191,99	193,50	1,00	1,01
PK99	300	100	8,3	6,0	1800	0,35	7,5	191,74	192,33	193,92	1,00	1,01
PK100	300	100	8,3	6,0	2900	0,35	7,5	192,12	192,59	194,24	1,00	1,01
PK101	300	100	8,3	6,0	500	0,35	9	180,13	182,07	188,64	1,01	1,05
PK102	300	100	8,3	6,0	750	0,35	9	181,31	183,24	190,00	1,01	1,05
PK103	300	100	8,3	6,0	1200	0,35	9	182,25	184,14	191,05	1,01	1,05
PK104	300	100	8,3	6,0	1800	0,35	9	182,79	184,64	191,64	1,01	1,05
PK105	300	100	8,3	6,0	2900	0,35	9	183,21	185,03	192,10	1,01	1,05
PK106	300	100	6,3	6,0	500	0,35	6	167,47	171,92	168,73	1,03	1,01
PK107	300	100	6,3	6,0	750	0,35	6	168,51	173,15	170,12	1,03	1,01
PK108	300	100	6,3	6,0	1200	0,35	6	169,33	174,09	171,19	1,03	1,01
PK109	300	100	6,3	6,0	1800	0,35	6	169,81	174,63	171,80	1,03	1,01
PK110	300	100	6,3	6,0	2900	0,35	6	170,18	175,03	172,26	1,03	1,01
PK111	300	100	6,3	6,0	500	0,35	7,5	154,19	153,80	157,75	1,00	1,02
PK112	300	100	6,3	6,0	750	0,35	7,5	155,13	154,58	158,69	1,00	1,02
PK113	300	100	6,3	6,0	1200	0,35	7,5	155,86	155,18	159,42	1,00	1,02
PK114	300	100	6,3	6,0	1800	0,35	7,5	156,29	155,52	159,83	1,00	1,02
PK115	300	100	6,3	6,0	2900	0,35	7,5	156,61	155,78	160,14	0,99	1,02
PK116	300	100	6,3	6,0	500	0,35	9	148,66	151,40	159,32	1,02	1,07
PK117	300	100	6,3	6,0	750	0,35	9	149,69	152,01	160,07	1,02	1,07
PK118	300	100	6,3	6,0	1200	0,35	9	150,51	152,47	160,65	1,01	1,07
PK119	300	100	6,3	6,0	1800	0,35	9	150,98	152,74	160,98	1,01	1,07
PK120	300	100	6,3	6,0	2900	0,35	9	151,35	152,94	161,23	1,01	1,07
PK121	300	100	8,3	4,3	500	0,35	6	147,67	144,29	127,23	0,98	0,86
PK122	300	100	8,3	4,3	750	0,35	6	148,32	144,45	127,42	0,97	0,86
PK123	300	100	8,3	4,3	1200	0,35	6	148,89	144,57	127,57	0,97	0,86
PK124	300	100	8,3	4,3	1800	0,35	6	149,25	144,64	127,66	0,97	0,86
PK125	300	100	8,3	4,3	2900	0,35	6	149,57	144,69	127,72	0,97	0,85
PK126	300	100	8,3	4,3	500	0,35	7,5	132,44	129,65	120,75	0,98	0,91
PK127	300	100	8,3	4,3	750	0,35	7,5	132,83	129,92	121,05	0,98	0,91
PK128	300	100	8,3	4,3	1200	0,35	7,5	133,15	130,12	121,28	0,98	0,91
PK129	300	100	8,3	4,3	1800	0,35	7,5	133,34	130,23	121,41	0,98	0,91
PK130	300	100	8,3	4,3	2900	0,35	7,5	133,50	130,32	121,50	0,98	0,91
PK131	300	100	8,3	4,3	500	0,35	9	122,55	126,00	122,17	1,03	1,00
PK132	300	100	8,3	4,3	750	0,35	9	122,82	126,15	122,36	1,03	1,00
PK133	300	100	8,3	4,3	1200	0,35	9	123,03	126,26	122,50	1,03	1,00
PK134	300	100	8,3	4,3	1800	0,35	9	123,15	126,32	122,58	1,03	1,00
PK135	300	100	8,3	4,3	2900	0,35	9	123,24	126,37	122,65	1,03	1,00
PK136	300	100	6,3	4,3	500	0,35	6	116,11	111,10	100,34	0,96	0,86
PK137	300	100	6,3	4,3	750	0,35	6	116,62	111,26	100,53	0,95	0,86
PK138	300	100	6,3	4,3	1200	0,35	6	117,06	111,39	100,68	0,95	0,86
PK139	300	100	6,3	4,3	1800	0,35	6	117,33	111,46	100,76	0,95	0,86
PK140	300	100	6,3	4,3	2900	0,35	6	117,56	111,51	100,82	0,95	0,86
PK141	300	100	6,3	4,3	500	0,35	7,5	104,84	105,15	100,18	1,00	0,96

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK142	300	100	6,3	4,3	750	0,35	7,5	105,11	105,42	100,48	1,00	0,96
PK143	300	100	6,3	4,3	1200	0,35	7,5	105,34	105,62	100,70	1,00	0,96
PK144	300	100	6,3	4,3	1800	0,35	7,5	105,47	105,73	100,83	1,00	0,96
PK145	300	100	6,3	4,3	2900	0,35	7,5	105,57	105,82	100,92	1,00	0,96
PK146	300	100	6,3	4,3	500	0,35	9	97,43	97,37	96,35	1,00	0,99
PK147	300	100	6,3	4,3	750	0,35	9	97,64	97,52	96,54	1,00	0,99
PK148	300	100	6,3	4,3	1200	0,35	9	97,81	97,64	96,68	1,00	0,99
PK149	300	100	6,3	4,3	1800	0,35	9	97,90	97,70	96,76	1,00	0,99
PK150	300	100	6,3	4,3	2900	0,35	9	97,97	97,75	96,82	1,00	0,99
PK151	300	100	8,3	3,3	500	0,35	7,5	101,73	101,34	88,52	1,00	0,87
PK152	300	100	8,3	3,3	750	0,35	7,5	101,99	101,40	88,58	0,99	0,87
PK153	300	100	8,3	3,3	1200	0,35	7,5	102,23	101,44	88,63	0,99	0,87
PK154	300	100	8,3	3,3	1800	0,35	7,5	102,38	101,47	88,66	0,99	0,87
PK155	300	100	8,3	3,3	2900	0,35	7,5	102,51	101,48	88,68	0,99	0,87
PK156	300	100	8,3	3,3	500	0,35	9	94,51	93,85	85,71	0,99	0,91
PK157	300	100	8,3	3,3	750	0,35	9	94,66	93,94	85,81	0,99	0,91
PK158	300	100	8,3	3,3	1200	0,35	9	94,79	94,00	85,88	0,99	0,91
PK159	300	100	8,3	3,3	1800	0,35	9	94,87	94,04	85,92	0,99	0,91
PK160	300	100	8,3	3,3	2900	0,35	9	94,94	94,07	85,95	0,99	0,91
PK161	300	100	6,3	3,3	500	0,35	6	88,27	93,25	78,90	1,06	0,89
PK162	300	100	6,3	3,3	750	0,35	6	88,63	93,29	78,95	1,05	0,89
PK163	300	100	6,3	3,3	1200	0,35	6	88,95	93,31	78,98	1,05	0,89
PK164	300	100	6,3	3,3	1800	0,35	6	89,15	93,32	79,00	1,05	0,89
PK165	300	100	6,3	3,3	2900	0,35	6	89,32	93,33	79,01	1,04	0,88
PK166	300	100	6,3	3,3	500	0,35	7,5	80,16	76,41	68,36	0,95	0,85
PK167	300	100	6,3	3,3	750	0,35	7,5	80,36	76,47	68,42	0,95	0,85
PK168	300	100	6,3	3,3	1200	0,35	7,5	80,53	76,51	68,47	0,95	0,85
PK169	300	100	6,3	3,3	1800	0,35	7,5	80,64	76,54	68,50	0,95	0,85
PK170	300	100	6,3	3,3	2900	0,35	7,5	80,72	76,56	68,52	0,95	0,85
PK171	300	100	6,3	3,3	500	0,35	9	73,86	73,81	68,96	1,00	0,93
PK172	300	100	6,3	3,3	750	0,35	9	73,96	73,90	69,06	1,00	0,93
PK173	300	100	6,3	3,3	1200	0,35	9	74,05	73,96	69,13	1,00	0,93
PK174	300	100	6,3	3,3	1800	0,35	9	74,10	74,00	69,17	1,00	0,93
PK175	300	100	6,3	3,3	2900	0,35	9	74,14	74,03	69,20	1,00	0,93
PK176	600	150	12,5	12,0	500	0,35	12	804,66	798,81	829,46	0,99	1,03
PK177	600	150	12,5	12,0	750	0,35	12	821,40	811,68	845,75	0,99	1,03
PK178	600	150	12,5	12,0	1200	0,35	12	835,18	822,29	859,11	0,98	1,03
PK179	600	150	12,5	12,0	1800	0,35	12	843,40	828,57	867,00	0,98	1,03
PK180	600	150	12,5	12,0	2900	0,35	12	849,98	833,55	873,24	0,98	1,03
PK181	600	150	12,5	12,0	500	0,35	15	749,61	771,56	827,60	1,03	1,10
PK182	600	150	12,5	12,0	750	0,35	15	767,26	782,59	841,60	1,02	1,10
PK183	600	150	12,5	12,0	1200	0,35	15	781,87	791,69	853,08	1,01	1,09
PK184	600	150	12,5	12,0	1800	0,35	15	790,63	797,08	859,87	1,01	1,09
PK185	600	150	12,5	12,0	2900	0,35	15	797,69	801,35	865,22	1,00	1,08
PK186	600	150	12,5	12,0	500	0,35	18	732,31	732,23	796,69	1,00	1,09
PK187	600	150	12,5	12,0	750	0,35	18	749,40	749,06	816,48	1,00	1,09
PK188	600	150	12,5	12,0	1200	0,35	18	763,36	762,90	832,72	1,00	1,09

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK189	600	150	12,5	12,0	1800	0,35	18	771,64	771,08	842,31	1,00	1,09
PK190	600	150	12,5	12,0	2900	0,35	18	778,23	777,55	849,88	1,00	1,09
PK191	600	150	9,4	12,0	500	0,35	12	664,77	665,84	704,57	1,00	1,06
PK192	600	150	9,4	12,0	750	0,35	12	679,55	678,84	720,64	1,00	1,06
PK193	600	150	9,4	12,0	1200	0,35	12	691,75	689,53	733,80	1,00	1,06
PK194	600	150	9,4	12,0	1800	0,35	12	699,05	695,86	741,58	1,00	1,06
PK195	600	150	9,4	12,0	2900	0,35	12	704,90	700,86	747,72	0,99	1,06
PK196	600	150	9,4	12,0	500	0,35	15	631,68	636,66	692,53	1,01	1,10
PK197	600	150	9,4	12,0	750	0,35	15	647,03	647,87	706,34	1,00	1,09
PK198	600	150	9,4	12,0	1200	0,35	15	659,66	657,10	717,65	1,00	1,09
PK199	600	150	9,4	12,0	1800	0,35	15	667,21	662,56	724,34	0,99	1,09
PK200	600	150	9,4	12,0	2900	0,35	15	673,25	666,88	729,61	0,99	1,08
PK201	600	150	9,4	12,0	500	0,35	18	617,22	625,55	687,33	1,01	1,11
PK202	600	150	9,4	12,0	750	0,35	18	631,65	635,95	699,82	1,01	1,11
PK203	600	150	9,4	12,0	1200	0,35	18	643,39	644,50	710,06	1,00	1,10
PK204	600	150	9,4	12,0	1800	0,35	18	650,31	649,56	716,11	1,00	1,10
PK205	600	150	9,4	12,0	2900	0,35	18	655,80	653,56	720,88	1,00	1,10
PK206	600	150	12,5	8,6	500	0,35	12	563,25	548,92	531,54	0,97	0,94
PK207	600	150	12,5	8,6	750	0,35	12	568,17	553,95	537,28	0,97	0,95
PK208	600	150	12,5	8,6	1200	0,35	12	572,12	557,85	541,74	0,98	0,95
PK209	600	150	12,5	8,6	1800	0,35	12	574,46	560,07	544,28	0,97	0,95
PK210	600	150	12,5	8,6	2900	0,35	12	576,35	561,79	546,23	0,97	0,95
PK211	600	150	12,5	8,6	500	0,35	15	504,55	503,62	510,71	1,00	1,01
PK212	600	150	12,5	8,6	750	0,35	15	508,88	506,76	514,61	1,00	1,01
PK213	600	150	12,5	8,6	1200	0,35	15	512,27	509,20	517,64	0,99	1,01
PK214	600	150	12,5	8,6	1800	0,35	15	514,23	510,60	519,36	0,99	1,01
PK215	600	150	12,5	8,6	2900	0,35	15	515,75	511,67	520,69	0,99	1,01
PK216	600	150	12,5	8,6	500	0,35	18	487,85	489,44	510,42	1,00	1,05
PK217	600	150	12,5	8,6	750	0,35	18	492,55	494,18	515,93	1,00	1,05
PK218	600	150	12,5	8,6	1200	0,35	18	496,29	497,86	520,21	1,00	1,05
PK219	600	150	12,5	8,6	1800	0,35	18	498,48	499,95	522,65	1,00	1,05
PK220	600	150	12,5	8,6	2900	0,35	18	500,21	501,57	524,52	1,00	1,05
PK221	600	150	9,4	8,6	500	0,35	12	451,66	466,03	461,55	1,03	1,02
PK222	600	150	9,4	8,6	750	0,35	12	455,59	471,01	467,21	1,03	1,03
PK223	600	150	9,4	8,6	1200	0,35	12	458,69	474,87	471,60	1,04	1,03
PK224	600	150	9,4	8,6	1800	0,35	12	460,50	477,07	474,10	1,04	1,03
PK225	600	150	9,4	8,6	2900	0,35	12	461,93	478,76	476,02	1,04	1,03
PK226	600	150	9,4	8,6	500	0,35	15	413,98	410,49	424,25	0,99	1,02
PK227	600	150	9,4	8,6	750	0,35	15	417,74	413,68	428,09	0,99	1,02
PK228	600	150	9,4	8,6	1200	0,35	15	420,72	416,16	431,07	0,99	1,02
PK229	600	150	9,4	8,6	1800	0,35	15	422,44	417,57	432,77	0,99	1,02
PK230	600	150	9,4	8,6	2900	0,35	15	423,79	418,65	434,07	0,99	1,02
PK231	600	150	9,4	8,6	500	0,35	18	402,72	400,67	424,18	0,99	1,05
PK232	600	150	9,4	8,6	750	0,35	18	406,77	403,16	427,23	0,99	1,05
PK233	600	150	9,4	8,6	1200	0,35	18	410,00	405,10	429,61	0,99	1,05
PK234	600	150	9,4	8,6	1800	0,35	18	411,89	406,20	430,96	0,99	1,05
PK235	600	150	9,4	8,6	2900	0,35	18	413,40	407,05	432,00	0,98	1,04

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK236	600	150	12,5	6,7	500	0,35	12	435,62	406,55	370,25	0,93	0,85
PK237	600	150	12,5	6,7	750	0,35	12	438,23	407,69	371,59	0,93	0,85
PK238	600	150	12,5	6,7	1200	0,35	12	440,49	408,55	372,61	0,93	0,85
PK239	600	150	12,5	6,7	1800	0,35	12	441,95	409,04	373,19	0,93	0,84
PK240	600	150	12,5	6,7	2900	0,35	12	443,22	409,41	373,62	0,92	0,84
PK241	600	150	12,5	6,7	500	0,35	15	383,54	391,63	376,03	1,02	0,98
PK242	600	150	12,5	6,7	750	0,35	15	385,24	393,46	378,08	1,02	0,98
PK243	600	150	12,5	6,7	1200	0,35	15	386,58	394,85	379,64	1,02	0,98
PK244	600	150	12,5	6,7	1800	0,35	15	387,38	395,64	380,52	1,02	0,98
PK245	600	150	12,5	6,7	2900	0,35	15	388,02	396,24	381,19	1,02	0,98
PK246	600	150	12,5	6,7	500	0,35	18	362,82	356,87	355,54	0,98	0,98
PK247	600	150	12,5	6,7	750	0,35	18	364,34	357,93	356,82	0,98	0,98
PK248	600	150	12,5	6,7	1200	0,35	18	365,52	358,73	357,81	0,98	0,98
PK249	600	150	12,5	6,7	1800	0,35	18	366,19	359,18	358,36	0,98	0,98
PK250	600	150	12,5	6,7	2900	0,35	18	366,70	359,53	358,78	0,98	0,98
PK251	600	150	9,4	6,7	500	0,35	12	342,56	323,38	301,67	0,94	0,88
PK252	600	150	9,4	6,7	750	0,35	12	344,61	324,54	302,99	0,94	0,88
PK253	600	150	9,4	6,7	1200	0,35	12	346,34	325,41	303,99	0,94	0,88
PK254	600	150	9,4	6,7	1800	0,35	12	347,42	325,91	304,56	0,94	0,88
PK255	600	150	9,4	6,7	2900	0,35	12	348,33	326,28	304,99	0,94	0,88
PK256	600	150	9,4	6,7	500	0,35	15	307,72	317,51	311,63	1,03	1,01
PK257	600	150	9,4	6,7	750	0,35	15	309,03	318,19	312,53	1,03	1,01
PK258	600	150	9,4	6,7	1200	0,35	15	310,05	318,71	313,21	1,03	1,01
PK259	600	150	9,4	6,7	1800	0,35	15	310,63	319,00	313,60	1,03	1,01
PK260	600	150	9,4	6,7	2900	0,35	15	311,09	319,23	313,89	1,03	1,01
PK261	600	150	9,4	6,7	500	0,35	18	291,88	285,32	289,68	0,98	0,99
PK262	600	150	9,4	6,7	750	0,35	18	293,19	286,39	290,95	0,98	0,99
PK263	600	150	9,4	6,7	1200	0,35	18	294,20	287,21	291,91	0,98	0,99
PK264	600	150	9,4	6,7	1800	0,35	18	294,79	287,67	292,46	0,98	0,99
PK265	600	150	9,4	6,7	2900	0,35	18	295,24	288,02	292,87	0,98	0,99
PK266	600	200	16,7	12,0	500	0,35	12	1589,62	1559,34	1481,71	0,98	0,93
PK267	600	200	16,7	12,0	750	0,35	12	1622,68	1591,91	1519,06	0,98	0,94
PK268	600	200	16,7	12,0	1200	0,35	12	1650,14	1618,68	1549,70	0,98	0,94
PK269	600	200	16,7	12,0	1800	0,35	12	1666,80	1634,52	1567,82	0,98	0,94
PK270	600	200	16,7	12,0	2900	0,35	12	1680,45	1647,04	1582,12	0,98	0,94
PK271	600	200	16,7	12,0	500	0,35	15	1443,89	1476,94	1473,34	1,02	1,02
PK272	600	200	16,7	12,0	750	0,35	15	1472,72	1496,84	1498,70	1,02	1,02
PK273	600	200	16,7	12,0	1200	0,35	15	1496,33	1513,28	1519,51	1,01	1,02
PK274	600	200	16,7	12,0	1800	0,35	15	1510,34	1523,05	1531,82	1,01	1,01
PK275	600	200	16,7	12,0	2900	0,35	15	1521,48	1530,79	1541,53	1,01	1,01
PK276	600	200	16,7	12,0	500	0,35	18	1370,50	1382,85	1422,83	1,01	1,04
PK277	600	200	16,7	12,0	750	0,35	18	1400,45	1413,43	1458,70	1,01	1,04
PK278	600	200	16,7	12,0	1200	0,35	18	1425,27	1438,58	1488,12	1,01	1,04
PK279	600	200	16,7	12,0	1800	0,35	18	1440,16	1453,47	1505,52	1,01	1,05
PK280	600	200	16,7	12,0	2900	0,35	18	1452,15	1465,24	1519,25	1,01	1,05
PK281	600	200	12,5	12,0	500	0,35	12	1293,24	1297,76	1261,71	1,00	0,98
PK282	600	200	12,5	12,0	750	0,35	12	1319,19	1330,03	1298,37	1,01	0,98

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK283	600	200	12,5	12,0	1200	0,35	12	1340,45	1356,51	1328,42	1,01	0,99
PK284	600	200	12,5	12,0	1800	0,35	12	1353,15	1372,15	1346,18	1,01	0,99
PK285	600	200	12,5	12,0	2900	0,35	12	1363,37	1384,51	1360,20	1,02	1,00
PK286	600	200	12,5	12,0	500	0,35	15	1180,81	1181,39	1202,12	1,00	1,02
PK287	600	200	12,5	12,0	750	0,35	15	1205,14	1201,71	1227,01	1,00	1,02
PK288	600	200	12,5	12,0	1200	0,35	15	1225,11	1218,45	1247,42	0,99	1,02
PK289	600	200	12,5	12,0	1800	0,35	15	1236,99	1228,36	1259,48	0,99	1,02
PK290	600	200	12,5	12,0	2900	0,35	15	1246,48	1236,20	1269,00	0,99	1,02
PK291	600	200	12,5	12,0	500	0,35	18	1122,48	1158,62	1211,58	1,03	1,08
PK292	600	200	12,5	12,0	750	0,35	18	1148,43	1189,00	1246,75	1,04	1,09
PK293	600	200	12,5	12,0	1200	0,35	18	1169,87	1201,95	1262,98	1,03	1,08
PK294	600	200	12,5	12,0	1800	0,35	18	1182,74	1209,64	1272,57	1,02	1,08
PK295	600	200	12,5	12,0	2900	0,35	18	1193,11	1215,73	1280,14	1,02	1,07
PK296	600	200	16,7	8,6	500	0,35	12	1147,02	1143,56	1004,29	1,00	0,88
PK297	600	200	16,7	8,6	750	0,35	12	1159,45	1148,22	1010,15	0,99	0,87
PK298	600	200	16,7	8,6	1200	0,35	12	1170,44	1151,86	1014,70	0,98	0,87
PK299	600	200	16,7	8,6	1800	0,35	12	1177,69	1153,93	1017,29	0,98	0,86
PK300	600	200	16,7	8,6	2900	0,35	12	1184,21	1155,53	1019,28	0,98	0,86
PK301	600	200	16,7	8,6	500	0,35	15	1031,06	1018,91	945,33	0,99	0,92
PK302	600	200	16,7	8,6	750	0,35	15	1040,41	1026,83	954,28	0,99	0,92
PK303	600	200	16,7	8,6	1200	0,35	15	1048,08	1032,99	961,23	0,99	0,92
PK304	600	200	16,7	8,6	1800	0,35	15	1052,76	1036,49	965,18	0,98	0,92
PK305	600	200	16,7	8,6	2900	0,35	15	1056,65	1039,20	968,23	0,98	0,92
PK306	600	200	16,7	8,6	500	0,35	18	962,61	998,07	964,39	1,04	1,00
PK307	600	200	16,7	8,6	750	0,35	18	970,32	1002,36	970,01	1,03	1,00
PK308	600	200	16,7	8,6	1200	0,35	18	976,37	1005,72	974,38	1,03	1,00
PK309	600	200	16,7	8,6	1800	0,35	18	979,87	1007,63	976,86	1,03	1,00
PK310	600	200	16,7	8,6	2900	0,35	18	982,61	1009,10	978,78	1,03	1,00
PK311	600	200	12,5	8,6	500	0,35	12	919,19	877,56	789,46	0,95	0,86
PK312	600	200	12,5	8,6	750	0,35	12	929,18	882,42	795,20	0,95	0,86
PK313	600	200	12,5	8,6	1200	0,35	12	937,88	886,20	799,66	0,94	0,85
PK314	600	200	12,5	8,6	1800	0,35	12	943,49	888,35	802,19	0,94	0,85
PK315	600	200	12,5	8,6	2900	0,35	12	948,42	890,01	804,15	0,94	0,85
PK316	600	200	12,5	8,6	500	0,35	15	825,22	822,98	781,23	1,00	0,95
PK317	600	200	12,5	8,6	750	0,35	15	832,38	830,87	790,00	1,00	0,95
PK318	600	200	12,5	8,6	1200	0,35	15	838,13	837,01	796,81	1,00	0,95
PK319	600	200	12,5	8,6	1800	0,35	15	841,56	840,49	800,69	1,00	0,95
PK320	600	200	12,5	8,6	2900	0,35	15	844,33	843,18	803,67	1,00	0,95
PK321	600	200	12,5	8,6	500	0,35	18	762,99	768,60	758,09	1,01	0,99
PK322	600	200	12,5	8,6	750	0,35	18	769,25	773,09	763,60	1,00	0,99
PK323	600	200	12,5	8,6	1200	0,35	18	774,14	776,58	767,88	1,00	0,99
PK324	600	200	12,5	8,6	1800	0,35	18	776,96	778,56	770,32	1,00	0,99
PK325	600	200	12,5	8,6	2900	0,35	18	779,15	780,10	772,19	1,00	0,99
PK326	600	200	16,7	6,7	500	0,35	15	794,39	806,84	703,37	1,02	0,89
PK327	600	200	16,7	6,7	750	0,35	15	799,16	808,55	705,46	1,01	0,88
PK328	600	200	16,7	6,7	1200	0,35	15	803,43	809,87	707,05	1,01	0,88
PK329	600	200	16,7	6,7	1800	0,35	15	806,28	810,60	707,95	1,01	0,88

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK330	600	200	16,7	6,7	2900	0,35	15	808,86	811,17	708,63	1,00	0,88
PK331	600	200	16,7	6,7	500	0,35	18	746,80	744,82	678,96	1,00	0,91
PK332	600	200	16,7	6,7	750	0,35	18	750,28	747,46	681,92	1,00	0,91
PK333	600	200	16,7	6,7	1200	0,35	18	753,17	749,47	684,17	1,00	0,91
PK334	600	200	16,7	6,7	1800	0,35	18	754,97	750,60	685,44	0,99	0,91
PK335	600	200	16,7	6,7	2900	0,35	18	756,49	751,47	686,41	0,99	0,91
PK336	600	200	12,5	6,7	500	0,35	12	702,18	743,82	628,17	1,06	0,89
PK337	600	200	12,5	6,7	750	0,35	12	707,78	744,79	629,51	1,05	0,89
PK338	600	200	12,5	6,7	1200	0,35	12	713,07	745,53	630,53	1,05	0,88
PK339	600	200	12,5	6,7	1800	0,35	12	716,75	745,94	631,10	1,04	0,88
PK340	600	200	12,5	6,7	2900	0,35	12	720,15	746,26	631,54	1,04	0,88
PK341	600	200	12,5	6,7	500	0,35	15	633,13	607,23	542,19	0,96	0,86
PK342	600	200	12,5	6,7	750	0,35	15	637,01	609,01	544,24	0,96	0,85
PK343	600	200	12,5	6,7	1200	0,35	15	640,40	610,38	545,80	0,95	0,85
PK344	600	200	12,5	6,7	1800	0,35	15	642,59	611,15	546,68	0,95	0,85
PK345	600	200	12,5	6,7	2900	0,35	15	644,52	611,73	547,35	0,95	0,85
PK346	600	200	12,5	6,7	500	0,35	18	582,55	584,47	545,11	1,00	0,94
PK347	600	200	12,5	6,7	750	0,35	18	585,18	587,12	548,00	1,00	0,94
PK348	600	200	12,5	6,7	1200	0,35	18	587,31	589,13	550,21	1,00	0,94
PK349	600	200	12,5	6,7	1800	0,35	18	588,59	590,27	551,45	1,00	0,94
PK350	600	200	12,5	6,7	2900	0,35	18	589,65	591,13	552,40	1,00	0,94
PK351	900	225	18,8	18,0	500	0,35	18	2524,89	2566,81	2633,63	1,02	1,04
PK352	900	225	18,8	18,0	750	0,35	18	2622,25	2638,66	2726,34	1,01	1,04
PK353	900	225	18,8	18,0	1200	0,35	18	2707,99	2703,79	2809,34	1,00	1,04
PK354	900	225	18,8	18,0	1800	0,35	18	2761,87	2745,18	2861,69	0,99	1,04
PK355	900	225	18,8	18,0	2900	0,35	18	2806,53	2779,52	2904,92	0,99	1,04
PK356	900	225	18,8	18,0	500	0,35	22,5	2365,56	2443,71	2597,49	1,03	1,10
PK357	900	225	18,8	18,0	750	0,35	22,5	2466,46	2555,00	2730,32	1,04	1,11
PK358	900	225	18,8	18,0	1200	0,35	22,5	2556,20	2610,71	2801,66	1,02	1,10
PK359	900	225	18,8	18,0	1800	0,35	22,5	2612,96	2646,18	2846,66	1,01	1,09
PK360	900	225	18,8	18,0	2900	0,35	22,5	2660,31	2675,64	2883,81	1,01	1,08
PK361	900	225	18,8	18,0	500	0,35	27	2279,99	2300,91	2487,30	1,01	1,09
PK362	900	225	18,8	18,0	750	0,35	27	2380,84	2395,95	2599,97	1,01	1,09
PK363	900	225	18,8	18,0	1200	0,35	27	2469,24	2481,49	2700,84	1,00	1,09
PK364	900	225	18,8	18,0	1800	0,35	27	2524,45	2535,61	2764,47	1,00	1,10
PK365	900	225	18,8	18,0	2900	0,35	27	2569,97	2580,39	2817,00	1,00	1,10
PK366	900	225	14,1	18,0	500	0,35	18	2136,00	2115,92	2214,29	0,99	1,04
PK367	900	225	14,1	18,0	750	0,35	18	2220,73	2189,10	2305,81	0,99	1,04
PK368	900	225	14,1	18,0	1200	0,35	18	2295,81	2255,09	2387,70	0,98	1,04
PK369	900	225	14,1	18,0	1800	0,35	18	2343,21	2296,89	2439,32	0,98	1,04
PK370	900	225	14,1	18,0	2900	0,35	18	2382,69	2331,50	2481,91	0,98	1,04
PK371	900	225	14,1	18,0	500	0,35	22,5	1997,43	2035,81	2196,64	1,02	1,10
PK372	900	225	14,1	18,0	750	0,35	22,5	2085,89	2098,71	2275,31	1,01	1,09
PK373	900	225	14,1	18,0	1200	0,35	22,5	2164,00	2155,54	2345,69	1,00	1,08
PK374	900	225	14,1	18,0	1800	0,35	22,5	2213,09	2191,59	2390,05	0,99	1,08
PK375	900	225	14,1	18,0	2900	0,35	22,5	2253,81	2221,45	2426,67	0,99	1,08
PK376	900	225	14,1	18,0	500	0,35	27	1945,52	1967,30	2149,70	1,01	1,10

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK377	900	225	14,1	18,0	750	0,35	27	2030,77	2062,35	2260,93	1,02	1,11
PK378	900	225	14,1	18,0	1200	0,35	27	2104,94	2117,54	2327,32	1,01	1,11
PK379	900	225	14,1	18,0	1800	0,35	27	2150,96	2150,96	2367,47	1,00	1,10
PK380	900	225	14,1	18,0	2900	0,35	27	2188,69	2178,65	2400,61	1,00	1,10
PK381	900	225	18,8	12,9	500	0,35	18	1825,06	1794,54	1727,59	0,98	0,95
PK382	900	225	18,8	12,9	750	0,35	18	1857,62	1828,37	1766,27	0,98	0,95
PK383	900	225	18,8	12,9	1200	0,35	18	1884,31	1855,73	1797,52	0,98	0,95
PK384	900	225	18,8	12,9	1800	0,35	18	1900,33	1871,74	1815,80	0,98	0,96
PK385	900	225	18,8	12,9	2900	0,35	18	1913,37	1884,29	1830,13	0,98	0,96
PK386	900	225	18,8	12,9	500	0,35	22,5	1670,62	1663,58	1678,59	1,00	1,00
PK387	900	225	18,8	12,9	750	0,35	22,5	1699,35	1684,59	1704,85	0,99	1,00
PK388	900	225	18,8	12,9	1200	0,35	22,5	1722,67	1701,66	1726,08	0,99	1,00
PK389	900	225	18,8	12,9	1800	0,35	22,5	1736,41	1711,67	1738,49	0,99	1,00
PK390	900	225	18,8	12,9	2900	0,35	22,5	1747,31	1719,53	1748,22	0,98	1,00
PK391	900	225	18,8	12,9	500	0,35	27	1580,11	1597,18	1658,94	1,01	1,05
PK392	900	225	18,8	12,9	750	0,35	27	1610,67	1629,03	1696,09	1,01	1,05
PK393	900	225	18,8	12,9	1200	0,35	27	1635,73	1654,80	1726,10	1,01	1,06
PK394	900	225	18,8	12,9	1800	0,35	27	1650,68	1669,89	1743,65	1,01	1,06
PK395	900	225	18,8	12,9	2900	0,35	27	1662,68	1681,73	1757,41	1,01	1,06
PK396	900	225	14,1	12,9	500	0,35	18	1512,26	1515,30	1492,32	1,00	0,99
PK397	900	225	14,1	12,9	750	0,35	18	1537,96	1548,85	1530,45	1,01	1,00
PK398	900	225	14,1	12,9	1200	0,35	18	1558,77	1575,95	1561,25	1,01	1,00
PK399	900	225	14,1	12,9	1800	0,35	18	1571,08	1591,80	1579,26	1,01	1,01
PK400	900	225	14,1	12,9	2900	0,35	18	1580,91	1604,22	1593,37	1,01	1,01
PK401	900	225	14,1	12,9	500	0,35	22,5	1373,64	1348,69	1387,41	0,98	1,01
PK402	900	225	14,1	12,9	750	0,35	22,5	1398,46	1370,08	1413,30	0,98	1,01
PK403	900	225	14,1	12,9	1200	0,35	22,5	1418,67	1387,40	1434,22	0,98	1,01
PK404	900	225	14,1	12,9	1800	0,35	22,5	1430,64	1397,55	1446,45	0,98	1,01
PK405	900	225	14,1	12,9	2900	0,35	22,5	1440,19	1405,51	1456,03	0,98	1,01
PK406	900	225	14,1	12,9	500	0,35	27	1325,09	1323,67	1396,28	1,00	1,05
PK407	900	225	14,1	12,9	750	0,35	27	1351,56	1340,31	1416,87	0,99	1,05
PK408	900	225	14,1	12,9	1200	0,35	27	1373,24	1353,82	1433,51	0,99	1,04
PK409	900	225	14,1	12,9	1800	0,35	27	1386,18	1361,74	1443,24	0,98	1,04
PK410	900	225	14,1	12,9	2900	0,35	27	1396,61	1367,96	1450,86	0,98	1,04
PK411	900	225	18,8	10,0	500	0,35	18	1421,28	1358,44	1233,37	0,96	0,87
PK412	900	225	18,8	10,0	750	0,35	18	1437,22	1366,52	1242,97	0,95	0,86
PK413	900	225	18,8	10,0	1200	0,35	18	1450,93	1372,83	1250,43	0,95	0,86
PK414	900	225	18,8	10,0	1800	0,35	18	1459,74	1376,42	1254,69	0,94	0,86
PK415	900	225	18,8	10,0	2900	0,35	18	1467,49	1379,20	1257,97	0,94	0,86
PK416	900	225	18,8	10,0	500	0,35	22,5	1293,24	1299,60	1244,33	1,00	0,96
PK417	900	225	18,8	10,0	750	0,35	22,5	1304,62	1312,70	1258,99	1,01	0,97
PK418	900	225	18,8	10,0	1200	0,35	22,5	1313,71	1322,89	1270,40	1,01	0,97
PK419	900	225	18,8	10,0	1800	0,35	22,5	1319,07	1328,70	1276,89	1,01	0,97
PK420	900	225	18,8	10,0	2900	0,35	22,5	1323,37	1333,18	1281,90	1,01	0,97
PK421	900	225	18,8	10,0	500	0,35	27	1195,22	1191,75	1184,36	1,00	0,99
PK422	900	225	18,8	10,0	750	0,35	27	1205,80	1199,26	1193,58	0,99	0,99
PK423	900	225	18,8	10,0	1200	0,35	27	1214,10	1205,11	1200,75	0,99	0,99

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK424	900	225	18,8	10,0	1800	0,35	27	1218,88	1208,45	1204,83	0,99	0,99
PK425	900	225	18,8	10,0	2900	0,35	27	1222,60	1211,03	1207,98	0,99	0,99
PK426	900	225	14,1	10,0	500	0,35	18	1162,86	1077,51	1002,14	0,93	0,86
PK427	900	225	14,1	10,0	750	0,35	18	1174,95	1085,74	1011,60	0,92	0,86
PK428	900	225	14,1	10,0	1200	0,35	18	1185,13	1092,15	1018,95	0,92	0,86
PK429	900	225	14,1	10,0	1800	0,35	18	1191,49	1095,80	1023,14	0,92	0,86
PK430	900	225	14,1	10,0	2900	0,35	18	1196,92	1098,61	1026,37	0,92	0,86
PK431	900	225	14,1	10,0	500	0,35	22,5	1040,32	1063,41	1040,91	1,02	1,00
PK432	900	225	14,1	10,0	750	0,35	22,5	1049,28	1068,25	1047,33	1,02	1,00
PK433	900	225	14,1	10,0	1200	0,35	22,5	1056,34	1072,03	1052,33	1,01	1,00
PK434	900	225	14,1	10,0	1800	0,35	22,5	1060,43	1074,19	1055,17	1,01	1,00
PK435	900	225	14,1	10,0	2900	0,35	22,5	1063,65	1075,85	1057,37	1,01	0,99
PK436	900	225	14,1	10,0	500	0,35	27	979,36	950,01	962,32	0,97	0,98
PK437	900	225	14,1	10,0	750	0,35	27	988,37	957,67	971,40	0,97	0,98
PK438	900	225	14,1	10,0	1200	0,35	27	995,49	963,63	978,46	0,97	0,98
PK439	900	225	14,1	10,0	1800	0,35	27	999,62	967,03	982,49	0,97	0,98
PK440	900	225	14,1	10,0	2900	0,35	27	1002,88	969,65	985,59	0,97	0,98
PK441	900	300	25,0	18,0	500	0,35	18	5025,83	4933,25	4621,06	0,98	0,92
PK442	900	300	25,0	18,0	750	0,35	18	5218,35	5117,07	4833,27	0,98	0,93
PK443	900	300	25,0	18,0	1200	0,35	18	5387,15	5282,54	5023,44	0,98	0,93
PK444	900	300	25,0	18,0	1800	0,35	18	5493,45	5387,27	5143,50	0,98	0,94
PK445	900	300	25,0	18,0	2900	0,35	18	5582,56	5473,91	5242,67	0,98	0,94
PK446	900	300	25,0	18,0	500	0,35	22,5	4652,13	4786,36	4714,65	1,03	1,01
PK447	900	300	25,0	18,0	750	0,35	22,5	4818,84	4896,37	4858,76	1,02	1,01
PK448	900	300	25,0	18,0	1200	0,35	22,5	4964,91	4996,71	4987,92	1,01	1,00
PK449	900	300	25,0	18,0	1800	0,35	22,5	5056,35	5060,76	5069,45	1,00	1,00
PK450	900	300	25,0	18,0	2900	0,35	22,5	5131,93	5114,03	5136,80	1,00	1,00
PK451	900	300	25,0	18,0	500	0,35	27	4323,46	4358,35	4437,44	1,01	1,03
PK452	900	300	25,0	18,0	750	0,35	27	4493,07	4530,49	4641,21	1,01	1,03
PK453	900	300	25,0	18,0	1200	0,35	27	4644,20	4685,68	4823,84	1,01	1,04
PK454	900	300	25,0	18,0	1800	0,35	27	4740,02	4784,01	4939,12	1,01	1,04
PK455	900	300	25,0	18,0	2900	0,35	27	4820,06	4865,42	5034,35	1,01	1,04
PK456	900	300	18,8	18,0	500	0,35	18	4025,14	4051,97	3885,21	1,01	0,97
PK457	900	300	18,8	18,0	750	0,35	18	4182,14	4235,22	4093,80	1,01	0,98
PK458	900	300	18,8	18,0	1200	0,35	18	4318,40	4399,54	4280,55	1,02	0,99
PK459	900	300	18,8	18,0	1800	0,35	18	4403,23	4503,27	4398,35	1,02	1,00
PK460	900	300	18,8	18,0	2900	0,35	18	4473,40	4588,94	4495,60	1,03	1,00
PK461	900	300	18,8	18,0	500	0,35	22,5	3722,81	3782,85	3803,80	1,02	1,02
PK462	900	300	18,8	18,0	750	0,35	22,5	3864,86	3896,59	3945,45	1,01	1,02
PK463	900	300	18,8	18,0	1200	0,35	22,5	3989,37	3999,51	4072,28	1,00	1,02
PK464	900	300	18,8	18,0	1800	0,35	22,5	4067,31	4064,87	4152,28	1,00	1,02
PK465	900	300	18,8	18,0	2900	0,35	22,5	4131,75	4119,05	4218,32	1,00	1,02
PK466	900	300	18,8	18,0	500	0,35	27	3576,06	3602,00	3730,83	1,01	1,04
PK467	900	300	18,8	18,0	750	0,35	27	3724,47	3774,16	3931,13	1,01	1,06
PK468	900	300	18,8	18,0	1200	0,35	27	3856,06	3928,81	4110,46	1,02	1,07
PK469	900	300	18,8	18,0	1800	0,35	27	3939,18	4019,92	4216,61	1,02	1,07
PK470	900	300	18,8	18,0	2900	0,35	27	4008,53	4061,86	4269,14	1,01	1,07

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK471	900	300	25,0	12,9	500	0,35	18	3744,47	3806,20	3321,83	1,02	0,89
PK472	900	300	25,0	12,9	750	0,35	18	3815,01	3837,16	3361,26	1,01	0,88
PK473	900	300	25,0	12,9	1200	0,35	18	3877,06	3862,41	3393,14	1,00	0,88
PK474	900	300	25,0	12,9	1800	0,35	18	3917,72	3877,27	3411,78	0,99	0,87
PK475	900	300	25,0	12,9	2900	0,35	18	3954,26	3888,96	3426,40	0,98	0,87
PK476	900	300	25,0	12,9	500	0,35	22,5	3448,12	3347,52	3087,11	0,97	0,90
PK477	900	300	25,0	12,9	750	0,35	22,5	3506,25	3400,68	3147,35	0,97	0,90
PK478	900	300	25,0	12,9	1200	0,35	22,5	3554,57	3443,74	3196,06	0,97	0,90
PK479	900	300	25,0	12,9	1800	0,35	22,5	3584,07	3468,97	3224,55	0,97	0,90
PK480	900	300	25,0	12,9	2900	0,35	22,5	3608,56	3488,77	3246,89	0,97	0,90
PK481	900	300	25,0	12,9	500	0,35	27	3166,35	3319,39	3189,84	1,05	1,01
PK482	900	300	25,0	12,9	750	0,35	27	3217,53	3347,89	3227,70	1,04	1,00
PK483	900	300	25,0	12,9	1200	0,35	27	3259,06	3371,15	3258,31	1,03	1,00
PK484	900	300	25,0	12,9	1800	0,35	27	3283,55	3384,84	3276,21	1,03	1,00
PK485	900	300	25,0	12,9	2900	0,35	27	3302,98	3395,62	3290,25	1,03	1,00
PK486	900	300	18,8	12,9	500	0,35	18	2940,68	2905,95	2598,07	0,99	0,88
PK487	900	300	18,8	12,9	750	0,35	18	2998,11	2938,43	2636,74	0,98	0,88
PK488	900	300	18,8	12,9	1200	0,35	18	3047,86	2964,79	2668,00	0,97	0,88
PK489	900	300	18,8	12,9	1800	0,35	18	3079,81	2980,26	2686,28	0,97	0,87
PK490	900	300	18,8	12,9	2900	0,35	18	3107,84	2992,41	2700,61	0,96	0,87
PK491	900	300	18,8	12,9	500	0,35	22,5	2702,29	2686,35	2535,25	0,99	0,94
PK492	900	300	18,8	12,9	750	0,35	22,5	2748,70	2739,50	2594,35	1,00	0,94
PK493	900	300	18,8	12,9	1200	0,35	22,5	2786,65	2782,47	2642,11	1,00	0,95
PK494	900	300	18,8	12,9	1800	0,35	22,5	2809,43	2807,60	2670,04	1,00	0,95
PK495	900	300	18,8	12,9	2900	0,35	22,5	2827,96	2827,31	2691,93	1,00	0,95
PK496	900	300	18,8	12,9	500	0,35	27	2542,31	2542,53	2494,83	1,00	0,98
PK497	900	300	18,8	12,9	750	0,35	27	2584,16	2572,48	2531,97	1,00	0,98
PK498	900	300	18,8	12,9	1200	0,35	27	2617,95	2596,82	2561,99	0,99	0,98
PK499	900	300	18,8	12,9	1800	0,35	27	2637,80	2611,10	2579,54	0,99	0,98
PK500	900	300	18,8	12,9	2900	0,35	27	2653,49	2622,32	2593,30	0,99	0,98
PK501	900	300	25,0	10,0	500	0,35	22,5	2690,13	2702,41	2348,58	1,00	0,87
PK502	900	300	25,0	10,0	750	0,35	22,5	2716,01	2714,62	2363,54	1,00	0,87
PK503	900	300	25,0	10,0	1200	0,35	22,5	2738,87	2724,16	2375,18	0,99	0,87
PK504	900	300	25,0	10,0	1800	0,35	22,5	2754,01	2729,60	2381,81	0,99	0,86
PK505	900	300	25,0	10,0	2900	0,35	22,5	2767,78	2733,81	2386,92	0,99	0,86
PK506	900	300	25,0	10,0	500	0,35	27	2485,46	2481,94	2255,75	1,00	0,91
PK507	900	300	25,0	10,0	750	0,35	27	2507,59	2500,77	2276,90	1,00	0,91
PK508	900	300	25,0	10,0	1200	0,35	27	2525,85	2515,44	2293,36	1,00	0,91
PK509	900	300	25,0	10,0	1800	0,35	27	2537,05	2523,80	2302,74	0,99	0,91
PK510	900	300	25,0	10,0	2900	0,35	27	2546,48	2530,25	2309,96	0,99	0,91
PK511	900	300	18,8	10,0	500	0,35	18	2274,91	2498,79	2103,85	1,10	0,92
PK512	900	300	18,8	10,0	750	0,35	18	2301,56	2505,64	2113,44	1,09	0,92
PK513	900	300	18,8	10,0	1200	0,35	18	2326,62	2511,00	2120,91	1,08	0,91
PK514	900	300	18,8	10,0	1800	0,35	18	2344,22	2514,07	2125,16	1,07	0,91
PK515	900	300	18,8	10,0	2900	0,35	18	2361,00	2516,45	2128,44	1,07	0,90
PK516	900	300	18,8	10,0	500	0,35	22,5	2099,53	2027,80	1805,11	0,97	0,86
PK517	900	300	18,8	10,0	750	0,35	22,5	2121,87	2040,56	1819,77	0,96	0,86

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK518	900	300	18,8	10,0	1200	0,35	22,5	2141,22	2050,51	1831,18	0,96	0,86
PK519	900	300	18,8	10,0	1800	0,35	22,5	2153,75	2056,19	1837,68	0,95	0,85
PK520	900	300	18,8	10,0	2900	0,35	22,5	2164,85	2060,56	1842,68	0,95	0,85
PK521	900	300	18,8	10,0	500	0,35	27	1963,49	1940,59	1804,69	0,99	0,92
PK522	900	300	18,8	10,0	750	0,35	27	1980,77	1959,52	1825,42	0,99	0,92
PK523	900	300	18,8	10,0	1200	0,35	27	1994,74	1974,25	1841,56	0,99	0,92
PK524	900	300	18,8	10,0	1800	0,35	27	2003,11	1982,65	1850,74	0,99	0,92
PK525	900	300	18,8	10,0	2900	0,35	27	2009,97	1989,12	1857,83	0,99	0,92
PK526	1200	300	25,0	24,0	500	0,35	24	5575,43	5795,05	5860,23	1,04	1,05
PK527	1200	300	25,0	24,0	750	0,35	24	5881,89	6003,59	6137,34	1,02	1,04
PK528	1200	300	25,0	24,0	1200	0,35	24	6169,84	6213,59	6409,80	1,01	1,04
PK529	1200	300	25,0	24,0	1800	0,35	24	6361,44	6358,49	6595,05	1,00	1,04
PK530	1200	300	25,0	24,0	2900	0,35	24	6527,58	6485,98	6756,62	0,99	1,04
PK531	1200	300	25,0	24,0	500	0,35	30	5185,60	5302,48	5572,63	1,02	1,07
PK532	1200	300	25,0	24,0	750	0,35	30	5499,53	5657,07	5996,06	1,03	1,09
PK533	1200	300	25,0	24,0	1200	0,35	30	5799,85	6007,92	6412,38	1,04	1,11
PK534	1200	300	25,0	24,0	1800	0,35	30	6001,61	6145,13	6585,87	1,02	1,10
PK535	1200	300	25,0	24,0	2900	0,35	30	6177,49	6254,32	6724,74	1,01	1,09
PK536	1200	300	25,0	24,0	500	0,35	36	5004,99	5065,97	5431,02	1,01	1,09
PK537	1200	300	25,0	24,0	750	0,35	36	5322,12	5346,56	5767,80	1,00	1,08
PK538	1200	300	25,0	24,0	1200	0,35	36	5621,21	5625,22	6098,92	1,00	1,08
PK539	1200	300	25,0	24,0	1800	0,35	36	5819,24	5815,87	6324,06	1,00	1,09
PK540	1200	300	25,0	24,0	2900	0,35	36	5989,66	5982,76	6520,42	1,00	1,09
PK541	1200	300	18,8	24,0	500	0,35	24	4544,93	4718,04	4870,71	1,04	1,07
PK542	1200	300	18,8	24,0	750	0,35	24	4812,35	4932,94	5144,63	1,03	1,07
PK543	1200	300	18,8	24,0	1200	0,35	24	5065,30	5147,30	5413,69	1,02	1,07
PK544	1200	300	18,8	24,0	1800	0,35	24	5234,32	5294,31	5596,48	1,01	1,07
PK545	1200	300	18,8	24,0	2900	0,35	24	5381,26	5423,18	5755,81	1,01	1,07
PK546	1200	300	18,8	24,0	500	0,35	30	4317,65	4564,24	4874,94	1,06	1,13
PK547	1200	300	18,8	24,0	750	0,35	30	4594,77	4754,76	5117,42	1,03	1,11
PK548	1200	300	18,8	24,0	1200	0,35	30	4858,40	4938,87	5348,68	1,02	1,10
PK549	1200	300	18,8	24,0	1800	0,35	30	5034,34	5065,42	5505,79	1,01	1,09
PK550	1200	300	18,8	24,0	2900	0,35	30	5186,78	5176,50	5642,73	1,00	1,09
PK551	1200	300	18,8	24,0	500	0,35	36	4179,65	4273,32	4636,21	1,02	1,11
PK552	1200	300	18,8	24,0	750	0,35	36	4453,55	4555,51	4969,12	1,02	1,12
PK553	1200	300	18,8	24,0	1200	0,35	36	4709,43	4834,51	5296,11	1,03	1,12
PK554	1200	300	18,8	24,0	1800	0,35	36	4877,58	4978,53	5467,43	1,02	1,12
PK555	1200	300	18,8	24,0	2900	0,35	36	5021,41	5081,54	5591,35	1,01	1,11
PK556	1200	300	25,0	17,1	500	0,35	24	4191,36	4090,30	3907,82	0,98	0,93
PK557	1200	300	25,0	17,1	750	0,35	24	4307,66	4211,99	4047,27	0,98	0,94
PK558	1200	300	25,0	17,1	1200	0,35	24	4405,95	4315,50	4165,67	0,98	0,95
PK559	1200	300	25,0	17,1	1800	0,35	24	4466,12	4378,29	4237,41	0,98	0,95
PK560	1200	300	25,0	17,1	2900	0,35	24	4515,56	4428,74	4295,02	0,98	0,95
PK561	1200	300	25,0	17,1	500	0,35	30	3818,79	3842,55	3851,73	1,01	1,01
PK562	1200	300	25,0	17,1	750	0,35	30	3923,99	3917,47	3946,44	1,00	1,01
PK563	1200	300	25,0	17,1	1200	0,35	30	4012,83	3981,65	4026,84	0,99	1,00
PK564	1200	300	25,0	17,1	1800	0,35	30	4066,77	4020,77	4075,56	0,99	1,00

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK565	1200	300	25,0	17,1	2900	0,35	30	4110,35	4052,29	4114,69	0,99	1,00
PK566	1200	300	25,0	17,1	500	0,35	36	3630,55	3632,23	3752,54	1,00	1,03
PK567	1200	300	25,0	17,1	750	0,35	36	3740,22	3746,64	3886,45	1,00	1,04
PK568	1200	300	25,0	17,1	1200	0,35	36	3833,90	3844,05	4000,14	1,00	1,04
PK569	1200	300	25,0	17,1	1800	0,35	36	3891,40	3903,20	4069,04	1,00	1,05
PK570	1200	300	25,0	17,1	2900	0,35	36	3938,41	3950,75	4124,36	1,00	1,05
PK571	1200	300	18,8	17,1	500	0,35	24	3342,18	3429,38	3352,68	1,03	1,00
PK572	1200	300	18,8	17,1	750	0,35	24	3438,00	3550,39	3490,26	1,03	1,02
PK573	1200	300	18,8	17,1	1200	0,35	24	3518,20	3653,09	3606,99	1,04	1,03
PK574	1200	300	18,8	17,1	1800	0,35	24	3566,73	3715,31	3677,70	1,04	1,03
PK575	1200	300	18,8	17,1	2900	0,35	24	3606,04	3765,26	3734,47	1,04	1,04
PK576	1200	300	18,8	17,1	500	0,35	30	3101,27	3093,92	3163,25	1,00	1,02
PK577	1200	300	18,8	17,1	750	0,35	30	3191,74	3170,56	3256,69	0,99	1,02
PK578	1200	300	18,8	17,1	1200	0,35	30	3268,28	3235,94	3335,96	0,99	1,02
PK579	1200	300	18,8	17,1	1800	0,35	30	3314,86	3275,68	3383,98	0,99	1,02
PK580	1200	300	18,8	17,1	2900	0,35	30	3352,66	3307,66	3422,53	0,99	1,02
PK581	1200	300	18,8	17,1	500	0,35	36	2967,40	3057,72	3209,94	1,03	1,08
PK582	1200	300	18,8	17,1	750	0,35	36	3063,03	3117,12	3284,25	1,02	1,07
PK583	1200	300	18,8	17,1	1200	0,35	36	3144,31	3167,97	3347,31	1,01	1,06
PK584	1200	300	18,8	17,1	1800	0,35	36	3194,05	3198,94	3385,50	1,00	1,06
PK585	1200	300	18,8	17,1	2900	0,35	36	3234,70	3223,89	3416,16	1,00	1,06
PK586	1200	300	25,0	13,3	500	0,35	24	3325,06	3178,41	2873,97	0,96	0,86
PK587	1200	300	25,0	13,3	750	0,35	24	3380,65	3209,72	2911,32	0,95	0,86
PK588	1200	300	25,0	13,3	1200	0,35	24	3428,42	3234,84	2941,16	0,94	0,86
PK589	1200	300	25,0	13,3	1800	0,35	24	3458,96	3249,45	2958,47	0,94	0,86
PK590	1200	300	25,0	13,3	2900	0,35	24	3485,73	3260,86	2971,97	0,94	0,85
PK591	1200	300	25,0	13,3	500	0,35	30	3002,74	3012,89	2873,75	1,00	0,96
PK592	1200	300	25,0	13,3	750	0,35	30	3046,74	3063,84	2930,82	1,01	0,96
PK593	1200	300	25,0	13,3	1200	0,35	30	3082,39	3104,57	2976,42	1,01	0,97
PK594	1200	300	25,0	13,3	1800	0,35	30	3103,58	3128,21	3002,87	1,01	0,97
PK595	1200	300	25,0	13,3	2900	0,35	30	3120,65	3146,65	3023,50	1,01	0,97
PK596	1200	300	25,0	13,3	500	0,35	36	2805,88	2786,28	2759,77	0,99	0,98
PK597	1200	300	25,0	13,3	750	0,35	36	2847,01	2815,34	2795,63	0,99	0,98
PK598	1200	300	25,0	13,3	1200	0,35	36	2880,08	2838,66	2824,29	0,99	0,98
PK599	1200	300	25,0	13,3	1800	0,35	36	2899,42	2852,23	2840,91	0,98	0,98
PK600	1200	300	25,0	13,3	2900	0,35	36	2914,65	2862,83	2853,88	0,98	0,98
PK601	1200	300	18,8	13,3	500	0,35	24	2605,32	2511,66	2326,58	0,96	0,89
PK602	1200	300	18,8	13,3	750	0,35	24	2650,20	2543,62	2363,40	0,96	0,89
PK603	1200	300	18,8	13,3	1200	0,35	24	2688,09	2569,20	2392,80	0,96	0,89
PK604	1200	300	18,8	13,3	1800	0,35	24	2711,79	2584,05	2409,85	0,95	0,89
PK605	1200	300	18,8	13,3	2900	0,35	24	2732,08	2595,64	2423,15	0,95	0,89
PK606	1200	300	18,8	13,3	500	0,35	30	2388,60	2495,85	2434,17	1,04	1,02
PK607	1200	300	18,8	13,3	750	0,35	30	2423,80	2514,51	2459,17	1,04	1,01
PK608	1200	300	18,8	13,3	1200	0,35	30	2451,98	2529,54	2479,13	1,03	1,01
PK609	1200	300	18,8	13,3	1800	0,35	30	2468,50	2538,30	2490,72	1,03	1,01
PK610	1200	300	18,8	13,3	2900	0,35	30	2481,59	2545,15	2499,75	1,03	1,01
PK611	1200	300	18,8	13,3	500	0,35	36	2237,86	2212,40	2234,14	0,99	1,00

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK612	1200	300	18,8	13,3	750	0,35	36	2272,81	2242,12	2269,48	0,99	1,00
PK613	1200	300	18,8	13,3	1200	0,35	36	2300,94	2265,92	2297,72	0,98	1,00
PK614	1200	300	18,8	13,3	1800	0,35	36	2317,46	2279,75	2314,10	0,98	1,00
PK615	1200	300	18,8	13,3	2900	0,35	36	2330,55	2290,54	2326,87	0,98	1,00
PK616	1200	400	33,3	24,0	500	0,35	24	11048,09	10943,81	10079,45	0,99	0,91
PK617	1200	400	33,3	24,0	750	0,35	24	11655,05	11485,89	10712,69	0,99	0,92
PK618	1200	400	33,3	24,0	1200	0,35	24	12224,05	12024,74	11336,11	0,98	0,93
PK619	1200	400	33,3	24,0	1800	0,35	24	12601,10	12393,54	11760,46	0,98	0,93
PK620	1200	400	33,3	24,0	2900	0,35	24	12928,29	12716,46	12130,87	0,98	0,94
PK621	1200	400	33,3	24,0	500	0,35	30	10199,63	10815,64	10492,32	1,06	1,03
PK622	1200	400	33,3	24,0	750	0,35	30	10736,39	11222,62	11011,85	1,05	1,03
PK623	1200	400	33,3	24,0	1200	0,35	30	11235,43	11543,26	11435,22	1,03	1,02
PK624	1200	400	33,3	24,0	1800	0,35	30	11564,72	11766,14	11723,41	1,02	1,01
PK625	1200	400	33,3	24,0	2900	0,35	30	11848,56	11963,17	11974,96	1,01	1,01
PK626	1200	400	33,3	24,0	500	0,35	36	9470,31	9630,28	9678,94	1,02	1,02
PK627	1200	400	33,3	24,0	750	0,35	36	9998,12	10136,58	10287,01	1,01	1,03
PK628	1200	400	33,3	24,0	1200	0,35	36	10501,97	10640,92	10885,66	1,01	1,04
PK629	1200	400	33,3	24,0	1800	0,35	36	10841,11	10986,67	11293,15	1,01	1,04
PK630	1200	400	33,3	24,0	2900	0,35	36	11137,61	11289,76	11648,84	1,01	1,05
PK631	1200	400	25,0	24,0	500	0,35	24	8966,31	8851,86	8348,88	0,99	0,93
PK632	1200	400	25,0	24,0	750	0,35	24	9477,78	9396,84	8972,38	0,99	0,95
PK633	1200	400	25,0	24,0	1200	0,35	24	9948,03	9934,93	9585,40	1,00	0,96
PK634	1200	400	25,0	24,0	1800	0,35	24	10254,52	10301,55	10002,22	1,00	0,98
PK635	1200	400	25,0	24,0	2900	0,35	24	10516,54	10621,61	10365,75	1,01	0,99
PK636	1200	400	25,0	24,0	500	0,35	30	8256,71	8507,43	8432,02	1,03	1,02
PK637	1200	400	25,0	24,0	750	0,35	30	8712,93	8838,82	8855,45	1,01	1,02
PK638	1200	400	25,0	24,0	1200	0,35	30	9138,04	9171,49	9271,77	1,00	1,01
PK639	1200	400	25,0	24,0	1800	0,35	30	9418,92	9400,58	9554,83	1,00	1,01
PK640	1200	400	25,0	24,0	2900	0,35	30	9661,15	9601,92	9801,71	0,99	1,01
PK641	1200	400	25,0	24,0	500	0,35	36	7805,81	7832,69	8017,13	1,00	1,03
PK642	1200	400	25,0	24,0	750	0,35	36	8266,96	8343,08	8615,86	1,01	1,04
PK643	1200	400	25,0	24,0	1200	0,35	36	8706,39	8848,28	9204,52	1,02	1,06
PK644	1200	400	25,0	24,0	1800	0,35	36	9000,81	9193,16	9604,77	1,02	1,07
PK645	1200	400	25,0	24,0	2900	0,35	36	9257,11	9494,66	9953,86	1,03	1,08
PK646	1200	400	33,3	17,1	500	0,35	24	8541,76	8874,91	7683,30	1,04	0,90
PK647	1200	400	33,3	17,1	750	0,35	24	8774,45	8984,21	7825,32	1,02	0,89
PK648	1200	400	33,3	17,1	1200	0,35	24	8981,14	9078,59	7945,98	1,01	0,88
PK649	1200	400	33,3	17,1	1800	0,35	24	9116,11	9136,41	8019,14	1,00	0,88
PK650	1200	400	33,3	17,1	2900	0,35	24	9236,17	9183,15	8077,90	0,99	0,87
PK651	1200	400	33,3	17,1	500	0,35	30	7832,83	7678,82	7026,24	0,98	0,90
PK652	1200	400	33,3	17,1	750	0,35	30	8042,11	7869,37	7243,24	0,98	0,90
PK653	1200	400	33,3	17,1	1200	0,35	30	8220,87	8031,91	7427,61	0,98	0,90
PK654	1200	400	33,3	17,1	1800	0,35	30	8331,79	8130,70	7539,40	0,98	0,90
PK655	1200	400	33,3	17,1	2900	0,35	30	8424,49	8210,18	7629,20	0,97	0,91
PK656	1200	400	33,3	17,1	500	0,35	36	7212,66	7719,03	7364,75	1,07	1,02
PK657	1200	400	33,3	17,1	750	0,35	36	7399,35	7833,32	7514,38	1,06	1,02
PK658	1200	400	33,3	17,1	1200	0,35	36	7556,80	7920,15	7630,24	1,05	1,01

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK659	1200	400	33,3	17,1	1800	0,35	36	7652,42	7973,41	7700,49	1,04	1,01
PK660	1200	400	33,3	17,1	2900	0,35	36	7729,78	8016,49	7756,92	1,04	1,00
PK661	1200	400	25,0	17,1	500	0,35	24	6783,80	6732,49	5971,17	0,99	0,88
PK662	1200	400	25,0	17,1	750	0,35	24	6983,25	6848,27	6110,62	0,98	0,88
PK663	1200	400	25,0	17,1	1200	0,35	24	7158,27	6947,45	6229,02	0,97	0,87
PK664	1200	400	25,0	17,1	1800	0,35	24	7271,09	7007,90	6300,76	0,96	0,87
PK665	1200	400	25,0	17,1	2900	0,35	24	7370,00	7056,61	6358,37	0,96	0,86
PK666	1200	400	25,0	17,1	500	0,35	30	6194,67	6110,77	5723,42	0,99	0,92
PK667	1200	400	25,0	17,1	750	0,35	30	6365,19	6302,08	5936,51	0,99	0,93
PK668	1200	400	25,0	17,1	1200	0,35	30	6508,55	6464,70	6117,42	0,99	0,94
PK669	1200	400	25,0	17,1	1800	0,35	30	6596,04	6563,32	6227,05	1,00	0,94
PK670	1200	400	25,0	17,1	2900	0,35	30	6667,86	6642,55	6315,08	1,00	0,95
PK671	1200	400	25,0	17,1	500	0,35	36	5794,64	5883,30	5733,90	1,02	0,99
PK672	1200	400	25,0	17,1	750	0,35	36	5947,09	5989,93	5867,81	1,01	0,99
PK673	1200	400	25,0	17,1	1200	0,35	36	6074,92	6081,39	5981,50	1,00	0,98
PK674	1200	400	25,0	17,1	1800	0,35	36	6152,14	6137,18	6050,40	1,00	0,98
PK675	1200	400	25,0	17,1	2900	0,35	36	6214,31	6182,16	6105,72	0,99	0,98
PK676	1200	400	33,3	13,3	500	0,35	30	6221,12	6343,11	5489,76	1,02	0,88
PK677	1200	400	33,3	13,3	750	0,35	30	6312,28	6390,20	5547,94	1,01	0,88
PK678	1200	400	33,3	13,3	1200	0,35	30	6392,11	6428,11	5594,45	1,01	0,88
PK679	1200	400	33,3	13,3	1800	0,35	30	6444,48	6450,20	5621,44	1,00	0,87
PK680	1200	400	33,3	13,3	2900	0,35	30	6491,82	6467,48	5642,49	1,00	0,87
PK681	1200	400	33,3	13,3	500	0,35	36	5755,05	5786,10	5237,73	1,01	0,91
PK682	1200	400	33,3	13,3	750	0,35	36	5836,54	5859,14	5320,01	1,00	0,91
PK683	1200	400	33,3	13,3	1200	0,35	36	5904,06	5917,66	5385,77	1,00	0,91
PK684	1200	400	33,3	13,3	1800	0,35	36	5945,32	5951,66	5423,93	1,00	0,91
PK685	1200	400	33,3	13,3	2900	0,35	36	5979,75	5978,21	5453,70	1,00	0,91
PK686	1200	400	25,0	13,3	500	0,35	24	5337,75	5888,20	4937,32	1,10	0,92
PK687	1200	400	25,0	13,3	750	0,35	24	5425,19	5914,39	4974,67	1,09	0,92
PK688	1200	400	25,0	13,3	1200	0,35	24	5506,06	5935,61	5004,51	1,08	0,91
PK689	1200	400	25,0	13,3	1800	0,35	24	5562,54	5948,02	5021,82	1,07	0,90
PK690	1200	400	25,0	13,3	2900	0,35	24	5616,76	5957,76	5035,32	1,06	0,90
PK691	1200	400	25,0	13,3	500	0,35	30	4872,10	4740,92	4203,01	0,97	0,86
PK692	1200	400	25,0	13,3	750	0,35	30	4951,18	4790,39	4260,08	0,97	0,86
PK693	1200	400	25,0	13,3	1200	0,35	30	5019,29	4830,05	4305,68	0,96	0,86
PK694	1200	400	25,0	13,3	1800	0,35	30	5063,05	4853,11	4332,13	0,96	0,86
PK695	1200	400	25,0	13,3	2900	0,35	30	5101,65	4871,12	4352,76	0,95	0,85
PK696	1200	400	25,0	13,3	500	0,35	36	4555,20	4502,15	4170,67	0,99	0,92
PK697	1200	400	25,0	13,3	750	0,35	36	4620,20	4575,78	4251,36	0,99	0,92
PK698	1200	400	25,0	13,3	1200	0,35	36	4673,19	4634,64	4315,83	0,99	0,92
PK699	1200	400	25,0	13,3	1800	0,35	36	4705,03	4668,80	4353,24	0,99	0,93
PK700	1200	400	25,0	13,3	2900	0,35	36	4731,08	4695,46	4382,41	0,99	0,93
PK701	300	75	6,3	6,0	500	0,45	6	105,37	100,68	108,58	0,96	1,03
PK702	300	75	6,3	6,0	750	0,45	6	106,16	103,50	109,20	0,97	1,03
PK703	300	75	6,3	6,0	1200	0,45	6	106,80	103,91	109,67	0,97	1,03
PK704	300	75	6,3	6,0	1800	0,45	6	107,17	104,13	109,94	0,97	1,03
PK705	300	75	6,3	6,0	2900	0,45	6	107,46	104,31	110,15	0,97	1,03

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK706	300	75	6,3	6,0	500	0,45	7,5	100,34	100,48	107,66	1,00	1,07
PK707	300	75	6,3	6,0	750	0,45	7,5	101,01	100,93	108,19	1,00	1,07
PK708	300	75	6,3	6,0	1200	0,45	7,5	101,53	101,26	108,60	1,00	1,07
PK709	300	75	6,3	6,0	1800	0,45	7,5	101,82	101,46	108,83	1,00	1,07
PK710	300	75	6,3	6,0	2900	0,45	7,5	102,05	101,60	109,01	1,00	1,07
PK711	300	75	6,3	6,0	500	0,45	9	95,97	97,59	105,54	1,02	1,10
PK712	300	75	6,3	6,0	750	0,45	9	96,59	98,24	106,29	1,02	1,10
PK713	300	75	6,3	6,0	1200	0,45	9	97,06	98,74	106,87	1,02	1,10
PK714	300	75	6,3	6,0	1800	0,45	9	97,33	99,02	107,19	1,02	1,10
PK715	300	75	6,3	6,0	2900	0,45	9	97,54	99,24	107,44	1,02	1,10
PK716	300	75	4,7	6,0	500	0,45	6	89,23	87,00	92,90	0,98	1,04
PK717	300	75	4,7	6,0	750	0,45	6	89,88	87,52	93,51	0,97	1,04
PK718	300	75	4,7	6,0	1200	0,45	6	90,39	87,92	93,98	0,97	1,04
PK719	300	75	4,7	6,0	1800	0,45	6	90,68	88,15	94,24	0,97	1,04
PK720	300	75	4,7	6,0	2900	0,45	6	90,91	88,32	94,44	0,97	1,04
PK721	300	75	4,7	6,0	500	0,45	7,5	84,80	83,72	90,71	0,99	1,07
PK722	300	75	4,7	6,0	750	0,45	7,5	85,35	84,16	91,24	0,99	1,07
PK723	300	75	4,7	6,0	1200	0,45	7,5	85,77	84,50	91,64	0,99	1,07
PK724	300	75	4,7	6,0	1800	0,45	7,5	86,01	84,69	91,87	0,98	1,07
PK725	300	75	4,7	6,0	2900	0,45	7,5	86,19	84,83	92,04	0,98	1,07
PK726	300	75	4,7	6,0	500	0,45	9	80,58	82,13	89,67	1,02	1,11
PK727	300	75	4,7	6,0	750	0,45	9	81,11	82,52	90,14	1,02	1,11
PK728	300	75	4,7	6,0	1200	0,45	9	81,51	82,83	90,51	1,02	1,11
PK729	300	75	4,7	6,0	1800	0,45	9	81,74	83,00	90,71	1,02	1,11
PK730	300	75	4,7	6,0	2900	0,45	9	81,92	83,14	90,87	1,01	1,11
PK731	300	75	6,3	4,3	500	0,45	6	67,76	67,56	68,10	1,00	1,00
PK732	300	75	6,3	4,3	750	0,45	6	67,97	67,74	68,29	1,00	1,00
PK733	300	75	6,3	4,3	1200	0,45	6	68,13	67,87	68,44	1,00	1,00
PK734	300	75	6,3	4,3	1800	0,45	6	68,23	67,94	68,52	1,00	1,00
PK735	300	75	6,3	4,3	2900	0,45	6	68,31	68,00	68,58	1,00	1,00
PK736	300	75	6,3	4,3	500	0,45	7,5	65,09	63,26	64,96	0,97	1,00
PK737	300	75	6,3	4,3	750	0,45	7,5	65,30	63,37	65,09	0,97	1,00
PK738	300	75	6,3	4,3	1200	0,45	7,5	65,47	63,46	65,19	0,97	1,00
PK739	300	75	6,3	4,3	1800	0,45	7,5	65,57	63,51	65,25	0,97	1,00
PK740	300	75	6,3	4,3	2900	0,45	7,5	65,65	63,54	65,29	0,97	0,99
PK741	300	75	6,3	4,3	500	0,45	9	62,90	62,81	65,39	1,00	1,04
PK742	300	75	6,3	4,3	750	0,45	9	63,07	62,98	65,58	1,00	1,04
PK743	300	75	6,3	4,3	1200	0,45	9	63,20	63,10	65,72	1,00	1,04
PK744	300	75	6,3	4,3	1800	0,45	9	63,28	63,17	65,80	1,00	1,04
PK745	300	75	6,3	4,3	2900	0,45	9	63,34	63,23	65,86	1,00	1,04
PK746	300	75	4,7	4,3	500	0,45	6	56,34	58,09	59,32	1,03	1,05
PK747	300	75	4,7	4,3	750	0,45	6	56,53	58,26	59,52	1,03	1,05
PK748	300	75	4,7	4,3	1200	0,45	6	56,67	58,40	59,66	1,03	1,05
PK749	300	75	4,7	4,3	1800	0,45	6	56,76	58,47	59,74	1,03	1,05
PK750	300	75	4,7	4,3	2900	0,45	6	56,83	58,52	59,80	1,03	1,05
PK751	300	75	4,7	4,3	500	0,45	7,5	54,44	52,06	54,14	0,96	0,99
PK752	300	75	4,7	4,3	750	0,45	7,5	54,61	52,17	54,27	0,96	0,99

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK753	300	75	4,7	4,3	1200	0,45	7,5	54,74	52,25	54,37	0,95	0,99
PK754	300	75	4,7	4,3	1800	0,45	7,5	54,82	52,30	54,42	0,95	0,99
PK755	300	75	4,7	4,3	2900	0,45	7,5	54,88	52,34	54,46	0,95	0,99
PK756	300	75	4,7	4,3	500	0,45	9	51,54	51,17	53,90	0,99	1,05
PK757	300	75	4,7	4,3	750	0,45	9	51,68	51,26	54,01	0,99	1,05
PK758	300	75	4,7	4,3	1200	0,45	9	51,78	51,33	54,08	0,99	1,04
PK759	300	75	4,7	4,3	1800	0,45	9	51,84	51,36	54,13	0,99	1,04
PK760	300	75	4,7	4,3	2900	0,45	9	51,88	51,39	54,16	0,99	1,04
PK761	300	75	6,3	3,3	500	0,45	6	50,39	47,89	46,66	0,95	0,93
PK762	300	75	6,3	3,3	750	0,45	6	50,45	47,93	46,71	0,95	0,93
PK763	300	75	6,3	3,3	1200	0,45	6	50,50	47,96	46,74	0,95	0,93
PK764	300	75	6,3	3,3	1800	0,45	6	50,53	47,98	46,76	0,95	0,93
PK765	300	75	6,3	3,3	2900	0,45	6	50,55	47,99	46,77	0,95	0,93
PK766	300	75	6,3	3,3	500	0,45	7,5	47,17	47,95	47,59	1,02	1,01
PK767	300	75	6,3	3,3	750	0,45	7,5	47,24	48,01	47,65	1,02	1,01
PK768	300	75	6,3	3,3	1200	0,45	7,5	47,30	48,06	47,70	1,02	1,01
PK769	300	75	6,3	3,3	1800	0,45	7,5	47,34	48,08	47,73	1,02	1,01
PK770	300	75	6,3	3,3	2900	0,45	7,5	47,37	48,10	47,75	1,02	1,01
PK771	300	75	6,3	3,3	500	0,45	9	46,06	44,47	44,81	0,97	0,97
PK772	300	75	6,3	3,3	750	0,45	9	46,13	44,51	44,85	0,96	0,97
PK773	300	75	6,3	3,3	1200	0,45	9	46,19	44,53	44,88	0,96	0,97
PK774	300	75	6,3	3,3	1800	0,45	9	46,23	44,55	44,90	0,96	0,97
PK775	300	75	6,3	3,3	2900	0,45	9	46,26	44,56	44,91	0,96	0,97
PK776	300	75	4,7	3,3	500	0,45	6	40,71	38,59	38,08	0,95	0,94
PK777	300	75	4,7	3,3	750	0,45	6	40,76	38,63	38,13	0,95	0,94
PK778	300	75	4,7	3,3	1200	0,45	6	40,81	38,66	38,16	0,95	0,94
PK779	300	75	4,7	3,3	1800	0,45	6	40,84	38,68	38,18	0,95	0,93
PK780	300	75	4,7	3,3	2900	0,45	6	40,86	38,69	38,19	0,95	0,93
PK781	300	75	4,7	3,3	500	0,45	7,5	38,79	39,00	39,21	1,01	1,01
PK782	300	75	4,7	3,3	750	0,45	7,5	38,86	39,02	39,24	1,00	1,01
PK783	300	75	4,7	3,3	1200	0,45	7,5	38,91	39,04	39,26	1,00	1,01
PK784	300	75	4,7	3,3	1800	0,45	7,5	38,95	39,05	39,27	1,00	1,01
PK785	300	75	4,7	3,3	2900	0,45	7,5	38,97	39,06	39,28	1,00	1,01
PK786	300	75	4,7	3,3	500	0,45	9	37,14	35,84	36,57	0,96	0,98
PK787	300	75	4,7	3,3	750	0,45	9	37,20	35,87	36,61	0,96	0,98
PK788	300	75	4,7	3,3	1200	0,45	9	37,25	35,90	36,64	0,96	0,98
PK789	300	75	4,7	3,3	1800	0,45	9	37,28	35,92	36,66	0,96	0,98
PK790	300	75	4,7	3,3	2900	0,45	9	37,30	35,93	36,67	0,96	0,98
PK791	300	100	8,3	6,0	500	0,45	6	198,99	196,35	196,44	0,99	0,99
PK792	300	100	8,3	6,0	750	0,45	6	200,34	197,64	197,86	0,99	0,99
PK793	300	100	8,3	6,0	1200	0,45	6	201,42	198,64	198,96	0,99	0,99
PK794	300	100	8,3	6,0	1800	0,45	6	202,07	199,20	199,57	0,99	0,99
PK795	300	100	8,3	6,0	2900	0,45	6	202,59	199,63	200,05	0,99	0,99
PK796	300	100	8,3	6,0	500	0,45	7,5	190,51	188,15	191,79	0,99	1,01
PK797	300	100	8,3	6,0	750	0,45	7,5	191,92	188,97	192,76	0,98	1,00
PK798	300	100	8,3	6,0	1200	0,45	7,5	193,05	189,61	193,50	0,98	1,00
PK799	300	100	8,3	6,0	1800	0,45	7,5	193,72	189,97	193,92	0,98	1,00

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK800	300	100	8,3	6,0	2900	0,45	7,5	194,26	190,25	194,24	0,98	1,00
PK801	300	100	8,3	6,0	500	0,45	9	181,73	182,46	188,64	1,00	1,04
PK802	300	100	8,3	6,0	750	0,45	9	182,98	183,67	190,00	1,00	1,04
PK803	300	100	8,3	6,0	1200	0,45	9	183,97	184,60	191,05	1,00	1,04
PK804	300	100	8,3	6,0	1800	0,45	9	184,54	185,13	191,64	1,00	1,04
PK805	300	100	8,3	6,0	2900	0,45	9	184,99	185,53	192,10	1,00	1,04
PK806	300	100	6,3	6,0	500	0,45	6	160,16	166,47	168,73	1,04	1,05
PK807	300	100	6,3	6,0	750	0,45	6	161,34	167,74	170,12	1,04	1,05
PK808	300	100	6,3	6,0	1200	0,45	6	162,29	168,71	171,19	1,04	1,05
PK809	300	100	6,3	6,0	1800	0,45	6	162,86	169,26	171,80	1,04	1,05
PK810	300	100	6,3	6,0	2900	0,45	6	163,31	169,68	172,26	1,04	1,05
PK811	300	100	6,3	6,0	500	0,45	7,5	155,24	152,79	157,75	0,98	1,02
PK812	300	100	6,3	6,0	750	0,45	7,5	156,42	153,61	158,69	0,98	1,01
PK813	300	100	6,3	6,0	1200	0,45	7,5	157,35	154,24	159,42	0,98	1,01
PK814	300	100	6,3	6,0	1800	0,45	7,5	157,90	154,60	159,83	0,98	1,01
PK815	300	100	6,3	6,0	2900	0,45	7,5	158,34	154,87	160,14	0,98	1,01
PK816	300	100	6,3	6,0	500	0,45	9	149,43	152,27	159,32	1,02	1,07
PK817	300	100	6,3	6,0	750	0,45	9	150,41	152,90	160,07	1,02	1,06
PK818	300	100	6,3	6,0	1200	0,45	9	151,18	153,39	160,65	1,01	1,06
PK819	300	100	6,3	6,0	1800	0,45	9	151,62	153,66	160,98	1,01	1,06
PK820	300	100	6,3	6,0	2900	0,45	9	151,96	153,87	161,23	1,01	1,06
PK821	300	100	8,3	4,3	500	0,45	6	138,60	132,92	127,23	0,96	0,92
PK822	300	100	8,3	4,3	750	0,45	6	138,90	133,10	127,42	0,96	0,92
PK823	300	100	8,3	4,3	1200	0,45	6	139,14	133,23	127,57	0,96	0,92
PK824	300	100	8,3	4,3	1800	0,45	6	139,29	133,30	127,66	0,96	0,92
PK825	300	100	8,3	4,3	2900	0,45	6	139,40	133,36	127,72	0,96	0,92
PK826	300	100	8,3	4,3	500	0,45	7,5	126,55	123,93	120,75	0,98	0,95
PK827	300	100	8,3	4,3	750	0,45	7,5	126,89	124,21	121,05	0,98	0,95
PK828	300	100	8,3	4,3	1200	0,45	7,5	127,15	124,42	121,28	0,98	0,95
PK829	300	100	8,3	4,3	1800	0,45	7,5	127,31	124,54	121,41	0,98	0,95
PK830	300	100	8,3	4,3	2900	0,45	7,5	127,43	124,63	121,50	0,98	0,95
PK831	300	100	8,3	4,3	500	0,45	9	119,78	123,48	122,17	1,03	1,02
PK832	300	100	8,3	4,3	750	0,45	9	120,14	123,64	122,36	1,03	1,02
PK833	300	100	8,3	4,3	1200	0,45	9	120,43	123,76	122,50	1,03	1,02
PK834	300	100	8,3	4,3	1800	0,45	9	120,60	123,83	122,58	1,03	1,02
PK835	300	100	8,3	4,3	2900	0,45	9	120,74	123,88	122,65	1,03	1,02
PK836	300	100	6,3	4,3	500	0,45	6	107,01	103,53	100,34	0,97	0,94
PK837	300	100	6,3	4,3	750	0,45	6	107,26	103,71	100,53	0,97	0,94
PK838	300	100	6,3	4,3	1200	0,45	6	107,46	103,84	100,68	0,97	0,94
PK839	300	100	6,3	4,3	1800	0,45	6	107,58	103,91	100,76	0,97	0,94
PK840	300	100	6,3	4,3	2900	0,45	6	107,67	103,97	100,82	0,97	0,94
PK841	300	100	6,3	4,3	500	0,45	7,5	99,69	101,50	100,18	1,02	1,00
PK842	300	100	6,3	4,3	750	0,45	7,5	99,99	101,77	100,48	1,02	1,00
PK843	300	100	6,3	4,3	1200	0,45	7,5	100,23	101,98	100,70	1,02	1,00
PK844	300	100	6,3	4,3	1800	0,45	7,5	100,38	102,10	100,83	1,02	1,00
PK845	300	100	6,3	4,3	2900	0,45	7,5	100,49	102,18	100,92	1,02	1,00
PK846	300	100	6,3	4,3	500	0,45	9	97,61	96,13	96,35	0,98	0,99

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK847	300	100	6,3	4,3	750	0,45	9	97,93	96,30	96,54	0,98	0,99
PK848	300	100	6,3	4,3	1200	0,45	9	98,18	96,42	96,68	0,98	0,98
PK849	300	100	6,3	4,3	1800	0,45	9	98,33	96,49	96,76	0,98	0,98
PK850	300	100	6,3	4,3	2900	0,45	9	98,45	96,54	96,82	0,98	0,98
PK851	300	100	8,3	3,3	500	0,45	6	108,49	113,78	105,53	1,05	0,97
PK852	300	100	8,3	3,3	750	0,45	6	108,69	113,81	105,57	1,05	0,97
PK853	300	100	8,3	3,3	1200	0,45	6	108,86	113,84	105,60	1,05	0,97
PK854	300	100	8,3	3,3	1800	0,45	6	108,98	113,86	105,62	1,04	0,97
PK855	300	100	8,3	3,3	2900	0,45	6	109,08	113,87	105,64	1,04	0,97
PK856	300	100	8,3	3,3	500	0,45	7,5	96,38	93,96	88,52	0,97	0,92
PK857	300	100	8,3	3,3	750	0,45	7,5	96,49	94,02	88,58	0,97	0,92
PK858	300	100	8,3	3,3	1200	0,45	7,5	96,58	94,06	88,63	0,97	0,92
PK859	300	100	8,3	3,3	1800	0,45	7,5	96,63	94,09	88,66	0,97	0,92
PK860	300	100	8,3	3,3	2900	0,45	7,5	96,68	94,11	88,68	0,97	0,92
PK861	300	100	8,3	3,3	500	0,45	9	88,68	89,65	85,71	1,01	0,97
PK862	300	100	8,3	3,3	750	0,45	9	88,79	89,74	85,81	1,01	0,97
PK863	300	100	8,3	3,3	1200	0,45	9	88,88	89,81	85,88	1,01	0,97
PK864	300	100	8,3	3,3	1800	0,45	9	88,93	89,85	85,92	1,01	0,97
PK865	300	100	8,3	3,3	2900	0,45	9	88,97	89,88	85,95	1,01	0,97
PK866	300	100	6,3	3,3	500	0,45	6	83,64	84,08	78,90	1,01	0,94
PK867	300	100	6,3	3,3	750	0,45	6	83,78	84,12	78,95	1,00	0,94
PK868	300	100	6,3	3,3	1200	0,45	6	83,90	84,15	78,98	1,00	0,94
PK869	300	100	6,3	3,3	1800	0,45	6	83,98	84,16	79,00	1,00	0,94
PK870	300	100	6,3	3,3	2900	0,45	6	84,04	84,18	79,01	1,00	0,94
PK871	300	100	6,3	3,3	500	0,45	7,5	73,82	71,65	68,36	0,97	0,93
PK872	300	100	6,3	3,3	750	0,45	7,5	73,91	71,71	68,42	0,97	0,93
PK873	300	100	6,3	3,3	1200	0,45	7,5	73,98	71,76	68,47	0,97	0,93
PK874	300	100	6,3	3,3	1800	0,45	7,5	74,02	71,78	68,50	0,97	0,93
PK875	300	100	6,3	3,3	2900	0,45	7,5	74,06	71,80	68,52	0,97	0,93
PK876	300	100	6,3	3,3	500	0,45	9	70,94	71,21	68,96	1,00	0,97
PK877	300	100	6,3	3,3	750	0,45	9	71,05	71,29	69,06	1,00	0,97
PK878	300	100	6,3	3,3	1200	0,45	9	71,14	71,36	69,13	1,00	0,97
PK879	300	100	6,3	3,3	1800	0,45	9	71,19	71,40	69,17	1,00	0,97
PK880	300	100	6,3	3,3	2900	0,45	9	71,23	71,43	69,20	1,00	0,97
PK881	600	150	12,5	12,0	500	0,45	12	795,36	790,82	829,46	0,99	1,04
PK882	600	150	12,5	12,0	750	0,45	12	814,81	804,54	845,75	0,99	1,04
PK883	600	150	12,5	12,0	1200	0,45	12	830,99	815,80	859,11	0,98	1,03
PK884	600	150	12,5	12,0	1800	0,45	12	840,77	822,47	867,00	0,98	1,03
PK885	600	150	12,5	12,0	2900	0,45	12	848,73	827,73	873,24	0,98	1,03
PK886	600	150	12,5	12,0	500	0,45	15	754,90	776,13	827,60	1,03	1,10
PK887	600	150	12,5	12,0	750	0,45	15	772,46	787,65	841,60	1,02	1,09
PK888	600	150	12,5	12,0	1200	0,45	15	786,78	797,12	853,08	1,01	1,08
PK889	600	150	12,5	12,0	1800	0,45	15	795,26	802,72	859,87	1,01	1,08
PK890	600	150	12,5	12,0	2900	0,45	15	802,00	807,15	865,22	1,01	1,08
PK891	600	150	12,5	12,0	500	0,45	18	731,69	739,75	796,69	1,01	1,09
PK892	600	150	12,5	12,0	750	0,45	18	747,99	756,78	816,48	1,01	1,09
PK893	600	150	12,5	12,0	1200	0,45	18	761,26	770,77	832,72	1,01	1,09

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK894	600	150	12,5	12,0	1800	0,45	18	769,09	779,04	842,31	1,01	1,10
PK895	600	150	12,5	12,0	2900	0,45	18	775,28	785,57	849,88	1,01	1,10
PK896	600	150	9,4	12,0	500	0,45	12	673,91	663,25	704,57	0,98	1,05
PK897	600	150	9,4	12,0	750	0,45	12	690,21	676,88	720,64	0,98	1,04
PK898	600	150	9,4	12,0	1200	0,45	12	703,65	688,06	733,80	0,98	1,04
PK899	600	150	9,4	12,0	1800	0,45	12	711,69	694,67	741,58	0,98	1,04
PK900	600	150	9,4	12,0	2900	0,45	12	718,17	699,89	747,72	0,97	1,04
PK901	600	150	9,4	12,0	500	0,45	15	640,16	642,02	692,53	1,00	1,08
PK902	600	150	9,4	12,0	750	0,45	15	654,76	653,55	706,34	1,00	1,08
PK903	600	150	9,4	12,0	1200	0,45	15	666,63	663,01	717,65	0,99	1,08
PK904	600	150	9,4	12,0	1800	0,45	15	673,62	668,61	724,34	0,99	1,08
PK905	600	150	9,4	12,0	2900	0,45	15	679,16	673,03	729,61	0,99	1,07
PK906	600	150	9,4	12,0	500	0,45	18	614,95	631,90	687,33	1,03	1,12
PK907	600	150	9,4	12,0	750	0,45	18	628,87	642,33	699,82	1,02	1,11
PK908	600	150	9,4	12,0	1200	0,45	18	640,20	650,90	710,06	1,02	1,11
PK909	600	150	9,4	12,0	1800	0,45	18	646,88	655,97	716,11	1,01	1,11
PK910	600	150	9,4	12,0	2900	0,45	18	652,15	659,97	720,88	1,01	1,11
PK911	600	150	12,5	8,6	500	0,45	12	529,56	528,43	531,54	1,00	1,00
PK912	600	150	12,5	8,6	750	0,45	12	534,74	533,65	537,28	1,00	1,00
PK913	600	150	12,5	8,6	1200	0,45	12	538,96	537,70	541,74	1,00	1,01
PK914	600	150	12,5	8,6	1800	0,45	12	541,48	540,01	544,28	1,00	1,01
PK915	600	150	12,5	8,6	2900	0,45	12	543,53	541,79	546,23	1,00	1,00
PK916	600	150	12,5	8,6	500	0,45	15	501,97	498,34	510,71	0,99	1,02
PK917	600	150	12,5	8,6	750	0,45	15	507,34	501,70	514,61	0,99	1,01
PK918	600	150	12,5	8,6	1200	0,45	15	511,67	504,30	517,64	0,99	1,01
PK919	600	150	12,5	8,6	1800	0,45	15	514,25	505,79	519,36	0,98	1,01
PK920	600	150	12,5	8,6	2900	0,45	15	516,34	506,93	520,69	0,98	1,01
PK921	600	150	12,5	8,6	500	0,45	18	494,69	491,22	510,42	0,99	1,03
PK922	600	150	12,5	8,6	750	0,45	18	499,38	496,11	515,93	0,99	1,03
PK923	600	150	12,5	8,6	1200	0,45	18	503,07	499,91	520,21	0,99	1,03
PK924	600	150	12,5	8,6	1800	0,45	18	505,22	502,07	522,65	0,99	1,03
PK925	600	150	12,5	8,6	2900	0,45	18	506,92	503,73	524,52	0,99	1,03
PK926	600	150	9,4	8,6	500	0,45	12	441,24	452,89	461,55	1,03	1,05
PK927	600	150	9,4	8,6	750	0,45	12	445,88	458,02	467,21	1,03	1,05
PK928	600	150	9,4	8,6	1200	0,45	12	449,68	462,01	471,60	1,03	1,05
PK929	600	150	9,4	8,6	1800	0,45	12	451,96	464,27	474,10	1,03	1,05
PK930	600	150	9,4	8,6	2900	0,45	12	453,83	466,02	476,02	1,03	1,05
PK931	600	150	9,4	8,6	500	0,45	15	421,18	408,73	424,25	0,97	1,01
PK932	600	150	9,4	8,6	750	0,45	15	425,62	412,07	428,09	0,97	1,01
PK933	600	150	9,4	8,6	1200	0,45	15	429,18	414,67	431,07	0,97	1,00
PK934	600	150	9,4	8,6	1800	0,45	15	431,28	416,14	432,77	0,96	1,00
PK935	600	150	9,4	8,6	2900	0,45	15	432,97	417,28	434,07	0,96	1,00
PK936	600	150	9,4	8,6	500	0,45	18	407,98	403,42	424,18	0,99	1,04
PK937	600	150	9,4	8,6	750	0,45	18	411,75	406,00	427,23	0,99	1,04
PK938	600	150	9,4	8,6	1200	0,45	18	414,70	408,01	429,61	0,98	1,04
PK939	600	150	9,4	8,6	1800	0,45	18	416,40	409,15	430,96	0,98	1,03
PK940	600	150	9,4	8,6	2900	0,45	18	417,73	410,03	432,00	0,98	1,03

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK941	600	150	12,5	6,7	500	0,45	12	399,09	380,40	370,25	0,95	0,93
PK942	600	150	12,5	6,7	750	0,45	12	400,77	381,61	371,59	0,95	0,93
PK943	600	150	12,5	6,7	1200	0,45	12	402,10	382,53	372,61	0,95	0,93
PK944	600	150	12,5	6,7	1800	0,45	12	402,89	383,05	373,19	0,95	0,93
PK945	600	150	12,5	6,7	2900	0,45	12	403,53	383,45	373,62	0,95	0,93
PK946	600	150	12,5	6,7	500	0,45	15	366,79	379,28	376,03	1,03	1,03
PK947	600	150	12,5	6,7	750	0,45	15	368,70	381,18	378,08	1,03	1,03
PK948	600	150	12,5	6,7	1200	0,45	15	370,23	382,62	379,64	1,03	1,03
PK949	600	150	12,5	6,7	1800	0,45	15	371,15	383,44	380,52	1,03	1,03
PK950	600	150	12,5	6,7	2900	0,45	15	371,89	384,06	381,19	1,03	1,02
PK951	600	150	12,5	6,7	500	0,45	18	366,02	353,20	355,54	0,96	0,97
PK952	600	150	12,5	6,7	750	0,45	18	367,97	354,32	356,82	0,96	0,97
PK953	600	150	12,5	6,7	1200	0,45	18	369,54	355,18	357,81	0,96	0,97
PK954	600	150	12,5	6,7	1800	0,45	18	370,48	355,66	358,36	0,96	0,97
PK955	600	150	12,5	6,7	2900	0,45	18	371,25	356,03	358,78	0,96	0,97
PK956	600	150	9,4	6,7	500	0,45	12	323,99	305,99	301,67	0,94	0,93
PK957	600	150	9,4	6,7	750	0,45	12	325,49	307,20	302,99	0,94	0,93
PK958	600	150	9,4	6,7	1200	0,45	12	326,69	308,11	303,99	0,94	0,93
PK959	600	150	9,4	6,7	1800	0,45	12	327,41	308,63	304,56	0,94	0,93
PK960	600	150	9,4	6,7	2900	0,45	12	327,99	309,03	304,99	0,94	0,93
PK961	600	150	9,4	6,7	500	0,45	15	302,68	310,25	311,63	1,02	1,03
PK962	600	150	9,4	6,7	750	0,45	15	304,41	311,00	312,53	1,02	1,03
PK963	600	150	9,4	6,7	1200	0,45	15	305,81	311,58	313,21	1,02	1,02
PK964	600	150	9,4	6,7	1800	0,45	15	306,66	311,90	313,60	1,02	1,02
PK965	600	150	9,4	6,7	2900	0,45	15	307,35	312,15	313,89	1,02	1,02
PK966	600	150	9,4	6,7	500	0,45	18	298,29	284,14	289,68	0,95	0,97
PK967	600	150	9,4	6,7	750	0,45	18	299,89	285,26	290,95	0,95	0,97
PK968	600	150	9,4	6,7	1200	0,45	18	301,18	286,12	291,91	0,95	0,97
PK969	600	150	9,4	6,7	1800	0,45	18	301,95	286,60	292,46	0,95	0,97
PK970	600	150	9,4	6,7	2900	0,45	18	302,57	286,96	292,87	0,95	0,97
PK971	600	200	16,7	12,0	500	0,45	12	1523,11	1488,96	1481,71	0,98	0,97
PK972	600	200	16,7	12,0	750	0,45	12	1554,86	1522,98	1519,06	0,98	0,98
PK973	600	200	16,7	12,0	1200	0,45	12	1581,67	1550,89	1549,70	0,98	0,98
PK974	600	200	16,7	12,0	1800	0,45	12	1598,09	1567,39	1567,82	0,98	0,98
PK975	600	200	16,7	12,0	2900	0,45	12	1611,62	1580,42	1582,12	0,98	0,98
PK976	600	200	16,7	12,0	500	0,45	15	1445,15	1453,05	1473,34	1,01	1,02
PK977	600	200	16,7	12,0	750	0,45	15	1478,69	1474,68	1498,70	1,00	1,01
PK978	600	200	16,7	12,0	1200	0,45	15	1506,78	1492,47	1519,51	0,99	1,01
PK979	600	200	16,7	12,0	1800	0,45	15	1523,90	1503,01	1531,82	0,99	1,01
PK980	600	200	16,7	12,0	2900	0,45	15	1537,94	1511,33	1541,53	0,98	1,00
PK981	600	200	16,7	12,0	500	0,45	18	1381,41	1383,18	1422,83	1,00	1,03
PK982	600	200	16,7	12,0	750	0,45	18	1413,08	1414,96	1458,70	1,00	1,03
PK983	600	200	16,7	12,0	1200	0,45	18	1439,09	1441,06	1488,12	1,00	1,03
PK984	600	200	16,7	12,0	1800	0,45	18	1454,61	1456,49	1505,52	1,00	1,03
PK985	600	200	16,7	12,0	2900	0,45	18	1467,07	1468,67	1519,25	1,00	1,04
PK986	600	200	12,5	12,0	500	0,45	12	1222,60	1251,51	1261,71	1,02	1,03
PK987	600	200	12,5	12,0	750	0,45	12	1250,31	1284,90	1298,37	1,03	1,04

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK988	600	200	12,5	12,0	1200	0,45	12	1273,66	1312,27	1328,42	1,03	1,04
PK989	600	200	12,5	12,0	1800	0,45	12	1287,96	1328,44	1346,18	1,03	1,05
PK990	600	200	12,5	12,0	2900	0,45	12	1299,74	1341,20	1360,20	1,03	1,05
PK991	600	200	12,5	12,0	500	0,45	15	1181,78	1170,42	1202,12	0,99	1,02
PK992	600	200	12,5	12,0	750	0,45	15	1210,41	1191,97	1227,01	0,98	1,01
PK993	600	200	12,5	12,0	1200	0,45	15	1234,17	1209,66	1247,42	0,98	1,01
PK994	600	200	12,5	12,0	1800	0,45	15	1248,53	1220,13	1259,48	0,98	1,01
PK995	600	200	12,5	12,0	2900	0,45	15	1260,23	1228,40	1269,00	0,97	1,01
PK996	600	200	12,5	12,0	500	0,45	18	1140,15	1163,60	1211,58	1,02	1,06
PK997	600	200	12,5	12,0	750	0,45	18	1165,96	1194,87	1246,75	1,02	1,07
PK998	600	200	12,5	12,0	1200	0,45	18	1186,99	1208,46	1262,98	1,02	1,06
PK999	600	200	12,5	12,0	1800	0,45	18	1199,44	1216,50	1272,57	1,01	1,06
PK1000	600	200	12,5	12,0	2900	0,45	18	1209,35	1222,86	1280,14	1,01	1,06
PK1001	600	200	16,7	8,6	500	0,45	12	1095,13	1051,31	1004,29	0,96	0,92
PK1002	600	200	16,7	8,6	750	0,45	12	1102,76	1056,53	1010,15	0,96	0,92
PK1003	600	200	16,7	8,6	1200	0,45	12	1108,93	1060,58	1014,70	0,96	0,92
PK1004	600	200	16,7	8,6	1800	0,45	12	1112,62	1062,89	1017,29	0,96	0,91
PK1005	600	200	16,7	8,6	2900	0,45	12	1115,62	1064,67	1019,28	0,95	0,91
PK1006	600	200	16,7	8,6	500	0,45	15	1000,26	972,23	945,33	0,97	0,95
PK1007	600	200	16,7	8,6	750	0,45	15	1008,89	980,53	954,28	0,97	0,95
PK1008	600	200	16,7	8,6	1200	0,45	15	1015,87	986,99	961,23	0,97	0,95
PK1009	600	200	16,7	8,6	1800	0,45	15	1020,04	990,66	965,18	0,97	0,95
PK1010	600	200	16,7	8,6	2900	0,45	15	1023,42	993,49	968,23	0,97	0,95
PK1011	600	200	16,7	8,6	500	0,45	18	942,33	976,73	964,39	1,04	1,02
PK1012	600	200	16,7	8,6	750	0,45	18	951,63	981,52	970,01	1,03	1,02
PK1013	600	200	16,7	8,6	1200	0,45	18	959,16	985,25	974,38	1,03	1,02
PK1014	600	200	16,7	8,6	1800	0,45	18	963,66	987,38	976,86	1,02	1,01
PK1015	600	200	16,7	8,6	2900	0,45	18	967,32	989,02	978,78	1,02	1,01
PK1016	600	200	12,5	8,6	500	0,45	12	849,52	816,20	789,46	0,96	0,93
PK1017	600	200	12,5	8,6	750	0,45	12	855,99	821,41	795,20	0,96	0,93
PK1018	600	200	12,5	8,6	1200	0,45	12	861,21	825,46	799,66	0,96	0,93
PK1019	600	200	12,5	8,6	1800	0,45	12	864,31	827,77	802,19	0,96	0,93
PK1020	600	200	12,5	8,6	2900	0,45	12	866,81	829,54	804,15	0,96	0,93
PK1021	600	200	12,5	8,6	500	0,45	15	788,76	793,10	781,23	1,01	0,99
PK1022	600	200	12,5	8,6	750	0,45	15	796,40	801,28	790,00	1,01	0,99
PK1023	600	200	12,5	8,6	1200	0,45	15	802,64	807,63	796,81	1,01	0,99
PK1024	600	200	12,5	8,6	1800	0,45	15	806,40	811,24	800,69	1,01	0,99
PK1025	600	200	12,5	8,6	2900	0,45	15	809,48	814,02	803,67	1,01	0,99
PK1026	600	200	12,5	8,6	500	0,45	18	763,77	757,93	758,09	0,99	0,99
PK1027	600	200	12,5	8,6	750	0,45	18	771,69	762,75	763,60	0,99	0,99
PK1028	600	200	12,5	8,6	1200	0,45	18	778,13	766,50	767,88	0,99	0,99
PK1029	600	200	12,5	8,6	1800	0,45	18	782,00	768,64	770,32	0,98	0,99
PK1030	600	200	12,5	8,6	2900	0,45	18	785,17	770,28	772,19	0,98	0,98
PK1031	600	200	16,7	6,7	500	0,45	12	861,20	907,66	841,09	1,05	0,98
PK1032	600	200	16,7	6,7	750	0,45	12	864,71	908,78	842,46	1,05	0,97
PK1033	600	200	16,7	6,7	1200	0,45	12	867,90	909,64	843,50	1,05	0,97
PK1034	600	200	16,7	6,7	1800	0,45	12	870,05	910,12	844,09	1,05	0,97

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK1035	600	200	16,7	6,7	2900	0,45	12	872,01	910,49	844,54	1,04	0,97
PK1036	600	200	16,7	6,7	500	0,45	15	772,39	747,31	703,37	0,97	0,91
PK1037	600	200	16,7	6,7	750	0,45	15	775,09	749,21	705,46	0,97	0,91
PK1038	600	200	16,7	6,7	1200	0,45	15	777,25	750,66	707,05	0,97	0,91
PK1039	600	200	16,7	6,7	1800	0,45	15	778,55	751,48	707,95	0,97	0,91
PK1040	600	200	16,7	6,7	2900	0,45	15	779,60	752,10	708,63	0,96	0,91
PK1041	600	200	16,7	6,7	500	0,45	18	707,99	710,90	678,96	1,00	0,96
PK1042	600	200	16,7	6,7	750	0,45	18	711,01	713,68	681,92	1,00	0,96
PK1043	600	200	16,7	6,7	1200	0,45	18	713,42	715,80	684,17	1,00	0,96
PK1044	600	200	16,7	6,7	1800	0,45	18	714,83	716,99	685,44	1,00	0,96
PK1045	600	200	16,7	6,7	2900	0,45	18	715,97	717,90	686,41	1,00	0,96
PK1046	600	200	12,5	6,7	500	0,45	12	669,07	670,01	628,17	1,00	0,94
PK1047	600	200	12,5	6,7	750	0,45	12	671,85	671,17	629,51	1,00	0,94
PK1048	600	200	12,5	6,7	1200	0,45	12	674,25	672,06	630,53	1,00	0,94
PK1049	600	200	12,5	6,7	1800	0,45	12	675,79	672,56	631,10	1,00	0,93
PK1050	600	200	12,5	6,7	2900	0,45	12	677,12	672,94	631,54	0,99	0,93
PK1051	600	200	12,5	6,7	500	0,45	15	592,28	568,86	542,19	0,96	0,92
PK1052	600	200	12,5	6,7	750	0,45	15	594,64	570,77	544,24	0,96	0,92
PK1053	600	200	12,5	6,7	1200	0,45	15	596,52	572,22	545,80	0,96	0,91
PK1054	600	200	12,5	6,7	1800	0,45	15	597,64	573,03	546,68	0,96	0,91
PK1055	600	200	12,5	6,7	2900	0,45	15	598,55	573,66	547,35	0,96	0,91
PK1056	600	200	12,5	6,7	500	0,45	18	560,89	563,39	545,11	1,00	0,97
PK1057	600	200	12,5	6,7	750	0,45	18	563,62	566,14	548,00	1,00	0,97
PK1058	600	200	12,5	6,7	1200	0,45	18	565,84	568,23	550,21	1,00	0,97
PK1059	600	200	12,5	6,7	1800	0,45	18	567,17	569,40	551,45	1,00	0,97
PK1060	600	200	12,5	6,7	2900	0,45	18	568,26	570,30	552,40	1,00	0,97
PK1061	900	225	18,8	18,0	500	0,45	18	2508,71	2530,16	2633,63	1,01	1,05
PK1062	900	225	18,8	18,0	750	0,45	18	2619,20	2607,65	2726,34	1,00	1,04
PK1063	900	225	18,8	18,0	1200	0,45	18	2717,54	2677,35	2809,34	0,99	1,03
PK1064	900	225	18,8	18,0	1800	0,45	18	2779,93	2721,44	2861,69	0,98	1,03
PK1065	900	225	18,8	18,0	2900	0,45	18	2832,28	2757,91	2904,92	0,97	1,03
PK1066	900	225	18,8	18,0	500	0,45	22,5	2381,34	2453,09	2597,49	1,03	1,09
PK1067	900	225	18,8	18,0	750	0,45	22,5	2484,20	2568,03	2730,32	1,03	1,10
PK1068	900	225	18,8	18,0	1200	0,45	22,5	2573,88	2626,44	2801,66	1,02	1,09
PK1069	900	225	18,8	18,0	1800	0,45	22,5	2629,67	2663,46	2846,66	1,01	1,08
PK1070	900	225	18,8	18,0	2900	0,45	22,5	2675,54	2694,11	2883,81	1,01	1,08
PK1071	900	225	18,8	18,0	500	0,45	27	2317,77	2323,71	2487,30	1,00	1,07
PK1072	900	225	18,8	18,0	750	0,45	27	2413,84	2420,30	2599,97	1,00	1,08
PK1073	900	225	18,8	18,0	1200	0,45	27	2497,77	2506,99	2700,84	1,00	1,08
PK1074	900	225	18,8	18,0	1800	0,45	27	2549,99	2561,76	2764,47	1,00	1,08
PK1075	900	225	18,8	18,0	2900	0,45	27	2592,84	2607,02	2817,00	1,01	1,09
PK1076	900	225	14,1	18,0	500	0,45	18	2114,38	2100,03	2214,29	0,99	1,05
PK1077	900	225	14,1	18,0	750	0,45	18	2209,25	2177,36	2305,81	0,99	1,04
PK1078	900	225	14,1	18,0	1200	0,45	18	2292,75	2246,74	2387,70	0,98	1,04
PK1079	900	225	14,1	18,0	1800	0,45	18	2345,18	2290,55	2439,32	0,98	1,04
PK1080	900	225	14,1	18,0	2900	0,45	18	2388,74	2326,74	2481,91	0,97	1,04
PK1081	900	225	14,1	18,0	500	0,45	22,5	2006,24	2050,09	2196,64	1,02	1,09

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK1082	900	225	14,1	18,0	750	0,45	22,5	2093,17	2115,25	2275,31	1,01	1,09
PK1083	900	225	14,1	18,0	1200	0,45	22,5	2168,68	2173,82	2345,69	1,00	1,08
PK1084	900	225	14,1	18,0	1800	0,45	22,5	2215,50	2210,87	2390,05	1,00	1,08
PK1085	900	225	14,1	18,0	2900	0,45	22,5	2253,87	2241,49	2426,67	0,99	1,08
PK1086	900	225	14,1	18,0	500	0,45	27	1945,24	1987,60	2149,70	1,02	1,11
PK1087	900	225	14,1	18,0	750	0,45	27	2027,03	2083,50	2260,93	1,03	1,12
PK1088	900	225	14,1	18,0	1200	0,45	27	2098,43	2138,98	2327,32	1,02	1,11
PK1089	900	225	14,1	18,0	1800	0,45	27	2142,82	2172,51	2367,47	1,01	1,10
PK1090	900	225	14,1	18,0	2900	0,45	27	2179,22	2200,25	2400,61	1,01	1,10
PK1091	900	225	18,8	12,9	500	0,45	18	1750,17	1723,09	1727,59	0,98	0,99
PK1092	900	225	18,8	12,9	750	0,45	18	1783,07	1758,27	1766,27	0,99	0,99
PK1093	900	225	18,8	12,9	1200	0,45	18	1810,56	1786,70	1797,52	0,99	0,99
PK1094	900	225	18,8	12,9	1800	0,45	18	1827,31	1803,32	1815,80	0,99	0,99
PK1095	900	225	18,8	12,9	2900	0,45	18	1841,10	1816,35	1830,13	0,99	0,99
PK1096	900	225	18,8	12,9	500	0,45	22,5	1650,86	1643,20	1678,59	1,00	1,02
PK1097	900	225	18,8	12,9	750	0,45	22,5	1685,05	1665,74	1704,85	0,99	1,01
PK1098	900	225	18,8	12,9	1200	0,45	22,5	1713,32	1683,99	1726,08	0,98	1,01
PK1099	900	225	18,8	12,9	1800	0,45	22,5	1730,39	1694,67	1738,49	0,98	1,00
PK1100	900	225	18,8	12,9	2900	0,45	22,5	1744,33	1703,06	1748,22	0,98	1,00
PK1101	900	225	18,8	12,9	500	0,45	27	1628,77	1601,35	1658,94	0,98	1,02
PK1102	900	225	18,8	12,9	750	0,45	27	1659,95	1634,28	1696,09	0,98	1,02
PK1103	900	225	18,8	12,9	1200	0,45	27	1685,22	1660,91	1726,10	0,99	1,02
PK1104	900	225	18,8	12,9	1800	0,45	27	1700,16	1676,48	1743,65	0,99	1,03
PK1105	900	225	18,8	12,9	2900	0,45	27	1712,07	1688,68	1757,41	0,99	1,03
PK1106	900	225	14,1	12,9	500	0,45	18	1438,92	1469,09	1492,32	1,02	1,04
PK1107	900	225	14,1	12,9	750	0,45	18	1468,08	1503,73	1530,45	1,02	1,04
PK1108	900	225	14,1	12,9	1200	0,45	18	1492,46	1531,69	1561,25	1,03	1,05
PK1109	900	225	14,1	12,9	1800	0,45	18	1507,35	1548,04	1579,26	1,03	1,05
PK1110	900	225	14,1	12,9	2900	0,45	18	1519,64	1560,85	1593,37	1,03	1,05
PK1111	900	225	14,1	12,9	500	0,45	22,5	1372,64	1340,88	1387,41	0,98	1,01
PK1112	900	225	14,1	12,9	750	0,45	22,5	1401,48	1363,37	1413,30	0,97	1,01
PK1113	900	225	14,1	12,9	1200	0,45	22,5	1425,15	1381,55	1434,22	0,97	1,01
PK1114	900	225	14,1	12,9	1800	0,45	22,5	1439,35	1392,19	1446,45	0,97	1,00
PK1115	900	225	14,1	12,9	2900	0,45	22,5	1450,87	1400,53	1456,03	0,97	1,00
PK1116	900	225	14,1	12,9	500	0,45	27	1346,42	1331,79	1396,28	0,99	1,04
PK1117	900	225	14,1	12,9	750	0,45	27	1371,67	1349,13	1416,87	0,98	1,03
PK1118	900	225	14,1	12,9	1200	0,45	27	1392,01	1363,16	1433,51	0,98	1,03
PK1119	900	225	14,1	12,9	1800	0,45	27	1403,94	1371,38	1443,24	0,98	1,03
PK1120	900	225	14,1	12,9	2900	0,45	27	1413,39	1377,83	1450,86	0,97	1,03
PK1121	900	225	18,8	10,0	500	0,45	18	1344,72	1269,16	1233,37	0,94	0,92
PK1122	900	225	18,8	10,0	750	0,45	18	1355,88	1277,84	1242,97	0,94	0,92
PK1123	900	225	18,8	10,0	1200	0,45	18	1364,87	1284,60	1250,43	0,94	0,92
PK1124	900	225	18,8	10,0	1800	0,45	18	1370,22	1288,45	1254,69	0,94	0,92
PK1125	900	225	18,8	10,0	2900	0,45	18	1374,54	1291,42	1257,97	0,94	0,92
PK1126	900	225	18,8	10,0	500	0,45	22,5	1229,57	1257,10	1244,33	1,02	1,01
PK1127	900	225	18,8	10,0	750	0,45	22,5	1242,17	1270,69	1258,99	1,02	1,01
PK1128	900	225	18,8	10,0	1200	0,45	22,5	1252,39	1281,26	1270,40	1,02	1,01

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK1129	900	225	18,8	10,0	1800	0,45	22,5	1258,51	1287,28	1276,89	1,02	1,01
PK1130	900	225	18,8	10,0	2900	0,45	22,5	1263,50	1291,92	1281,90	1,02	1,01
PK1131	900	225	18,8	10,0	500	0,45	27	1221,31	1178,44	1184,36	0,96	0,97
PK1132	900	225	18,8	10,0	750	0,45	27	1234,29	1186,49	1193,58	0,96	0,97
PK1133	900	225	18,8	10,0	1200	0,45	27	1244,80	1192,75	1200,75	0,96	0,96
PK1134	900	225	18,8	10,0	1800	0,45	27	1251,09	1196,32	1204,83	0,96	0,96
PK1135	900	225	18,8	10,0	2900	0,45	27	1256,21	1199,08	1207,98	0,95	0,96
PK1136	900	225	14,1	10,0	500	0,45	18	1073,33	1018,11	1002,14	0,95	0,93
PK1137	900	225	14,1	10,0	750	0,45	18	1083,15	1026,75	1011,60	0,95	0,93
PK1138	900	225	14,1	10,0	1200	0,45	18	1091,12	1033,47	1018,95	0,95	0,93
PK1139	900	225	14,1	10,0	1800	0,45	18	1095,89	1037,30	1023,14	0,95	0,93
PK1140	900	225	14,1	10,0	2900	0,45	18	1099,77	1040,25	1026,37	0,95	0,93
PK1141	900	225	14,1	10,0	500	0,45	22,5	1003,66	1037,94	1040,91	1,03	1,04
PK1142	900	225	14,1	10,0	750	0,45	22,5	1014,80	1043,34	1047,33	1,03	1,03
PK1143	900	225	14,1	10,0	1200	0,45	22,5	1023,91	1047,56	1052,33	1,02	1,03
PK1144	900	225	14,1	10,0	1800	0,45	22,5	1029,42	1049,96	1055,17	1,02	1,03
PK1145	900	225	14,1	10,0	2900	0,45	22,5	1033,95	1051,81	1057,37	1,02	1,02
PK1146	900	225	14,1	10,0	500	0,45	27	998,83	945,37	962,32	0,95	0,96
PK1147	900	225	14,1	10,0	750	0,45	27	1009,48	953,41	971,40	0,94	0,96
PK1148	900	225	14,1	10,0	1200	0,45	27	1018,07	959,66	978,46	0,94	0,96
PK1149	900	225	14,1	10,0	1800	0,45	27	1023,19	963,23	982,49	0,94	0,96
PK1150	900	225	14,1	10,0	2900	0,45	27	1027,36	965,97	985,59	0,94	0,96
PK1151	900	300	25,0	18,0	500	0,45	18	4727,21	4679,66	4621,06	0,99	0,98
PK1152	900	300	25,0	18,0	750	0,45	18	4902,94	4872,75	4833,27	0,99	0,99
PK1153	900	300	25,0	18,0	1200	0,45	18	5061,77	5045,91	5023,44	1,00	0,99
PK1154	900	300	25,0	18,0	1800	0,45	18	5164,07	5155,25	5143,50	1,00	1,00
PK1155	900	300	25,0	18,0	2900	0,45	18	5250,99	5245,57	5242,67	1,00	1,00
PK1156	900	300	25,0	18,0	500	0,45	22,5	4532,36	4685,88	4714,65	1,03	1,04
PK1157	900	300	25,0	18,0	750	0,45	22,5	4722,64	4807,47	4858,76	1,02	1,03
PK1158	900	300	25,0	18,0	1200	0,45	22,5	4893,21	4917,18	4987,92	1,00	1,02
PK1159	900	300	25,0	18,0	1800	0,45	22,5	5002,17	4986,72	5069,45	1,00	1,01
PK1160	900	300	25,0	18,0	2900	0,45	22,5	5094,18	5044,31	5136,80	0,99	1,01
PK1161	900	300	25,0	18,0	500	0,45	27	4415,58	4345,79	4437,44	0,98	1,00
PK1162	900	300	25,0	18,0	750	0,45	27	4602,40	4525,86	4641,21	0,98	1,01
PK1163	900	300	25,0	18,0	1200	0,45	27	4766,24	4687,53	4823,84	0,98	1,01
PK1164	900	300	25,0	18,0	1800	0,45	27	4868,80	4789,70	4939,12	0,98	1,01
PK1165	900	300	25,0	18,0	2900	0,45	27	4953,73	4874,15	5034,35	0,98	1,02
PK1166	900	300	18,8	18,0	500	0,45	18	3868,43	3883,69	3885,21	1,00	1,00
PK1167	900	300	18,8	18,0	750	0,45	18	4024,75	4073,92	4093,80	1,01	1,02
PK1168	900	300	18,8	18,0	1200	0,45	18	4165,76	4244,14	4280,55	1,02	1,03
PK1169	900	300	18,8	18,0	1800	0,45	18	4256,47	4351,46	4398,35	1,02	1,03
PK1170	900	300	18,8	18,0	2900	0,45	18	4333,63	4440,01	4495,60	1,02	1,04
PK1171	900	300	18,8	18,0	500	0,45	22,5	3734,31	3731,78	3803,80	1,00	1,02
PK1172	900	300	18,8	18,0	750	0,45	22,5	3898,55	3853,69	3945,45	0,99	1,01
PK1173	900	300	18,8	18,0	1200	0,45	22,5	4043,66	3963,25	4072,28	0,98	1,01
PK1174	900	300	18,8	18,0	1800	0,45	22,5	4135,26	4032,52	4152,28	0,98	1,00
PK1175	900	300	18,8	18,0	2900	0,45	22,5	4211,92	4089,79	4218,32	0,97	1,00

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK1176	900	300	18,8	18,0	500	0,45	27	3610,82	3608,75	3730,83	1,00	1,03
PK1177	900	300	18,8	18,0	750	0,45	27	3765,31	3786,73	3931,13	1,01	1,04
PK1178	900	300	18,8	18,0	1200	0,45	27	3899,22	3946,17	4110,46	1,01	1,05
PK1179	900	300	18,8	18,0	1800	0,45	27	3982,19	4040,08	4216,61	1,01	1,06
PK1180	900	300	18,8	18,0	2900	0,45	27	4050,30	4084,06	4269,14	1,01	1,05
PK1181	900	300	25,0	12,9	500	0,45	18	3542,19	3488,14	3321,83	0,98	0,94
PK1182	900	300	25,0	12,9	750	0,45	18	3591,67	3523,09	3361,26	0,98	0,94
PK1183	900	300	25,0	12,9	1200	0,45	18	3632,63	3551,43	3393,14	0,98	0,93
PK1184	900	300	25,0	12,9	1800	0,45	18	3657,40	3568,03	3411,78	0,98	0,93
PK1185	900	300	25,0	12,9	2900	0,45	18	3677,64	3581,06	3426,40	0,97	0,93
PK1186	900	300	25,0	12,9	500	0,45	22,5	3252,24	3185,32	3087,11	0,98	0,95
PK1187	900	300	25,0	12,9	750	0,45	22,5	3306,54	3241,23	3147,35	0,98	0,95
PK1188	900	300	25,0	12,9	1200	0,45	22,5	3351,72	3286,44	3196,06	0,98	0,95
PK1189	900	300	25,0	12,9	1800	0,45	22,5	3379,07	3312,89	3224,55	0,98	0,95
PK1190	900	300	25,0	12,9	2900	0,45	22,5	3401,36	3333,63	3246,89	0,98	0,95
PK1191	900	300	25,0	12,9	500	0,45	27	3128,41	3241,27	3189,84	1,04	1,02
PK1192	900	300	25,0	12,9	750	0,45	27	3188,34	3273,38	3227,70	1,03	1,01
PK1193	900	300	25,0	12,9	1200	0,45	27	3238,14	3299,43	3258,31	1,02	1,01
PK1194	900	300	25,0	12,9	1800	0,45	27	3268,30	3314,71	3276,21	1,01	1,00
PK1195	900	300	25,0	12,9	2900	0,45	27	3292,95	3326,71	3290,25	1,01	1,00
PK1196	900	300	18,8	12,9	500	0,45	18	2809,12	2694,52	2598,07	0,96	0,92
PK1197	900	300	18,8	12,9	750	0,45	18	2850,97	2729,56	2636,74	0,96	0,92
PK1198	900	300	18,8	12,9	1200	0,45	18	2885,56	2757,92	2668,00	0,96	0,92
PK1199	900	300	18,8	12,9	1800	0,45	18	2906,44	2774,52	2686,28	0,95	0,92
PK1200	900	300	18,8	12,9	2900	0,45	18	2923,45	2787,54	2700,61	0,95	0,92
PK1201	900	300	18,8	12,9	500	0,45	22,5	2599,02	2582,20	2535,25	0,99	0,98
PK1202	900	300	18,8	12,9	750	0,45	22,5	2647,22	2637,30	2594,35	1,00	0,98
PK1203	900	300	18,8	12,9	1200	0,45	22,5	2687,47	2681,81	2642,11	1,00	0,98
PK1204	900	300	18,8	12,9	1800	0,45	22,5	2712,02	2707,84	2670,04	1,00	0,98
PK1205	900	300	18,8	12,9	2900	0,45	22,5	2732,29	2728,24	2691,93	1,00	0,99
PK1206	900	300	18,8	12,9	500	0,45	27	2509,24	2502,38	2494,83	1,00	0,99
PK1207	900	300	18,8	12,9	750	0,45	27	2559,99	2534,78	2531,97	0,99	0,99
PK1208	900	300	18,8	12,9	1200	0,45	27	2602,09	2561,01	2561,99	0,98	0,98
PK1209	900	300	18,8	12,9	1800	0,45	27	2627,68	2576,37	2579,54	0,98	0,98
PK1210	900	300	18,8	12,9	2900	0,45	27	2648,73	2588,43	2593,30	0,98	0,98
PK1211	900	300	25,0	10,0	500	0,45	18	2823,77	3013,20	2788,23	1,07	0,99
PK1212	900	300	25,0	10,0	750	0,45	18	2844,01	3052,91	2827,38	1,07	0,99
PK1213	900	300	25,0	10,0	1200	0,45	18	2862,05	3064,06	2839,55	1,07	0,99
PK1214	900	300	25,0	10,0	1800	0,45	18	2874,13	3067,62	2843,89	1,07	0,99
PK1215	900	300	25,0	10,0	2900	0,45	18	2885,22	3070,36	2847,23	1,06	0,99
PK1216	900	300	25,0	10,0	500	0,45	22,5	2544,46	2499,19	2348,58	0,98	0,92
PK1217	900	300	25,0	10,0	750	0,45	22,5	2562,57	2512,77	2363,54	0,98	0,92
PK1218	900	300	25,0	10,0	1200	0,45	22,5	2577,22	2523,36	2375,18	0,98	0,92
PK1219	900	300	25,0	10,0	1800	0,45	22,5	2585,97	2529,40	2381,81	0,98	0,92
PK1220	900	300	25,0	10,0	2900	0,45	22,5	2593,10	2534,05	2386,92	0,98	0,92
PK1221	900	300	25,0	10,0	500	0,45	27	2384,45	2365,66	2255,75	0,99	0,95
PK1222	900	300	25,0	10,0	750	0,45	27	2404,98	2385,54	2276,90	0,99	0,95

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK1223	900	300	25,0	10,0	1200	0,45	27	2421,44	2401,02	2293,36	0,99	0,95
PK1224	900	300	25,0	10,0	1800	0,45	27	2431,15	2409,84	2302,74	0,99	0,95
PK1225	900	300	25,0	10,0	2900	0,45	27	2438,94	2416,64	2309,96	0,99	0,95
PK1226	900	300	18,8	10,0	500	0,45	18	2240,82	2247,27	2103,85	1,00	0,94
PK1227	900	300	18,8	10,0	750	0,45	18	2257,00	2255,55	2113,44	1,00	0,94
PK1228	900	300	18,8	10,0	1200	0,45	18	2270,76	2262,01	2120,91	1,00	0,93
PK1229	900	300	18,8	10,0	1800	0,45	18	2279,50	2265,70	2125,16	0,99	0,93
PK1230	900	300	18,8	10,0	2900	0,45	18	2287,09	2268,54	2128,44	0,99	0,93
PK1231	900	300	18,8	10,0	500	0,45	22,5	1982,45	1896,89	1805,11	0,96	0,91
PK1232	900	300	18,8	10,0	750	0,45	22,5	1998,13	1910,51	1819,77	0,96	0,91
PK1233	900	300	18,8	10,0	1200	0,45	22,5	2010,74	1921,11	1831,18	0,96	0,91
PK1234	900	300	18,8	10,0	1800	0,45	22,5	2018,24	1927,15	1837,68	0,95	0,91
PK1235	900	300	18,8	10,0	2900	0,45	22,5	2024,30	1931,81	1842,68	0,95	0,91
PK1236	900	300	18,8	10,0	500	0,45	27	1870,22	1868,25	1804,69	1,00	0,96
PK1237	900	300	18,8	10,0	750	0,45	27	1888,25	1887,89	1825,42	1,00	0,97
PK1238	900	300	18,8	10,0	1200	0,45	27	1902,90	1903,18	1841,56	1,00	0,97
PK1239	900	300	18,8	10,0	1800	0,45	27	1911,69	1911,88	1850,74	1,00	0,97
PK1240	900	300	18,8	10,0	2900	0,45	27	1918,90	1918,59	1857,83	1,00	0,97
PK1241	1200	300	25,0	24,0	500	0,45	24	5401,96	5680,68	5860,23	1,05	1,08
PK1242	1200	300	25,0	24,0	750	0,45	24	5742,87	5909,75	6137,34	1,03	1,07
PK1243	1200	300	25,0	24,0	1200	0,45	24	6069,59	6137,02	6409,80	1,01	1,06
PK1244	1200	300	25,0	24,0	1800	0,45	24	6289,43	6292,40	6595,05	1,00	1,05
PK1245	1200	300	25,0	24,0	2900	0,45	24	6481,66	6428,37	6756,62	0,99	1,04
PK1246	1200	300	25,0	24,0	500	0,45	30	5221,34	5307,09	5572,63	1,02	1,07
PK1247	1200	300	25,0	24,0	750	0,45	30	5549,87	5674,79	5996,06	1,02	1,08
PK1248	1200	300	25,0	24,0	1200	0,45	30	5856,52	6036,88	6412,38	1,03	1,09
PK1249	1200	300	25,0	24,0	1800	0,45	30	6058,23	6180,42	6585,87	1,02	1,09
PK1250	1200	300	25,0	24,0	2900	0,45	30	6231,12	6294,51	6724,74	1,01	1,08
PK1251	1200	300	25,0	24,0	500	0,45	36	5003,91	5111,67	5431,02	1,02	1,09
PK1252	1200	300	25,0	24,0	750	0,45	36	5312,17	5398,58	5767,80	1,02	1,09
PK1253	1200	300	25,0	24,0	1200	0,45	36	5600,56	5682,10	6098,92	1,01	1,09
PK1254	1200	300	25,0	24,0	1800	0,45	36	5790,74	5875,47	6324,06	1,01	1,09
PK1255	1200	300	25,0	24,0	2900	0,45	36	5953,87	6044,42	6520,42	1,02	1,10
PK1256	1200	300	18,8	24,0	500	0,45	24	4568,37	4660,28	4870,71	1,02	1,07
PK1257	1200	300	18,8	24,0	750	0,45	24	4869,43	4890,15	5144,63	1,00	1,06
PK1258	1200	300	18,8	24,0	1200	0,45	24	5154,41	5117,21	5413,69	0,99	1,05
PK1259	1200	300	18,8	24,0	1800	0,45	24	5343,90	5271,99	5596,48	0,99	1,05
PK1260	1200	300	18,8	24,0	2900	0,45	24	5507,88	5407,14	5755,81	0,98	1,05
PK1261	1200	300	18,8	24,0	500	0,45	30	4363,46	4586,43	4874,94	1,05	1,12
PK1262	1200	300	18,8	24,0	750	0,45	30	4642,36	4785,75	5117,42	1,03	1,10
PK1263	1200	300	18,8	24,0	1200	0,45	30	4901,44	4976,86	5348,68	1,02	1,09
PK1264	1200	300	18,8	24,0	1800	0,45	30	5071,30	5107,46	5505,79	1,01	1,09
PK1265	1200	300	18,8	24,0	2900	0,45	30	5216,45	5221,70	5642,73	1,00	1,08
PK1266	1200	300	18,8	24,0	500	0,45	36	4232,63	4316,56	4636,21	1,02	1,10
PK1267	1200	300	18,8	24,0	750	0,45	36	4498,31	4602,48	4969,12	1,02	1,10
PK1268	1200	300	18,8	24,0	1200	0,45	36	4746,58	4884,20	5296,11	1,03	1,12
PK1269	1200	300	18,8	24,0	1800	0,45	36	4910,06	5029,17	5467,43	1,02	1,11

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK1270	1200	300	18,8	24,0	2900	0,45	36	5050,07	5132,57	5591,35	1,02	1,11
PK1271	1200	300	25,0	17,1	500	0,45	24	3944,97	3914,06	3907,82	0,99	0,99
PK1272	1200	300	25,0	17,1	750	0,45	24	4059,83	4040,92	4047,27	1,00	1,00
PK1273	1200	300	25,0	17,1	1200	0,45	24	4159,51	4148,62	4165,67	1,00	1,00
PK1274	1200	300	25,0	17,1	1800	0,45	24	4221,78	4213,87	4237,41	1,00	1,00
PK1275	1200	300	25,0	17,1	2900	0,45	24	4273,71	4266,27	4295,02	1,00	1,00
PK1276	1200	300	25,0	17,1	500	0,45	30	3770,93	3786,27	3851,73	1,00	1,02
PK1277	1200	300	25,0	17,1	750	0,45	30	3892,63	3867,21	3946,44	0,99	1,01
PK1278	1200	300	25,0	17,1	1200	0,45	30	3997,00	3936,15	4026,84	0,98	1,01
PK1279	1200	300	25,0	17,1	1800	0,45	30	4061,54	3978,02	4075,56	0,98	1,00
PK1280	1200	300	25,0	17,1	2900	0,45	30	4114,92	4011,69	4114,69	0,97	1,00
PK1281	1200	300	25,0	17,1	500	0,45	36	3647,17	3636,52	3752,54	1,00	1,03
PK1282	1200	300	25,0	17,1	750	0,45	36	3762,13	3755,15	3886,45	1,00	1,03
PK1283	1200	300	25,0	17,1	1200	0,45	36	3859,00	3855,94	4000,14	1,00	1,04
PK1284	1200	300	25,0	17,1	1800	0,45	36	3917,81	3917,04	4069,04	1,00	1,04
PK1285	1200	300	25,0	17,1	2900	0,45	36	3965,51	3966,12	4124,36	1,00	1,04
PK1286	1200	300	18,8	17,1	500	0,45	24	3244,97	3314,38	3352,68	1,02	1,03
PK1287	1200	300	18,8	17,1	750	0,45	24	3347,54	3439,48	3490,26	1,03	1,04
PK1288	1200	300	18,8	17,1	1200	0,45	24	3436,24	3545,55	3606,99	1,03	1,05
PK1289	1200	300	18,8	17,1	1800	0,45	24	3491,59	3609,76	3677,70	1,03	1,05
PK1290	1200	300	18,8	17,1	2900	0,45	24	3537,81	3661,29	3734,47	1,03	1,06
PK1291	1200	300	18,8	17,1	500	0,45	30	3103,01	3069,67	3163,25	0,99	1,02
PK1292	1200	300	18,8	17,1	750	0,45	30	3206,89	3150,63	3256,69	0,98	1,02
PK1293	1200	300	18,8	17,1	1200	0,45	30	3295,02	3219,44	3335,96	0,98	1,01
PK1294	1200	300	18,8	17,1	1800	0,45	30	3349,03	3261,18	3383,98	0,97	1,01
PK1295	1200	300	18,8	17,1	2900	0,45	30	3393,39	3294,70	3422,53	0,97	1,01
PK1296	1200	300	18,8	17,1	500	0,45	36	3032,63	3073,26	3209,94	1,01	1,06
PK1297	1200	300	18,8	17,1	750	0,45	36	3128,54	3135,47	3284,25	1,00	1,05
PK1298	1200	300	18,8	17,1	1200	0,45	36	3208,59	3188,48	3347,31	0,99	1,04
PK1299	1200	300	18,8	17,1	1800	0,45	36	3256,77	3220,69	3385,50	0,99	1,04
PK1300	1200	300	18,8	17,1	2900	0,45	36	3295,55	3246,59	3416,16	0,99	1,04
PK1301	1200	300	25,0	13,3	500	0,45	24	3097,99	2963,58	2873,97	0,96	0,93
PK1302	1200	300	25,0	13,3	750	0,45	24	3139,93	2997,32	2911,32	0,95	0,93
PK1303	1200	300	25,0	13,3	1200	0,45	24	3174,38	3024,30	2941,16	0,95	0,93
PK1304	1200	300	25,0	13,3	1800	0,45	24	3195,06	3039,97	2958,47	0,95	0,93
PK1305	1200	300	25,0	13,3	2900	0,45	24	3211,84	3052,20	2971,97	0,95	0,93
PK1306	1200	300	25,0	13,3	500	0,45	30	2872,29	2909,56	2873,75	1,01	1,00
PK1307	1200	300	25,0	13,3	750	0,45	30	2919,31	2962,47	2930,82	1,01	1,00
PK1308	1200	300	25,0	13,3	1200	0,45	30	2958,14	3004,73	2976,42	1,02	1,01
PK1309	1200	300	25,0	13,3	1800	0,45	30	2981,59	3029,24	3002,87	1,02	1,01
PK1310	1200	300	25,0	13,3	2900	0,45	30	3000,78	3048,36	3023,50	1,02	1,01
PK1311	1200	300	25,0	13,3	500	0,45	36	2777,31	2751,84	2759,77	0,99	0,99
PK1312	1200	300	25,0	13,3	750	0,45	36	2825,92	2783,09	2795,63	0,98	0,99
PK1313	1200	300	25,0	13,3	1200	0,45	36	2865,85	2808,10	2824,29	0,98	0,99
PK1314	1200	300	25,0	13,3	1800	0,45	36	2889,86	2822,63	2840,91	0,98	0,98
PK1315	1200	300	25,0	13,3	2900	0,45	36	2909,45	2833,96	2853,88	0,97	0,98
PK1316	1200	300	18,8	13,3	500	0,45	24	2476,50	2368,69	2326,58	0,96	0,94

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK1317	1200	300	18,8	13,3	750	0,45	24	2513,33	2402,30	2363,40	0,96	0,94
PK1318	1200	300	18,8	13,3	1200	0,45	24	2543,65	2429,16	2392,80	0,95	0,94
PK1319	1200	300	18,8	13,3	1800	0,45	24	2561,95	2444,74	2409,85	0,95	0,94
PK1320	1200	300	18,8	13,3	2900	0,45	24	2576,89	2456,89	2423,15	0,95	0,94
PK1321	1200	300	18,8	13,3	500	0,45	30	2312,98	2432,46	2434,17	1,05	1,05
PK1322	1200	300	18,8	13,3	750	0,45	30	2354,41	2453,42	2459,17	1,04	1,04
PK1323	1200	300	18,8	13,3	1200	0,45	30	2388,73	2470,22	2479,13	1,03	1,04
PK1324	1200	300	18,8	13,3	1800	0,45	30	2409,62	2479,98	2490,72	1,03	1,03
PK1325	1200	300	18,8	13,3	2900	0,45	30	2426,88	2487,60	2499,75	1,03	1,03
PK1326	1200	300	18,8	13,3	500	0,45	36	2272,11	2199,37	2234,14	0,97	0,98
PK1327	1200	300	18,8	13,3	750	0,45	36	2313,18	2230,64	2269,48	0,96	0,98
PK1328	1200	300	18,8	13,3	1200	0,45	36	2346,73	2255,63	2297,72	0,96	0,98
PK1329	1200	300	18,8	13,3	1800	0,45	36	2366,86	2270,13	2314,10	0,96	0,98
PK1330	1200	300	18,8	13,3	2900	0,45	36	2383,26	2281,44	2326,87	0,96	0,98
PK1331	1200	400	33,3	24,0	500	0,45	24	10666,37	10298,82	10079,45	0,97	0,94
PK1332	1200	400	33,3	24,0	750	0,45	24	11201,43	10873,51	10712,69	0,97	0,96
PK1333	1200	400	33,3	24,0	1200	0,45	24	11719,72	11440,52	11336,11	0,98	0,97
PK1334	1200	400	33,3	24,0	1800	0,45	24	12074,19	11826,84	11760,46	0,98	0,97
PK1335	1200	400	33,3	24,0	2900	0,45	24	12389,38	12164,18	12130,87	0,98	0,98
PK1336	1200	400	33,3	24,0	500	0,45	30	9776,71	10523,20	10492,32	1,08	1,07
PK1337	1200	400	33,3	24,0	750	0,45	30	10354,72	10970,08	11011,85	1,06	1,06
PK1338	1200	400	33,3	24,0	1200	0,45	30	10912,59	11326,24	11435,22	1,04	1,05
PK1339	1200	400	33,3	24,0	1800	0,45	30	11290,66	11570,60	11723,41	1,02	1,04
PK1340	1200	400	33,3	24,0	2900	0,45	30	11623,48	11784,92	11974,96	1,01	1,03
PK1341	1200	400	33,3	24,0	500	0,45	36	9401,57	9562,42	9678,94	1,02	1,03
PK1342	1200	400	33,3	24,0	750	0,45	36	9987,33	10097,09	10287,01	1,01	1,03
PK1343	1200	400	33,3	24,0	1200	0,45	36	10539,83	10625,61	10885,66	1,01	1,03
PK1344	1200	400	33,3	24,0	1800	0,45	36	10906,26	10986,19	11293,15	1,01	1,04
PK1345	1200	400	33,3	24,0	2900	0,45	36	11222,61	11301,33	11648,84	1,01	1,04
PK1346	1200	400	25,0	24,0	500	0,45	24	8544,55	8420,87	8348,88	0,99	0,98
PK1347	1200	400	25,0	24,0	750	0,45	24	9020,03	8989,58	8972,38	1,00	0,99
PK1348	1200	400	25,0	24,0	1200	0,45	24	9480,29	9548,72	9585,40	1,01	1,01
PK1349	1200	400	25,0	24,0	1800	0,45	24	9793,93	9928,71	10002,22	1,01	1,02
PK1350	1200	400	25,0	24,0	2900	0,45	24	10071,96	10259,94	10365,75	1,02	1,03
PK1351	1200	400	25,0	24,0	500	0,45	30	8082,07	8346,79	8432,02	1,03	1,04
PK1352	1200	400	25,0	24,0	750	0,45	30	8596,17	8707,72	8855,45	1,01	1,03
PK1353	1200	400	25,0	24,0	1200	0,45	30	9084,31	9065,35	9271,77	1,00	1,02
PK1354	1200	400	25,0	24,0	1800	0,45	30	9410,03	9309,64	9554,83	0,99	1,02
PK1355	1200	400	25,0	24,0	2900	0,45	30	9693,10	9523,29	9801,71	0,98	1,01
PK1356	1200	400	25,0	24,0	500	0,45	36	7839,94	7821,01	8017,13	1,00	1,02
PK1357	1200	400	25,0	24,0	750	0,45	36	8325,84	8351,98	8615,86	1,00	1,03
PK1358	1200	400	25,0	24,0	1200	0,45	36	8777,26	8874,89	9204,52	1,01	1,05
PK1359	1200	400	25,0	24,0	1800	0,45	36	9072,94	9230,70	9604,77	1,02	1,06
PK1360	1200	400	25,0	24,0	2900	0,45	36	9325,62	9541,12	9953,86	1,02	1,07
PK1361	1200	400	33,3	17,1	500	0,45	24	8312,55	8100,04	7683,30	0,97	0,92
PK1362	1200	400	33,3	17,1	750	0,45	24	8486,94	8225,16	7825,32	0,97	0,92
PK1363	1200	400	33,3	17,1	1200	0,45	24	8636,29	8332,00	7945,98	0,96	0,92

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK1364	1200	400	33,3	17,1	1800	0,45	24	8728,81	8396,98	8019,14	0,96	0,92
PK1365	1200	400	33,3	17,1	2900	0,45	24	8805,46	8449,28	8077,90	0,96	0,92
PK1366	1200	400	33,3	17,1	500	0,45	30	7340,01	7280,27	7026,24	0,99	0,96
PK1367	1200	400	33,3	17,1	750	0,45	30	7529,10	7481,43	7243,24	0,99	0,96
PK1368	1200	400	33,3	17,1	1200	0,45	30	7693,04	7652,48	7427,61	0,99	0,97
PK1369	1200	400	33,3	17,1	1800	0,45	30	7795,14	7756,24	7539,40	1,00	0,97
PK1370	1200	400	33,3	17,1	2900	0,45	30	7879,76	7839,61	7629,20	0,99	0,97
PK1371	1200	400	33,3	17,1	500	0,45	36	6972,56	7515,29	7364,75	1,08	1,06
PK1372	1200	400	33,3	17,1	750	0,45	36	7181,34	7643,52	7514,38	1,06	1,05
PK1373	1200	400	33,3	17,1	1200	0,45	36	7361,97	7741,62	7630,24	1,05	1,04
PK1374	1200	400	33,3	17,1	1800	0,45	36	7474,36	7801,36	7700,49	1,04	1,03
PK1375	1200	400	33,3	17,1	2900	0,45	36	7567,60	7849,48	7756,92	1,04	1,03
PK1376	1200	400	25,0	17,1	500	0,45	24	6470,51	6217,84	5971,17	0,96	0,92
PK1377	1200	400	25,0	17,1	750	0,45	24	6618,53	6343,79	6110,62	0,96	0,92
PK1378	1200	400	25,0	17,1	1200	0,45	24	6745,16	6450,99	6229,02	0,96	0,92
PK1379	1200	400	25,0	17,1	1800	0,45	24	6823,36	6516,07	6300,76	0,95	0,92
PK1380	1200	400	25,0	17,1	2900	0,45	24	6887,87	6568,37	6358,37	0,95	0,92
PK1381	1200	400	25,0	17,1	500	0,45	30	5900,36	5853,97	5723,42	0,99	0,97
PK1382	1200	400	25,0	17,1	750	0,45	30	6070,02	6052,72	5936,51	1,00	0,98
PK1383	1200	400	25,0	17,1	1200	0,45	30	6216,84	6221,40	6117,42	1,00	0,98
PK1384	1200	400	25,0	17,1	1800	0,45	30	6308,51	6323,59	6227,05	1,00	0,99
PK1385	1200	400	25,0	17,1	2900	0,45	30	6385,10	6405,63	6315,08	1,00	0,99
PK1386	1200	400	25,0	17,1	500	0,45	36	5713,71	5775,38	5733,90	1,01	1,00
PK1387	1200	400	25,0	17,1	750	0,45	36	5890,55	5891,64	5867,81	1,00	1,00
PK1388	1200	400	25,0	17,1	1200	0,45	36	6042,42	5990,72	5981,50	0,99	0,99
PK1389	1200	400	25,0	17,1	1800	0,45	36	6136,67	6050,91	6050,40	0,99	0,99
PK1390	1200	400	25,0	17,1	2900	0,45	36	6215,10	6099,31	6105,72	0,98	0,98
PK1391	1200	400	33,3	13,3	500	0,45	24	6715,25	6937,10	6406,91	1,03	0,95
PK1392	1200	400	33,3	13,3	750	0,45	24	6781,36	7091,76	6559,22	1,05	0,97
PK1393	1200	400	33,3	13,3	1200	0,45	24	6839,21	7215,28	6680,97	1,05	0,98
PK1394	1200	400	33,3	13,3	1800	0,45	24	6877,33	7258,34	6725,14	1,06	0,98
PK1395	1200	400	33,3	13,3	2900	0,45	24	6912,03	7269,63	6738,92	1,05	0,97
PK1396	1200	400	33,3	13,3	500	0,45	30	5856,74	5853,97	5489,76	1,00	0,94
PK1397	1200	400	33,3	13,3	750	0,45	30	5924,11	5906,69	5547,94	1,00	0,94
PK1398	1200	400	33,3	13,3	1200	0,45	30	5979,50	5948,93	5594,45	0,99	0,94
PK1399	1200	400	33,3	13,3	1800	0,45	30	6012,82	5973,47	5621,44	0,99	0,93
PK1400	1200	400	33,3	13,3	2900	0,45	30	6039,97	5992,63	5642,49	0,99	0,93
PK1401	1200	400	33,3	13,3	500	0,45	36	5447,09	5504,86	5237,73	1,01	0,96
PK1402	1200	400	33,3	13,3	750	0,45	36	5523,88	5582,15	5320,01	1,01	0,96
PK1403	1200	400	33,3	13,3	1200	0,45	36	5586,93	5643,97	5385,77	1,01	0,96
PK1404	1200	400	33,3	13,3	1800	0,45	36	5624,63	5679,86	5423,93	1,01	0,96
PK1405	1200	400	33,3	13,3	2900	0,45	36	5655,05	5707,85	5453,70	1,01	0,96
PK1406	1200	400	25,0	13,3	500	0,45	24	5242,26	5284,21	4937,32	1,01	0,94
PK1407	1200	400	25,0	13,3	750	0,45	24	5299,76	5316,31	4974,67	1,00	0,94
PK1408	1200	400	25,0	13,3	1200	0,45	24	5348,35	5342,05	5004,51	1,00	0,94
PK1409	1200	400	25,0	13,3	1800	0,45	24	5378,87	5357,03	5021,82	1,00	0,93
PK1410	1200	400	25,0	13,3	2900	0,45	24	5405,16	5368,73	5035,32	0,99	0,93

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK1411	1200	400	25,0	13,3	500	0,45	30	4605,73	4426,03	4203,01	0,96	0,91
PK1412	1200	400	25,0	13,3	750	0,45	30	4665,09	4478,97	4260,08	0,96	0,91
PK1413	1200	400	25,0	13,3	1200	0,45	30	4713,72	4521,32	4305,68	0,96	0,91
PK1414	1200	400	25,0	13,3	1800	0,45	30	4742,88	4545,90	4332,13	0,96	0,91
PK1415	1200	400	25,0	13,3	2900	0,45	30	4766,55	4565,08	4352,76	0,96	0,91
PK1416	1200	400	25,0	13,3	500	0,45	36	4371,72	4326,91	4170,67	0,99	0,95
PK1417	1200	400	25,0	13,3	750	0,45	36	4438,22	4403,39	4251,36	0,99	0,96
PK1418	1200	400	25,0	13,3	1200	0,45	36	4493,26	4464,49	4315,83	0,99	0,96
PK1419	1200	400	25,0	13,3	1800	0,45	36	4526,66	4499,93	4353,24	0,99	0,96
PK1420	1200	400	25,0	13,3	2900	0,45	36	4554,16	4527,57	4382,41	0,99	0,96
PK1421	300	75	6,3	6,0	500	0,4	6	104,80	103,73	108,58	0,99	1,04
PK1422	300	75	6,3	6,0	750	0,4	6	105,53	104,23	109,20	0,99	1,03
PK1423	300	75	6,3	6,0	1200	0,4	6	106,10	104,61	109,67	0,99	1,03
PK1424	300	75	6,3	6,0	1800	0,4	6	106,43	104,82	109,94	0,98	1,03
PK1425	300	75	6,3	6,0	2900	0,4	6	106,69	104,99	110,15	0,98	1,03
PK1426	300	75	6,3	6,0	500	0,4	7,5	100,79	99,77	107,66	0,99	1,07
PK1427	300	75	6,3	6,0	750	0,4	7,5	101,49	100,20	108,19	0,99	1,07
PK1428	300	75	6,3	6,0	1200	0,4	7,5	102,04	100,53	108,60	0,99	1,06
PK1429	300	75	6,3	6,0	1800	0,4	7,5	102,36	100,71	108,83	0,98	1,06
PK1430	300	75	6,3	6,0	2900	0,4	7,5	102,60	100,85	109,01	0,98	1,06
PK1431	300	75	6,3	6,0	500	0,4	9	97,59	96,60	105,54	0,99	1,08
PK1432	300	75	6,3	6,0	750	0,4	9	98,22	97,24	106,29	0,99	1,08
PK1433	300	75	6,3	6,0	1200	0,4	9	98,70	97,73	106,87	0,99	1,08
PK1434	300	75	6,3	6,0	1800	0,4	9	98,98	98,01	107,19	0,99	1,08
PK1435	300	75	6,3	6,0	2900	0,4	9	99,19	98,23	107,44	0,99	1,08
PK1436	300	75	4,7	6,0	500	0,4	6	89,31	87,14	92,90	0,98	1,04
PK1437	300	75	4,7	6,0	750	0,4	6	89,93	87,64	93,51	0,97	1,04
PK1438	300	75	4,7	6,0	1200	0,4	6	90,42	88,02	93,98	0,97	1,04
PK1439	300	75	4,7	6,0	1800	0,4	6	90,71	88,24	94,24	0,97	1,04
PK1440	300	75	4,7	6,0	2900	0,4	6	90,93	88,41	94,44	0,97	1,04
PK1441	300	75	4,7	6,0	500	0,4	7,5	84,62	82,96	90,71	0,98	1,07
PK1442	300	75	4,7	6,0	750	0,4	7,5	85,20	83,39	91,24	0,98	1,07
PK1443	300	75	4,7	6,0	1200	0,4	7,5	85,65	83,72	91,64	0,98	1,07
PK1444	300	75	4,7	6,0	1800	0,4	7,5	85,91	83,91	91,87	0,98	1,07
PK1445	300	75	4,7	6,0	2900	0,4	7,5	86,11	84,05	92,04	0,98	1,07
PK1446	300	75	4,7	6,0	500	0,4	9	81,69	81,33	89,67	1,00	1,10
PK1447	300	75	4,7	6,0	750	0,4	9	82,22	81,72	90,14	0,99	1,10
PK1448	300	75	4,7	6,0	1200	0,4	9	82,62	82,03	90,51	0,99	1,10
PK1449	300	75	4,7	6,0	1800	0,4	9	82,85	82,20	90,71	0,99	1,09
PK1450	300	75	4,7	6,0	2900	0,4	9	83,02	82,33	90,87	0,99	1,09
PK1451	300	75	6,3	4,3	500	0,4	6	69,22	70,07	68,10	1,01	0,98
PK1452	300	75	6,3	4,3	750	0,4	6	69,41	70,24	68,29	1,01	0,98
PK1453	300	75	6,3	4,3	1200	0,4	6	69,56	70,36	68,44	1,01	0,98
PK1454	300	75	6,3	4,3	1800	0,4	6	69,65	70,44	68,52	1,01	0,98
PK1455	300	75	6,3	4,3	2900	0,4	6	69,72	70,49	68,58	1,01	0,98
PK1456	300	75	6,3	4,3	500	0,4	7,5	65,20	63,86	64,96	0,98	1,00
PK1457	300	75	6,3	4,3	750	0,4	7,5	65,38	63,97	65,09	0,98	1,00

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK1458	300	75	6,3	4,3	1200	0,4	7,5	65,52	64,05	65,19	0,98	1,00
PK1459	300	75	6,3	4,3	1800	0,4	7,5	65,60	64,09	65,25	0,98	0,99
PK1460	300	75	6,3	4,3	2900	0,4	7,5	65,67	64,13	65,29	0,98	0,99
PK1461	300	75	6,3	4,3	500	0,4	9	63,57	62,55	65,39	0,98	1,03
PK1462	300	75	6,3	4,3	750	0,4	9	63,75	62,71	65,58	0,98	1,03
PK1463	300	75	6,3	4,3	1200	0,4	9	63,89	62,83	65,72	0,98	1,03
PK1464	300	75	6,3	4,3	1800	0,4	9	63,97	62,90	65,80	0,98	1,03
PK1465	300	75	6,3	4,3	2900	0,4	9	64,04	62,95	65,86	0,98	1,03
PK1466	300	75	4,7	4,3	500	0,4	6	57,61	59,69	59,32	1,04	1,03
PK1467	300	75	4,7	4,3	750	0,4	6	57,77	59,86	59,52	1,04	1,03
PK1468	300	75	4,7	4,3	1200	0,4	6	57,90	59,98	59,66	1,04	1,03
PK1469	300	75	4,7	4,3	1800	0,4	6	57,97	60,05	59,74	1,04	1,03
PK1470	300	75	4,7	4,3	2900	0,4	6	58,02	60,11	59,80	1,04	1,03
PK1471	300	75	4,7	4,3	500	0,4	7,5	53,55	52,23	54,14	0,98	1,01
PK1472	300	75	4,7	4,3	750	0,4	7,5	53,70	52,34	54,27	0,97	1,01
PK1473	300	75	4,7	4,3	1200	0,4	7,5	53,83	52,42	54,37	0,97	1,01
PK1474	300	75	4,7	4,3	1800	0,4	7,5	53,90	52,47	54,42	0,97	1,01
PK1475	300	75	4,7	4,3	2900	0,4	7,5	53,95	52,50	54,46	0,97	1,01
PK1476	300	75	4,7	4,3	500	0,4	9	52,37	50,80	53,90	0,97	1,03
PK1477	300	75	4,7	4,3	750	0,4	9	52,51	50,89	54,01	0,97	1,03
PK1478	300	75	4,7	4,3	1200	0,4	9	52,63	50,95	54,08	0,97	1,03
PK1479	300	75	4,7	4,3	1800	0,4	9	52,69	50,99	54,13	0,97	1,03
PK1480	300	75	4,7	4,3	2900	0,4	9	52,74	51,01	54,16	0,97	1,03
PK1481	300	75	6,3	3,3	500	0,4	6	52,37	51,14	46,66	0,98	0,89
PK1482	300	75	6,3	3,3	750	0,4	6	52,45	51,18	46,71	0,98	0,89
PK1483	300	75	6,3	3,3	1200	0,4	6	52,53	51,21	46,74	0,97	0,89
PK1484	300	75	6,3	3,3	1800	0,4	6	52,57	51,22	46,76	0,97	0,89
PK1485	300	75	6,3	3,3	2900	0,4	6	52,61	51,23	46,77	0,97	0,89
PK1486	300	75	6,3	3,3	500	0,4	7,5	48,10	49,47	47,59	1,03	0,99
PK1487	300	75	6,3	3,3	750	0,4	7,5	48,17	49,53	47,65	1,03	0,99
PK1488	300	75	6,3	3,3	1200	0,4	7,5	48,22	49,58	47,70	1,03	0,99
PK1489	300	75	6,3	3,3	1800	0,4	7,5	48,25	49,60	47,73	1,03	0,99
PK1490	300	75	6,3	3,3	2900	0,4	7,5	48,27	49,62	47,75	1,03	0,99
PK1491	300	75	6,3	3,3	500	0,4	9	46,35	44,91	44,81	0,97	0,97
PK1492	300	75	6,3	3,3	750	0,4	9	46,42	44,94	44,85	0,97	0,97
PK1493	300	75	6,3	3,3	1200	0,4	9	46,47	44,97	44,88	0,97	0,97
PK1494	300	75	6,3	3,3	1800	0,4	9	46,50	44,98	44,90	0,97	0,97
PK1495	300	75	6,3	3,3	2900	0,4	9	46,52	44,99	44,91	0,97	0,97
PK1496	300	75	4,7	3,3	500	0,4	6	42,59	40,75	38,08	0,96	0,89
PK1497	300	75	4,7	3,3	750	0,4	6	42,66	40,79	38,13	0,96	0,89
PK1498	300	75	4,7	3,3	1200	0,4	6	42,72	40,82	38,16	0,96	0,89
PK1499	300	75	4,7	3,3	1800	0,4	6	42,75	40,83	38,18	0,96	0,89
PK1500	300	75	4,7	3,3	2900	0,4	6	42,78	40,84	38,19	0,95	0,89
PK1501	300	75	4,7	3,3	500	0,4	7,5	38,60	39,88	39,21	1,03	1,02
PK1502	300	75	4,7	3,3	750	0,4	7,5	38,66	39,90	39,24	1,03	1,01
PK1503	300	75	4,7	3,3	1200	0,4	7,5	38,70	39,92	39,26	1,03	1,01
PK1504	300	75	4,7	3,3	1800	0,4	7,5	38,73	39,93	39,27	1,03	1,01

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK1505	300	75	4,7	3,3	2900	0,4	7,5	38,75	39,94	39,28	1,03	1,01
PK1506	300	75	4,7	3,3	500	0,4	9	37,58	35,97	36,57	0,96	0,97
PK1507	300	75	4,7	3,3	750	0,4	9	37,64	36,00	36,61	0,96	0,97
PK1508	300	75	4,7	3,3	1200	0,4	9	37,68	36,03	36,64	0,96	0,97
PK1509	300	75	4,7	3,3	1800	0,4	9	37,70	36,05	36,66	0,96	0,97
PK1510	300	75	4,7	3,3	2900	0,4	9	37,72	36,06	36,67	0,96	0,97
PK1511	300	100	8,3	6,0	500	0,4	6	205,88	204,72	196,44	0,99	0,95
PK1512	300	100	8,3	6,0	750	0,4	6	207,19	205,97	197,86	0,99	0,95
PK1513	300	100	8,3	6,0	1200	0,4	6	208,24	206,92	198,96	0,99	0,96
PK1514	300	100	8,3	6,0	1800	0,4	6	208,87	207,46	199,57	0,99	0,96
PK1515	300	100	8,3	6,0	2900	0,4	6	209,37	207,88	200,05	0,99	0,96
PK1516	300	100	8,3	6,0	500	0,4	7,5	190,50	190,63	191,79	1,00	1,01
PK1517	300	100	8,3	6,0	750	0,4	7,5	191,75	191,40	192,76	1,00	1,01
PK1518	300	100	8,3	6,0	1200	0,4	7,5	192,73	191,99	193,50	1,00	1,00
PK1519	300	100	8,3	6,0	1800	0,4	7,5	193,31	192,33	193,92	0,99	1,00
PK1520	300	100	8,3	6,0	2900	0,4	7,5	193,76	192,59	194,24	0,99	1,00
PK1521	300	100	8,3	6,0	500	0,4	9	182,20	182,07	188,64	1,00	1,04
PK1522	300	100	8,3	6,0	750	0,4	9	183,45	183,24	190,00	1,00	1,04
PK1523	300	100	8,3	6,0	1200	0,4	9	184,44	184,14	191,05	1,00	1,04
PK1524	300	100	8,3	6,0	1800	0,4	9	185,01	184,64	191,64	1,00	1,04
PK1525	300	100	8,3	6,0	2900	0,4	9	185,46	185,03	192,10	1,00	1,04
PK1526	300	100	6,3	6,0	500	0,4	6	164,77	171,92	168,73	1,04	1,02
PK1527	300	100	6,3	6,0	750	0,4	6	165,85	173,15	170,12	1,04	1,03
PK1528	300	100	6,3	6,0	1200	0,4	6	166,71	174,09	171,19	1,04	1,03
PK1529	300	100	6,3	6,0	1800	0,4	6	167,21	174,63	171,80	1,04	1,03
PK1530	300	100	6,3	6,0	2900	0,4	6	167,60	175,03	172,26	1,04	1,03
PK1531	300	100	6,3	6,0	500	0,4	7,5	154,86	153,80	157,75	0,99	1,02
PK1532	300	100	6,3	6,0	750	0,4	7,5	155,93	154,58	158,69	0,99	1,02
PK1533	300	100	6,3	6,0	1200	0,4	7,5	156,77	155,18	159,42	0,99	1,02
PK1534	300	100	6,3	6,0	1800	0,4	7,5	157,26	155,52	159,83	0,99	1,02
PK1535	300	100	6,3	6,0	2900	0,4	7,5	157,65	155,78	160,14	0,99	1,02
PK1536	300	100	6,3	6,0	500	0,4	9	150,45	151,40	159,32	1,01	1,06
PK1537	300	100	6,3	6,0	750	0,4	9	151,49	152,01	160,07	1,00	1,06
PK1538	300	100	6,3	6,0	1200	0,4	9	152,31	152,47	160,65	1,00	1,05
PK1539	300	100	6,3	6,0	1800	0,4	9	152,79	152,74	160,98	1,00	1,05
PK1540	300	100	6,3	6,0	2900	0,4	9	153,16	152,94	161,23	1,00	1,05
PK1541	300	100	8,3	4,3	500	0,4	6	144,44	144,29	127,23	1,00	0,88
PK1542	300	100	8,3	4,3	750	0,4	6	144,85	144,45	127,42	1,00	0,88
PK1543	300	100	8,3	4,3	1200	0,4	6	145,21	144,57	127,57	1,00	0,88
PK1544	300	100	8,3	4,3	1800	0,4	6	145,42	144,64	127,66	0,99	0,88
PK1545	300	100	8,3	4,3	2900	0,4	6	145,61	144,69	127,72	0,99	0,88
PK1546	300	100	8,3	4,3	500	0,4	7,5	129,86	129,65	120,75	1,00	0,93
PK1547	300	100	8,3	4,3	750	0,4	7,5	130,20	129,92	121,05	1,00	0,93
PK1548	300	100	8,3	4,3	1200	0,4	7,5	130,47	130,12	121,28	1,00	0,93
PK1549	300	100	8,3	4,3	1800	0,4	7,5	130,63	130,23	121,41	1,00	0,93
PK1550	300	100	8,3	4,3	2900	0,4	7,5	130,76	130,32	121,50	1,00	0,93
PK1551	300	100	8,3	4,3	500	0,4	9	121,64	126,00	122,17	1,04	1,00

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK1552	300	100	8,3	4,3	750	0,4	9	121,94	126,15	122,36	1,03	1,00
PK1553	300	100	8,3	4,3	1200	0,4	9	122,19	126,26	122,50	1,03	1,00
PK1554	300	100	8,3	4,3	1800	0,4	9	122,33	126,32	122,58	1,03	1,00
PK1555	300	100	8,3	4,3	2900	0,4	9	122,44	126,37	122,65	1,03	1,00
PK1556	300	100	6,3	4,3	500	0,4	6	112,30	111,10	100,34	0,99	0,89
PK1557	300	100	6,3	4,3	750	0,4	6	112,64	111,26	100,53	0,99	0,89
PK1558	300	100	6,3	4,3	1200	0,4	6	112,93	111,39	100,68	0,99	0,89
PK1559	300	100	6,3	4,3	1800	0,4	6	113,10	111,46	100,76	0,99	0,89
PK1560	300	100	6,3	4,3	2900	0,4	6	113,25	111,51	100,82	0,98	0,89
PK1561	300	100	6,3	4,3	500	0,4	7,5	102,26	105,15	100,18	1,03	0,98
PK1562	300	100	6,3	4,3	750	0,4	7,5	102,53	105,42	100,48	1,03	0,98
PK1563	300	100	6,3	4,3	1200	0,4	7,5	102,75	105,62	100,70	1,03	0,98
PK1564	300	100	6,3	4,3	1800	0,4	7,5	102,88	105,73	100,83	1,03	0,98
PK1565	300	100	6,3	4,3	2900	0,4	7,5	102,98	105,82	100,92	1,03	0,98
PK1566	300	100	6,3	4,3	500	0,4	9	97,86	97,37	96,35	0,99	0,98
PK1567	300	100	6,3	4,3	750	0,4	9	98,12	97,52	96,54	0,99	0,98
PK1568	300	100	6,3	4,3	1200	0,4	9	98,33	97,64	96,68	0,99	0,98
PK1569	300	100	6,3	4,3	1800	0,4	9	98,45	97,70	96,76	0,99	0,98
PK1570	300	100	6,3	4,3	2900	0,4	9	98,54	97,75	96,82	0,99	0,98
PK1571	300	100	8,3	3,3	500	0,4	7,5	99,58	101,34	88,52	1,02	0,89
PK1572	300	100	8,3	3,3	750	0,4	7,5	99,75	101,40	88,58	1,02	0,89
PK1573	300	100	8,3	3,3	1200	0,4	7,5	99,89	101,44	88,63	1,02	0,89
PK1574	300	100	8,3	3,3	1800	0,4	7,5	99,98	101,47	88,66	1,01	0,89
PK1575	300	100	8,3	3,3	2900	0,4	7,5	100,06	101,48	88,68	1,01	0,89
PK1576	300	100	8,3	3,3	500	0,4	9	91,79	93,85	85,71	1,02	0,93
PK1577	300	100	8,3	3,3	750	0,4	9	91,91	93,94	85,81	1,02	0,93
PK1578	300	100	8,3	3,3	1200	0,4	9	92,01	94,00	85,88	1,02	0,93
PK1579	300	100	8,3	3,3	1800	0,4	9	92,07	94,04	85,92	1,02	0,93
PK1580	300	100	8,3	3,3	2900	0,4	9	92,12	94,07	85,95	1,02	0,93
PK1581	300	100	6,3	3,3	500	0,4	6	86,95	93,25	78,90	1,07	0,91
PK1582	300	100	6,3	3,3	750	0,4	6	87,17	93,29	78,95	1,07	0,91
PK1583	300	100	6,3	3,3	1200	0,4	6	87,37	93,31	78,98	1,07	0,90
PK1584	300	100	6,3	3,3	1800	0,4	6	87,49	93,32	79,00	1,07	0,90
PK1585	300	100	6,3	3,3	2900	0,4	6	87,60	93,33	79,01	1,07	0,90
PK1586	300	100	6,3	3,3	500	0,4	7,5	77,04	76,41	68,36	0,99	0,89
PK1587	300	100	6,3	3,3	750	0,4	7,5	77,18	76,47	68,42	0,99	0,89
PK1588	300	100	6,3	3,3	1200	0,4	7,5	77,28	76,51	68,47	0,99	0,89
PK1589	300	100	6,3	3,3	1800	0,4	7,5	77,35	76,54	68,50	0,99	0,89
PK1590	300	100	6,3	3,3	2900	0,4	7,5	77,40	76,56	68,52	0,99	0,89
PK1591	300	100	6,3	3,3	500	0,4	9	72,43	73,81	68,96	1,02	0,95
PK1592	300	100	6,3	3,3	750	0,4	9	72,53	73,90	69,06	1,02	0,95
PK1593	300	100	6,3	3,3	1200	0,4	9	72,61	73,96	69,13	1,02	0,95
PK1594	300	100	6,3	3,3	1800	0,4	9	72,65	74,00	69,17	1,02	0,95
PK1595	300	100	6,3	3,3	2900	0,4	9	72,69	74,03	69,20	1,02	0,95
PK1596	600	150	12,5	12,0	500	0,4	12	802,51	798,81	829,46	1,00	1,03
PK1597	600	150	12,5	12,0	750	0,4	12	820,59	811,68	845,75	0,99	1,03
PK1598	600	150	12,5	12,0	1200	0,4	12	835,58	822,29	859,11	0,98	1,03

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK1599	600	150	12,5	12,0	1800	0,4	12	844,61	828,57	867,00	0,98	1,03
PK1600	600	150	12,5	12,0	2900	0,4	12	851,90	833,55	873,24	0,98	1,03
PK1601	600	150	12,5	12,0	500	0,4	15	746,97	771,56	827,60	1,03	1,11
PK1602	600	150	12,5	12,0	750	0,4	15	764,97	782,59	841,60	1,02	1,10
PK1603	600	150	12,5	12,0	1200	0,4	15	779,78	791,69	853,08	1,02	1,09
PK1604	600	150	12,5	12,0	1800	0,4	15	788,63	797,08	859,87	1,01	1,09
PK1605	600	150	12,5	12,0	2900	0,4	15	795,72	801,35	865,22	1,01	1,09
PK1606	600	150	12,5	12,0	500	0,4	18	735,69	732,23	796,69	1,00	1,08
PK1607	600	150	12,5	12,0	750	0,4	18	752,31	749,06	816,48	1,00	1,09
PK1608	600	150	12,5	12,0	1200	0,4	18	765,83	762,90	832,72	1,00	1,09
PK1609	600	150	12,5	12,0	1800	0,4	18	773,81	771,08	842,31	1,00	1,09
PK1610	600	150	12,5	12,0	2900	0,4	18	780,12	777,55	849,88	1,00	1,09
PK1611	600	150	9,4	12,0	500	0,4	12	669,09	665,84	704,57	1,00	1,05
PK1612	600	150	9,4	12,0	750	0,4	12	684,74	678,84	720,64	0,99	1,05
PK1613	600	150	9,4	12,0	1200	0,4	12	697,70	689,53	733,80	0,99	1,05
PK1614	600	150	9,4	12,0	1800	0,4	12	705,49	695,86	741,58	0,99	1,05
PK1615	600	150	9,4	12,0	2900	0,4	12	711,76	700,86	747,72	0,98	1,05
PK1616	600	150	9,4	12,0	500	0,4	15	635,12	636,66	692,53	1,00	1,09
PK1617	600	150	9,4	12,0	750	0,4	15	650,37	647,87	706,34	1,00	1,09
PK1618	600	150	9,4	12,0	1200	0,4	15	662,84	657,10	717,65	0,99	1,08
PK1619	600	150	9,4	12,0	1800	0,4	15	670,23	662,56	724,34	0,99	1,08
PK1620	600	150	9,4	12,0	2900	0,4	15	676,11	666,88	729,61	0,99	1,08
PK1621	600	150	9,4	12,0	500	0,4	18	619,85	625,55	687,33	1,01	1,11
PK1622	600	150	9,4	12,0	750	0,4	18	633,95	635,95	699,82	1,00	1,10
PK1623	600	150	9,4	12,0	1200	0,4	18	645,38	644,50	710,06	1,00	1,10
PK1624	600	150	9,4	12,0	1800	0,4	18	652,11	649,56	716,11	1,00	1,10
PK1625	600	150	9,4	12,0	2900	0,4	18	657,42	653,56	720,88	0,99	1,10
PK1626	600	150	12,5	8,6	500	0,4	12	546,15	548,92	531,54	1,01	0,97
PK1627	600	150	12,5	8,6	750	0,4	12	551,17	553,95	537,28	1,01	0,97
PK1628	600	150	12,5	8,6	1200	0,4	12	555,21	557,85	541,74	1,00	0,98
PK1629	600	150	12,5	8,6	1800	0,4	12	557,62	560,07	544,28	1,00	0,98
PK1630	600	150	12,5	8,6	2900	0,4	12	559,56	561,79	546,23	1,00	0,98
PK1631	600	150	12,5	8,6	500	0,4	15	497,55	503,62	510,71	1,01	1,03
PK1632	600	150	12,5	8,6	750	0,4	15	502,37	506,76	514,61	1,01	1,02
PK1633	600	150	12,5	8,6	1200	0,4	15	506,22	509,20	517,64	1,01	1,02
PK1634	600	150	12,5	8,6	1800	0,4	15	508,47	510,60	519,36	1,00	1,02
PK1635	600	150	12,5	8,6	2900	0,4	15	510,26	511,67	520,69	1,00	1,02
PK1636	600	150	12,5	8,6	500	0,4	18	492,76	489,44	510,42	0,99	1,04
PK1637	600	150	12,5	8,6	750	0,4	18	497,61	494,18	515,93	0,99	1,04
PK1638	600	150	12,5	8,6	1200	0,4	18	501,47	497,86	520,21	0,99	1,04
PK1639	600	150	12,5	8,6	1800	0,4	18	503,74	499,95	522,65	0,99	1,04
PK1640	600	150	12,5	8,6	2900	0,4	18	505,54	501,57	524,52	0,99	1,04
PK1641	600	150	9,4	8,6	500	0,4	12	444,72	466,03	461,55	1,05	1,04
PK1642	600	150	9,4	8,6	750	0,4	12	448,87	471,01	467,21	1,05	1,04
PK1643	600	150	9,4	8,6	1200	0,4	12	452,19	474,87	471,60	1,05	1,04
PK1644	600	150	9,4	8,6	1800	0,4	12	454,14	477,07	474,10	1,05	1,04
PK1645	600	150	9,4	8,6	2900	0,4	12	455,71	478,76	476,02	1,05	1,04

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK1646	600	150	9,4	8,6	500	0,4	15	414,21	410,49	424,25	0,99	1,02
PK1647	600	150	9,4	8,6	750	0,4	15	418,39	413,68	428,09	0,99	1,02
PK1648	600	150	9,4	8,6	1200	0,4	15	421,72	416,16	431,07	0,99	1,02
PK1649	600	150	9,4	8,6	1800	0,4	15	423,67	417,57	432,77	0,99	1,02
PK1650	600	150	9,4	8,6	2900	0,4	15	425,23	418,65	434,07	0,98	1,02
PK1651	600	150	9,4	8,6	500	0,4	18	407,31	400,67	424,18	0,98	1,04
PK1652	600	150	9,4	8,6	750	0,4	18	411,37	403,16	427,23	0,98	1,04
PK1653	600	150	9,4	8,6	1200	0,4	18	414,58	405,10	429,61	0,98	1,04
PK1654	600	150	9,4	8,6	1800	0,4	18	416,45	406,20	430,96	0,98	1,03
PK1655	600	150	9,4	8,6	2900	0,4	18	417,93	407,05	432,00	0,97	1,03
PK1656	600	150	12,5	6,7	500	0,4	12	415,56	406,55	370,25	0,98	0,89
PK1657	600	150	12,5	6,7	750	0,4	12	417,59	407,69	371,59	0,98	0,89
PK1658	600	150	12,5	6,7	1200	0,4	12	419,27	408,55	372,61	0,97	0,89
PK1659	600	150	12,5	6,7	1800	0,4	12	420,30	409,04	373,19	0,97	0,89
PK1660	600	150	12,5	6,7	2900	0,4	12	421,17	409,41	373,62	0,97	0,89
PK1661	600	150	12,5	6,7	500	0,4	15	370,76	391,63	376,03	1,06	1,01
PK1662	600	150	12,5	6,7	750	0,4	15	372,51	393,46	378,08	1,06	1,01
PK1663	600	150	12,5	6,7	1200	0,4	15	373,89	394,85	379,64	1,06	1,02
PK1664	600	150	12,5	6,7	1800	0,4	15	374,71	395,64	380,52	1,06	1,02
PK1665	600	150	12,5	6,7	2900	0,4	15	375,36	396,24	381,19	1,06	1,02
PK1666	600	150	12,5	6,7	500	0,4	18	363,42	356,87	355,54	0,98	0,98
PK1667	600	150	12,5	6,7	750	0,4	18	365,16	357,93	356,82	0,98	0,98
PK1668	600	150	12,5	6,7	1200	0,4	18	366,53	358,73	357,81	0,98	0,98
PK1669	600	150	12,5	6,7	1800	0,4	18	367,34	359,18	358,36	0,98	0,98
PK1670	600	150	12,5	6,7	2900	0,4	18	367,98	359,53	358,78	0,98	0,97
PK1671	600	150	9,4	6,7	500	0,4	12	331,93	323,38	301,67	0,97	0,91
PK1672	600	150	9,4	6,7	750	0,4	12	333,59	324,54	302,99	0,97	0,91
PK1673	600	150	9,4	6,7	1200	0,4	12	334,95	325,41	303,99	0,97	0,91
PK1674	600	150	9,4	6,7	1800	0,4	12	335,78	325,91	304,56	0,97	0,91
PK1675	600	150	9,4	6,7	2900	0,4	12	336,47	326,28	304,99	0,97	0,91
PK1676	600	150	9,4	6,7	500	0,4	15	301,83	317,51	311,63	1,05	1,03
PK1677	600	150	9,4	6,7	750	0,4	15	303,30	318,19	312,53	1,05	1,03
PK1678	600	150	9,4	6,7	1200	0,4	15	304,46	318,71	313,21	1,05	1,03
PK1679	600	150	9,4	6,7	1800	0,4	15	305,15	319,00	313,60	1,05	1,03
PK1680	600	150	9,4	6,7	2900	0,4	15	305,70	319,23	313,89	1,04	1,03
PK1681	600	150	9,4	6,7	500	0,4	18	294,38	285,32	289,68	0,97	0,98
PK1682	600	150	9,4	6,7	750	0,4	18	295,88	286,39	290,95	0,97	0,98
PK1683	600	150	9,4	6,7	1200	0,4	18	297,07	287,21	291,91	0,97	0,98
PK1684	600	150	9,4	6,7	1800	0,4	18	297,77	287,67	292,46	0,97	0,98
PK1685	600	150	9,4	6,7	2900	0,4	18	298,33	288,02	292,87	0,97	0,98
PK1686	600	200	16,7	12,0	500	0,4	12	1548,20	1559,34	1481,71	1,01	0,96
PK1687	600	200	16,7	12,0	750	0,4	12	1580,13	1591,91	1519,06	1,01	0,96
PK1688	600	200	16,7	12,0	1200	0,4	12	1606,83	1618,68	1549,70	1,01	0,96
PK1689	600	200	16,7	12,0	1800	0,4	12	1623,06	1634,52	1567,82	1,01	0,97
PK1690	600	200	16,7	12,0	2900	0,4	12	1636,34	1647,04	1582,12	1,01	0,97
PK1691	600	200	16,7	12,0	500	0,4	15	1443,66	1476,94	1473,34	1,02	1,02
PK1692	600	200	16,7	12,0	750	0,4	15	1474,42	1496,84	1498,70	1,02	1,02

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK1693	600	200	16,7	12,0	1200	0,4	15	1499,94	1513,28	1519,51	1,01	1,01
PK1694	600	200	16,7	12,0	1800	0,4	15	1515,31	1523,05	1531,82	1,01	1,01
PK1695	600	200	16,7	12,0	2900	0,4	15	1527,74	1530,79	1541,53	1,00	1,01
PK1696	600	200	16,7	12,0	500	0,4	18	1375,12	1382,85	1422,83	1,01	1,03
PK1697	600	200	16,7	12,0	750	0,4	18	1406,26	1413,43	1458,70	1,01	1,04
PK1698	600	200	16,7	12,0	1200	0,4	18	1432,06	1438,58	1488,12	1,00	1,04
PK1699	600	200	16,7	12,0	1800	0,4	18	1447,55	1453,47	1505,52	1,00	1,04
PK1700	600	200	16,7	12,0	2900	0,4	18	1460,06	1465,24	1519,25	1,00	1,04
PK1701	600	200	12,5	12,0	500	0,4	12	1246,08	1297,76	1261,71	1,04	1,01
PK1702	600	200	12,5	12,0	750	0,4	12	1272,87	1330,03	1298,37	1,04	1,02
PK1703	600	200	12,5	12,0	1200	0,4	12	1295,08	1356,51	1328,42	1,05	1,03
PK1704	600	200	12,5	12,0	1800	0,4	12	1308,47	1372,15	1346,18	1,05	1,03
PK1705	600	200	12,5	12,0	2900	0,4	12	1319,33	1384,51	1360,20	1,05	1,03
PK1706	600	200	12,5	12,0	500	0,4	15	1174,27	1181,39	1202,12	1,01	1,02
PK1707	600	200	12,5	12,0	750	0,4	15	1200,68	1201,71	1227,01	1,00	1,02
PK1708	600	200	12,5	12,0	1200	0,4	15	1222,54	1218,45	1247,42	1,00	1,02
PK1709	600	200	12,5	12,0	1800	0,4	15	1235,69	1228,36	1259,48	0,99	1,02
PK1710	600	200	12,5	12,0	2900	0,4	15	1246,33	1236,20	1269,00	0,99	1,02
PK1711	600	200	12,5	12,0	500	0,4	18	1137,50	1158,62	1211,58	1,02	1,07
PK1712	600	200	12,5	12,0	750	0,4	18	1163,77	1189,00	1246,75	1,02	1,07
PK1713	600	200	12,5	12,0	1200	0,4	18	1185,40	1201,95	1262,98	1,01	1,07
PK1714	600	200	12,5	12,0	1800	0,4	18	1198,33	1209,64	1272,57	1,01	1,06
PK1715	600	200	12,5	12,0	2900	0,4	18	1208,73	1215,73	1280,14	1,01	1,06
PK1716	600	200	16,7	8,6	500	0,4	12	1114,22	1143,56	1004,29	1,03	0,90
PK1717	600	200	16,7	8,6	750	0,4	12	1123,46	1148,22	1010,15	1,02	0,90
PK1718	600	200	16,7	8,6	1200	0,4	12	1131,23	1151,86	1014,70	1,02	0,90
PK1719	600	200	16,7	8,6	1800	0,4	12	1136,08	1153,93	1017,29	1,02	0,90
PK1720	600	200	16,7	8,6	2900	0,4	12	1140,22	1155,53	1019,28	1,01	0,89
PK1721	600	200	16,7	8,6	500	0,4	15	1016,71	1018,91	945,33	1,00	0,93
PK1722	600	200	16,7	8,6	750	0,4	15	1025,31	1026,83	954,28	1,00	0,93
PK1723	600	200	16,7	8,6	1200	0,4	15	1032,28	1032,99	961,23	1,00	0,93
PK1724	600	200	16,7	8,6	1800	0,4	15	1036,43	1036,49	965,18	1,00	0,93
PK1725	600	200	16,7	8,6	2900	0,4	15	1039,82	1039,20	968,23	1,00	0,93
PK1726	600	200	16,7	8,6	500	0,4	18	949,61	998,07	964,39	1,05	1,02
PK1727	600	200	16,7	8,6	750	0,4	18	957,96	1002,36	970,01	1,05	1,01
PK1728	600	200	16,7	8,6	1200	0,4	18	964,60	1005,72	974,38	1,04	1,01
PK1729	600	200	16,7	8,6	1800	0,4	18	968,50	1007,63	976,86	1,04	1,01
PK1730	600	200	16,7	8,6	2900	0,4	18	971,60	1009,10	978,78	1,04	1,01
PK1731	600	200	12,5	8,6	500	0,4	12	872,91	877,56	789,46	1,01	0,90
PK1732	600	200	12,5	8,6	750	0,4	12	880,77	882,42	795,20	1,00	0,90
PK1733	600	200	12,5	8,6	1200	0,4	12	887,32	886,20	799,66	1,00	0,90
PK1734	600	200	12,5	8,6	1800	0,4	12	891,37	888,35	802,19	1,00	0,90
PK1735	600	200	12,5	8,6	2900	0,4	12	894,78	890,01	804,15	0,99	0,90
PK1736	600	200	12,5	8,6	500	0,4	15	803,50	822,98	781,23	1,02	0,97
PK1737	600	200	12,5	8,6	750	0,4	15	810,69	830,87	790,00	1,02	0,97
PK1738	600	200	12,5	8,6	1200	0,4	15	816,49	837,01	796,81	1,03	0,98
PK1739	600	200	12,5	8,6	1800	0,4	15	819,94	840,49	800,69	1,03	0,98

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK1740	600	200	12,5	8,6	2900	0,4	15	822,73	843,18	803,67	1,02	0,98
PK1741	600	200	12,5	8,6	500	0,4	18	765,71	768,60	758,09	1,00	0,99
PK1742	600	200	12,5	8,6	750	0,4	18	772,68	773,09	763,60	1,00	0,99
PK1743	600	200	12,5	8,6	1200	0,4	18	778,25	776,58	767,88	1,00	0,99
PK1744	600	200	12,5	8,6	1800	0,4	18	781,53	778,56	770,32	1,00	0,99
PK1745	600	200	12,5	8,6	2900	0,4	18	784,15	780,10	772,19	0,99	0,98
PK1746	600	200	16,7	6,7	500	0,4	15	787,16	806,84	703,37	1,03	0,89
PK1747	600	200	16,7	6,7	750	0,4	15	790,64	808,55	705,46	1,02	0,89
PK1748	600	200	16,7	6,7	1200	0,4	15	793,60	809,87	707,05	1,02	0,89
PK1749	600	200	16,7	6,7	1800	0,4	15	795,48	810,60	707,95	1,02	0,89
PK1750	600	200	16,7	6,7	2900	0,4	15	797,10	811,17	708,63	1,02	0,89
PK1751	600	200	16,7	6,7	500	0,4	18	724,54	744,82	678,96	1,03	0,94
PK1752	600	200	16,7	6,7	750	0,4	18	727,64	747,46	681,92	1,03	0,94
PK1753	600	200	16,7	6,7	1200	0,4	18	730,13	749,47	684,17	1,03	0,94
PK1754	600	200	16,7	6,7	1800	0,4	18	731,62	750,60	685,44	1,03	0,94
PK1755	600	200	16,7	6,7	2900	0,4	18	732,84	751,47	686,41	1,03	0,94
PK1756	600	200	12,5	6,7	500	0,4	12	681,23	743,82	628,17	1,09	0,92
PK1757	600	200	12,5	6,7	750	0,4	12	685,18	744,79	629,51	1,09	0,92
PK1758	600	200	12,5	6,7	1200	0,4	12	688,76	745,53	630,53	1,08	0,92
PK1759	600	200	12,5	6,7	1800	0,4	12	691,15	745,94	631,10	1,08	0,91
PK1760	600	200	12,5	6,7	2900	0,4	12	693,29	746,26	631,54	1,08	0,91
PK1761	600	200	12,5	6,7	500	0,4	15	612,33	607,23	542,19	0,99	0,89
PK1762	600	200	12,5	6,7	750	0,4	15	615,24	609,01	544,24	0,99	0,88
PK1763	600	200	12,5	6,7	1200	0,4	15	617,67	610,38	545,80	0,99	0,88
PK1764	600	200	12,5	6,7	1800	0,4	15	619,18	611,15	546,68	0,99	0,88
PK1765	600	200	12,5	6,7	2900	0,4	15	620,46	611,73	547,35	0,99	0,88
PK1766	600	200	12,5	6,7	500	0,4	18	573,63	584,47	545,11	1,02	0,95
PK1767	600	200	12,5	6,7	750	0,4	18	576,18	587,12	548,00	1,02	0,95
PK1768	600	200	12,5	6,7	1200	0,4	18	578,23	589,13	550,21	1,02	0,95
PK1769	600	200	12,5	6,7	1800	0,4	18	579,45	590,27	551,45	1,02	0,95
PK1770	600	200	12,5	6,7	2900	0,4	18	580,44	591,13	552,40	1,02	0,95
PK1771	900	225	18,8	18,0	500	0,4	18	2482,68	2566,81	2633,63	1,03	1,06
PK1772	900	225	18,8	18,0	750	0,4	18	2585,68	2638,66	2726,34	1,02	1,05
PK1773	900	225	18,8	18,0	1200	0,4	18	2677,14	2703,79	2809,34	1,01	1,05
PK1774	900	225	18,8	18,0	1800	0,4	18	2735,06	2745,18	2861,69	1,00	1,05
PK1775	900	225	18,8	18,0	2900	0,4	18	2783,49	2779,52	2904,92	1,00	1,04
PK1776	900	225	18,8	18,0	500	0,4	22,5	2370,63	2443,71	2597,49	1,03	1,10
PK1777	900	225	18,8	18,0	750	0,4	22,5	2474,72	2555,00	2730,32	1,03	1,10
PK1778	900	225	18,8	18,0	1200	0,4	22,5	2566,48	2610,71	2801,66	1,02	1,09
PK1779	900	225	18,8	18,0	1800	0,4	22,5	2624,10	2646,18	2846,66	1,01	1,08
PK1780	900	225	18,8	18,0	2900	0,4	22,5	2671,88	2675,64	2883,81	1,00	1,08
PK1781	900	225	18,8	18,0	500	0,4	27	2314,20	2300,91	2487,30	0,99	1,07
PK1782	900	225	18,8	18,0	750	0,4	27	2412,57	2395,95	2599,97	0,99	1,08
PK1783	900	225	18,8	18,0	1200	0,4	27	2498,26	2481,49	2700,84	0,99	1,08
PK1784	900	225	18,8	18,0	1800	0,4	27	2551,47	2535,61	2764,47	0,99	1,08
PK1785	900	225	18,8	18,0	2900	0,4	27	2595,10	2580,39	2817,00	0,99	1,09
PK1786	900	225	14,1	18,0	500	0,4	18	2103,39	2115,92	2214,29	1,01	1,05

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK1787	900	225	14,1	18,0	750	0,4	18	2193,88	2189,10	2305,81	1,00	1,05
PK1788	900	225	14,1	18,0	1200	0,4	18	2274,02	2255,09	2387,70	0,99	1,05
PK1789	900	225	14,1	18,0	1800	0,4	18	2324,63	2296,89	2439,32	0,99	1,05
PK1790	900	225	14,1	18,0	2900	0,4	18	2366,85	2331,50	2481,91	0,99	1,05
PK1791	900	225	14,1	18,0	500	0,4	22,5	2011,33	2035,81	2196,64	1,01	1,09
PK1792	900	225	14,1	18,0	750	0,4	22,5	2100,33	2098,71	2275,31	1,00	1,08
PK1793	900	225	14,1	18,0	1200	0,4	22,5	2178,18	2155,54	2345,69	0,99	1,08
PK1794	900	225	14,1	18,0	1800	0,4	22,5	2226,73	2191,59	2390,05	0,98	1,07
PK1795	900	225	14,1	18,0	2900	0,4	22,5	2266,72	2221,45	2426,67	0,98	1,07
PK1796	900	225	14,1	18,0	500	0,4	27	1938,16	1967,30	2149,70	1,02	1,11
PK1797	900	225	14,1	18,0	750	0,4	27	2021,30	2062,35	2260,93	1,02	1,12
PK1798	900	225	14,1	18,0	1200	0,4	27	2093,53	2117,54	2327,32	1,01	1,11
PK1799	900	225	14,1	18,0	1800	0,4	27	2138,28	2150,96	2367,47	1,01	1,11
PK1800	900	225	14,1	18,0	2900	0,4	27	2174,90	2178,65	2400,61	1,00	1,10
PK1801	900	225	18,8	12,9	500	0,4	18	1761,10	1794,54	1727,59	1,02	0,98
PK1802	900	225	18,8	12,9	750	0,4	18	1793,00	1828,37	1766,27	1,02	0,99
PK1803	900	225	18,8	12,9	1200	0,4	18	1819,29	1855,73	1797,52	1,02	0,99
PK1804	900	225	18,8	12,9	1800	0,4	18	1835,11	1871,74	1815,80	1,02	0,99
PK1805	900	225	18,8	12,9	2900	0,4	18	1847,96	1884,29	1830,13	1,02	0,99
PK1806	900	225	18,8	12,9	500	0,4	22,5	1648,26	1663,58	1678,59	1,01	1,02
PK1807	900	225	18,8	12,9	750	0,4	22,5	1679,70	1684,59	1704,85	1,00	1,01
PK1808	900	225	18,8	12,9	1200	0,4	22,5	1705,48	1701,66	1726,08	1,00	1,01
PK1809	900	225	18,8	12,9	1800	0,4	22,5	1720,88	1711,67	1738,49	0,99	1,01
PK1810	900	225	18,8	12,9	2900	0,4	22,5	1733,28	1719,53	1748,22	0,99	1,01
PK1811	900	225	18,8	12,9	500	0,4	27	1613,13	1597,18	1658,94	0,99	1,03
PK1812	900	225	18,8	12,9	750	0,4	27	1644,74	1629,03	1696,09	0,99	1,03
PK1813	900	225	18,8	12,9	1200	0,4	27	1670,61	1654,80	1726,10	0,99	1,03
PK1814	900	225	18,8	12,9	1800	0,4	27	1686,03	1669,89	1743,65	0,99	1,03
PK1815	900	225	18,8	12,9	2900	0,4	27	1698,44	1681,73	1757,41	0,99	1,03
PK1816	900	225	14,1	12,9	500	0,4	18	1455,10	1515,30	1492,32	1,04	1,03
PK1817	900	225	14,1	12,9	750	0,4	18	1482,28	1548,85	1530,45	1,04	1,03
PK1818	900	225	14,1	12,9	1200	0,4	18	1504,59	1575,95	1561,25	1,05	1,04
PK1819	900	225	14,1	12,9	1800	0,4	18	1517,96	1591,80	1579,26	1,05	1,04
PK1820	900	225	14,1	12,9	2900	0,4	18	1528,78	1604,22	1593,37	1,05	1,04
PK1821	900	225	14,1	12,9	500	0,4	22,5	1372,82	1348,69	1387,41	0,98	1,01
PK1822	900	225	14,1	12,9	750	0,4	22,5	1399,91	1370,08	1413,30	0,98	1,01
PK1823	900	225	14,1	12,9	1200	0,4	22,5	1422,13	1387,40	1434,22	0,98	1,01
PK1824	900	225	14,1	12,9	1800	0,4	22,5	1435,43	1397,55	1446,45	0,97	1,01
PK1825	900	225	14,1	12,9	2900	0,4	22,5	1446,16	1405,51	1456,03	0,97	1,01
PK1826	900	225	14,1	12,9	500	0,4	27	1329,43	1323,67	1396,28	1,00	1,05
PK1827	900	225	14,1	12,9	750	0,4	27	1355,94	1340,31	1416,87	0,99	1,04
PK1828	900	225	14,1	12,9	1200	0,4	27	1377,51	1353,82	1433,51	0,98	1,04
PK1829	900	225	14,1	12,9	1800	0,4	27	1390,31	1361,74	1443,24	0,98	1,04
PK1830	900	225	14,1	12,9	2900	0,4	27	1400,57	1367,96	1450,86	0,98	1,04
PK1831	900	225	18,8	10,0	500	0,4	18	1362,74	1358,44	1233,37	1,00	0,91
PK1832	900	225	18,8	10,0	750	0,4	18	1375,53	1366,52	1242,97	0,99	0,90
PK1833	900	225	18,8	10,0	1200	0,4	18	1386,12	1372,83	1250,43	0,99	0,90

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK1834	900	225	18,8	10,0	1800	0,4	18	1392,63	1376,42	1254,69	0,99	0,90
PK1835	900	225	18,8	10,0	2900	0,4	18	1398,11	1379,20	1257,97	0,99	0,90
PK1836	900	225	18,8	10,0	500	0,4	22,5	1248,95	1299,60	1244,33	1,04	1,00
PK1837	900	225	18,8	10,0	750	0,4	22,5	1260,72	1312,70	1258,99	1,04	1,00
PK1838	900	225	18,8	10,0	1200	0,4	22,5	1270,14	1322,89	1270,40	1,04	1,00
PK1839	900	225	18,8	10,0	1800	0,4	22,5	1275,71	1328,70	1276,89	1,04	1,00
PK1840	900	225	18,8	10,0	2900	0,4	22,5	1280,18	1333,18	1281,90	1,04	1,00
PK1841	900	225	18,8	10,0	500	0,4	27	1211,68	1191,75	1184,36	0,98	0,98
PK1842	900	225	18,8	10,0	750	0,4	27	1223,45	1199,26	1193,58	0,98	0,98
PK1843	900	225	18,8	10,0	1200	0,4	27	1232,85	1205,11	1200,75	0,98	0,97
PK1844	900	225	18,8	10,0	1800	0,4	27	1238,37	1208,45	1204,83	0,98	0,97
PK1845	900	225	18,8	10,0	2900	0,4	27	1242,79	1211,03	1207,98	0,97	0,97
PK1846	900	225	14,1	10,0	500	0,4	18	1101,18	1077,51	1002,14	0,98	0,91
PK1847	900	225	14,1	10,0	750	0,4	18	1111,86	1085,74	1011,60	0,98	0,91
PK1848	900	225	14,1	10,0	1200	0,4	18	1120,64	1092,15	1018,95	0,97	0,91
PK1849	900	225	14,1	10,0	1800	0,4	18	1125,99	1095,80	1023,14	0,97	0,91
PK1850	900	225	14,1	10,0	2900	0,4	18	1130,44	1098,61	1026,37	0,97	0,91
PK1851	900	225	14,1	10,0	500	0,4	22,5	1018,36	1063,41	1040,91	1,04	1,02
PK1852	900	225	14,1	10,0	750	0,4	22,5	1028,25	1068,25	1047,33	1,04	1,02
PK1853	900	225	14,1	10,0	1200	0,4	22,5	1036,16	1072,03	1052,33	1,03	1,02
PK1854	900	225	14,1	10,0	1800	0,4	22,5	1040,83	1074,19	1055,17	1,03	1,01
PK1855	900	225	14,1	10,0	2900	0,4	22,5	1044,58	1075,85	1057,37	1,03	1,01
PK1856	900	225	14,1	10,0	500	0,4	27	979,85	950,01	962,32	0,97	0,98
PK1857	900	225	14,1	10,0	750	0,4	27	989,82	957,67	971,40	0,97	0,98
PK1858	900	225	14,1	10,0	1200	0,4	27	997,82	963,63	978,46	0,97	0,98
PK1859	900	225	14,1	10,0	1800	0,4	27	1002,55	967,03	982,49	0,96	0,98
PK1860	900	225	14,1	10,0	2900	0,4	27	1006,36	969,65	985,59	0,96	0,98
PK1861	900	300	25,0	18,0	500	0,4	18	4865,91	4933,25	4621,06	1,01	0,95
PK1862	900	300	25,0	18,0	750	0,4	18	5046,44	5117,07	4833,27	1,01	0,96
PK1863	900	300	25,0	18,0	1200	0,4	18	5207,10	5282,54	5023,44	1,01	0,96
PK1864	900	300	25,0	18,0	1800	0,4	18	5309,30	5387,27	5143,50	1,01	0,97
PK1865	900	300	25,0	18,0	2900	0,4	18	5395,34	5473,91	5242,67	1,01	0,97
PK1866	900	300	25,0	18,0	500	0,4	22,5	4587,67	4786,36	4714,65	1,04	1,03
PK1867	900	300	25,0	18,0	750	0,4	22,5	4766,77	4896,37	4858,76	1,03	1,02
PK1868	900	300	25,0	18,0	1200	0,4	22,5	4925,62	4996,71	4987,92	1,01	1,01
PK1869	900	300	25,0	18,0	1800	0,4	22,5	5026,19	5060,76	5069,45	1,01	1,01
PK1870	900	300	25,0	18,0	2900	0,4	22,5	5110,31	5114,03	5136,80	1,00	1,01
PK1871	900	300	25,0	18,0	500	0,4	27	4389,76	4358,35	4437,44	0,99	1,01
PK1872	900	300	25,0	18,0	750	0,4	27	4569,09	4530,49	4641,21	0,99	1,02
PK1873	900	300	25,0	18,0	1200	0,4	27	4728,38	4685,68	4823,84	0,99	1,02
PK1874	900	300	25,0	18,0	1800	0,4	27	4829,14	4784,01	4939,12	0,99	1,02
PK1875	900	300	25,0	18,0	2900	0,4	27	4913,30	4865,42	5034,35	0,99	1,02
PK1876	900	300	18,8	18,0	500	0,4	18	3962,42	4051,97	3885,21	1,02	0,98
PK1877	900	300	18,8	18,0	750	0,4	18	4117,89	4235,22	4093,80	1,03	0,99
PK1878	900	300	18,8	18,0	1200	0,4	18	4255,36	4399,54	4280,55	1,03	1,01
PK1879	900	300	18,8	18,0	1800	0,4	18	4342,25	4503,27	4398,35	1,04	1,01
PK1880	900	300	18,8	18,0	2900	0,4	18	4414,99	4588,94	4495,60	1,04	1,02

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK1881	900	300	18,8	18,0	500	0,4	22,5	3745,43	3782,85	3803,80	1,01	1,02
PK1882	900	300	18,8	18,0	750	0,4	22,5	3897,66	3896,59	3945,45	1,00	1,01
PK1883	900	300	18,8	18,0	1200	0,4	22,5	4032,26	3999,51	4072,28	0,99	1,01
PK1884	900	300	18,8	18,0	1800	0,4	22,5	4117,26	4064,87	4152,28	0,99	1,01
PK1885	900	300	18,8	18,0	2900	0,4	22,5	4188,29	4119,05	4218,32	0,98	1,01
PK1886	900	300	18,8	18,0	500	0,4	27	3626,17	3602,00	3730,83	0,99	1,03
PK1887	900	300	18,8	18,0	750	0,4	27	3779,82	3774,16	3931,13	1,00	1,04
PK1888	900	300	18,8	18,0	1200	0,4	27	3914,97	3928,81	4110,46	1,00	1,05
PK1889	900	300	18,8	18,0	1800	0,4	27	3999,76	4019,92	4216,61	1,01	1,05
PK1890	900	300	18,8	18,0	2900	0,4	27	4070,14	4061,86	4269,14	1,00	1,05
PK1891	900	300	25,0	12,9	500	0,4	18	3640,04	3806,20	3321,83	1,05	0,91
PK1892	900	300	25,0	12,9	750	0,4	18	3697,53	3837,16	3361,26	1,04	0,91
PK1893	900	300	25,0	12,9	1200	0,4	18	3746,48	3862,41	3393,14	1,03	0,91
PK1894	900	300	25,0	12,9	1800	0,4	18	3777,23	3877,27	3411,78	1,03	0,90
PK1895	900	300	25,0	12,9	2900	0,4	18	3803,57	3888,96	3426,40	1,02	0,90
PK1896	900	300	25,0	12,9	500	0,4	22,5	3346,89	3347,52	3087,11	1,00	0,92
PK1897	900	300	25,0	12,9	750	0,4	22,5	3403,08	3400,68	3147,35	1,00	0,92
PK1898	900	300	25,0	12,9	1200	0,4	22,5	3449,68	3443,74	3196,06	1,00	0,93
PK1899	900	300	25,0	12,9	1800	0,4	22,5	3477,88	3468,97	3224,55	1,00	0,93
PK1900	900	300	25,0	12,9	2900	0,4	22,5	3500,95	3488,77	3246,89	1,00	0,93
PK1901	900	300	25,0	12,9	500	0,4	27	3153,52	3319,39	3189,84	1,05	1,01
PK1902	900	300	25,0	12,9	750	0,4	27	3208,27	3347,89	3227,70	1,04	1,01
PK1903	900	300	25,0	12,9	1200	0,4	27	3253,25	3371,15	3258,31	1,04	1,00
PK1904	900	300	25,0	12,9	1800	0,4	27	3280,14	3384,84	3276,21	1,03	1,00
PK1905	900	300	25,0	12,9	2900	0,4	27	3301,78	3395,62	3290,25	1,03	1,00
PK1906	900	300	18,8	12,9	500	0,4	18	2879,97	2905,95	2598,07	1,01	0,90
PK1907	900	300	18,8	12,9	750	0,4	18	2927,79	2938,43	2636,74	1,00	0,90
PK1908	900	300	18,8	12,9	1200	0,4	18	2968,10	2964,79	2668,00	1,00	0,90
PK1909	900	300	18,8	12,9	1800	0,4	18	2993,10	2980,26	2686,28	1,00	0,90
PK1910	900	300	18,8	12,9	2900	0,4	18	3014,16	2992,41	2700,61	0,99	0,90
PK1911	900	300	18,8	12,9	500	0,4	22,5	2674,11	2686,35	2535,25	1,00	0,95
PK1912	900	300	18,8	12,9	750	0,4	22,5	2720,38	2739,50	2594,35	1,01	0,95
PK1913	900	300	18,8	12,9	1200	0,4	22,5	2758,51	2782,47	2642,11	1,01	0,96
PK1914	900	300	18,8	12,9	1800	0,4	22,5	2781,49	2807,60	2670,04	1,01	0,96
PK1915	900	300	18,8	12,9	2900	0,4	22,5	2800,21	2827,31	2691,93	1,01	0,96
PK1916	900	300	18,8	12,9	500	0,4	27	2543,20	2542,53	2494,83	1,00	0,98
PK1917	900	300	18,8	12,9	750	0,4	27	2589,07	2572,48	2531,97	0,99	0,98
PK1918	900	300	18,8	12,9	1200	0,4	27	2626,69	2596,82	2561,99	0,99	0,98
PK1919	900	300	18,8	12,9	1800	0,4	27	2649,21	2611,10	2579,54	0,99	0,97
PK1920	900	300	18,8	12,9	2900	0,4	27	2667,42	2622,32	2593,30	0,98	0,97
PK1921	900	300	25,0	10,0	500	0,4	22,5	2619,50	2702,41	2348,58	1,03	0,90
PK1922	900	300	25,0	10,0	750	0,4	22,5	2640,92	2714,62	2363,54	1,03	0,89
PK1923	900	300	25,0	10,0	1200	0,4	22,5	2658,87	2724,16	2375,18	1,02	0,89
PK1924	900	300	25,0	10,0	1800	0,4	22,5	2670,08	2729,60	2381,81	1,02	0,89
PK1925	900	300	25,0	10,0	2900	0,4	22,5	2679,68	2733,81	2386,92	1,02	0,89
PK1926	900	300	25,0	10,0	500	0,4	27	2438,73	2481,94	2255,75	1,02	0,92
PK1927	900	300	25,0	10,0	750	0,4	27	2459,28	2500,77	2276,90	1,02	0,93

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK1928	900	300	25,0	10,0	1200	0,4	27	2475,88	2515,44	2293,36	1,02	0,93
PK1929	900	300	25,0	10,0	1800	0,4	27	2485,79	2523,80	2302,74	1,02	0,93
PK1930	900	300	25,0	10,0	2900	0,4	27	2493,85	2530,25	2309,96	1,01	0,93
PK1931	900	300	18,8	10,0	500	0,4	18	2270,16	2498,79	2103,85	1,10	0,93
PK1932	900	300	18,8	10,0	750	0,4	18	2290,73	2505,64	2113,44	1,09	0,92
PK1933	900	300	18,8	10,0	1200	0,4	18	2309,10	2511,00	2120,91	1,09	0,92
PK1934	900	300	18,8	10,0	1800	0,4	18	2321,38	2514,07	2125,16	1,08	0,92
PK1935	900	300	18,8	10,0	2900	0,4	18	2332,58	2516,45	2128,44	1,08	0,91
PK1936	900	300	18,8	10,0	500	0,4	22,5	2069,01	2027,80	1805,11	0,98	0,87
PK1937	900	300	18,8	10,0	750	0,4	22,5	2087,15	2040,56	1819,77	0,98	0,87
PK1938	900	300	18,8	10,0	1200	0,4	22,5	2102,26	2050,51	1831,18	0,98	0,87
PK1939	900	300	18,8	10,0	1800	0,4	22,5	2111,63	2056,19	1837,68	0,97	0,87
PK1940	900	300	18,8	10,0	2900	0,4	22,5	2119,58	2060,56	1842,68	0,97	0,87
PK1941	900	300	18,8	10,0	500	0,4	27	1931,70	1940,59	1804,69	1,00	0,93
PK1942	900	300	18,8	10,0	750	0,4	27	1948,88	1959,52	1825,42	1,01	0,94
PK1943	900	300	18,8	10,0	1200	0,4	27	1962,74	1974,25	1841,56	1,01	0,94
PK1944	900	300	18,8	10,0	1800	0,4	27	1971,00	1982,65	1850,74	1,01	0,94
PK1945	900	300	18,8	10,0	2900	0,4	27	1977,72	1989,12	1857,83	1,01	0,94
PK1946	1200	300	25,0	24,0	500	0,4	24	5471,21	5795,05	5860,23	1,06	1,07
PK1947	1200	300	25,0	24,0	750	0,4	24	5791,06	6003,59	6137,34	1,04	1,06
PK1948	1200	300	25,0	24,0	1200	0,4	24	6095,59	6213,59	6409,80	1,02	1,05
PK1949	1200	300	25,0	24,0	1800	0,4	24	6300,03	6358,49	6595,05	1,01	1,05
PK1950	1200	300	25,0	24,0	2900	0,4	24	6478,59	6485,98	6756,62	1,00	1,04
PK1951	1200	300	25,0	24,0	500	0,4	30	5146,81	5302,48	5572,63	1,03	1,08
PK1952	1200	300	25,0	24,0	750	0,4	30	5470,28	5657,07	5996,06	1,03	1,10
PK1953	1200	300	25,0	24,0	1200	0,4	30	5777,62	6007,92	6412,38	1,04	1,11
PK1954	1200	300	25,0	24,0	1800	0,4	30	5982,68	6145,13	6585,87	1,03	1,10
PK1955	1200	300	25,0	24,0	2900	0,4	30	6160,37	6254,32	6724,74	1,02	1,09
PK1956	1200	300	25,0	24,0	500	0,4	36	5033,19	5065,97	5431,02	1,01	1,08
PK1957	1200	300	25,0	24,0	750	0,4	36	5348,69	5346,56	5767,80	1,00	1,08
PK1958	1200	300	25,0	24,0	1200	0,4	36	5643,61	5625,22	6098,92	1,00	1,08
PK1959	1200	300	25,0	24,0	1800	0,4	36	5837,63	5815,87	6324,06	1,00	1,08
PK1960	1200	300	25,0	24,0	2900	0,4	36	6003,73	5982,76	6520,42	1,00	1,09
PK1961	1200	300	18,8	24,0	500	0,4	24	4521,10	4718,04	4870,71	1,04	1,08
PK1962	1200	300	18,8	24,0	750	0,4	24	4804,20	4932,94	5144,63	1,03	1,07
PK1963	1200	300	18,8	24,0	1200	0,4	24	5073,05	5147,30	5413,69	1,01	1,07
PK1964	1200	300	18,8	24,0	1800	0,4	24	5252,93	5294,31	5596,48	1,01	1,07
PK1965	1200	300	18,8	24,0	2900	0,4	24	5409,52	5423,18	5755,81	1,00	1,06
PK1966	1200	300	18,8	24,0	500	0,4	30	4351,86	4564,24	4874,94	1,05	1,12
PK1967	1200	300	18,8	24,0	750	0,4	30	4630,99	4754,76	5117,42	1,03	1,11
PK1968	1200	300	18,8	24,0	1200	0,4	30	4893,84	4938,87	5348,68	1,01	1,09
PK1969	1200	300	18,8	24,0	1800	0,4	30	5067,70	5065,42	5505,79	1,00	1,09
PK1970	1200	300	18,8	24,0	2900	0,4	30	5217,22	5176,50	5642,73	0,99	1,08
PK1971	1200	300	18,8	24,0	500	0,4	36	4221,52	4273,32	4636,21	1,01	1,10
PK1972	1200	300	18,8	24,0	750	0,4	36	4489,31	4555,51	4969,12	1,01	1,11
PK1973	1200	300	18,8	24,0	1200	0,4	36	4738,03	4834,51	5296,11	1,02	1,12
PK1974	1200	300	18,8	24,0	1800	0,4	36	4900,96	4978,53	5467,43	1,02	1,12

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK1975	1200	300	18,8	24,0	2900	0,4	36	5040,01	5081,54	5591,35	1,01	1,11
PK1976	1200	300	25,0	17,1	500	0,4	24	4049,74	4090,30	3907,82	1,01	0,96
PK1977	1200	300	25,0	17,1	750	0,4	24	4162,47	4211,99	4047,27	1,01	0,97
PK1978	1200	300	25,0	17,1	1200	0,4	24	4258,86	4315,50	4165,67	1,01	0,98
PK1979	1200	300	25,0	17,1	1800	0,4	24	4318,30	4378,29	4237,41	1,01	0,98
PK1980	1200	300	25,0	17,1	2900	0,4	24	4367,28	4428,74	4295,02	1,01	0,98
PK1981	1200	300	25,0	17,1	500	0,4	30	3748,31	3842,55	3851,73	1,03	1,03
PK1982	1200	300	25,0	17,1	750	0,4	30	3860,49	3917,47	3946,44	1,01	1,02
PK1983	1200	300	25,0	17,1	1200	0,4	30	3956,23	3981,65	4026,84	1,01	1,02
PK1984	1200	300	25,0	17,1	1800	0,4	30	4015,05	4020,77	4075,56	1,00	1,02
PK1985	1200	300	25,0	17,1	2900	0,4	30	4063,24	4052,29	4114,69	1,00	1,01
PK1986	1200	300	25,0	17,1	500	0,4	36	3646,14	3632,23	3752,54	1,00	1,03
PK1987	1200	300	25,0	17,1	750	0,4	36	3760,39	3746,64	3886,45	1,00	1,03
PK1988	1200	300	25,0	17,1	1200	0,4	36	3857,67	3844,05	4000,14	1,00	1,04
PK1989	1200	300	25,0	17,1	1800	0,4	36	3917,28	3903,20	4069,04	1,00	1,04
PK1990	1200	300	25,0	17,1	2900	0,4	36	3966,03	3950,75	4124,36	1,00	1,04
PK1991	1200	300	18,8	17,1	500	0,4	24	3261,79	3429,38	3352,68	1,05	1,03
PK1992	1200	300	18,8	17,1	750	0,4	24	3359,45	3550,39	3490,26	1,06	1,04
PK1993	1200	300	18,8	17,1	1200	0,4	24	3442,39	3653,09	3606,99	1,06	1,05
PK1994	1200	300	18,8	17,1	1800	0,4	24	3493,24	3715,31	3677,70	1,06	1,05
PK1995	1200	300	18,8	17,1	2900	0,4	24	3534,92	3765,26	3734,47	1,07	1,06
PK1996	1200	300	18,8	17,1	500	0,4	30	3106,85	3093,92	3163,25	1,00	1,02
PK1997	1200	300	18,8	17,1	750	0,4	30	3203,10	3170,56	3256,69	0,99	1,02
PK1998	1200	300	18,8	17,1	1200	0,4	30	3285,04	3235,94	3335,96	0,99	1,02
PK1999	1200	300	18,8	17,1	1800	0,4	30	3335,33	3275,68	3383,98	0,98	1,01
PK2000	1200	300	18,8	17,1	2900	0,4	30	3376,58	3307,66	3422,53	0,98	1,01
PK2001	1200	300	18,8	17,1	500	0,4	36	3005,75	3057,72	3209,94	1,02	1,07
PK2002	1200	300	18,8	17,1	750	0,4	36	3103,05	3117,12	3284,25	1,00	1,06
PK2003	1200	300	18,8	17,1	1200	0,4	36	3185,14	3167,97	3347,31	0,99	1,05
PK2004	1200	300	18,8	17,1	1800	0,4	36	3235,08	3198,94	3385,50	0,99	1,05
PK2005	1200	300	18,8	17,1	2900	0,4	36	3275,69	3223,89	3416,16	0,98	1,04
PK2006	1200	300	25,0	13,3	500	0,4	24	3200,29	3178,41	2873,97	0,99	0,90
PK2007	1200	300	25,0	13,3	750	0,4	24	3246,87	3209,72	2911,32	0,99	0,90
PK2008	1200	300	25,0	13,3	1200	0,4	24	3285,90	3234,84	2941,16	0,98	0,90
PK2009	1200	300	25,0	13,3	1800	0,4	24	3310,00	3249,45	2958,47	0,98	0,89
PK2010	1200	300	25,0	13,3	2900	0,4	24	3330,29	3260,86	2971,97	0,98	0,89
PK2011	1200	300	25,0	13,3	500	0,4	30	2900,58	3012,89	2873,75	1,04	0,99
PK2012	1200	300	25,0	13,3	750	0,4	30	2945,02	3063,84	2930,82	1,04	1,00
PK2013	1200	300	25,0	13,3	1200	0,4	30	2981,27	3104,57	2976,42	1,04	1,00
PK2014	1200	300	25,0	13,3	1800	0,4	30	3002,89	3128,21	3002,87	1,04	1,00
PK2015	1200	300	25,0	13,3	2900	0,4	30	3020,34	3146,65	3023,50	1,04	1,00
PK2016	1200	300	25,0	13,3	500	0,4	36	2787,93	2786,28	2759,77	1,00	0,99
PK2017	1200	300	25,0	13,3	750	0,4	36	2832,60	2815,34	2795,63	0,99	0,99
PK2018	1200	300	25,0	13,3	1200	0,4	36	2868,95	2838,66	2824,29	0,99	0,98
PK2019	1200	300	25,0	13,3	1800	0,4	36	2890,54	2852,23	2840,91	0,99	0,98
PK2020	1200	300	25,0	13,3	2900	0,4	36	2907,87	2862,83	2853,88	0,98	0,98
PK2021	1200	300	18,8	13,3	500	0,4	24	2514,96	2511,66	2326,58	1,00	0,93

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK2022	1200	300	18,8	13,3	750	0,4	24	2554,49	2543,62	2363,40	1,00	0,93
PK2023	1200	300	18,8	13,3	1200	0,4	24	2587,29	2569,20	2392,80	0,99	0,92
PK2024	1200	300	18,8	13,3	1800	0,4	24	2607,33	2584,05	2409,85	0,99	0,92
PK2025	1200	300	18,8	13,3	2900	0,4	24	2623,98	2595,64	2423,15	0,99	0,92
PK2026	1200	300	18,8	13,3	500	0,4	30	2356,91	2495,85	2434,17	1,06	1,03
PK2027	1200	300	18,8	13,3	750	0,4	30	2394,11	2514,51	2459,17	1,05	1,03
PK2028	1200	300	18,8	13,3	1200	0,4	30	2424,38	2529,54	2479,13	1,04	1,02
PK2029	1200	300	18,8	13,3	1800	0,4	30	2442,43	2538,30	2490,72	1,04	1,02
PK2030	1200	300	18,8	13,3	2900	0,4	30	2457,00	2545,15	2499,75	1,04	1,02
PK2031	1200	300	18,8	13,3	500	0,4	36	2250,93	2212,40	2234,14	0,98	0,99
PK2032	1200	300	18,8	13,3	750	0,4	36	2288,96	2242,12	2269,48	0,98	0,99
PK2033	1200	300	18,8	13,3	1200	0,4	36	2319,92	2265,92	2297,72	0,98	0,99
PK2034	1200	300	18,8	13,3	1800	0,4	36	2338,37	2279,75	2314,10	0,97	0,99
PK2035	1200	300	18,8	13,3	2900	0,4	36	2353,27	2290,54	2326,87	0,97	0,99
PK2036	1200	400	33,3	24,0	500	0,4	24	10786,78	10943,81	10079,45	1,01	0,93
PK2037	1200	400	33,3	24,0	750	0,4	24	11352,11	11485,89	10712,69	1,01	0,94
PK2038	1200	400	33,3	24,0	1200	0,4	24	11888,24	12024,74	11336,11	1,01	0,95
PK2039	1200	400	33,3	24,0	1800	0,4	24	12247,94	12393,54	11760,46	1,01	0,96
PK2040	1200	400	33,3	24,0	2900	0,4	24	12562,93	12716,46	12130,87	1,01	0,97
PK2041	1200	400	33,3	24,0	500	0,4	30	9985,36	10815,64	10492,32	1,08	1,05
PK2042	1200	400	33,3	24,0	750	0,4	30	10540,35	11222,62	11011,85	1,06	1,04
PK2043	1200	400	33,3	24,0	1200	0,4	30	11066,93	11543,26	11435,22	1,04	1,03
PK2044	1200	400	33,3	24,0	1800	0,4	30	11419,60	11766,14	11723,41	1,03	1,03
PK2045	1200	400	33,3	24,0	2900	0,4	30	11727,20	11963,17	11974,96	1,02	1,02
PK2046	1200	400	33,3	24,0	500	0,4	36	9474,66	9630,28	9678,94	1,02	1,02
PK2047	1200	400	33,3	24,0	750	0,4	36	10028,40	10136,58	10287,01	1,01	1,03
PK2048	1200	400	33,3	24,0	1200	0,4	36	10556,89	10640,92	10885,66	1,01	1,03
PK2049	1200	400	33,3	24,0	1800	0,4	36	10911,87	10986,67	11293,15	1,01	1,03
PK2050	1200	400	33,3	24,0	2900	0,4	36	11221,69	11289,76	11648,84	1,01	1,04
PK2051	1200	400	25,0	24,0	500	0,4	24	8777,88	8851,86	8348,88	1,01	0,95
PK2052	1200	400	25,0	24,0	750	0,4	24	9261,97	9396,84	8972,38	1,01	0,97
PK2053	1200	400	25,0	24,0	1200	0,4	24	9719,60	9934,93	9585,40	1,02	0,99
PK2054	1200	400	25,0	24,0	1800	0,4	24	10024,94	10301,55	10002,22	1,03	1,00
PK2055	1200	400	25,0	24,0	2900	0,4	24	10290,77	10621,61	10365,75	1,03	1,01
PK2056	1200	400	25,0	24,0	500	0,4	30	8140,37	8507,43	8432,02	1,05	1,04
PK2057	1200	400	25,0	24,0	750	0,4	30	8625,14	8838,82	8855,45	1,02	1,03
PK2058	1200	400	25,0	24,0	1200	0,4	30	9082,02	9171,49	9271,77	1,01	1,02
PK2059	1200	400	25,0	24,0	1800	0,4	30	9386,11	9400,58	9554,83	1,00	1,02
PK2060	1200	400	25,0	24,0	2900	0,4	30	9650,08	9601,92	9801,71	1,00	1,02
PK2061	1200	400	25,0	24,0	500	0,4	36	7825,17	7832,69	8017,13	1,00	1,02
PK2062	1200	400	25,0	24,0	750	0,4	36	8305,17	8343,08	8615,86	1,00	1,04
PK2063	1200	400	25,0	24,0	1200	0,4	36	8759,00	8848,28	9204,52	1,01	1,05
PK2064	1200	400	25,0	24,0	1800	0,4	36	9060,73	9193,16	9604,77	1,01	1,06
PK2065	1200	400	25,0	24,0	2900	0,4	36	9321,69	9494,66	9953,86	1,02	1,07
PK2066	1200	400	33,3	17,1	500	0,4	24	8369,59	8874,91	7683,30	1,06	0,92
PK2067	1200	400	33,3	17,1	750	0,4	24	8571,91	8984,21	7825,32	1,05	0,91
PK2068	1200	400	33,3	17,1	1200	0,4	24	8747,56	9078,59	7945,98	1,04	0,91

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK2069	1200	400	33,3	17,1	1800	0,4	24	8858,92	9136,41	8019,14	1,03	0,91
PK2070	1200	400	33,3	17,1	2900	0,4	24	8954,34	9183,15	8077,90	1,03	0,90
PK2071	1200	400	33,3	17,1	500	0,4	30	7591,87	7678,82	7026,24	1,01	0,93
PK2072	1200	400	33,3	17,1	750	0,4	30	7787,96	7869,37	7243,24	1,01	0,93
PK2073	1200	400	33,3	17,1	1200	0,4	30	7956,62	8031,91	7427,61	1,01	0,93
PK2074	1200	400	33,3	17,1	1800	0,4	30	8061,25	8130,70	7539,40	1,01	0,94
PK2075	1200	400	33,3	17,1	2900	0,4	30	8148,02	8210,18	7629,20	1,01	0,94
PK2076	1200	400	33,3	17,1	500	0,4	36	7108,78	7719,03	7364,75	1,09	1,04
PK2077	1200	400	33,3	17,1	750	0,4	36	7302,68	7833,32	7514,38	1,07	1,03
PK2078	1200	400	33,3	17,1	1200	0,4	36	7468,46	7920,15	7630,24	1,06	1,02
PK2079	1200	400	33,3	17,1	1800	0,4	36	7570,36	7973,41	7700,49	1,05	1,02
PK2080	1200	400	33,3	17,1	2900	0,4	36	7653,79	8016,49	7756,92	1,05	1,01
PK2081	1200	400	25,0	17,1	500	0,4	24	6643,08	6732,49	5971,17	1,01	0,90
PK2082	1200	400	25,0	17,1	750	0,4	24	6809,13	6848,27	6110,62	1,01	0,90
PK2083	1200	400	25,0	17,1	1200	0,4	24	6952,89	6947,45	6229,02	1,00	0,90
PK2084	1200	400	25,0	17,1	1800	0,4	24	7043,44	7007,90	6300,76	0,99	0,89
PK2085	1200	400	25,0	17,1	2900	0,4	24	7120,31	7056,61	6358,37	0,99	0,89
PK2086	1200	400	25,0	17,1	500	0,4	30	6021,41	6110,77	5723,42	1,01	0,95
PK2087	1200	400	25,0	17,1	750	0,4	30	6190,20	6302,08	5936,51	1,02	0,96
PK2088	1200	400	25,0	17,1	1200	0,4	30	6333,97	6464,70	6117,42	1,02	0,97
PK2089	1200	400	25,0	17,1	1800	0,4	30	6422,47	6563,32	6227,05	1,02	0,97
PK2090	1200	400	25,0	17,1	2900	0,4	30	6495,42	6642,55	6315,08	1,02	0,97
PK2091	1200	400	25,0	17,1	500	0,4	36	5741,20	5883,30	5733,90	1,02	1,00
PK2092	1200	400	25,0	17,1	750	0,4	36	5904,78	5989,93	5867,81	1,01	0,99
PK2093	1200	400	25,0	17,1	1200	0,4	36	6043,88	6081,39	5981,50	1,01	0,99
PK2094	1200	400	25,0	17,1	1800	0,4	36	6129,19	6137,18	6050,40	1,00	0,99
PK2095	1200	400	25,0	17,1	2900	0,4	36	6199,14	6182,16	6105,72	1,00	0,98
PK2096	1200	400	33,3	13,3	500	0,4	30	6067,81	6343,11	5489,76	1,05	0,90
PK2097	1200	400	33,3	13,3	750	0,4	30	6144,92	6390,20	5547,94	1,04	0,90
PK2098	1200	400	33,3	13,3	1200	0,4	30	6210,17	6428,11	5594,45	1,04	0,90
PK2099	1200	400	33,3	13,3	1800	0,4	30	6251,02	6450,20	5621,44	1,03	0,90
PK2100	1200	400	33,3	13,3	2900	0,4	30	6286,01	6467,48	5642,49	1,03	0,90
PK2101	1200	400	33,3	13,3	500	0,4	36	5611,27	5786,10	5237,73	1,03	0,93
PK2102	1200	400	33,3	13,3	750	0,4	36	5687,92	5859,14	5320,01	1,03	0,94
PK2103	1200	400	33,3	13,3	1200	0,4	36	5750,88	5917,66	5385,77	1,03	0,94
PK2104	1200	400	33,3	13,3	1800	0,4	36	5788,73	5951,66	5423,93	1,03	0,94
PK2105	1200	400	33,3	13,3	2900	0,4	36	5819,56	5978,21	5453,70	1,03	0,94
PK2106	1200	400	25,0	13,3	500	0,4	24	5330,67	5888,20	4937,32	1,10	0,93
PK2107	1200	400	25,0	13,3	750	0,4	24	5400,13	5914,39	4974,67	1,10	0,92
PK2108	1200	400	25,0	13,3	1200	0,4	24	5461,56	5935,61	5004,51	1,09	0,92
PK2109	1200	400	25,0	13,3	1800	0,4	24	5502,28	5948,02	5021,82	1,08	0,91
PK2110	1200	400	25,0	13,3	2900	0,4	24	5539,40	5957,76	5035,32	1,08	0,91
PK2111	1200	400	25,0	13,3	500	0,4	30	4722,08	4740,92	4203,01	1,00	0,89
PK2112	1200	400	25,0	13,3	750	0,4	30	4789,29	4790,39	4260,08	1,00	0,89
PK2113	1200	400	25,0	13,3	1200	0,4	30	4845,54	4830,05	4305,68	1,00	0,89
PK2114	1200	400	25,0	13,3	1800	0,4	30	4880,30	4853,11	4332,13	0,99	0,89
PK2115	1200	400	25,0	13,3	2900	0,4	30	4909,65	4871,12	4352,76	0,99	0,89

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK2116	1200	400	25,0	13,3	500	0,4	36	4451,01	4502,15	4170,67	1,01	0,94
PK2117	1200	400	25,0	13,3	750	0,4	36	4515,15	4575,78	4251,36	1,01	0,94
PK2118	1200	400	25,0	13,3	1200	0,4	36	4567,60	4634,64	4315,83	1,01	0,94
PK2119	1200	400	25,0	13,3	1800	0,4	36	4599,08	4668,80	4353,24	1,02	0,95
PK2120	1200	400	25,0	13,3	2900	0,4	36	4624,71	4695,46	4382,41	1,02	0,95
PK2121	300	75	6,3	6,0	500	0,3	6	106,37	103,73	108,58	0,98	1,02
PK2122	300	75	6,3	6,0	750	0,3	6	106,99	104,23	109,20	0,97	1,02
PK2123	300	75	6,3	6,0	1200	0,3	6	107,47	104,61	109,67	0,97	1,02
PK2124	300	75	6,3	6,0	1800	0,3	6	107,74	104,82	109,94	0,97	1,02
PK2125	300	75	6,3	6,0	2900	0,3	6	107,95	104,99	110,15	0,97	1,02
PK2126	300	75	6,3	6,0	500	0,3	7,5	99,05	99,77	107,66	1,01	1,09
PK2127	300	75	6,3	6,0	750	0,3	7,5	99,71	100,20	108,19	1,00	1,09
PK2128	300	75	6,3	6,0	1200	0,3	7,5	100,23	100,53	108,60	1,00	1,08
PK2129	300	75	6,3	6,0	1800	0,3	7,5	100,53	100,71	108,83	1,00	1,08
PK2130	300	75	6,3	6,0	2900	0,3	7,5	100,76	100,85	109,01	1,00	1,08
PK2131	300	75	6,3	6,0	500	0,3	9	96,80	96,60	105,54	1,00	1,09
PK2132	300	75	6,3	6,0	750	0,3	9	97,47	97,24	106,29	1,00	1,09
PK2133	300	75	6,3	6,0	1200	0,3	9	98,00	97,73	106,87	1,00	1,09
PK2134	300	75	6,3	6,0	1800	0,3	9	98,30	98,01	107,19	1,00	1,09
PK2135	300	75	6,3	6,0	2900	0,3	9	98,54	98,23	107,44	1,00	1,09
PK2136	300	75	4,7	6,0	500	0,3	6	89,00	87,14	92,90	0,98	1,04
PK2137	300	75	4,7	6,0	750	0,3	6	89,54	87,64	93,51	0,98	1,04
PK2138	300	75	4,7	6,0	1200	0,3	6	89,96	88,02	93,98	0,98	1,04
PK2139	300	75	4,7	6,0	1800	0,3	6	90,19	88,24	94,24	0,98	1,04
PK2140	300	75	4,7	6,0	2900	0,3	6	90,38	88,41	94,44	0,98	1,05
PK2141	300	75	4,7	6,0	500	0,3	7,5	83,21	82,96	90,71	1,00	1,09
PK2142	300	75	4,7	6,0	750	0,3	7,5	83,79	83,39	91,24	1,00	1,09
PK2143	300	75	4,7	6,0	1200	0,3	7,5	84,24	83,72	91,64	0,99	1,09
PK2144	300	75	4,7	6,0	1800	0,3	7,5	84,50	83,91	91,87	0,99	1,09
PK2145	300	75	4,7	6,0	2900	0,3	7,5	84,71	84,05	92,04	0,99	1,09
PK2146	300	75	4,7	6,0	500	0,3	9	81,27	81,33	89,67	1,00	1,10
PK2147	300	75	4,7	6,0	750	0,3	9	81,85	81,72	90,14	1,00	1,10
PK2148	300	75	4,7	6,0	1200	0,3	9	82,30	82,03	90,51	1,00	1,10
PK2149	300	75	4,7	6,0	1800	0,3	9	82,56	82,20	90,71	1,00	1,10
PK2150	300	75	4,7	6,0	2900	0,3	9	82,75	82,33	90,87	0,99	1,10
PK2151	300	75	6,3	4,3	500	0,3	6	74,09	70,07	68,10	0,95	0,92
PK2152	300	75	6,3	4,3	750	0,3	6	74,32	70,24	68,29	0,95	0,92
PK2153	300	75	6,3	4,3	1200	0,3	6	74,51	70,36	68,44	0,94	0,92
PK2154	300	75	6,3	4,3	1800	0,3	6	74,63	70,44	68,52	0,94	0,92
PK2155	300	75	6,3	4,3	2900	0,3	6	74,72	70,49	68,58	0,94	0,92
PK2156	300	75	6,3	4,3	500	0,3	7,5	65,63	63,86	64,96	0,97	0,99
PK2157	300	75	6,3	4,3	750	0,3	7,5	65,77	63,97	65,09	0,97	0,99
PK2158	300	75	6,3	4,3	1200	0,3	7,5	65,88	64,05	65,19	0,97	0,99
PK2159	300	75	6,3	4,3	1800	0,3	7,5	65,95	64,09	65,25	0,97	0,99
PK2160	300	75	6,3	4,3	2900	0,3	7,5	65,99	64,13	65,29	0,97	0,99
PK2161	300	75	6,3	4,3	500	0,3	9	62,65	62,55	65,39	1,00	1,04
PK2162	300	75	6,3	4,3	750	0,3	9	62,80	62,71	65,58	1,00	1,04

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK2163	300	75	6,3	4,3	1200	0,3	9	62,92	62,83	65,72	1,00	1,04
PK2164	300	75	6,3	4,3	1800	0,3	9	62,98	62,90	65,80	1,00	1,04
PK2165	300	75	6,3	4,3	2900	0,3	9	63,04	62,95	65,86	1,00	1,04
PK2166	300	75	4,7	4,3	500	0,3	6	60,02	59,69	59,32	0,99	0,99
PK2167	300	75	4,7	4,3	750	0,3	6	60,17	59,86	59,52	0,99	0,99
PK2168	300	75	4,7	4,3	1200	0,3	6	60,29	59,98	59,66	0,99	0,99
PK2169	300	75	4,7	4,3	1800	0,3	6	60,36	60,05	59,74	0,99	0,99
PK2170	300	75	4,7	4,3	2900	0,3	6	60,41	60,11	59,80	0,99	0,99
PK2171	300	75	4,7	4,3	500	0,3	7,5	53,36	52,23	54,14	0,98	1,01
PK2172	300	75	4,7	4,3	750	0,3	7,5	53,48	52,34	54,27	0,98	1,01
PK2173	300	75	4,7	4,3	1200	0,3	7,5	53,57	52,42	54,37	0,98	1,01
PK2174	300	75	4,7	4,3	1800	0,3	7,5	53,63	52,47	54,42	0,98	1,01
PK2175	300	75	4,7	4,3	2900	0,3	7,5	53,67	52,50	54,46	0,98	1,01
PK2176	300	75	4,7	4,3	500	0,3	9	51,03	50,80	53,90	1,00	1,06
PK2177	300	75	4,7	4,3	750	0,3	9	51,16	50,89	54,01	0,99	1,06
PK2178	300	75	4,7	4,3	1200	0,3	9	51,27	50,95	54,08	0,99	1,05
PK2179	300	75	4,7	4,3	1800	0,3	9	51,33	50,99	54,13	0,99	1,05
PK2180	300	75	4,7	4,3	2900	0,3	9	51,37	51,01	54,16	0,99	1,05
PK2181	300	75	6,3	3,3	500	0,3	6	57,68	51,14	46,66	0,89	0,81
PK2182	300	75	6,3	3,3	750	0,3	6	57,89	51,18	46,71	0,88	0,81
PK2183	300	75	6,3	3,3	1200	0,3	6	58,07	51,21	46,74	0,88	0,80
PK2184	300	75	6,3	3,3	1800	0,3	6	58,19	51,22	46,76	0,88	0,80
PK2185	300	75	6,3	3,3	2900	0,3	6	58,28	51,23	46,77	0,88	0,80
PK2186	300	75	6,3	3,3	500	0,3	7,5	50,52	49,47	47,59	0,98	0,94
PK2187	300	75	6,3	3,3	750	0,3	7,5	50,60	49,53	47,65	0,98	0,94
PK2188	300	75	6,3	3,3	1200	0,3	7,5	50,67	49,58	47,70	0,98	0,94
PK2189	300	75	6,3	3,3	1800	0,3	7,5	50,71	49,60	47,73	0,98	0,94
PK2190	300	75	6,3	3,3	2900	0,3	7,5	50,74	49,62	47,75	0,98	0,94
PK2191	300	75	6,3	3,3	500	0,3	9	46,77	44,91	44,81	0,96	0,96
PK2192	300	75	6,3	3,3	750	0,3	9	46,82	44,94	44,85	0,96	0,96
PK2193	300	75	6,3	3,3	1200	0,3	9	46,86	44,97	44,88	0,96	0,96
PK2194	300	75	6,3	3,3	1800	0,3	9	46,88	44,98	44,90	0,96	0,96
PK2195	300	75	6,3	3,3	2900	0,3	9	46,90	44,99	44,91	0,96	0,96
PK2196	300	75	4,7	3,3	500	0,3	6	46,27	40,75	38,08	0,88	0,82
PK2197	300	75	4,7	3,3	750	0,3	6	46,40	40,79	38,13	0,88	0,82
PK2198	300	75	4,7	3,3	1200	0,3	6	46,51	40,82	38,16	0,88	0,82
PK2199	300	75	4,7	3,3	1800	0,3	6	46,58	40,83	38,18	0,88	0,82
PK2200	300	75	4,7	3,3	2900	0,3	6	46,63	40,84	38,19	0,88	0,82
PK2201	300	75	4,7	3,3	500	0,3	7,5	40,01	39,88	39,21	1,00	0,98
PK2202	300	75	4,7	3,3	750	0,3	7,5	40,06	39,90	39,24	1,00	0,98
PK2203	300	75	4,7	3,3	1200	0,3	7,5	40,11	39,92	39,26	1,00	0,98
PK2204	300	75	4,7	3,3	1800	0,3	7,5	40,13	39,93	39,27	1,00	0,98
PK2205	300	75	4,7	3,3	2900	0,3	7,5	40,15	39,94	39,28	0,99	0,98
PK2206	300	75	4,7	3,3	500	0,3	9	37,02	35,97	36,57	0,97	0,99
PK2207	300	75	4,7	3,3	750	0,3	9	37,06	36,00	36,61	0,97	0,99
PK2208	300	75	4,7	3,3	1200	0,3	9	37,09	36,03	36,64	0,97	0,99
PK2209	300	75	4,7	3,3	1800	0,3	9	37,10	36,05	36,66	0,97	0,99

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK2210	300	75	4,7	3,3	2900	0,3	9	37,12	36,06	36,67	0,97	0,99
PK2211	300	100	8,3	6,0	500	0,3	6	218,22	204,72	196,44	0,94	0,90
PK2212	300	100	8,3	6,0	750	0,3	6	219,76	205,97	197,86	0,94	0,90
PK2213	300	100	8,3	6,0	1200	0,3	6	221,03	206,92	198,96	0,94	0,90
PK2214	300	100	8,3	6,0	1800	0,3	6	221,80	207,46	199,57	0,94	0,90
PK2215	300	100	8,3	6,0	2900	0,3	6	222,44	207,88	200,05	0,93	0,90
PK2216	300	100	8,3	6,0	500	0,3	7,5	192,32	190,63	191,79	0,99	1,00
PK2217	300	100	8,3	6,0	750	0,3	7,5	193,40	191,40	192,76	0,99	1,00
PK2218	300	100	8,3	6,0	1200	0,3	7,5	194,24	191,99	193,50	0,99	1,00
PK2219	300	100	8,3	6,0	1800	0,3	7,5	194,72	192,33	193,92	0,99	1,00
PK2220	300	100	8,3	6,0	2900	0,3	7,5	195,09	192,59	194,24	0,99	1,00
PK2221	300	100	8,3	6,0	500	0,3	9	181,40	182,07	188,64	1,00	1,04
PK2222	300	100	8,3	6,0	750	0,3	9	182,49	183,24	190,00	1,00	1,04
PK2223	300	100	8,3	6,0	1200	0,3	9	183,34	184,14	191,05	1,00	1,04
PK2224	300	100	8,3	6,0	1800	0,3	9	183,82	184,64	191,64	1,00	1,04
PK2225	300	100	8,3	6,0	2900	0,3	9	184,20	185,03	192,10	1,00	1,04
PK2226	300	100	6,3	6,0	500	0,3	6	174,92	171,92	168,73	0,98	0,96
PK2227	300	100	6,3	6,0	750	0,3	6	176,03	173,15	170,12	0,98	0,97
PK2228	300	100	6,3	6,0	1200	0,3	6	176,92	174,09	171,19	0,98	0,97
PK2229	300	100	6,3	6,0	1800	0,3	6	177,44	174,63	171,80	0,98	0,97
PK2230	300	100	6,3	6,0	2900	0,3	6	177,86	175,03	172,26	0,98	0,97
PK2231	300	100	6,3	6,0	500	0,3	7,5	155,64	153,80	157,75	0,99	1,01
PK2232	300	100	6,3	6,0	750	0,3	7,5	156,54	154,58	158,69	0,99	1,01
PK2233	300	100	6,3	6,0	1200	0,3	7,5	157,22	155,18	159,42	0,99	1,01
PK2234	300	100	6,3	6,0	1800	0,3	7,5	157,61	155,52	159,83	0,99	1,01
PK2235	300	100	6,3	6,0	2900	0,3	7,5	157,92	155,78	160,14	0,99	1,01
PK2236	300	100	6,3	6,0	500	0,3	9	148,40	151,40	159,32	1,02	1,07
PK2237	300	100	6,3	6,0	750	0,3	9	149,34	152,01	160,07	1,02	1,07
PK2238	300	100	6,3	6,0	1200	0,3	9	150,08	152,47	160,65	1,02	1,07
PK2239	300	100	6,3	6,0	1800	0,3	9	150,50	152,74	160,98	1,01	1,07
PK2240	300	100	6,3	6,0	2900	0,3	9	150,83	152,94	161,23	1,01	1,07
PK2241	300	100	8,3	4,3	500	0,3	6	154,49	144,29	127,23	0,93	0,82
PK2242	300	100	8,3	4,3	750	0,3	6	155,49	144,45	127,42	0,93	0,82
PK2243	300	100	8,3	4,3	1200	0,3	6	156,39	144,57	127,57	0,92	0,82
PK2244	300	100	8,3	4,3	1800	0,3	6	157,00	144,64	127,66	0,92	0,81
PK2245	300	100	8,3	4,3	2900	0,3	6	157,53	144,69	127,72	0,92	0,81
PK2246	300	100	8,3	4,3	500	0,3	7,5	137,43	129,65	120,75	0,94	0,88
PK2247	300	100	8,3	4,3	750	0,3	7,5	137,94	129,92	121,05	0,94	0,88
PK2248	300	100	8,3	4,3	1200	0,3	7,5	138,37	130,12	121,28	0,94	0,88
PK2249	300	100	8,3	4,3	1800	0,3	7,5	138,64	130,23	121,41	0,94	0,88
PK2250	300	100	8,3	4,3	2900	0,3	7,5	138,88	130,32	121,50	0,94	0,87
PK2251	300	100	8,3	4,3	500	0,3	9	126,05	126,00	122,17	1,00	0,97
PK2252	300	100	8,3	4,3	750	0,3	9	126,34	126,15	122,36	1,00	0,97
PK2253	300	100	8,3	4,3	1200	0,3	9	126,57	126,26	122,50	1,00	0,97
PK2254	300	100	8,3	4,3	1800	0,3	9	126,71	126,32	122,58	1,00	0,97
PK2255	300	100	8,3	4,3	2900	0,3	9	126,82	126,37	122,65	1,00	0,97
PK2256	300	100	6,3	4,3	500	0,3	6	123,35	111,10	100,34	0,90	0,81

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK2257	300	100	6,3	4,3	750	0,3	6	124,09	111,26	100,53	0,90	0,81
PK2258	300	100	6,3	4,3	1200	0,3	6	124,74	111,39	100,68	0,89	0,81
PK2259	300	100	6,3	4,3	1800	0,3	6	125,15	111,46	100,76	0,89	0,81
PK2260	300	100	6,3	4,3	2900	0,3	6	125,50	111,51	100,82	0,89	0,80
PK2261	300	100	6,3	4,3	500	0,3	7,5	108,33	105,15	100,18	0,97	0,92
PK2262	300	100	6,3	4,3	750	0,3	7,5	108,67	105,42	100,48	0,97	0,92
PK2263	300	100	6,3	4,3	1200	0,3	7,5	108,95	105,62	100,70	0,97	0,92
PK2264	300	100	6,3	4,3	1800	0,3	7,5	109,11	105,73	100,83	0,97	0,92
PK2265	300	100	6,3	4,3	2900	0,3	7,5	109,25	105,82	100,92	0,97	0,92
PK2266	300	100	6,3	4,3	500	0,3	9	99,44	97,37	96,35	0,98	0,97
PK2267	300	100	6,3	4,3	750	0,3	9	99,66	97,52	96,54	0,98	0,97
PK2268	300	100	6,3	4,3	1200	0,3	9	99,82	97,64	96,68	0,98	0,97
PK2269	300	100	6,3	4,3	1800	0,3	9	99,92	97,70	96,76	0,98	0,97
PK2270	300	100	6,3	4,3	2900	0,3	9	99,99	97,75	96,82	0,98	0,97
PK2271	300	100	8,3	3,3	500	0,3	7,5	103,36	101,34	88,52	0,98	0,86
PK2272	300	100	8,3	3,3	750	0,3	7,5	103,74	101,40	88,58	0,98	0,85
PK2273	300	100	8,3	3,3	1200	0,3	7,5	104,09	101,44	88,63	0,97	0,85
PK2274	300	100	8,3	3,3	1800	0,3	7,5	104,32	101,47	88,66	0,97	0,85
PK2275	300	100	8,3	3,3	2900	0,3	7,5	104,52	101,48	88,68	0,97	0,85
PK2276	300	100	8,3	3,3	500	0,3	9	98,31	93,85	85,71	0,95	0,87
PK2277	300	100	8,3	3,3	750	0,3	9	98,53	93,94	85,81	0,95	0,87
PK2278	300	100	8,3	3,3	1200	0,3	9	98,73	94,00	85,88	0,95	0,87
PK2279	300	100	8,3	3,3	1800	0,3	9	98,85	94,04	85,92	0,95	0,87
PK2280	300	100	8,3	3,3	2900	0,3	9	98,96	94,07	85,95	0,95	0,87
PK2281	300	100	6,3	3,3	500	0,3	6	86,48	93,25	78,90	1,08	0,91
PK2282	300	100	6,3	3,3	750	0,3	6	86,80	93,29	78,95	1,07	0,91
PK2283	300	100	6,3	3,3	1200	0,3	6	87,09	93,31	78,98	1,07	0,91
PK2284	300	100	6,3	3,3	1800	0,3	6	87,27	93,32	79,00	1,07	0,91
PK2285	300	100	6,3	3,3	2900	0,3	6	87,42	93,33	79,01	1,07	0,90
PK2286	300	100	6,3	3,3	500	0,3	7,5	83,62	76,41	68,36	0,91	0,82
PK2287	300	100	6,3	3,3	750	0,3	7,5	83,93	76,47	68,42	0,91	0,82
PK2288	300	100	6,3	3,3	1200	0,3	7,5	84,19	76,51	68,47	0,91	0,81
PK2289	300	100	6,3	3,3	1800	0,3	7,5	84,36	76,54	68,50	0,91	0,81
PK2290	300	100	6,3	3,3	2900	0,3	7,5	84,50	76,56	68,52	0,91	0,81
PK2291	300	100	6,3	3,3	500	0,3	9	76,82	73,81	68,96	0,96	0,90
PK2292	300	100	6,3	3,3	750	0,3	9	76,97	73,90	69,06	0,96	0,90
PK2293	300	100	6,3	3,3	1200	0,3	9	77,09	73,96	69,13	0,96	0,90
PK2294	300	100	6,3	3,3	1800	0,3	9	77,16	74,00	69,17	0,96	0,90
PK2295	300	100	6,3	3,3	2900	0,3	9	77,22	74,03	69,20	0,96	0,90
PK2296	600	150	12,5	12,0	500	0,3	12	815,11	798,81	829,46	0,98	1,02
PK2297	600	150	12,5	12,0	750	0,3	12	831,30	811,68	845,75	0,98	1,02
PK2298	600	150	12,5	12,0	1200	0,3	12	844,53	822,29	859,11	0,97	1,02
PK2299	600	150	12,5	12,0	1800	0,3	12	852,36	828,57	867,00	0,97	1,02
PK2300	600	150	12,5	12,0	2900	0,3	12	858,57	833,55	873,24	0,97	1,02
PK2301	600	150	12,5	12,0	500	0,3	15	759,10	771,56	827,60	1,02	1,09
PK2302	600	150	12,5	12,0	750	0,3	15	775,98	782,59	841,60	1,01	1,08
PK2303	600	150	12,5	12,0	1200	0,3	15	789,89	791,69	853,08	1,00	1,08

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK2304	600	150	12,5	12,0	1800	0,3	15	798,20	797,08	859,87	1,00	1,08
PK2305	600	150	12,5	12,0	2900	0,3	15	804,86	801,35	865,22	1,00	1,08
PK2306	600	150	12,5	12,0	500	0,3	18	728,58	732,23	796,69	1,00	1,09
PK2307	600	150	12,5	12,0	750	0,3	18	745,77	749,06	816,48	1,00	1,09
PK2308	600	150	12,5	12,0	1200	0,3	18	759,91	762,90	832,72	1,00	1,10
PK2309	600	150	12,5	12,0	1800	0,3	18	768,36	771,08	842,31	1,00	1,10
PK2310	600	150	12,5	12,0	2900	0,3	18	775,12	777,55	849,88	1,00	1,10
PK2311	600	150	9,4	12,0	500	0,3	12	672,67	665,84	704,57	0,99	1,05
PK2312	600	150	9,4	12,0	750	0,3	12	686,67	678,84	720,64	0,99	1,05
PK2313	600	150	9,4	12,0	1200	0,3	12	698,14	689,53	733,80	0,99	1,05
PK2314	600	150	9,4	12,0	1800	0,3	12	704,93	695,86	741,58	0,99	1,05
PK2315	600	150	9,4	12,0	2900	0,3	12	710,33	700,86	747,72	0,99	1,05
PK2316	600	150	9,4	12,0	500	0,3	15	634,63	636,66	692,53	1,00	1,09
PK2317	600	150	9,4	12,0	750	0,3	15	649,47	647,87	706,34	1,00	1,09
PK2318	600	150	9,4	12,0	1200	0,3	15	661,70	657,10	717,65	0,99	1,08
PK2319	600	150	9,4	12,0	1800	0,3	15	669,01	662,56	724,34	0,99	1,08
PK2320	600	150	9,4	12,0	2900	0,3	15	674,86	666,88	729,61	0,99	1,08
PK2321	600	150	9,4	12,0	500	0,3	18	623,61	625,55	687,33	1,00	1,10
PK2322	600	150	9,4	12,0	750	0,3	18	638,19	635,95	699,82	1,00	1,10
PK2323	600	150	9,4	12,0	1200	0,3	18	650,13	644,50	710,06	0,99	1,09
PK2324	600	150	9,4	12,0	1800	0,3	18	657,23	649,56	716,11	0,99	1,09
PK2325	600	150	9,4	12,0	2900	0,3	18	662,90	653,56	720,88	0,99	1,09
PK2326	600	150	12,5	8,6	500	0,3	12	581,97	548,92	531,54	0,94	0,91
PK2327	600	150	12,5	8,6	750	0,3	12	587,42	553,95	537,28	0,94	0,91
PK2328	600	150	12,5	8,6	1200	0,3	12	591,89	557,85	541,74	0,94	0,92
PK2329	600	150	12,5	8,6	1800	0,3	12	594,62	560,07	544,28	0,94	0,92
PK2330	600	150	12,5	8,6	2900	0,3	12	596,89	561,79	546,23	0,94	0,92
PK2331	600	150	12,5	8,6	500	0,3	15	520,13	503,62	510,71	0,97	0,98
PK2332	600	150	12,5	8,6	750	0,3	15	524,36	506,76	514,61	0,97	0,98
PK2333	600	150	12,5	8,6	1200	0,3	15	527,67	509,20	517,64	0,97	0,98
PK2334	600	150	12,5	8,6	1800	0,3	15	529,57	510,60	519,36	0,96	0,98
PK2335	600	150	12,5	8,6	2900	0,3	15	531,04	511,67	520,69	0,96	0,98
PK2336	600	150	12,5	8,6	500	0,3	18	486,45	489,44	510,42	1,01	1,05
PK2337	600	150	12,5	8,6	750	0,3	18	490,78	494,18	515,93	1,01	1,05
PK2338	600	150	12,5	8,6	1200	0,3	18	494,18	497,86	520,21	1,01	1,05
PK2339	600	150	12,5	8,6	1800	0,3	18	496,14	499,95	522,65	1,01	1,05
PK2340	600	150	12,5	8,6	2900	0,3	18	497,67	501,57	524,52	1,01	1,05
PK2341	600	150	9,4	8,6	500	0,3	12	467,16	466,03	461,55	1,00	0,99
PK2342	600	150	9,4	8,6	750	0,3	12	471,23	471,01	467,21	1,00	0,99
PK2343	600	150	9,4	8,6	1200	0,3	12	474,49	474,87	471,60	1,00	0,99
PK2344	600	150	9,4	8,6	1800	0,3	12	476,41	477,07	474,10	1,00	1,00
PK2345	600	150	9,4	8,6	2900	0,3	12	477,96	478,76	476,02	1,00	1,00
PK2346	600	150	9,4	8,6	500	0,3	15	422,11	410,49	424,25	0,97	1,01
PK2347	600	150	9,4	8,6	750	0,3	15	425,66	413,68	428,09	0,97	1,01
PK2348	600	150	9,4	8,6	1200	0,3	15	428,44	416,16	431,07	0,97	1,01
PK2349	600	150	9,4	8,6	1800	0,3	15	430,02	417,57	432,77	0,97	1,01
PK2350	600	150	9,4	8,6	2900	0,3	15	431,25	418,65	434,07	0,97	1,01

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK2351	600	150	9,4	8,6	500	0,3	18	408,53	400,67	424,18	0,98	1,04
PK2352	600	150	9,4	8,6	750	0,3	18	412,26	403,16	427,23	0,98	1,04
PK2353	600	150	9,4	8,6	1200	0,3	18	415,21	405,10	429,61	0,98	1,03
PK2354	600	150	9,4	8,6	1800	0,3	18	416,93	406,20	430,96	0,97	1,03
PK2355	600	150	9,4	8,6	2900	0,3	18	418,28	407,05	432,00	0,97	1,03
PK2356	600	150	12,5	6,7	500	0,3	12	454,29	406,55	370,25	0,89	0,82
PK2357	600	150	12,5	6,7	750	0,3	12	457,97	407,69	371,59	0,89	0,81
PK2358	600	150	12,5	6,7	1200	0,3	12	461,29	408,55	372,61	0,89	0,81
PK2359	600	150	12,5	6,7	1800	0,3	12	463,52	409,04	373,19	0,88	0,81
PK2360	600	150	12,5	6,7	2900	0,3	12	465,53	409,41	373,62	0,88	0,80
PK2361	600	150	12,5	6,7	500	0,3	15	402,27	391,63	376,03	0,97	0,93
PK2362	600	150	12,5	6,7	750	0,3	15	404,24	393,46	378,08	0,97	0,94
PK2363	600	150	12,5	6,7	1200	0,3	15	405,86	394,85	379,64	0,97	0,94
PK2364	600	150	12,5	6,7	1800	0,3	15	406,85	395,64	380,52	0,97	0,94
PK2365	600	150	12,5	6,7	2900	0,3	15	407,67	396,24	381,19	0,97	0,94
PK2366	600	150	12,5	6,7	500	0,3	18	366,53	356,87	355,54	0,97	0,97
PK2367	600	150	12,5	6,7	750	0,3	18	368,00	357,93	356,82	0,97	0,97
PK2368	600	150	12,5	6,7	1200	0,3	18	369,14	358,73	357,81	0,97	0,97
PK2369	600	150	12,5	6,7	1800	0,3	18	369,80	359,18	358,36	0,97	0,97
PK2370	600	150	12,5	6,7	2900	0,3	18	370,30	359,53	358,78	0,97	0,97
PK2371	600	150	9,4	6,7	500	0,3	12	360,68	323,38	301,67	0,90	0,84
PK2372	600	150	9,4	6,7	750	0,3	12	363,32	324,54	302,99	0,89	0,83
PK2373	600	150	9,4	6,7	1200	0,3	12	365,64	325,41	303,99	0,89	0,83
PK2374	600	150	9,4	6,7	1800	0,3	12	367,14	325,91	304,56	0,89	0,83
PK2375	600	150	9,4	6,7	2900	0,3	12	368,45	326,28	304,99	0,89	0,83
PK2376	600	150	9,4	6,7	500	0,3	15	319,52	317,51	311,63	0,99	0,98
PK2377	600	150	9,4	6,7	750	0,3	15	320,91	318,19	312,53	0,99	0,97
PK2378	600	150	9,4	6,7	1200	0,3	15	322,02	318,71	313,21	0,99	0,97
PK2379	600	150	9,4	6,7	1800	0,3	15	322,67	319,00	313,60	0,99	0,97
PK2380	600	150	9,4	6,7	2900	0,3	15	323,20	319,23	313,89	0,99	0,97
PK2381	600	150	9,4	6,7	500	0,3	18	300,95	285,32	289,68	0,95	0,96
PK2382	600	150	9,4	6,7	750	0,3	18	302,13	286,39	290,95	0,95	0,96
PK2383	600	150	9,4	6,7	1200	0,3	18	303,04	287,21	291,91	0,95	0,96
PK2384	600	150	9,4	6,7	1800	0,3	18	303,55	287,67	292,46	0,95	0,96
PK2385	600	150	9,4	6,7	2900	0,3	18	303,95	288,02	292,87	0,95	0,96
PK2386	600	200	16,7	12,0	500	0,3	12	1634,68	1559,34	1481,71	0,95	0,91
PK2387	600	200	16,7	12,0	750	0,3	12	1670,53	1591,91	1519,06	0,95	0,91
PK2388	600	200	16,7	12,0	1200	0,3	12	1700,56	1618,68	1549,70	0,95	0,91
PK2389	600	200	16,7	12,0	1800	0,3	12	1719,06	1634,52	1567,82	0,95	0,91
PK2390	600	200	16,7	12,0	2900	0,3	12	1734,54	1647,04	1582,12	0,95	0,91
PK2391	600	200	16,7	12,0	500	0,3	15	1457,50	1476,94	1473,34	1,01	1,01
PK2392	600	200	16,7	12,0	750	0,3	15	1486,27	1496,84	1498,70	1,01	1,01
PK2393	600	200	16,7	12,0	1200	0,3	15	1509,73	1513,28	1519,51	1,00	1,01
PK2394	600	200	16,7	12,0	1800	0,3	15	1523,62	1523,05	1531,82	1,00	1,01
PK2395	600	200	16,7	12,0	2900	0,3	15	1534,65	1530,79	1541,53	1,00	1,00
PK2396	600	200	16,7	12,0	500	0,3	18	1369,95	1382,85	1422,83	1,01	1,04
PK2397	600	200	16,7	12,0	750	0,3	18	1398,23	1413,43	1458,70	1,01	1,04

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK2398	600	200	16,7	12,0	1200	0,3	18	1421,45	1438,58	1488,12	1,01	1,05
PK2399	600	200	16,7	12,0	1800	0,3	18	1435,24	1453,47	1505,52	1,01	1,05
PK2400	600	200	16,7	12,0	2900	0,3	18	1446,20	1465,24	1519,25	1,01	1,05
PK2401	600	200	12,5	12,0	500	0,3	12	1307,10	1297,76	1261,71	0,99	0,97
PK2402	600	200	12,5	12,0	750	0,3	12	1334,95	1330,03	1298,37	1,00	0,97
PK2403	600	200	12,5	12,0	1200	0,3	12	1357,89	1356,51	1328,42	1,00	0,98
PK2404	600	200	12,5	12,0	1800	0,3	12	1371,74	1372,15	1346,18	1,00	0,98
PK2405	600	200	12,5	12,0	2900	0,3	12	1383,05	1384,51	1360,20	1,00	0,98
PK2406	600	200	12,5	12,0	500	0,3	15	1190,98	1181,39	1202,12	0,99	1,01
PK2407	600	200	12,5	12,0	750	0,3	15	1214,45	1201,71	1227,01	0,99	1,01
PK2408	600	200	12,5	12,0	1200	0,3	15	1233,54	1218,45	1247,42	0,99	1,01
PK2409	600	200	12,5	12,0	1800	0,3	15	1244,81	1228,36	1259,48	0,99	1,01
PK2410	600	200	12,5	12,0	2900	0,3	15	1253,73	1236,20	1269,00	0,99	1,01
PK2411	600	200	12,5	12,0	500	0,3	18	1134,88	1158,62	1211,58	1,02	1,07
PK2412	600	200	12,5	12,0	750	0,3	18	1159,13	1189,00	1246,75	1,03	1,08
PK2413	600	200	12,5	12,0	1200	0,3	18	1179,04	1201,95	1262,98	1,02	1,07
PK2414	600	200	12,5	12,0	1800	0,3	18	1190,90	1209,64	1272,57	1,02	1,07
PK2415	600	200	12,5	12,0	2900	0,3	18	1200,38	1215,73	1280,14	1,01	1,07
PK2416	600	200	16,7	8,6	500	0,3	12	1174,25	1143,56	1004,29	0,97	0,86
PK2417	600	200	16,7	8,6	750	0,3	12	1190,28	1148,22	1010,15	0,96	0,85
PK2418	600	200	16,7	8,6	1200	0,3	12	1205,15	1151,86	1014,70	0,96	0,84
PK2419	600	200	16,7	8,6	1800	0,3	12	1215,44	1153,93	1017,29	0,95	0,84
PK2420	600	200	16,7	8,6	2900	0,3	12	1225,08	1155,53	1019,28	0,94	0,83
PK2421	600	200	16,7	8,6	500	0,3	15	1059,70	1018,91	945,33	0,96	0,89
PK2422	600	200	16,7	8,6	750	0,3	15	1070,83	1026,83	954,28	0,96	0,89
PK2423	600	200	16,7	8,6	1200	0,3	15	1080,30	1032,99	961,23	0,96	0,89
PK2424	600	200	16,7	8,6	1800	0,3	15	1086,31	1036,49	965,18	0,95	0,89
PK2425	600	200	16,7	8,6	2900	0,3	15	1091,53	1039,20	968,23	0,95	0,89
PK2426	600	200	16,7	8,6	500	0,3	18	978,85	998,07	964,39	1,02	0,99
PK2427	600	200	16,7	8,6	750	0,3	18	986,87	1002,36	970,01	1,02	0,98
PK2428	600	200	16,7	8,6	1200	0,3	18	993,26	1005,72	974,38	1,01	0,98
PK2429	600	200	16,7	8,6	1800	0,3	18	997,03	1007,63	976,86	1,01	0,98
PK2430	600	200	16,7	8,6	2900	0,3	18	1000,05	1009,10	978,78	1,01	0,98
PK2431	600	200	12,5	8,6	500	0,3	12	932,24	877,56	789,46	0,94	0,85
PK2432	600	200	12,5	8,6	750	0,3	12	945,55	882,42	795,20	0,93	0,84
PK2433	600	200	12,5	8,6	1200	0,3	12	957,58	886,20	799,66	0,93	0,84
PK2434	600	200	12,5	8,6	1800	0,3	12	965,66	888,35	802,19	0,92	0,83
PK2435	600	200	12,5	8,6	2900	0,3	12	972,99	890,01	804,15	0,91	0,83
PK2436	600	200	12,5	8,6	500	0,3	15	849,86	822,98	781,23	0,97	0,92
PK2437	600	200	12,5	8,6	750	0,3	15	857,74	830,87	790,00	0,97	0,92
PK2438	600	200	12,5	8,6	1200	0,3	15	864,26	837,01	796,81	0,97	0,92
PK2439	600	200	12,5	8,6	1800	0,3	15	868,25	840,49	800,69	0,97	0,92
PK2440	600	200	12,5	8,6	2900	0,3	15	871,60	843,18	803,67	0,97	0,92
PK2441	600	200	12,5	8,6	500	0,3	18	785,41	768,60	758,09	0,98	0,97
PK2442	600	200	12,5	8,6	750	0,3	18	791,45	773,09	763,60	0,98	0,96
PK2443	600	200	12,5	8,6	1200	0,3	18	796,17	776,58	767,88	0,98	0,96
PK2444	600	200	12,5	8,6	1800	0,3	18	798,89	778,56	770,32	0,97	0,96

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK2445	600	200	12,5	8,6	2900	0,3	18	801,01	780,10	772,19	0,97	0,96
PK2446	600	200	16,7	6,7	500	0,3	15	803,71	806,84	703,37	1,00	0,88
PK2447	600	200	16,7	6,7	750	0,3	15	810,00	808,55	705,46	1,00	0,87
PK2448	600	200	16,7	6,7	1200	0,3	15	815,96	809,87	707,05	0,99	0,87
PK2449	600	200	16,7	6,7	1800	0,3	15	820,14	810,60	707,95	0,99	0,86
PK2450	600	200	16,7	6,7	2900	0,3	15	824,07	811,17	708,63	0,98	0,86
PK2451	600	200	16,7	6,7	500	0,3	18	765,43	744,82	678,96	0,97	0,89
PK2452	600	200	16,7	6,7	750	0,3	18	769,92	747,46	681,92	0,97	0,89
PK2453	600	200	16,7	6,7	1200	0,3	18	773,86	749,47	684,17	0,97	0,88
PK2454	600	200	16,7	6,7	1800	0,3	18	776,43	750,60	685,44	0,97	0,88
PK2455	600	200	16,7	6,7	2900	0,3	18	778,72	751,47	686,41	0,96	0,88
PK2456	600	200	12,5	6,7	500	0,3	12	671,51	743,82	628,17	1,11	0,94
PK2457	600	200	12,5	6,7	750	0,3	12	677,15	744,79	629,51	1,10	0,93
PK2458	600	200	12,5	6,7	1200	0,3	12	682,56	745,53	630,53	1,09	0,92
PK2459	600	200	12,5	6,7	1800	0,3	12	686,33	745,94	631,10	1,09	0,92
PK2460	600	200	12,5	6,7	2900	0,3	12	689,82	746,26	631,54	1,08	0,92
PK2461	600	200	12,5	6,7	500	0,3	15	658,71	607,23	542,19	0,92	0,82
PK2462	600	200	12,5	6,7	750	0,3	15	664,09	609,01	544,24	0,92	0,82
PK2463	600	200	12,5	6,7	1200	0,3	15	669,01	610,38	545,80	0,91	0,82
PK2464	600	200	12,5	6,7	1800	0,3	15	672,34	611,15	546,68	0,91	0,81
PK2465	600	200	12,5	6,7	2900	0,3	15	675,36	611,73	547,35	0,91	0,81
PK2466	600	200	12,5	6,7	500	0,3	18	609,49	584,47	545,11	0,96	0,89
PK2467	600	200	12,5	6,7	750	0,3	18	612,53	587,12	548,00	0,96	0,89
PK2468	600	200	12,5	6,7	1200	0,3	18	615,09	589,13	550,21	0,96	0,89
PK2469	600	200	12,5	6,7	1800	0,3	18	616,70	590,27	551,45	0,96	0,89
PK2470	600	200	12,5	6,7	2900	0,3	18	618,07	591,13	552,40	0,96	0,89
PK2471	900	225	18,8	18,0	500	0,3	18	2570,41	2566,81	2633,63	1,00	1,02
PK2472	900	225	18,8	18,0	750	0,3	18	2666,32	2638,66	2726,34	0,99	1,02
PK2473	900	225	18,8	18,0	1200	0,3	18	2750,10	2703,79	2809,34	0,98	1,02
PK2474	900	225	18,8	18,0	1800	0,3	18	2802,37	2745,18	2861,69	0,98	1,02
PK2475	900	225	18,8	18,0	2900	0,3	18	2845,42	2779,52	2904,92	0,98	1,02
PK2476	900	225	18,8	18,0	500	0,3	22,5	2373,03	2443,71	2597,49	1,03	1,09
PK2477	900	225	18,8	18,0	750	0,3	22,5	2469,25	2555,00	2730,32	1,03	1,11
PK2478	900	225	18,8	18,0	1200	0,3	22,5	2554,54	2610,71	2801,66	1,02	1,10
PK2479	900	225	18,8	18,0	1800	0,3	22,5	2608,34	2646,18	2846,66	1,01	1,09
PK2480	900	225	18,8	18,0	2900	0,3	22,5	2653,05	2675,64	2883,81	1,01	1,09
PK2481	900	225	18,8	18,0	500	0,3	27	2285,48	2300,91	2487,30	1,01	1,09
PK2482	900	225	18,8	18,0	750	0,3	27	2383,88	2395,95	2599,97	1,01	1,09
PK2483	900	225	18,8	18,0	1200	0,3	27	2470,90	2481,49	2700,84	1,00	1,09
PK2484	900	225	18,8	18,0	1800	0,3	27	2525,66	2535,61	2764,47	1,00	1,09
PK2485	900	225	18,8	18,0	2900	0,3	27	2571,13	2580,39	2817,00	1,00	1,10
PK2486	900	225	14,1	18,0	500	0,3	18	2127,60	2115,92	2214,29	0,99	1,04
PK2487	900	225	14,1	18,0	750	0,3	18	2209,81	2189,10	2305,81	0,99	1,04
PK2488	900	225	14,1	18,0	1200	0,3	18	2281,91	2255,09	2387,70	0,99	1,05
PK2489	900	225	14,1	18,0	1800	0,3	18	2326,99	2296,89	2439,32	0,99	1,05
PK2490	900	225	14,1	18,0	2900	0,3	18	2364,18	2331,50	2481,91	0,99	1,05
PK2491	900	225	14,1	18,0	500	0,3	22,5	1997,76	2035,81	2196,64	1,02	1,10

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK2492	900	225	14,1	18,0	750	0,3	22,5	2083,08	2098,71	2275,31	1,01	1,09
PK2493	900	225	14,1	18,0	1200	0,3	22,5	2158,49	2155,54	2345,69	1,00	1,09
PK2494	900	225	14,1	18,0	1800	0,3	22,5	2205,95	2191,59	2390,05	0,99	1,08
PK2495	900	225	14,1	18,0	2900	0,3	22,5	2245,36	2221,45	2426,67	0,99	1,08
PK2496	900	225	14,1	18,0	500	0,3	27	1932,29	1967,30	2149,70	1,02	1,11
PK2497	900	225	14,1	18,0	750	0,3	27	2018,10	2062,35	2260,93	1,02	1,12
PK2498	900	225	14,1	18,0	1200	0,3	27	2093,53	2117,54	2327,32	1,01	1,11
PK2499	900	225	14,1	18,0	1800	0,3	27	2140,74	2150,96	2367,47	1,00	1,11
PK2500	900	225	14,1	18,0	2900	0,3	27	2179,76	2178,65	2400,61	1,00	1,10
PK2501	900	225	18,8	12,9	500	0,3	18	1888,55	1794,54	1727,59	0,95	0,91
PK2502	900	225	18,8	12,9	750	0,3	18	1923,39	1828,37	1766,27	0,95	0,92
PK2503	900	225	18,8	12,9	1200	0,3	18	1952,29	1855,73	1797,52	0,95	0,92
PK2504	900	225	18,8	12,9	1800	0,3	18	1969,95	1871,74	1815,80	0,95	0,92
PK2505	900	225	18,8	12,9	2900	0,3	18	1984,65	1884,29	1830,13	0,95	0,92
PK2506	900	225	18,8	12,9	500	0,3	22,5	1701,27	1663,58	1678,59	0,98	0,99
PK2507	900	225	18,8	12,9	750	0,3	22,5	1729,36	1684,59	1704,85	0,97	0,99
PK2508	900	225	18,8	12,9	1200	0,3	22,5	1752,05	1701,66	1726,08	0,97	0,99
PK2509	900	225	18,8	12,9	1800	0,3	22,5	1765,37	1711,67	1738,49	0,97	0,98
PK2510	900	225	18,8	12,9	2900	0,3	22,5	1775,88	1719,53	1748,22	0,97	0,98
PK2511	900	225	18,8	12,9	500	0,3	27	1597,81	1597,18	1658,94	1,00	1,04
PK2512	900	225	18,8	12,9	750	0,3	27	1626,28	1629,03	1696,09	1,00	1,04
PK2513	900	225	18,8	12,9	1200	0,3	27	1649,39	1654,80	1726,10	1,00	1,05
PK2514	900	225	18,8	12,9	1800	0,3	27	1663,02	1669,89	1743,65	1,00	1,05
PK2515	900	225	18,8	12,9	2900	0,3	27	1673,82	1681,73	1757,41	1,00	1,05
PK2516	900	225	14,1	12,9	500	0,3	18	1529,51	1515,30	1492,32	0,99	0,98
PK2517	900	225	14,1	12,9	750	0,3	18	1556,28	1548,85	1530,45	1,00	0,98
PK2518	900	225	14,1	12,9	1200	0,3	18	1578,06	1575,95	1561,25	1,00	0,99
PK2519	900	225	14,1	12,9	1800	0,3	18	1591,06	1591,80	1579,26	1,00	0,99
PK2520	900	225	14,1	12,9	2900	0,3	18	1601,58	1604,22	1593,37	1,00	0,99
PK2521	900	225	14,1	12,9	500	0,3	22,5	1388,91	1348,69	1387,41	0,97	1,00
PK2522	900	225	14,1	12,9	750	0,3	22,5	1412,83	1370,08	1413,30	0,97	1,00
PK2523	900	225	14,1	12,9	1200	0,3	22,5	1432,11	1387,40	1434,22	0,97	1,00
PK2524	900	225	14,1	12,9	1800	0,3	22,5	1443,40	1397,55	1446,45	0,97	1,00
PK2525	900	225	14,1	12,9	2900	0,3	22,5	1452,29	1405,51	1456,03	0,97	1,00
PK2526	900	225	14,1	12,9	500	0,3	27	1319,96	1323,67	1396,28	1,00	1,06
PK2527	900	225	14,1	12,9	750	0,3	27	1344,70	1340,31	1416,87	1,00	1,05
PK2528	900	225	14,1	12,9	1200	0,3	27	1364,83	1353,82	1433,51	0,99	1,05
PK2529	900	225	14,1	12,9	1800	0,3	27	1376,76	1361,74	1443,24	0,99	1,05
PK2530	900	225	14,1	12,9	2900	0,3	27	1386,28	1367,96	1450,86	0,99	1,05
PK2531	900	225	18,8	10,0	500	0,3	18	1480,63	1358,44	1233,37	0,92	0,83
PK2532	900	225	18,8	10,0	750	0,3	18	1500,65	1366,52	1242,97	0,91	0,83
PK2533	900	225	18,8	10,0	1200	0,3	18	1518,61	1372,83	1250,43	0,90	0,82
PK2534	900	225	18,8	10,0	1800	0,3	18	1530,65	1376,42	1254,69	0,90	0,82
PK2535	900	225	18,8	10,0	2900	0,3	18	1541,69	1379,20	1257,97	0,89	0,82
PK2536	900	225	18,8	10,0	500	0,3	22,5	1336,68	1299,60	1244,33	0,97	0,93
PK2537	900	225	18,8	10,0	750	0,3	22,5	1349,18	1312,70	1258,99	0,97	0,93
PK2538	900	225	18,8	10,0	1200	0,3	22,5	1359,43	1322,89	1270,40	0,97	0,93

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK2539	900	225	18,8	10,0	1800	0,3	22,5	1365,68	1328,70	1276,89	0,97	0,93
PK2540	900	225	18,8	10,0	2900	0,3	22,5	1370,89	1333,18	1281,90	0,97	0,94
PK2541	900	225	18,8	10,0	500	0,3	27	1226,21	1191,75	1184,36	0,97	0,97
PK2542	900	225	18,8	10,0	750	0,3	27	1236,49	1199,26	1193,58	0,97	0,97
PK2543	900	225	18,8	10,0	1200	0,3	27	1244,54	1205,11	1200,75	0,97	0,96
PK2544	900	225	18,8	10,0	1800	0,3	27	1249,18	1208,45	1204,83	0,97	0,96
PK2545	900	225	18,8	10,0	2900	0,3	27	1252,81	1211,03	1207,98	0,97	0,96
PK2546	900	225	14,1	10,0	500	0,3	18	1188,34	1077,51	1002,14	0,91	0,84
PK2547	900	225	14,1	10,0	750	0,3	18	1203,38	1085,74	1011,60	0,90	0,84
PK2548	900	225	14,1	10,0	1200	0,3	18	1216,49	1092,15	1018,95	0,90	0,84
PK2549	900	225	14,1	10,0	1800	0,3	18	1225,01	1095,80	1023,14	0,89	0,84
PK2550	900	225	14,1	10,0	2900	0,3	18	1232,56	1098,61	1026,37	0,89	0,83
PK2551	900	225	14,1	10,0	500	0,3	22,5	1065,58	1063,41	1040,91	1,00	0,98
PK2552	900	225	14,1	10,0	750	0,3	22,5	1074,99	1068,25	1047,33	0,99	0,97
PK2553	900	225	14,1	10,0	1200	0,3	22,5	1082,51	1072,03	1052,33	0,99	0,97
PK2554	900	225	14,1	10,0	1800	0,3	22,5	1086,94	1074,19	1055,17	0,99	0,97
PK2555	900	225	14,1	10,0	2900	0,3	22,5	1090,50	1075,85	1057,37	0,99	0,97
PK2556	900	225	14,1	10,0	500	0,3	27	988,60	950,01	962,32	0,96	0,97
PK2557	900	225	14,1	10,0	750	0,3	27	997,01	957,67	971,40	0,96	0,97
PK2558	900	225	14,1	10,0	1200	0,3	27	1003,58	963,63	978,46	0,96	0,97
PK2559	900	225	14,1	10,0	1800	0,3	27	1007,34	967,03	982,49	0,96	0,98
PK2560	900	225	14,1	10,0	2900	0,3	27	1010,25	969,65	985,59	0,96	0,98
PK2561	900	300	25,0	18,0	500	0,3	18	5143,65	4933,25	4621,06	0,96	0,90
PK2562	900	300	25,0	18,0	750	0,3	18	5353,30	5117,07	4833,27	0,96	0,90
PK2563	900	300	25,0	18,0	1200	0,3	18	5536,42	5282,54	5023,44	0,95	0,91
PK2564	900	300	25,0	18,0	1800	0,3	18	5652,01	5387,27	5143,50	0,95	0,91
PK2565	900	300	25,0	18,0	2900	0,3	18	5749,83	5473,91	5242,67	0,95	0,91
PK2566	900	300	25,0	18,0	500	0,3	22,5	4726,70	4786,36	4714,65	1,01	1,00
PK2567	900	300	25,0	18,0	750	0,3	22,5	4894,13	4896,37	4858,76	1,00	0,99
PK2568	900	300	25,0	18,0	1200	0,3	22,5	5039,58	4996,71	4987,92	0,99	0,99
PK2569	900	300	25,0	18,0	1800	0,3	22,5	5130,06	5060,76	5069,45	0,99	0,99
PK2570	900	300	25,0	18,0	2900	0,3	22,5	5204,51	5114,03	5136,80	0,98	0,99
PK2571	900	300	25,0	18,0	500	0,3	27	4357,81	4358,35	4437,44	1,00	1,02
PK2572	900	300	25,0	18,0	750	0,3	27	4521,58	4530,49	4641,21	1,00	1,03
PK2573	900	300	25,0	18,0	1200	0,3	27	4666,12	4685,68	4823,84	1,00	1,03
PK2574	900	300	25,0	18,0	1800	0,3	27	4756,94	4784,01	4939,12	1,01	1,04
PK2575	900	300	25,0	18,0	2900	0,3	27	4832,09	4865,42	5034,35	1,01	1,04
PK2576	900	300	18,8	18,0	500	0,3	18	4230,79	4051,97	3885,21	0,96	0,92
PK2577	900	300	18,8	18,0	750	0,3	18	4396,46	4235,22	4093,80	0,96	0,93
PK2578	900	300	18,8	18,0	1200	0,3	18	4538,65	4399,54	4280,55	0,97	0,94
PK2579	900	300	18,8	18,0	1800	0,3	18	4626,84	4503,27	4398,35	0,97	0,95
PK2580	900	300	18,8	18,0	2900	0,3	18	4700,00	4588,94	4495,60	0,98	0,96
PK2581	900	300	18,8	18,0	500	0,3	22,5	3811,87	3782,85	3803,80	0,99	1,00
PK2582	900	300	18,8	18,0	750	0,3	22,5	3950,27	3896,59	3945,45	0,99	1,00
PK2583	900	300	18,8	18,0	1200	0,3	22,5	4070,55	3999,51	4072,28	0,98	1,00
PK2584	900	300	18,8	18,0	1800	0,3	22,5	4145,25	4064,87	4152,28	0,98	1,00
PK2585	900	300	18,8	18,0	2900	0,3	22,5	4206,56	4119,05	4218,32	0,98	1,00

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK2586	900	300	18,8	18,0	500	0,3	27	3622,50	3602,00	3730,83	0,99	1,03
PK2587	900	300	18,8	18,0	750	0,3	27	3762,94	3774,16	3931,13	1,00	1,04
PK2588	900	300	18,8	18,0	1200	0,3	27	3886,74	3928,81	4110,46	1,01	1,06
PK2589	900	300	18,8	18,0	1800	0,3	27	3964,50	4019,92	4216,61	1,01	1,06
PK2590	900	300	18,8	18,0	2900	0,3	27	4028,93	4061,86	4269,14	1,01	1,06
PK2591	900	300	25,0	12,9	500	0,3	18	3799,60	3806,20	3321,83	1,00	0,87
PK2592	900	300	25,0	12,9	750	0,3	18	3883,86	3837,16	3361,26	0,99	0,87
PK2593	900	300	25,0	12,9	1200	0,3	18	3960,39	3862,41	3393,14	0,98	0,86
PK2594	900	300	25,0	12,9	1800	0,3	18	4012,62	3877,27	3411,78	0,97	0,85
PK2595	900	300	25,0	12,9	2900	0,3	18	4061,70	3888,96	3426,40	0,96	0,84
PK2596	900	300	25,0	12,9	500	0,3	22,5	3544,44	3347,52	3087,11	0,94	0,87
PK2597	900	300	25,0	12,9	750	0,3	22,5	3609,74	3400,68	3147,35	0,94	0,87
PK2598	900	300	25,0	12,9	1200	0,3	22,5	3664,85	3443,74	3196,06	0,94	0,87
PK2599	900	300	25,0	12,9	1800	0,3	22,5	3699,34	3468,97	3224,55	0,94	0,87
PK2600	900	300	25,0	12,9	2900	0,3	22,5	3728,90	3488,77	3246,89	0,94	0,87
PK2601	900	300	25,0	12,9	500	0,3	27	3237,76	3319,39	3189,84	1,03	0,99
PK2602	900	300	25,0	12,9	750	0,3	27	3289,89	3347,89	3227,70	1,02	0,98
PK2603	900	300	25,0	12,9	1200	0,3	27	3332,36	3371,15	3258,31	1,01	0,98
PK2604	900	300	25,0	12,9	1800	0,3	27	3357,64	3384,84	3276,21	1,01	0,98
PK2605	900	300	25,0	12,9	2900	0,3	27	3377,98	3395,62	3290,25	1,01	0,97
PK2606	900	300	18,8	12,9	500	0,3	18	3089,21	2905,95	2598,07	0,94	0,84
PK2607	900	300	18,8	12,9	750	0,3	18	3160,61	2938,43	2636,74	0,93	0,83
PK2608	900	300	18,8	12,9	1200	0,3	18	3224,23	2964,79	2668,00	0,92	0,83
PK2609	900	300	18,8	12,9	1800	0,3	18	3266,60	2980,26	2686,28	0,91	0,82
PK2610	900	300	18,8	12,9	2900	0,3	18	3305,25	2992,41	2700,61	0,91	0,82
PK2611	900	300	18,8	12,9	500	0,3	22,5	2811,13	2686,35	2535,25	0,96	0,90
PK2612	900	300	18,8	12,9	750	0,3	22,5	2860,59	2739,50	2594,35	0,96	0,91
PK2613	900	300	18,8	12,9	1200	0,3	22,5	2901,59	2782,47	2642,11	0,96	0,91
PK2614	900	300	18,8	12,9	1800	0,3	22,5	2926,72	2807,60	2670,04	0,96	0,91
PK2615	900	300	18,8	12,9	2900	0,3	22,5	2947,74	2827,31	2691,93	0,96	0,91
PK2616	900	300	18,8	12,9	500	0,3	27	2621,80	2542,53	2494,83	0,97	0,95
PK2617	900	300	18,8	12,9	750	0,3	27	2662,13	2572,48	2531,97	0,97	0,95
PK2618	900	300	18,8	12,9	1200	0,3	27	2694,60	2596,82	2561,99	0,96	0,95
PK2619	900	300	18,8	12,9	1800	0,3	27	2713,63	2611,10	2579,54	0,96	0,95
PK2620	900	300	18,8	12,9	2900	0,3	27	2728,64	2622,32	2593,30	0,96	0,95
PK2621	900	300	25,0	10,0	500	0,3	22,5	2708,87	2702,41	2348,58	1,00	0,87
PK2622	900	300	25,0	10,0	750	0,3	22,5	2738,03	2714,62	2363,54	0,99	0,86
PK2623	900	300	25,0	10,0	1200	0,3	22,5	2765,16	2724,16	2375,18	0,99	0,86
PK2624	900	300	25,0	10,0	1800	0,3	22,5	2784,18	2729,60	2381,81	0,98	0,86
PK2625	900	300	25,0	10,0	2900	0,3	22,5	2802,42	2733,81	2386,92	0,98	0,85
PK2626	900	300	25,0	10,0	500	0,3	27	2561,88	2481,94	2255,75	0,97	0,88
PK2627	900	300	25,0	10,0	750	0,3	27	2587,38	2500,77	2276,90	0,97	0,88
PK2628	900	300	25,0	10,0	1200	0,3	27	2609,32	2515,44	2293,36	0,96	0,88
PK2629	900	300	25,0	10,0	1800	0,3	27	2623,49	2523,80	2302,74	0,96	0,88
PK2630	900	300	25,0	10,0	2900	0,3	27	2636,05	2530,25	2309,96	0,96	0,88
PK2631	900	300	18,8	10,0	500	0,3	18	2251,44	2498,79	2103,85	1,11	0,93
PK2632	900	300	18,8	10,0	750	0,3	18	2275,74	2505,64	2113,44	1,10	0,93

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK2633	900	300	18,8	10,0	1200	0,3	18	2299,09	2511,00	2120,91	1,09	0,92
PK2634	900	300	18,8	10,0	1800	0,3	18	2315,83	2514,07	2125,16	1,09	0,92
PK2635	900	300	18,8	10,0	2900	0,3	18	2331,99	2516,45	2128,44	1,08	0,91
PK2636	900	300	18,8	10,0	500	0,3	22,5	2189,77	2027,80	1805,11	0,93	0,82
PK2637	900	300	18,8	10,0	750	0,3	22,5	2218,04	2040,56	1819,77	0,92	0,82
PK2638	900	300	18,8	10,0	1200	0,3	22,5	2243,73	2050,51	1831,18	0,91	0,82
PK2639	900	300	18,8	10,0	1800	0,3	22,5	2261,22	2056,19	1837,68	0,91	0,81
PK2640	900	300	18,8	10,0	2900	0,3	22,5	2277,45	2060,56	1842,68	0,90	0,81
PK2641	900	300	18,8	10,0	500	0,3	27	2061,42	1940,59	1804,69	0,94	0,88
PK2642	900	300	18,8	10,0	750	0,3	27	2079,93	1959,52	1825,42	0,94	0,88
PK2643	900	300	18,8	10,0	1200	0,3	27	2095,34	1974,25	1841,56	0,94	0,88
PK2644	900	300	18,8	10,0	1800	0,3	27	2104,91	1982,65	1850,74	0,94	0,88
PK2645	900	300	18,8	10,0	2900	0,3	27	2113,07	1989,12	1857,83	0,94	0,88
PK2646	1200	300	25,0	24,0	500	0,3	24	5694,68	5795,05	5860,23	1,02	1,03
PK2647	1200	300	25,0	24,0	750	0,3	24	6002,99	6003,59	6137,34	1,00	1,02
PK2648	1200	300	25,0	24,0	1200	0,3	24	6289,20	6213,59	6409,80	0,99	1,02
PK2649	1200	300	25,0	24,0	1800	0,3	24	6477,77	6358,49	6595,05	0,98	1,02
PK2650	1200	300	25,0	24,0	2900	0,3	24	6639,94	6485,98	6756,62	0,98	1,02
PK2651	1200	300	25,0	24,0	500	0,3	30	5208,41	5302,48	5572,63	1,02	1,07
PK2652	1200	300	25,0	24,0	750	0,3	30	5511,25	5657,07	5996,06	1,03	1,09
PK2653	1200	300	25,0	24,0	1200	0,3	30	5799,25	6007,92	6412,38	1,04	1,11
PK2654	1200	300	25,0	24,0	1800	0,3	30	5992,05	6145,13	6585,87	1,03	1,10
PK2655	1200	300	25,0	24,0	2900	0,3	30	6159,68	6254,32	6724,74	1,02	1,09
PK2656	1200	300	25,0	24,0	500	0,3	36	5005,04	5065,97	5431,02	1,01	1,09
PK2657	1200	300	25,0	24,0	750	0,3	36	5310,69	5346,56	5767,80	1,01	1,09
PK2658	1200	300	25,0	24,0	1200	0,3	36	5601,89	5625,22	6098,92	1,00	1,09
PK2659	1200	300	25,0	24,0	1800	0,3	36	5796,72	5815,87	6324,06	1,00	1,09
PK2660	1200	300	25,0	24,0	2900	0,3	36	5965,92	5982,76	6520,42	1,00	1,09
PK2661	1200	300	18,8	24,0	500	0,3	24	4671,09	4718,04	4870,71	1,01	1,04
PK2662	1200	300	18,8	24,0	750	0,3	24	4933,74	4932,94	5144,63	1,00	1,04
PK2663	1200	300	18,8	24,0	1200	0,3	24	5179,42	5147,30	5413,69	0,99	1,05
PK2664	1200	300	18,8	24,0	1800	0,3	24	5341,99	5294,31	5596,48	0,99	1,05
PK2665	1200	300	18,8	24,0	2900	0,3	24	5482,15	5423,18	5755,81	0,99	1,05
PK2666	1200	300	18,8	24,0	500	0,3	30	4373,03	4564,24	4874,94	1,04	1,11
PK2667	1200	300	18,8	24,0	750	0,3	30	4636,68	4754,76	5117,42	1,03	1,10
PK2668	1200	300	18,8	24,0	1200	0,3	30	4887,57	4938,87	5348,68	1,01	1,09
PK2669	1200	300	18,8	24,0	1800	0,3	30	5055,44	5065,42	5505,79	1,00	1,09
PK2670	1200	300	18,8	24,0	2900	0,3	30	5201,32	5176,50	5642,73	1,00	1,08
PK2671	1200	300	18,8	24,0	500	0,3	36	4188,09	4273,32	4636,21	1,02	1,11
PK2672	1200	300	18,8	24,0	750	0,3	36	4458,68	4555,51	4969,12	1,02	1,11
PK2673	1200	300	18,8	24,0	1200	0,3	36	4714,71	4834,51	5296,11	1,03	1,12
PK2674	1200	300	18,8	24,0	1800	0,3	36	4884,80	4978,53	5467,43	1,02	1,12
PK2675	1200	300	18,8	24,0	2900	0,3	36	5031,57	5081,54	5591,35	1,01	1,11
PK2676	1200	300	25,0	17,1	500	0,3	24	4326,33	4090,30	3907,82	0,95	0,90
PK2677	1200	300	25,0	17,1	750	0,3	24	4451,98	4211,99	4047,27	0,95	0,91
PK2678	1200	300	25,0	17,1	1200	0,3	24	4558,19	4315,50	4165,67	0,95	0,91
PK2679	1200	300	25,0	17,1	1800	0,3	24	4623,66	4378,29	4237,41	0,95	0,92

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK2680	1200	300	25,0	17,1	2900	0,3	24	4678,16	4428,74	4295,02	0,95	0,92
PK2681	1200	300	25,0	17,1	500	0,3	30	3881,27	3842,55	3851,73	0,99	0,99
PK2682	1200	300	25,0	17,1	750	0,3	30	3984,49	3917,47	3946,44	0,98	0,99
PK2683	1200	300	25,0	17,1	1200	0,3	30	4071,19	3981,65	4026,84	0,98	0,99
PK2684	1200	300	25,0	17,1	1800	0,3	30	4123,60	4020,77	4075,56	0,98	0,99
PK2685	1200	300	25,0	17,1	2900	0,3	30	4165,76	4052,29	4114,69	0,97	0,99
PK2686	1200	300	25,0	17,1	500	0,3	36	3661,91	3632,23	3752,54	0,99	1,02
PK2687	1200	300	25,0	17,1	750	0,3	36	3764,52	3746,64	3886,45	1,00	1,03
PK2688	1200	300	25,0	17,1	1200	0,3	36	3851,53	3844,05	4000,14	1,00	1,04
PK2689	1200	300	25,0	17,1	1800	0,3	36	3904,48	3903,20	4069,04	1,00	1,04
PK2690	1200	300	25,0	17,1	2900	0,3	36	3947,34	3950,75	4124,36	1,00	1,04
PK2691	1200	300	18,8	17,1	500	0,3	24	3483,13	3429,38	3352,68	0,98	0,96
PK2692	1200	300	18,8	17,1	750	0,3	24	3581,83	3550,39	3490,26	0,99	0,97
PK2693	1200	300	18,8	17,1	1200	0,3	24	3664,27	3653,09	3606,99	1,00	0,98
PK2694	1200	300	18,8	17,1	1800	0,3	24	3714,31	3715,31	3677,70	1,00	0,99
PK2695	1200	300	18,8	17,1	2900	0,3	24	3755,16	3765,26	3734,47	1,00	0,99
PK2696	1200	300	18,8	17,1	500	0,3	30	3185,94	3093,92	3163,25	0,97	0,99
PK2697	1200	300	18,8	17,1	750	0,3	30	3272,03	3170,56	3256,69	0,97	1,00
PK2698	1200	300	18,8	17,1	1200	0,3	30	3344,35	3235,94	3335,96	0,97	1,00
PK2699	1200	300	18,8	17,1	1800	0,3	30	3388,04	3275,68	3383,98	0,97	1,00
PK2700	1200	300	18,8	17,1	2900	0,3	30	3423,17	3307,66	3422,53	0,97	1,00
PK2701	1200	300	18,8	17,1	500	0,3	36	2989,98	3057,72	3209,94	1,02	1,07
PK2702	1200	300	18,8	17,1	750	0,3	36	3079,70	3117,12	3284,25	1,01	1,07
PK2703	1200	300	18,8	17,1	1200	0,3	36	3155,62	3167,97	3347,31	1,00	1,06
PK2704	1200	300	18,8	17,1	1800	0,3	36	3201,85	3198,94	3385,50	1,00	1,06
PK2705	1200	300	18,8	17,1	2900	0,3	36	3239,36	3223,89	3416,16	1,00	1,05
PK2706	1200	300	25,0	13,3	500	0,3	24	3432,02	3178,41	2873,97	0,93	0,84
PK2707	1200	300	25,0	13,3	750	0,3	24	3498,76	3209,72	2911,32	0,92	0,83
PK2708	1200	300	25,0	13,3	1200	0,3	24	3557,64	3234,84	2941,16	0,91	0,83
PK2709	1200	300	25,0	13,3	1800	0,3	24	3596,59	3249,45	2958,47	0,90	0,82
PK2710	1200	300	25,0	13,3	2900	0,3	24	3631,97	3260,86	2971,97	0,90	0,82
PK2711	1200	300	25,0	13,3	500	0,3	30	3090,91	3012,89	2873,75	0,97	0,93
PK2712	1200	300	25,0	13,3	750	0,3	30	3137,19	3063,84	2930,82	0,98	0,93
PK2713	1200	300	25,0	13,3	1200	0,3	30	3175,25	3104,57	2976,42	0,98	0,94
PK2714	1200	300	25,0	13,3	1800	0,3	30	3198,35	3128,21	3002,87	0,98	0,94
PK2715	1200	300	25,0	13,3	2900	0,3	30	3217,50	3146,65	3023,50	0,98	0,94
PK2716	1200	300	25,0	13,3	500	0,3	36	2868,92	2786,28	2759,77	0,97	0,96
PK2717	1200	300	25,0	13,3	750	0,3	36	2908,49	2815,34	2795,63	0,97	0,96
PK2718	1200	300	25,0	13,3	1200	0,3	36	2940,23	2838,66	2824,29	0,97	0,96
PK2719	1200	300	25,0	13,3	1800	0,3	36	2958,77	2852,23	2840,91	0,96	0,96
PK2720	1200	300	25,0	13,3	2900	0,3	36	2973,37	2862,83	2853,88	0,96	0,96
PK2721	1200	300	18,8	13,3	500	0,3	24	2739,29	2511,66	2326,58	0,92	0,85
PK2722	1200	300	18,8	13,3	750	0,3	24	2791,59	2543,62	2363,40	0,91	0,85
PK2723	1200	300	18,8	13,3	1200	0,3	24	2836,79	2569,20	2392,80	0,91	0,84
PK2724	1200	300	18,8	13,3	1800	0,3	24	2865,95	2584,05	2409,85	0,90	0,84
PK2725	1200	300	18,8	13,3	2900	0,3	24	2891,75	2595,64	2423,15	0,90	0,84
PK2726	1200	300	18,8	13,3	500	0,3	30	2495,94	2495,85	2434,17	1,00	0,98

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK2727	1200	300	18,8	13,3	750	0,3	30	2531,00	2514,51	2459,17	0,99	0,97
PK2728	1200	300	18,8	13,3	1200	0,3	30	2559,30	2529,54	2479,13	0,99	0,97
PK2729	1200	300	18,8	13,3	1800	0,3	30	2576,08	2538,30	2490,72	0,99	0,97
PK2730	1200	300	18,8	13,3	2900	0,3	30	2589,59	2545,15	2499,75	0,98	0,97
PK2731	1200	300	18,8	13,3	500	0,3	36	2286,25	2212,40	2234,14	0,97	0,98
PK2732	1200	300	18,8	13,3	750	0,3	36	2319,15	2242,12	2269,48	0,97	0,98
PK2733	1200	300	18,8	13,3	1200	0,3	36	2345,41	2265,92	2297,72	0,97	0,98
PK2734	1200	300	18,8	13,3	1800	0,3	36	2360,67	2279,75	2314,10	0,97	0,98
PK2735	1200	300	18,8	13,3	2900	0,3	36	2372,62	2290,54	2326,87	0,97	0,98
PK2736	1200	400	33,3	24,0	500	0,3	24	11072,38	10943,81	10079,45	0,99	0,91
PK2737	1200	400	33,3	24,0	750	0,3	24	11755,82	11485,89	10712,69	0,98	0,91
PK2738	1200	400	33,3	24,0	1200	0,3	24	12390,19	12024,74	11336,11	0,97	0,91
PK2739	1200	400	33,3	24,0	1800	0,3	24	12807,66	12393,54	11760,46	0,97	0,92
PK2740	1200	400	33,3	24,0	2900	0,3	24	13169,89	12716,46	12130,87	0,97	0,92
PK2741	1200	400	33,3	24,0	500	0,3	30	10489,26	10815,64	10492,32	1,03	1,00
PK2742	1200	400	33,3	24,0	750	0,3	30	11033,41	11222,62	11011,85	1,02	1,00
PK2743	1200	400	33,3	24,0	1200	0,3	30	11534,00	11543,26	11435,22	1,00	0,99
PK2744	1200	400	33,3	24,0	1800	0,3	30	11861,72	11766,14	11723,41	0,99	0,99
PK2745	1200	400	33,3	24,0	2900	0,3	30	12142,65	11963,17	11974,96	0,99	0,99
PK2746	1200	400	33,3	24,0	500	0,3	36	9663,47	9630,28	9678,94	1,00	1,00
PK2747	1200	400	33,3	24,0	750	0,3	36	10174,49	10136,58	10287,01	1,00	1,01
PK2748	1200	400	33,3	24,0	1200	0,3	36	10656,95	10640,92	10885,66	1,00	1,02
PK2749	1200	400	33,3	24,0	1800	0,3	36	10978,66	10986,67	11293,15	1,00	1,03
PK2750	1200	400	33,3	24,0	2900	0,3	36	11257,59	11289,76	11648,84	1,00	1,03
PK2751	1200	400	25,0	24,0	500	0,3	24	9201,79	8851,86	8348,88	0,96	0,91
PK2752	1200	400	25,0	24,0	750	0,3	24	9755,09	9396,84	8972,38	0,96	0,92
PK2753	1200	400	25,0	24,0	1200	0,3	24	10256,10	9934,93	9585,40	0,97	0,93
PK2754	1200	400	25,0	24,0	1800	0,3	24	10579,34	10301,55	10002,22	0,97	0,95
PK2755	1200	400	25,0	24,0	2900	0,3	24	10854,77	10621,61	10365,75	0,98	0,95
PK2756	1200	400	25,0	24,0	500	0,3	30	8370,48	8507,43	8432,02	1,02	1,01
PK2757	1200	400	25,0	24,0	750	0,3	30	8822,69	8838,82	8855,45	1,00	1,00
PK2758	1200	400	25,0	24,0	1200	0,3	30	9239,74	9171,49	9271,77	0,99	1,00
PK2759	1200	400	25,0	24,0	1800	0,3	30	9512,89	9400,58	9554,83	0,99	1,00
PK2760	1200	400	25,0	24,0	2900	0,3	30	9746,62	9601,92	9801,71	0,99	1,01
PK2761	1200	400	25,0	24,0	500	0,3	36	7955,77	7832,69	8017,13	0,98	1,01
PK2762	1200	400	25,0	24,0	750	0,3	36	8400,80	8343,08	8615,86	0,99	1,03
PK2763	1200	400	25,0	24,0	1200	0,3	36	8819,99	8848,28	9204,52	1,00	1,04
PK2764	1200	400	25,0	24,0	1800	0,3	36	9098,39	9193,16	9604,77	1,01	1,06
PK2765	1200	400	25,0	24,0	2900	0,3	36	9338,95	9494,66	9953,86	1,02	1,07
PK2766	1200	400	33,3	17,1	500	0,3	24	8498,20	8874,91	7683,30	1,04	0,90
PK2767	1200	400	33,3	17,1	750	0,3	24	8782,28	8984,21	7825,32	1,02	0,89
PK2768	1200	400	33,3	17,1	1200	0,3	24	9039,99	9078,59	7945,98	1,00	0,88
PK2769	1200	400	33,3	17,1	1800	0,3	24	9213,90	9136,41	8019,14	0,99	0,87
PK2770	1200	400	33,3	17,1	2900	0,3	24	9375,58	9183,15	8077,90	0,98	0,86
PK2771	1200	400	33,3	17,1	500	0,3	30	8129,85	7678,82	7026,24	0,94	0,86
PK2772	1200	400	33,3	17,1	750	0,3	30	8359,52	7869,37	7243,24	0,94	0,87
PK2773	1200	400	33,3	17,1	1200	0,3	30	8556,81	8031,91	7427,61	0,94	0,87

(continua)

Tabela B.31 – Modelos numéricos para análise da rigidez da laje do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	k_1 (kN.m/m)	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PK2774	1200	400	33,3	17,1	1800	0,3	30	8681,10	8130,70	7539,40	0,94	0,87
PK2775	1200	400	33,3	17,1	2900	0,3	30	8787,58	8210,18	7629,20	0,93	0,87
PK2776	1200	400	33,3	17,1	500	0,3	36	7449,70	7719,03	7364,75	1,04	0,99
PK2777	1200	400	33,3	17,1	750	0,3	36	7638,32	7833,32	7514,38	1,03	0,98
PK2778	1200	400	33,3	17,1	1200	0,3	36	7796,93	7920,15	7630,24	1,02	0,98
PK2779	1200	400	33,3	17,1	1800	0,3	36	7893,43	7973,41	7700,49	1,01	0,98
PK2780	1200	400	33,3	17,1	2900	0,3	36	7971,97	8016,49	7756,92	1,01	0,97
PK2781	1200	400	25,0	17,1	500	0,3	24	6926,34	6732,49	5971,17	0,97	0,86
PK2782	1200	400	25,0	17,1	750	0,3	24	7166,57	6848,27	6110,62	0,96	0,85
PK2783	1200	400	25,0	17,1	1200	0,3	24	7381,14	6947,45	6229,02	0,94	0,84
PK2784	1200	400	25,0	17,1	1800	0,3	24	7523,21	7007,90	6300,76	0,93	0,84
PK2785	1200	400	25,0	17,1	2900	0,3	24	7652,17	7056,61	6358,37	0,92	0,83
PK2786	1200	400	25,0	17,1	500	0,3	30	6364,78	6110,77	5723,42	0,96	0,90
PK2787	1200	400	25,0	17,1	750	0,3	30	6546,47	6302,08	5936,51	0,96	0,91
PK2788	1200	400	25,0	17,1	1200	0,3	30	6699,48	6464,70	6117,42	0,96	0,91
PK2789	1200	400	25,0	17,1	1800	0,3	30	6793,77	6563,32	6227,05	0,97	0,92
PK2790	1200	400	25,0	17,1	2900	0,3	30	6872,51	6642,55	6315,08	0,97	0,92
PK2791	1200	400	25,0	17,1	500	0,3	36	5957,19	5883,30	5733,90	0,99	0,96
PK2792	1200	400	25,0	17,1	750	0,3	36	6108,09	5989,93	5867,81	0,98	0,96
PK2793	1200	400	25,0	17,1	1200	0,3	36	6233,87	6081,39	5981,50	0,98	0,96
PK2794	1200	400	25,0	17,1	1800	0,3	36	6309,56	6137,18	6050,40	0,97	0,96
PK2795	1200	400	25,0	17,1	2900	0,3	36	6370,39	6182,16	6105,72	0,97	0,96
PK2796	1200	400	33,3	13,3	500	0,3	30	6331,09	6343,11	5489,76	1,00	0,87
PK2797	1200	400	33,3	13,3	750	0,3	30	6425,32	6390,20	5547,94	0,99	0,86
PK2798	1200	400	33,3	13,3	1200	0,3	30	6511,01	6428,11	5594,45	0,99	0,86
PK2799	1200	400	33,3	13,3	1800	0,3	30	6570,39	6450,20	5621,44	0,98	0,86
PK2800	1200	400	33,3	13,3	2900	0,3	30	6627,47	6467,48	5642,49	0,98	0,85
PK2801	1200	400	33,3	13,3	500	0,3	36	5971,79	5786,10	5237,73	0,97	0,88
PK2802	1200	400	33,3	13,3	750	0,3	36	6061,38	5859,14	5320,01	0,97	0,88
PK2803	1200	400	33,3	13,3	1200	0,3	36	6137,53	5917,66	5385,77	0,96	0,88
PK2804	1200	400	33,3	13,3	1800	0,3	36	6185,88	5951,66	5423,93	0,96	0,88
PK2805	1200	400	33,3	13,3	2900	0,3	36	6228,14	5978,21	5453,70	0,96	0,88
PK2806	1200	400	25,0	13,3	500	0,3	24	5192,36	5888,20	4937,32	1,13	0,95
PK2807	1200	400	25,0	13,3	750	0,3	24	5272,89	5914,39	4974,67	1,12	0,94
PK2808	1200	400	25,0	13,3	1200	0,3	24	5347,83	5935,61	5004,51	1,11	0,94
PK2809	1200	400	25,0	13,3	1800	0,3	24	5401,12	5948,02	5021,82	1,10	0,93
PK2810	1200	400	25,0	13,3	2900	0,3	24	5453,23	5957,76	5035,32	1,09	0,92
PK2811	1200	400	25,0	13,3	500	0,3	30	5005,56	4740,92	4203,01	0,95	0,84
PK2812	1200	400	25,0	13,3	750	0,3	30	5100,29	4790,39	4260,08	0,94	0,84
PK2813	1200	400	25,0	13,3	1200	0,3	30	5184,70	4830,05	4305,68	0,93	0,83
PK2814	1200	400	25,0	13,3	1800	0,3	30	5241,27	4853,11	4332,13	0,93	0,83
PK2815	1200	400	25,0	13,3	2900	0,3	30	5293,49	4871,12	4352,76	0,92	0,82
PK2816	1200	400	25,0	13,3	500	0,3	36	4730,03	4502,15	4170,67	0,95	0,88
PK2817	1200	400	25,0	13,3	750	0,3	36	4800,37	4575,78	4251,36	0,95	0,89
PK2818	1200	400	25,0	13,3	1200	0,3	36	4858,97	4634,64	4315,83	0,95	0,89
PK2819	1200	400	25,0	13,3	1800	0,3	36	4895,28	4668,80	4353,24	0,95	0,89
PK2820	1200	400	25,0	13,3	2900	0,3	36	4926,17	4695,46	4382,41	0,95	0,89
										Média	0,99	0,98
										Coef. de variação	3,2%	7,3%

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL1	300	75	6,3	6,0	0	0,35	6	106,47	105,26	110,49	0,99	1,04
PL2	300	75	6,3	6,0	0	0,35	7,5	102,66	101,09	109,30	0,98	1,06
PL3	300	75	6,3	6,0	0	0,35	9	99,54	98,58	107,86	0,99	1,08
PL4	300	75	6,3	6,0	0,1	0,35	6	88,62	88,75	93,16	1,00	1,05
PL5	300	75	6,3	6,0	0,1	0,35	7,5	85,69	85,23	92,15	0,99	1,08
PL6	300	75	6,3	6,0	0,1	0,35	9	82,48	83,12	90,94	1,01	1,10
PL7	300	75	6,3	6,0	0,2	0,35	6	75,86	75,99	79,76	1,00	1,05
PL8	300	75	6,3	6,0	0,2	0,35	7,5	73,52	72,98	78,90	0,99	1,07
PL9	300	75	6,3	6,0	0,2	0,35	9	70,40	71,17	77,86	1,01	1,11
PL10	300	75	6,3	6,0	0,3	0,35	6	66,30	66,13	69,42	1,00	1,05
PL11	300	75	6,3	6,0	0,3	0,35	7,5	64,37	63,51	68,67	0,99	1,07
PL12	300	75	6,3	6,0	0,3	0,35	9	61,40	61,93	67,76	1,01	1,10
PL13	300	75	6,3	6,0	0,4	0,35	6	58,88	58,51	61,42	0,99	1,04
PL14	300	75	6,3	6,0	0,4	0,35	7,5	57,24	56,19	60,76	0,98	1,06
PL15	300	75	6,3	6,0	0,4	0,35	9	54,44	54,80	59,96	1,01	1,10
PL16	300	75	6,3	6,0	0,5	0,35	6	52,95	52,63	55,24	0,99	1,04
PL17	300	75	6,3	6,0	0,5	0,35	7,5	51,53	50,54	54,65	0,98	1,06
PL18	300	75	6,3	6,0	0,5	0,35	9	48,89	49,29	53,93	1,01	1,10
PL19	300	75	4,7	6,0	0	0,35	6	89,72	88,68	94,78	0,99	1,06
PL20	300	75	4,7	6,0	0	0,35	7,5	86,18	84,29	92,33	0,98	1,07
PL21	300	75	4,7	6,0	0	0,35	9	84,01	82,55	91,13	0,98	1,08
PL22	300	75	4,7	6,0	0,1	0,35	6	74,48	74,83	79,98	1,00	1,07
PL23	300	75	4,7	6,0	0,1	0,35	7,5	71,83	71,13	77,91	0,99	1,08
PL24	300	75	4,7	6,0	0,1	0,35	9	69,68	69,66	76,90	1,00	1,10
PL25	300	75	4,7	6,0	0,2	0,35	6	63,65	64,12	68,53	1,01	1,08
PL26	300	75	4,7	6,0	0,2	0,35	7,5	61,57	60,94	66,76	0,99	1,08
PL27	300	75	4,7	6,0	0,2	0,35	9	59,52	59,69	65,89	1,00	1,11
PL28	300	75	4,7	6,0	0,3	0,35	6	55,56	55,83	59,67	1,00	1,07
PL29	300	75	4,7	6,0	0,3	0,35	7,5	53,87	53,06	58,13	0,99	1,08
PL30	300	75	4,7	6,0	0,3	0,35	9	51,94	51,97	57,37	1,00	1,10
PL31	300	75	4,7	6,0	0,4	0,35	6	49,28	49,42	52,82	1,00	1,07
PL32	300	75	4,7	6,0	0,4	0,35	7,5	47,88	46,97	51,45	0,98	1,07
PL33	300	75	4,7	6,0	0,4	0,35	9	46,07	46,00	50,78	1,00	1,10
PL34	300	75	4,7	6,0	0,5	0,35	6	44,28	44,45	47,51	1,00	1,07
PL35	300	75	4,7	6,0	0,5	0,35	7,5	43,08	42,25	46,28	0,98	1,07
PL36	300	75	4,7	6,0	0,5	0,35	9	41,40	41,38	45,68	1,00	1,10
PL37	300	75	6,3	4,3	0	0,35	6	71,54	70,58	68,68	0,99	0,96
PL38	300	75	6,3	4,3	0	0,35	7,5	65,89	64,18	65,36	0,97	0,99
PL39	300	75	6,3	4,3	0	0,35	9	63,48	63,03	65,96	0,99	1,04
PL40	300	75	6,3	4,3	0,1	0,35	6	59,81	59,51	57,91	0,99	0,97
PL41	300	75	6,3	4,3	0,1	0,35	7,5	55,21	54,11	55,11	0,98	1,00
PL42	300	75	6,3	4,3	0,1	0,35	9	52,80	53,14	55,61	1,01	1,05
PL43	300	75	6,3	4,3	0,2	0,35	6	51,35	50,95	49,58	0,99	0,97
PL44	300	75	6,3	4,3	0,2	0,35	7,5	47,49	46,33	47,19	0,98	0,99
PL45	300	75	6,3	4,3	0,2	0,35	9	45,18	45,50	47,61	1,01	1,05
PL46	300	75	6,3	4,3	0,3	0,35	6	44,97	44,34	43,15	0,99	0,96
PL47	300	75	6,3	4,3	0,3	0,35	7,5	41,65	40,32	41,06	0,97	0,99

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL48	300	75	6,3	4,3	0,3	0,35	9	39,47	39,60	41,44	1,00	1,05
PL49	300	75	6,3	4,3	0,4	0,35	6	39,99	39,23	38,18	0,98	0,95
PL50	300	75	6,3	4,3	0,4	0,35	7,5	37,09	35,68	36,33	0,96	0,98
PL51	300	75	6,3	4,3	0,4	0,35	9	35,04	35,04	36,66	1,00	1,05
PL52	300	75	6,3	4,3	0,5	0,35	6	36,00	35,29	34,34	0,98	0,95
PL53	300	75	6,3	4,3	0,5	0,35	7,5	33,42	32,09	32,68	0,96	0,98
PL54	300	75	6,3	4,3	0,5	0,35	9	31,50	31,52	32,98	1,00	1,05
PL55	300	75	4,7	4,3	0	0,35	6	58,30	60,20	59,90	1,03	1,03
PL56	300	75	4,7	4,3	0	0,35	7,5	53,81	52,56	54,53	0,98	1,01
PL57	300	75	4,7	4,3	0	0,35	9	52,63	51,06	54,22	0,97	1,03
PL58	300	75	4,7	4,3	0,1	0,35	6	48,57	50,80	50,55	1,05	1,04
PL59	300	75	4,7	4,3	0,1	0,35	7,5	45,05	44,35	46,02	0,98	1,02
PL60	300	75	4,7	4,3	0,1	0,35	9	43,82	43,09	45,75	0,98	1,04
PL61	300	75	4,7	4,3	0,2	0,35	6	41,60	43,52	43,31	1,05	1,04
PL62	300	75	4,7	4,3	0,2	0,35	7,5	38,73	38,00	39,43	0,98	1,02
PL63	300	75	4,7	4,3	0,2	0,35	9	37,53	36,92	39,20	0,98	1,04
PL64	300	75	4,7	4,3	0,3	0,35	6	36,36	37,90	37,71	1,04	1,04
PL65	300	75	4,7	4,3	0,3	0,35	7,5	33,96	33,09	34,33	0,97	1,01
PL66	300	75	4,7	4,3	0,3	0,35	9	32,81	32,14	34,13	0,98	1,04
PL67	300	75	4,7	4,3	0,4	0,35	6	32,29	33,54	33,38	1,04	1,03
PL68	300	75	4,7	4,3	0,4	0,35	7,5	30,23	29,29	30,39	0,97	1,01
PL69	300	75	4,7	4,3	0,4	0,35	9	29,15	28,45	30,21	0,98	1,04
PL70	300	75	4,7	4,3	0,5	0,35	6	29,04	30,18	30,03	1,04	1,03
PL71	300	75	4,7	4,3	0,5	0,35	7,5	27,24	26,35	27,34	0,97	1,00
PL72	300	75	4,7	4,3	0,5	0,35	9	26,22	25,59	27,18	0,98	1,04
PL73	300	75	6,3	3,3	0	0,35	6	54,88	51,25	46,79	0,93	0,85
PL74	300	75	6,3	3,3	0	0,35	7,5	49,54	49,65	47,79	1,00	0,96
PL75	300	75	6,3	3,3	0	0,35	9	46,42	45,01	44,93	0,97	0,97
PL76	300	75	6,3	3,3	0,1	0,35	6	46,10	43,21	39,45	0,94	0,86
PL77	300	75	6,3	3,3	0,1	0,35	7,5	41,64	41,86	40,29	1,01	0,97
PL78	300	75	6,3	3,3	0,1	0,35	9	38,74	37,95	37,88	0,98	0,98
PL79	300	75	6,3	3,3	0,2	0,35	6	39,69	37,00	33,78	0,93	0,85
PL80	300	75	6,3	3,3	0,2	0,35	7,5	35,89	35,85	34,50	1,00	0,96
PL81	300	75	6,3	3,3	0,2	0,35	9	33,22	32,49	32,44	0,98	0,98
PL82	300	75	6,3	3,3	0,3	0,35	6	34,81	32,20	29,40	0,92	0,84
PL83	300	75	6,3	3,3	0,3	0,35	7,5	31,52	31,19	30,02	0,99	0,95
PL84	300	75	6,3	3,3	0,3	0,35	9	29,07	28,28	28,23	0,97	0,97
PL85	300	75	6,3	3,3	0,4	0,35	6	30,99	28,49	26,01	0,92	0,84
PL86	300	75	6,3	3,3	0,4	0,35	7,5	28,09	27,60	26,56	0,98	0,95
PL87	300	75	6,3	3,3	0,4	0,35	9	25,83	25,02	24,98	0,97	0,97
PL88	300	75	6,3	3,3	0,5	0,35	6	27,92	25,63	23,40	0,92	0,84
PL89	300	75	6,3	3,3	0,5	0,35	7,5	25,33	24,83	23,89	0,98	0,94
PL90	300	75	6,3	3,3	0,5	0,35	9	23,24	22,51	22,47	0,97	0,97
PL91	300	75	4,7	3,3	0	0,35	6	44,05	40,86	38,21	0,93	0,87
PL92	300	75	4,7	3,3	0	0,35	7,5	39,41	39,95	39,30	1,01	1,00
PL93	300	75	4,7	3,3	0	0,35	9	37,44	36,07	36,69	0,96	0,98
PL94	300	75	4,7	3,3	0,1	0,35	6	36,79	34,48	32,25	0,94	0,88

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL95	300	75	4,7	3,3	0,1	0,35	7,5	33,11	33,71	33,16	1,02	1,00
PL96	300	75	4,7	3,3	0,1	0,35	9	31,28	30,44	30,96	0,97	0,99
PL97	300	75	4,7	3,3	0,2	0,35	6	31,55	29,55	27,63	0,94	0,88
PL98	300	75	4,7	3,3	0,2	0,35	7,5	28,53	28,88	28,41	1,01	1,00
PL99	300	75	4,7	3,3	0,2	0,35	9	26,85	26,08	26,53	0,97	0,99
PL100	300	75	4,7	3,3	0,3	0,35	6	27,60	25,73	24,06	0,93	0,87
PL101	300	75	4,7	3,3	0,3	0,35	7,5	25,05	25,15	24,74	1,00	0,99
PL102	300	75	4,7	3,3	0,3	0,35	9	23,52	22,71	23,10	0,97	0,98
PL103	300	75	4,7	3,3	0,4	0,35	6	24,52	22,77	21,29	0,93	0,87
PL104	300	75	4,7	3,3	0,4	0,35	7,5	22,33	22,26	21,90	1,00	0,98
PL105	300	75	4,7	3,3	0,4	0,35	9	20,91	20,10	20,45	0,96	0,98
PL106	300	75	4,7	3,3	0,5	0,35	6	22,05	20,48	19,16	0,93	0,87
PL107	300	75	4,7	3,3	0,5	0,35	7,5	20,14	20,03	19,70	0,99	0,98
PL108	300	75	4,7	3,3	0,5	0,35	9	18,83	18,08	18,39	0,96	0,98
PL109	300	100	8,3	6,0	0	0,35	6	214,35	208,56	200,83	0,97	0,94
PL110	300	100	8,3	6,0	0	0,35	7,5	192,77	193,01	194,77	1,00	1,01
PL111	300	100	8,3	6,0	0	0,35	9	183,96	185,68	192,85	1,01	1,05
PL112	300	100	8,3	6,0	0,1	0,35	6	178,88	175,64	169,13	0,98	0,95
PL113	300	100	8,3	6,0	0,1	0,35	7,5	161,71	162,54	164,03	1,01	1,01
PL114	300	100	8,3	6,0	0,1	0,35	9	153,25	156,37	162,41	1,02	1,06
PL115	300	100	8,3	6,0	0,2	0,35	6	153,36	150,25	144,68	0,98	0,94
PL116	300	100	8,3	6,0	0,2	0,35	7,5	139,20	139,04	140,31	1,00	1,01
PL117	300	100	8,3	6,0	0,2	0,35	9	131,27	133,76	138,93	1,02	1,06
PL118	300	100	8,3	6,0	0,3	0,35	6	134,16	130,67	125,82	0,97	0,94
PL119	300	100	8,3	6,0	0,3	0,35	7,5	122,16	120,92	122,03	0,99	1,00
PL120	300	100	8,3	6,0	0,3	0,35	9	114,79	116,33	120,82	1,01	1,05
PL121	300	100	8,3	6,0	0,4	0,35	6	119,20	115,56	111,28	0,97	0,93
PL122	300	100	8,3	6,0	0,4	0,35	7,5	108,82	106,95	107,92	0,98	0,99
PL123	300	100	8,3	6,0	0,4	0,35	9	101,97	102,88	106,86	1,01	1,05
PL124	300	100	8,3	6,0	0,5	0,35	6	107,23	103,92	100,06	0,97	0,93
PL125	300	100	8,3	6,0	0,5	0,35	7,5	98,10	96,17	97,04	0,98	0,99
PL126	300	100	8,3	6,0	0,5	0,35	9	91,72	92,51	96,09	1,01	1,05
PL127	300	100	6,3	6,0	0	0,35	6	170,83	175,71	173,03	1,03	1,01
PL128	300	100	6,3	6,0	0	0,35	7,5	157,17	156,21	160,67	0,99	1,02
PL129	300	100	6,3	6,0	0	0,35	9	151,99	153,27	161,64	1,01	1,06
PL130	300	100	6,3	6,0	0,1	0,35	6	142,89	148,14	145,88	1,04	1,02
PL131	300	100	6,3	6,0	0,1	0,35	7,5	131,73	131,70	135,46	1,00	1,03
PL132	300	100	6,3	6,0	0,1	0,35	9	126,51	129,23	136,28	1,02	1,08
PL133	300	100	6,3	6,0	0,2	0,35	6	122,73	126,85	124,91	1,03	1,02
PL134	300	100	6,3	6,0	0,2	0,35	7,5	113,33	112,77	115,99	1,00	1,02
PL135	300	100	6,3	6,0	0,2	0,35	9	108,32	110,65	116,69	1,02	1,08
PL136	300	100	6,3	6,0	0,3	0,35	6	107,51	110,39	108,71	1,03	1,01
PL137	300	100	6,3	6,0	0,3	0,35	7,5	99,41	98,14	100,94	0,99	1,02
PL138	300	100	6,3	6,0	0,3	0,35	9	94,68	96,30	101,55	1,02	1,07
PL139	300	100	6,3	6,0	0,4	0,35	6	95,63	97,68	96,19	1,02	1,01
PL140	300	100	6,3	6,0	0,4	0,35	7,5	88,53	86,84	89,31	0,98	1,01
PL141	300	100	6,3	6,0	0,4	0,35	9	84,09	85,20	89,86	1,01	1,07

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL142	300	100	6,3	6,0	0,5	0,35	6	86,11	87,85	86,51	1,02	1,00
PL143	300	100	6,3	6,0	0,5	0,35	7,5	79,79	78,10	80,33	0,98	1,01
PL144	300	100	6,3	6,0	0,5	0,35	9	75,62	76,64	80,82	1,01	1,07
PL145	300	100	8,3	4,3	0	0,35	6	150,20	144,77	127,82	0,96	0,85
PL146	300	100	8,3	4,3	0	0,35	7,5	133,80	130,46	121,66	0,98	0,91
PL147	300	100	8,3	4,3	0	0,35	9	123,40	126,45	122,75	1,02	0,99
PL148	300	100	8,3	4,3	0,1	0,35	6	126,53	121,92	107,65	0,96	0,85
PL149	300	100	8,3	4,3	0,1	0,35	7,5	112,86	109,87	102,46	0,97	0,91
PL150	300	100	8,3	4,3	0,1	0,35	9	103,30	106,48	103,37	1,03	1,00
PL151	300	100	8,3	4,3	0,2	0,35	6	109,02	104,29	92,08	0,96	0,84
PL152	300	100	8,3	4,3	0,2	0,35	7,5	97,48	93,98	87,64	0,96	0,90
PL153	300	100	8,3	4,3	0,2	0,35	9	88,76	91,09	88,42	1,03	1,00
PL154	300	100	8,3	4,3	0,3	0,35	6	95,66	90,70	80,08	0,95	0,84
PL155	300	100	8,3	4,3	0,3	0,35	7,5	85,73	81,73	76,22	0,95	0,89
PL156	300	100	8,3	4,3	0,3	0,35	9	77,77	79,22	76,90	1,02	0,99
PL157	300	100	8,3	4,3	0,4	0,35	6	85,17	80,22	70,83	0,94	0,83
PL158	300	100	8,3	4,3	0,4	0,35	7,5	76,48	72,29	67,41	0,95	0,88
PL159	300	100	8,3	4,3	0,4	0,35	9	69,19	70,06	68,01	1,01	0,98
PL160	300	100	8,3	4,3	0,5	0,35	6	76,72	72,13	63,69	0,94	0,83
PL161	300	100	8,3	4,3	0,5	0,35	7,5	69,02	65,00	60,62	0,94	0,88
PL162	300	100	8,3	4,3	0,5	0,35	9	62,30	63,00	61,16	1,01	0,98
PL163	300	100	6,3	4,3	0	0,35	6	117,98	111,60	100,92	0,95	0,86
PL164	300	100	6,3	4,3	0	0,35	7,5	105,75	105,96	101,08	1,00	0,96
PL165	300	100	6,3	4,3	0	0,35	9	98,10	97,83	96,91	1,00	0,99
PL166	300	100	6,3	4,3	0,1	0,35	6	99,22	94,09	85,09	0,95	0,86
PL167	300	100	6,3	4,3	0,1	0,35	7,5	89,04	89,33	85,22	1,00	0,96
PL168	300	100	6,3	4,3	0,1	0,35	9	82,02	82,48	81,71	1,01	1,00
PL169	300	100	6,3	4,3	0,2	0,35	6	85,48	80,56	72,86	0,94	0,85
PL170	300	100	6,3	4,3	0,2	0,35	7,5	76,83	76,49	72,97	1,00	0,95
PL171	300	100	6,3	4,3	0,2	0,35	9	70,43	70,63	69,96	1,00	0,99
PL172	300	100	6,3	4,3	0,3	0,35	6	75,02	70,11	63,41	0,93	0,85
PL173	300	100	6,3	4,3	0,3	0,35	7,5	67,53	66,57	63,50	0,99	0,94
PL174	300	100	6,3	4,3	0,3	0,35	9	61,68	61,46	60,89	1,00	0,99
PL175	300	100	6,3	4,3	0,4	0,35	6	66,81	62,04	56,10	0,93	0,84
PL176	300	100	6,3	4,3	0,4	0,35	7,5	60,22	58,90	56,19	0,98	0,93
PL177	300	100	6,3	4,3	0,4	0,35	9	54,86	54,38	53,87	0,99	0,98
PL178	300	100	6,3	4,3	0,5	0,35	6	60,21	55,80	50,46	0,93	0,84
PL179	300	100	6,3	4,3	0,5	0,35	7,5	54,33	52,98	50,54	0,98	0,93
PL180	300	100	6,3	4,3	0,5	0,35	9	49,39	48,91	48,46	0,99	0,98
PL181	300	100	8,3	3,3	0	0,35	7,5	102,77	101,51	88,72	0,99	0,86
PL182	300	100	8,3	3,3	0	0,35	9	95,06	94,11	86,00	0,99	0,90
PL183	300	100	8,3	3,3	0,1	0,35	6	97,06	107,63	88,98	1,11	0,92
PL184	300	100	8,3	3,3	0,1	0,35	7,5	87,90	85,49	74,71	0,97	0,85
PL185	300	100	8,3	3,3	0,1	0,35	9	80,12	79,25	72,42	0,99	0,90
PL186	300	100	8,3	3,3	0,2	0,35	6	86,04	92,07	76,12	1,07	0,88
PL187	300	100	8,3	3,3	0,2	0,35	7,5	76,42	73,13	63,91	0,96	0,84
PL188	300	100	8,3	3,3	0,2	0,35	9	69,10	67,80	61,95	0,98	0,90

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL189	300	100	8,3	3,3	0,3	0,35	6	76,35	80,07	66,20	1,05	0,87
PL190	300	100	8,3	3,3	0,3	0,35	7,5	67,45	63,60	55,58	0,94	0,82
PL191	300	100	8,3	3,3	0,3	0,35	9	60,68	58,96	53,88	0,97	0,89
PL192	300	100	8,3	3,3	0,4	0,35	6	68,37	70,81	58,54	1,04	0,86
PL193	300	100	8,3	3,3	0,4	0,35	7,5	60,31	56,25	49,16	0,93	0,82
PL194	300	100	8,3	3,3	0,4	0,35	9	54,06	52,15	47,65	0,96	0,88
PL195	300	100	8,3	3,3	0,5	0,35	6	61,82	63,68	52,64	1,03	0,85
PL196	300	100	8,3	3,3	0,5	0,35	7,5	54,51	50,58	44,20	0,93	0,81
PL197	300	100	8,3	3,3	0,5	0,35	9	48,73	46,89	42,85	0,96	0,88
PL198	300	100	6,3	3,3	0	0,35	6	89,66	93,35	79,03	1,04	0,88
PL199	300	100	6,3	3,3	0	0,35	7,5	80,89	76,59	68,56	0,95	0,85
PL200	300	100	6,3	3,3	0	0,35	9	74,21	74,07	69,25	1,00	0,93
PL201	300	100	6,3	3,3	0,1	0,35	6	76,97	78,70	66,63	1,02	0,87
PL202	300	100	6,3	3,3	0,1	0,35	7,5	68,54	64,57	57,80	0,94	0,84
PL203	300	100	6,3	3,3	0,1	0,35	9	62,30	62,45	58,38	1,00	0,94
PL204	300	100	6,3	3,3	0,2	0,35	6	66,85	67,39	57,05	1,01	0,85
PL205	300	100	6,3	3,3	0,2	0,35	7,5	59,34	55,29	49,49	0,93	0,83
PL206	300	100	6,3	3,3	0,2	0,35	9	53,62	53,47	49,99	1,00	0,93
PL207	300	100	6,3	3,3	0,3	0,35	6	58,92	58,65	49,65	1,00	0,84
PL208	300	100	6,3	3,3	0,3	0,35	7,5	52,26	48,12	43,07	0,92	0,82
PL209	300	100	6,3	3,3	0,3	0,35	9	47,03	46,54	43,50	0,99	0,92
PL210	300	100	6,3	3,3	0,4	0,35	6	52,61	51,89	43,93	0,99	0,84
PL211	300	100	6,3	3,3	0,4	0,35	7,5	46,67	42,57	38,11	0,91	0,82
PL212	300	100	6,3	3,3	0,4	0,35	9	41,87	41,18	38,49	0,98	0,92
PL213	300	100	6,3	3,3	0,5	0,35	6	47,49	46,67	39,52	0,98	0,83
PL214	300	100	6,3	3,3	0,5	0,35	7,5	42,15	38,29	34,28	0,91	0,81
PL215	300	100	6,3	3,3	0,5	0,35	9	37,72	37,03	34,62	0,98	0,92
PL216	600	150	12,5	12,0	0	0,35	12	861,71	842,09	883,92	0,98	1,03
PL217	600	150	12,5	12,0	0	0,35	15	810,58	808,70	874,40	1,00	1,08
PL218	600	150	12,5	12,0	0	0,35	18	789,93	788,65	862,86	1,00	1,09
PL219	600	150	12,5	12,0	0,1	0,35	12	716,46	709,98	745,25	0,99	1,04
PL220	600	150	12,5	12,0	0,1	0,35	15	677,38	681,83	737,23	1,01	1,09
PL221	600	150	12,5	12,0	0,1	0,35	18	653,97	664,92	727,50	1,02	1,11
PL222	600	150	12,5	12,0	0,2	0,35	12	612,89	607,91	638,11	0,99	1,04
PL223	600	150	12,5	12,0	0,2	0,35	15	581,64	583,80	631,24	1,00	1,09
PL224	600	150	12,5	12,0	0,2	0,35	18	557,85	569,33	622,91	1,02	1,12
PL225	600	150	12,5	12,0	0,3	0,35	12	535,38	529,05	555,32	0,99	1,04
PL226	600	150	12,5	12,0	0,3	0,35	15	509,54	508,07	549,35	1,00	1,08
PL227	600	150	12,5	12,0	0,3	0,35	18	486,31	495,47	542,10	1,02	1,11
PL228	600	150	12,5	12,0	0,4	0,35	12	475,22	468,11	491,36	0,99	1,03
PL229	600	150	12,5	12,0	0,4	0,35	15	453,30	449,55	486,08	0,99	1,07
PL230	600	150	12,5	12,0	0,4	0,35	18	431,02	438,41	479,66	1,02	1,11
PL231	600	150	12,5	12,0	0,5	0,35	12	427,18	421,04	441,95	0,99	1,03
PL232	600	150	12,5	12,0	0,5	0,35	15	408,23	404,34	437,19	0,99	1,07
PL233	600	150	12,5	12,0	0,5	0,35	18	387,00	394,31	431,42	1,02	1,11
PL234	600	150	9,4	12,0	0	0,35	12	715,35	709,44	758,24	0,99	1,06
PL235	600	150	9,4	12,0	0	0,35	15	684,09	674,30	738,66	0,99	1,08

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL236	600	150	9,4	12,0	0	0,35	18	665,37	660,43	729,07	0,99	1,10
PL237	600	150	9,4	12,0	0,1	0,35	12	594,04	598,66	639,84	1,01	1,08
PL238	600	150	9,4	12,0	0,1	0,35	15	569,49	569,00	623,31	1,00	1,09
PL239	600	150	9,4	12,0	0,1	0,35	18	551,34	557,31	615,22	1,01	1,12
PL240	600	150	9,4	12,0	0,2	0,35	12	507,75	512,95	548,23	1,01	1,08
PL241	600	150	9,4	12,0	0,2	0,35	15	487,70	487,54	534,07	1,00	1,10
PL242	600	150	9,4	12,0	0,2	0,35	18	470,63	477,52	527,14	1,01	1,12
PL243	600	150	9,4	12,0	0,3	0,35	12	443,28	446,64	477,36	1,01	1,08
PL244	600	150	9,4	12,0	0,3	0,35	15	426,41	424,51	465,03	1,00	1,09
PL245	600	150	9,4	12,0	0,3	0,35	18	410,50	415,78	458,99	1,01	1,12
PL246	600	150	9,4	12,0	0,4	0,35	12	393,30	395,33	422,52	1,01	1,07
PL247	600	150	9,4	12,0	0,4	0,35	15	378,78	375,74	411,61	0,99	1,09
PL248	600	150	9,4	12,0	0,4	0,35	18	363,98	368,02	406,27	1,01	1,12
PL249	600	150	9,4	12,0	0,5	0,35	12	353,42	355,63	380,09	1,01	1,08
PL250	600	150	9,4	12,0	0,5	0,35	15	340,71	338,02	370,28	0,99	1,09
PL251	600	150	9,4	12,0	0,5	0,35	18	326,93	331,07	365,47	1,01	1,12
PL252	600	150	12,5	8,6	0	0,35	12	579,91	564,64	549,48	0,97	0,95
PL253	600	150	12,5	8,6	0	0,35	15	518,39	513,46	522,89	0,99	1,01
PL254	600	150	12,5	8,6	0	0,35	18	503,34	504,26	527,65	1,00	1,05
PL255	600	150	12,5	8,6	0,1	0,35	12	483,94	476,06	463,28	0,98	0,96
PL256	600	150	12,5	8,6	0,1	0,35	15	435,33	432,91	440,86	0,99	1,01
PL257	600	150	12,5	8,6	0,1	0,35	18	418,12	425,15	444,87	1,02	1,06
PL258	600	150	12,5	8,6	0,2	0,35	12	414,91	407,61	396,67	0,98	0,96
PL259	600	150	12,5	8,6	0,2	0,35	15	375,03	370,67	377,48	0,99	1,01
PL260	600	150	12,5	8,6	0,2	0,35	18	357,44	364,03	380,91	1,02	1,07
PL261	600	150	12,5	8,6	0,3	0,35	12	362,98	354,74	345,21	0,98	0,95
PL262	600	150	12,5	8,6	0,3	0,35	15	329,32	322,58	328,51	0,98	1,00
PL263	600	150	12,5	8,6	0,3	0,35	18	312,07	316,80	331,50	1,02	1,06
PL264	600	150	12,5	8,6	0,4	0,35	12	322,52	313,88	305,45	0,97	0,95
PL265	600	150	12,5	8,6	0,4	0,35	15	293,49	285,43	290,67	0,97	0,99
PL266	600	150	12,5	8,6	0,4	0,35	18	276,89	280,31	293,32	1,01	1,06
PL267	600	150	12,5	8,6	0,5	0,35	12	290,14	282,31	274,73	0,97	0,95
PL268	600	150	12,5	8,6	0,5	0,35	15	264,67	256,72	261,44	0,97	0,99
PL269	600	150	12,5	8,6	0,5	0,35	18	248,82	252,12	263,82	1,01	1,06
PL270	600	150	9,4	8,6	0	0,35	12	464,44	481,58	479,22	1,04	1,03
PL271	600	150	9,4	8,6	0	0,35	15	426,15	420,46	436,25	0,99	1,02
PL272	600	150	9,4	8,6	0	0,35	18	416,08	408,46	433,72	0,98	1,04
PL273	600	150	9,4	8,6	0,1	0,35	12	387,23	406,38	404,39	1,05	1,04
PL274	600	150	9,4	8,6	0,1	0,35	15	356,31	354,81	368,12	1,00	1,03
PL275	600	150	9,4	8,6	0,1	0,35	18	346,15	344,68	366,00	1,00	1,06
PL276	600	150	9,4	8,6	0,2	0,35	12	331,83	348,20	346,49	1,05	1,04
PL277	600	150	9,4	8,6	0,2	0,35	15	306,03	304,01	315,42	0,99	1,03
PL278	600	150	9,4	8,6	0,2	0,35	18	296,27	295,33	313,60	1,00	1,06
PL279	600	150	9,4	8,6	0,3	0,35	12	290,21	303,18	301,70	1,04	1,04
PL280	600	150	9,4	8,6	0,3	0,35	15	268,14	264,71	274,64	0,99	1,02
PL281	600	150	9,4	8,6	0,3	0,35	18	258,92	257,15	273,06	0,99	1,05
PL282	600	150	9,4	8,6	0,4	0,35	12	257,81	268,36	267,04	1,04	1,04

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL283	600	150	9,4	8,6	0,4	0,35	15	238,56	234,30	243,09	0,98	1,02
PL284	600	150	9,4	8,6	0,4	0,35	18	229,91	227,61	241,69	0,99	1,05
PL285	600	150	9,4	8,6	0,5	0,35	12	231,90	241,41	240,23	1,04	1,04
PL286	600	150	9,4	8,6	0,5	0,35	15	214,85	210,77	218,68	0,98	1,02
PL287	600	150	9,4	8,6	0,5	0,35	18	206,74	204,76	217,42	0,99	1,05
PL288	600	150	12,5	6,7	0	0,35	12	446,00	410,02	374,35	0,92	0,84
PL289	600	150	12,5	6,7	0	0,35	15	389,22	397,23	382,30	1,02	0,98
PL290	600	150	12,5	6,7	0	0,35	18	367,59	360,10	359,47	0,98	0,98
PL291	600	150	12,5	6,7	0,1	0,35	12	373,69	345,70	315,62	0,93	0,84
PL292	600	150	12,5	6,7	0,1	0,35	15	328,04	334,91	322,32	1,02	0,98
PL293	600	150	12,5	6,7	0,1	0,35	18	306,33	303,61	303,08	0,99	0,99
PL294	600	150	12,5	6,7	0,2	0,35	12	321,06	296,00	270,25	0,92	0,84
PL295	600	150	12,5	6,7	0,2	0,35	15	283,25	286,76	275,98	1,01	0,97
PL296	600	150	12,5	6,7	0,2	0,35	18	262,38	259,96	259,51	0,99	0,99
PL297	600	150	12,5	6,7	0,3	0,35	12	281,20	257,60	235,19	0,92	0,84
PL298	600	150	12,5	6,7	0,3	0,35	15	249,11	249,56	240,18	1,00	0,96
PL299	600	150	12,5	6,7	0,3	0,35	18	229,38	226,23	225,84	0,99	0,98
PL300	600	150	12,5	6,7	0,4	0,35	12	250,04	227,93	208,10	0,91	0,83
PL301	600	150	12,5	6,7	0,4	0,35	15	222,26	220,82	212,52	0,99	0,96
PL302	600	150	12,5	6,7	0,4	0,35	18	203,71	200,18	199,83	0,98	0,98
PL303	600	150	12,5	6,7	0,5	0,35	12	225,04	205,01	187,17	0,91	0,83
PL304	600	150	12,5	6,7	0,5	0,35	15	200,60	198,61	191,14	0,99	0,95
PL305	600	150	12,5	6,7	0,5	0,35	18	183,18	180,04	179,73	0,98	0,98
PL306	600	150	9,4	6,7	0	0,35	12	350,16	326,91	305,70	0,93	0,87
PL307	600	150	9,4	6,7	0	0,35	15	311,89	319,60	314,38	1,02	1,01
PL308	600	150	9,4	6,7	0	0,35	18	296,03	288,60	293,56	0,97	0,99
PL309	600	150	9,4	6,7	0,1	0,35	12	292,80	275,86	257,97	0,94	0,88
PL310	600	150	9,4	6,7	0,1	0,35	15	261,66	269,69	265,29	1,03	1,01
PL311	600	150	9,4	6,7	0,1	0,35	18	247,17	243,53	247,72	0,99	1,00
PL312	600	150	9,4	6,7	0,2	0,35	12	251,30	236,36	221,03	0,94	0,88
PL313	600	150	9,4	6,7	0,2	0,35	15	225,23	231,08	227,30	1,03	1,01
PL314	600	150	9,4	6,7	0,2	0,35	18	212,06	208,67	212,25	0,98	1,00
PL315	600	150	9,4	6,7	0,3	0,35	12	219,99	205,81	192,46	0,94	0,87
PL316	600	150	9,4	6,7	0,3	0,35	15	197,64	201,21	197,92	1,02	1,00
PL317	600	150	9,4	6,7	0,3	0,35	18	185,64	181,69	184,81	0,98	1,00
PL318	600	150	9,4	6,7	0,4	0,35	12	195,54	182,16	170,35	0,93	0,87
PL319	600	150	9,4	6,7	0,4	0,35	15	176,04	178,09	175,18	1,01	1,00
PL320	600	150	9,4	6,7	0,4	0,35	18	165,04	160,82	163,58	0,97	0,99
PL321	600	150	9,4	6,7	0,5	0,35	12	175,95	163,87	153,25	0,93	0,87
PL322	600	150	9,4	6,7	0,5	0,35	15	158,67	160,21	157,59	1,01	0,99
PL323	600	150	9,4	6,7	0,5	0,35	18	148,55	144,67	147,16	0,97	0,99
PL324	600	200	16,7	12,0	0	0,35	12	1707,26	1668,51	1606,65	0,98	0,94
PL325	600	200	16,7	12,0	0	0,35	15	1541,25	1544,10	1558,19	1,00	1,01
PL326	600	200	16,7	12,0	0	0,35	18	1474,12	1485,44	1542,81	1,01	1,05
PL327	600	200	16,7	12,0	0,1	0,35	12	1426,09	1405,12	1353,02	0,99	0,95
PL328	600	200	16,7	12,0	0,1	0,35	15	1291,98	1300,34	1312,21	1,01	1,02
PL329	600	200	16,7	12,0	0,1	0,35	18	1227,83	1250,95	1299,26	1,02	1,06

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL330	600	200	16,7	12,0	0,2	0,35	12	1223,45	1201,98	1157,42	0,98	0,95
PL331	600	200	16,7	12,0	0,2	0,35	15	1111,60	1112,35	1122,51	1,00	1,01
PL332	600	200	16,7	12,0	0,2	0,35	18	1051,66	1070,10	1111,43	1,02	1,06
PL333	600	200	16,7	12,0	0,3	0,35	12	1070,78	1045,32	1006,57	0,98	0,94
PL334	600	200	16,7	12,0	0,3	0,35	15	975,17	967,38	976,20	0,99	1,00
PL335	600	200	16,7	12,0	0,3	0,35	18	919,51	930,63	966,57	1,01	1,05
PL336	600	200	16,7	12,0	0,4	0,35	12	951,74	924,50	890,23	0,97	0,94
PL337	600	200	16,7	12,0	0,4	0,35	15	868,44	855,57	863,38	0,99	0,99
PL338	600	200	16,7	12,0	0,4	0,35	18	816,76	823,07	854,85	1,01	1,05
PL339	600	200	16,7	12,0	0,5	0,35	12	856,40	831,33	800,50	0,97	0,93
PL340	600	200	16,7	12,0	0,5	0,35	15	782,70	769,34	776,36	0,98	0,99
PL341	600	200	16,7	12,0	0,5	0,35	18	734,62	740,11	768,70	1,01	1,05
PL342	600	200	12,5	12,0	0	0,35	12	1382,13	1405,68	1384,23	1,02	1,00
PL343	600	200	12,5	12,0	0	0,35	15	1263,38	1249,67	1285,32	0,99	1,02
PL344	600	200	12,5	12,0	0	0,35	18	1212,12	1226,19	1293,13	1,01	1,07
PL345	600	200	12,5	12,0	0,1	0,35	12	1155,79	1185,16	1167,07	1,03	1,01
PL346	600	200	12,5	12,0	0,1	0,35	15	1057,06	1053,62	1083,68	1,00	1,03
PL347	600	200	12,5	12,0	0,1	0,35	18	1007,60	1033,83	1090,26	1,03	1,08
PL348	600	200	12,5	12,0	0,2	0,35	12	992,53	1014,77	999,29	1,02	1,01
PL349	600	200	12,5	12,0	0,2	0,35	15	908,30	902,15	927,89	0,99	1,02
PL350	600	200	12,5	12,0	0,2	0,35	18	861,86	885,20	933,52	1,03	1,08
PL351	600	200	12,5	12,0	0,3	0,35	12	869,39	883,13	869,65	1,02	1,00
PL352	600	200	12,5	12,0	0,3	0,35	15	796,06	785,11	807,51	0,99	1,01
PL353	600	200	12,5	12,0	0,3	0,35	18	752,84	770,36	812,41	1,02	1,08
PL354	600	200	12,5	12,0	0,4	0,35	12	773,28	781,41	769,49	1,01	1,00
PL355	600	200	12,5	12,0	0,4	0,35	15	708,42	694,69	714,51	0,98	1,01
PL356	600	200	12,5	12,0	0,4	0,35	18	668,23	681,63	718,84	1,02	1,08
PL357	600	200	12,5	12,0	0,5	0,35	12	696,22	702,82	692,10	1,01	0,99
PL358	600	200	12,5	12,0	0,5	0,35	15	638,11	624,82	642,65	0,98	1,01
PL359	600	200	12,5	12,0	0,5	0,35	18	600,68	613,08	646,55	1,02	1,08
PL360	600	200	16,7	8,6	0	0,35	12	1200,14	1158,20	1022,60	0,97	0,85
PL361	600	200	16,7	8,6	0	0,35	15	1064,76	1043,69	973,30	0,98	0,91
PL362	600	200	16,7	8,6	0	0,35	18	987,47	1011,56	981,97	1,02	0,99
PL363	600	200	16,7	8,6	0,1	0,35	12	1011,07	975,36	861,17	0,96	0,85
PL364	600	200	16,7	8,6	0,1	0,35	15	897,53	878,93	819,65	0,98	0,91
PL365	600	200	16,7	8,6	0,1	0,35	18	826,49	851,88	826,95	1,03	1,00
PL366	600	200	16,7	8,6	0,2	0,35	12	871,18	834,36	736,67	0,96	0,85
PL367	600	200	16,7	8,6	0,2	0,35	15	774,83	751,87	701,16	0,97	0,90
PL368	600	200	16,7	8,6	0,2	0,35	18	710,04	728,72	707,40	1,03	1,00
PL369	600	200	16,7	8,6	0,3	0,35	12	764,40	725,61	640,66	0,95	0,84
PL370	600	200	16,7	8,6	0,3	0,35	15	681,25	653,87	609,77	0,96	0,90
PL371	600	200	16,7	8,6	0,3	0,35	18	622,08	633,75	615,20	1,02	0,99
PL372	600	200	16,7	8,6	0,4	0,35	12	680,50	641,75	566,61	0,94	0,83
PL373	600	200	16,7	8,6	0,4	0,35	15	607,63	578,30	539,30	0,95	0,89
PL374	600	200	16,7	8,6	0,4	0,35	18	553,36	560,50	544,10	1,01	0,98
PL375	600	200	16,7	8,6	0,5	0,35	12	612,97	577,07	509,50	0,94	0,83
PL376	600	200	16,7	8,6	0,5	0,35	15	548,25	520,02	484,94	0,95	0,88

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL377	600	200	16,7	8,6	0,5	0,35	18	498,24	504,01	489,26	1,01	0,98
PL378	600	200	12,5	8,6	0	0,35	12	959,38	892,77	807,40	0,93	0,84
PL379	600	200	12,5	8,6	0	0,35	15	849,60	847,65	808,64	1,00	0,95
PL380	600	200	12,5	8,6	0	0,35	18	782,95	782,65	775,32	1,00	0,99
PL381	600	200	12,5	8,6	0,1	0,35	12	806,57	752,71	680,73	0,93	0,84
PL382	600	200	12,5	8,6	0,1	0,35	15	714,26	714,67	681,78	1,00	0,95
PL383	600	200	12,5	8,6	0,1	0,35	18	653,67	659,87	653,68	1,01	1,00
PL384	600	200	12,5	8,6	0,2	0,35	12	694,64	644,50	582,87	0,93	0,84
PL385	600	200	12,5	8,6	0,2	0,35	15	615,58	611,93	583,76	0,99	0,95
PL386	600	200	12,5	8,6	0,2	0,35	18	560,67	565,00	559,71	1,01	1,00
PL387	600	200	12,5	8,6	0,3	0,35	12	609,48	560,89	507,25	0,92	0,83
PL388	600	200	12,5	8,6	0,3	0,35	15	540,62	532,54	508,03	0,99	0,94
PL389	600	200	12,5	8,6	0,3	0,35	18	490,66	491,71	487,10	1,00	0,99
PL390	600	200	12,5	8,6	0,4	0,35	12	542,68	496,29	448,83	0,91	0,83
PL391	600	200	12,5	8,6	0,4	0,35	15	481,80	471,21	449,52	0,98	0,93
PL392	600	200	12,5	8,6	0,4	0,35	18	436,11	435,07	430,99	1,00	0,99
PL393	600	200	12,5	8,6	0,5	0,35	12	488,93	446,38	403,69	0,91	0,83
PL394	600	200	12,5	8,6	0,5	0,35	15	434,46	423,82	404,31	0,98	0,93
PL395	600	200	12,5	8,6	0,5	0,35	18	392,43	391,32	387,65	1,00	0,99
PL396	600	200	16,7	6,7	0	0,35	15	815,19	812,10	709,76	1,00	0,87
PL397	600	200	16,7	6,7	0	0,35	18	759,79	752,89	688,00	0,99	0,91
PL398	600	200	16,7	6,7	0,1	0,35	15	696,36	683,90	597,72	0,98	0,86
PL399	600	200	16,7	6,7	0,1	0,35	18	640,28	634,04	579,39	0,99	0,90
PL400	600	200	16,7	6,7	0,2	0,35	12	688,46	736,54	608,93	1,07	0,88
PL401	600	200	16,7	6,7	0,2	0,35	15	604,99	585,03	511,31	0,97	0,85
PL402	600	200	16,7	6,7	0,2	0,35	18	552,08	542,38	495,63	0,98	0,90
PL403	600	200	16,7	6,7	0,3	0,35	12	610,81	640,54	529,57	1,05	0,87
PL404	600	200	16,7	6,7	0,3	0,35	15	533,85	508,78	444,66	0,95	0,83
PL405	600	200	16,7	6,7	0,3	0,35	18	484,75	471,69	431,03	0,97	0,89
PL406	600	200	16,7	6,7	0,4	0,35	12	546,92	566,51	468,36	1,04	0,86
PL407	600	200	16,7	6,7	0,4	0,35	15	477,25	449,97	393,27	0,94	0,82
PL408	600	200	16,7	6,7	0,4	0,35	18	431,81	417,17	381,22	0,97	0,88
PL409	600	200	16,7	6,7	0,5	0,35	12	494,38	509,41	421,15	1,03	0,85
PL410	600	200	16,7	6,7	0,5	0,35	15	431,27	404,62	353,63	0,94	0,82
PL411	600	200	16,7	6,7	0,5	0,35	18	389,18	375,12	342,79	0,96	0,88
PL412	600	200	12,5	6,7	0	0,35	12	728,28	746,79	632,27	1,03	0,87
PL413	600	200	12,5	6,7	0	0,35	15	648,76	612,70	548,45	0,94	0,85
PL414	600	200	12,5	6,7	0	0,35	18	591,70	592,56	553,96	1,00	0,94
PL415	600	200	12,5	6,7	0,1	0,35	12	626,49	629,63	533,08	1,01	0,85
PL416	600	200	12,5	6,7	0,1	0,35	15	548,86	516,58	462,41	0,94	0,84
PL417	600	200	12,5	6,7	0,1	0,35	18	495,96	499,60	467,06	1,01	0,94
PL418	600	200	12,5	6,7	0,2	0,35	12	544,14	539,11	456,44	0,99	0,84
PL419	600	200	12,5	6,7	0,2	0,35	15	474,67	442,31	395,93	0,93	0,83
PL420	600	200	12,5	6,7	0,2	0,35	18	426,36	427,78	399,91	1,00	0,94
PL421	600	200	12,5	6,7	0,3	0,35	12	479,48	469,17	397,22	0,98	0,83
PL422	600	200	12,5	6,7	0,3	0,35	15	417,74	384,93	344,57	0,92	0,82
PL423	600	200	12,5	6,7	0,3	0,35	18	373,65	372,28	348,03	1,00	0,93

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL424	600	200	12,5	6,7	0,4	0,35	12	428,00	415,14	351,47	0,97	0,82
PL425	600	200	12,5	6,7	0,4	0,35	15	372,81	340,60	304,88	0,91	0,82
PL426	600	200	12,5	6,7	0,4	0,35	18	332,42	329,40	307,95	0,99	0,93
PL427	600	200	12,5	6,7	0,5	0,35	12	386,22	373,39	316,13	0,97	0,82
PL428	600	200	12,5	6,7	0,5	0,35	15	336,49	306,34	274,22	0,91	0,81
PL429	600	200	12,5	6,7	0,5	0,35	18	299,31	296,27	276,97	0,99	0,93
PL430	900	225	18,8	18,0	0	0,35	18	2890,10	2842,06	2983,22	0,98	1,03
PL431	900	225	18,8	18,0	0	0,35	22,5	2751,21	2729,35	2951,11	0,99	1,07
PL432	900	225	18,8	18,0	0	0,35	27	2654,85	2661,69	2912,16	1,00	1,10
PL433	900	225	18,8	18,0	0,1	0,35	18	2408,11	2396,20	2515,21	1,00	1,04
PL434	900	225	18,8	18,0	0,1	0,35	22,5	2293,32	2301,16	2488,14	1,00	1,08
PL435	900	225	18,8	18,0	0,1	0,35	27	2201,58	2244,12	2455,30	1,02	1,12
PL436	900	225	18,8	18,0	0,2	0,35	18	2063,21	2051,70	2153,61	0,99	1,04
PL437	900	225	18,8	18,0	0,2	0,35	22,5	1965,65	1970,34	2130,43	1,00	1,08
PL438	900	225	18,8	18,0	0,2	0,35	27	1880,25	1921,49	2102,31	1,02	1,12
PL439	900	225	18,8	18,0	0,3	0,35	18	1804,39	1785,54	1874,22	0,99	1,04
PL440	900	225	18,8	18,0	0,3	0,35	22,5	1719,70	1714,72	1854,05	1,00	1,08
PL441	900	225	18,8	18,0	0,3	0,35	27	1640,64	1672,22	1829,58	1,02	1,12
PL442	900	225	18,8	18,0	0,4	0,35	18	1603,09	1579,89	1658,36	0,99	1,03
PL443	900	225	18,8	18,0	0,4	0,35	22,5	1528,34	1517,23	1640,51	0,99	1,07
PL444	900	225	18,8	18,0	0,4	0,35	27	1455,13	1479,62	1618,86	1,02	1,11
PL445	900	225	18,8	18,0	0,5	0,35	18	1442,10	1420,99	1491,57	0,99	1,03
PL446	900	225	18,8	18,0	0,5	0,35	22,5	1375,24	1364,64	1475,52	0,99	1,07
PL447	900	225	18,8	18,0	0,5	0,35	27	1307,27	1330,81	1456,04	1,02	1,11
PL448	900	225	14,1	18,0	0	0,35	18	2457,42	2394,36	2559,05	0,97	1,04
PL449	900	225	14,1	18,0	0	0,35	22,5	2330,66	2275,75	2492,96	0,98	1,07
PL450	900	225	14,1	18,0	0	0,35	27	2257,72	2228,97	2460,60	0,99	1,09
PL451	900	225	14,1	18,0	0,1	0,35	18	2041,98	2020,47	2159,44	0,99	1,06
PL452	900	225	14,1	18,0	0,1	0,35	22,5	1941,51	1920,38	2103,68	0,99	1,08
PL453	900	225	14,1	18,0	0,1	0,35	27	1870,59	1880,91	2076,37	1,01	1,11
PL454	900	225	14,1	18,0	0,2	0,35	18	1746,18	1731,20	1850,28	0,99	1,06
PL455	900	225	14,1	18,0	0,2	0,35	22,5	1663,44	1645,44	1802,50	0,99	1,08
PL456	900	225	14,1	18,0	0,2	0,35	27	1596,60	1611,62	1779,10	1,01	1,11
PL457	900	225	14,1	18,0	0,3	0,35	18	1524,99	1507,39	1611,07	0,99	1,06
PL458	900	225	14,1	18,0	0,3	0,35	22,5	1454,91	1432,72	1569,47	0,98	1,08
PL459	900	225	14,1	18,0	0,3	0,35	27	1392,52	1403,27	1549,10	1,01	1,11
PL460	900	225	14,1	18,0	0,4	0,35	18	1353,41	1334,24	1426,01	0,99	1,05
PL461	900	225	14,1	18,0	0,4	0,35	22,5	1292,76	1268,14	1389,18	0,98	1,07
PL462	900	225	14,1	18,0	0,4	0,35	27	1234,65	1242,07	1371,15	1,01	1,11
PL463	900	225	14,1	18,0	0,5	0,35	18	1216,46	1200,26	1282,82	0,99	1,05
PL464	900	225	14,1	18,0	0,5	0,35	22,5	1163,09	1140,80	1249,69	0,98	1,07
PL465	900	225	14,1	18,0	0,5	0,35	27	1108,91	1117,36	1233,47	1,01	1,11
PL466	900	225	18,8	12,9	0	0,35	18	1938,78	1905,65	1854,49	0,98	0,96
PL467	900	225	18,8	12,9	0	0,35	22,5	1766,57	1732,93	1764,77	0,98	1,00
PL468	900	225	18,8	12,9	0	0,35	27	1684,87	1701,87	1780,80	1,01	1,06
PL469	900	225	18,8	12,9	0,1	0,35	18	1622,29	1606,69	1563,56	0,99	0,96
PL470	900	225	18,8	12,9	0,1	0,35	22,5	1478,91	1461,06	1487,91	0,99	1,01

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL471	900	225	18,8	12,9	0,1	0,35	27	1403,48	1434,88	1501,43	1,02	1,07
PL472	900	225	18,8	12,9	0,2	0,35	18	1393,69	1375,70	1338,77	0,99	0,96
PL473	900	225	18,8	12,9	0,2	0,35	22,5	1271,22	1251,01	1274,00	0,98	1,00
PL474	900	225	18,8	12,9	0,2	0,35	27	1202,20	1228,59	1285,58	1,02	1,07
PL475	900	225	18,8	12,9	0,3	0,35	18	1221,11	1197,23	1165,09	0,98	0,95
PL476	900	225	18,8	12,9	0,3	0,35	22,5	1114,40	1088,72	1108,72	0,98	0,99
PL477	900	225	18,8	12,9	0,3	0,35	27	1051,22	1069,21	1118,80	1,02	1,06
PL478	900	225	18,8	12,9	0,4	0,35	18	1086,33	1059,34	1030,90	0,98	0,95
PL479	900	225	18,8	12,9	0,4	0,35	22,5	991,87	963,33	981,03	0,97	0,99
PL480	900	225	18,8	12,9	0,4	0,35	27	933,82	946,06	989,94	1,01	1,06
PL481	900	225	18,8	12,9	0,5	0,35	18	978,22	952,80	927,22	0,97	0,95
PL482	900	225	18,8	12,9	0,5	0,35	22,5	893,53	866,44	882,36	0,97	0,99
PL483	900	225	18,8	12,9	0,5	0,35	27	839,96	850,91	890,38	1,01	1,06
PL484	900	225	14,1	12,9	0	0,35	18	1598,72	1625,33	1617,37	1,02	1,01
PL485	900	225	14,1	12,9	0	0,35	22,5	1457,30	1419,07	1472,33	0,97	1,01
PL486	900	225	14,1	12,9	0	0,35	27	1415,93	1378,56	1463,82	0,97	1,03
PL487	900	225	14,1	12,9	0,1	0,35	18	1333,59	1371,53	1364,81	1,03	1,02
PL488	900	225	14,1	12,9	0,1	0,35	22,5	1219,49	1197,48	1242,42	0,98	1,02
PL489	900	225	14,1	12,9	0,1	0,35	27	1177,98	1163,30	1235,24	0,99	1,05
PL490	900	225	14,1	12,9	0,2	0,35	18	1143,21	1175,17	1169,41	1,03	1,02
PL491	900	225	14,1	12,9	0,2	0,35	22,5	1048,02	1026,03	1064,54	0,98	1,02
PL492	900	225	14,1	12,9	0,2	0,35	27	1008,21	996,75	1058,39	0,99	1,05
PL493	900	225	14,1	12,9	0,3	0,35	18	1000,09	1023,24	1018,23	1,02	1,02
PL494	900	225	14,1	12,9	0,3	0,35	22,5	918,65	893,39	926,92	0,97	1,01
PL495	900	225	14,1	12,9	0,3	0,35	27	881,07	867,89	921,56	0,99	1,05
PL496	900	225	14,1	12,9	0,4	0,35	18	888,65	905,70	901,26	1,02	1,01
PL497	900	225	14,1	12,9	0,4	0,35	22,5	817,61	790,76	820,44	0,97	1,00
PL498	900	225	14,1	12,9	0,4	0,35	27	782,34	768,19	815,70	0,98	1,04
PL499	900	225	14,1	12,9	0,5	0,35	18	799,46	814,76	810,77	1,02	1,01
PL500	900	225	14,1	12,9	0,5	0,35	22,5	736,54	711,36	738,06	0,97	1,00
PL501	900	225	14,1	12,9	0,5	0,35	27	703,47	691,06	733,80	0,98	1,04
PL502	900	225	18,8	10,0	0	0,35	18	1485,96	1383,82	1263,43	0,93	0,85
PL503	900	225	18,8	10,0	0	0,35	22,5	1331,61	1340,64	1290,25	1,01	0,97
PL504	900	225	18,8	10,0	0	0,35	27	1229,03	1215,33	1213,22	0,99	0,99
PL505	900	225	18,8	10,0	0,1	0,35	18	1249,28	1166,73	1065,22	0,93	0,85
PL506	900	225	18,8	10,0	0,1	0,35	22,5	1118,52	1130,32	1087,83	1,01	0,97
PL507	900	225	18,8	10,0	0,1	0,35	27	1027,64	1024,67	1022,89	1,00	1,00
PL508	900	225	18,8	10,0	0,2	0,35	18	1076,12	998,99	912,08	0,93	0,85
PL509	900	225	18,8	10,0	0,2	0,35	22,5	963,43	967,82	931,44	1,00	0,97
PL510	900	225	18,8	10,0	0,2	0,35	27	882,40	877,35	875,84	0,99	0,99
PL511	900	225	18,8	10,0	0,3	0,35	18	944,45	869,39	793,75	0,92	0,84
PL512	900	225	18,8	10,0	0,3	0,35	22,5	845,73	842,26	810,60	1,00	0,96
PL513	900	225	18,8	10,0	0,3	0,35	27	772,88	763,54	762,21	0,99	0,99
PL514	900	225	18,8	10,0	0,4	0,35	18	841,14	769,26	702,33	0,91	0,83
PL515	900	225	18,8	10,0	0,4	0,35	22,5	753,46	745,26	717,24	0,99	0,95
PL516	900	225	18,8	10,0	0,4	0,35	27	687,41	675,60	674,43	0,98	0,98
PL517	900	225	18,8	10,0	0,5	0,35	18	758,01	691,89	631,70	0,91	0,83

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL518	900	225	18,8	10,0	0,5	0,35	22,5	679,24	670,30	645,11	0,99	0,95
PL519	900	225	18,8	10,0	0,5	0,35	27	618,89	607,65	606,60	0,98	0,98
PL520	900	225	14,1	10,0	0	0,35	18	1208,61	1103,30	1031,75	0,91	0,85
PL521	900	225	14,1	10,0	0	0,35	22,5	1069,38	1078,64	1061,02	1,01	0,99
PL522	900	225	14,1	10,0	0	0,35	27	1008,66	974,02	990,75	0,97	0,98
PL523	900	225	14,1	10,0	0,1	0,35	18	1011,59	931,02	870,64	0,92	0,86
PL524	900	225	14,1	10,0	0,1	0,35	22,5	897,91	910,20	895,34	1,01	1,00
PL525	900	225	14,1	10,0	0,1	0,35	27	842,34	821,93	836,04	0,98	0,99
PL526	900	225	14,1	10,0	0,2	0,35	18	868,86	797,73	745,99	0,92	0,86
PL527	900	225	14,1	10,0	0,2	0,35	22,5	773,36	779,89	767,15	1,01	0,99
PL528	900	225	14,1	10,0	0,2	0,35	27	722,74	704,25	716,35	0,97	0,99
PL529	900	225	14,1	10,0	0,3	0,35	18	761,01	694,60	649,55	0,91	0,85
PL530	900	225	14,1	10,0	0,3	0,35	22,5	678,92	679,07	667,98	1,00	0,98
PL531	900	225	14,1	10,0	0,3	0,35	27	632,71	613,21	623,74	0,97	0,99
PL532	900	225	14,1	10,0	0,4	0,35	18	676,75	614,81	574,93	0,91	0,85
PL533	900	225	14,1	10,0	0,4	0,35	22,5	604,92	601,06	591,24	0,99	0,98
PL534	900	225	14,1	10,0	0,4	0,35	27	562,54	542,77	552,09	0,96	0,98
PL535	900	225	14,1	10,0	0,5	0,35	18	609,17	553,07	517,20	0,91	0,85
PL536	900	225	14,1	10,0	0,5	0,35	22,5	545,40	540,71	531,88	0,99	0,98
PL537	900	225	14,1	10,0	0,5	0,35	27	506,32	488,27	496,65	0,96	0,98
PL538	900	300	25,0	18,0	0	0,35	18	5764,25	5631,23	5422,44	0,98	0,94
PL539	900	300	25,0	18,0	0	0,35	22,5	5272,70	5211,32	5258,88	0,99	1,00
PL540	900	300	25,0	18,0	0	0,35	27	4973,95	5013,37	5206,97	1,01	1,05
PL541	900	300	25,0	18,0	0,1	0,35	18	4819,37	4742,27	4566,44	0,98	0,95
PL542	900	300	25,0	18,0	0,1	0,35	22,5	4410,34	4388,65	4428,70	1,00	1,00
PL543	900	300	25,0	18,0	0,1	0,35	27	4144,55	4221,94	4384,99	1,02	1,06
PL544	900	300	25,0	18,0	0,2	0,35	18	4137,47	4056,69	3906,28	0,98	0,94
PL545	900	300	25,0	18,0	0,2	0,35	22,5	3788,71	3754,20	3788,46	0,99	1,00
PL546	900	300	25,0	18,0	0,2	0,35	27	3550,98	3611,59	3751,06	1,02	1,06
PL547	900	300	25,0	18,0	0,3	0,35	18	3623,13	3527,97	3397,16	0,97	0,94
PL548	900	300	25,0	18,0	0,3	0,35	22,5	3319,86	3264,89	3294,69	0,98	0,99
PL549	900	300	25,0	18,0	0,3	0,35	27	3105,53	3140,88	3262,17	1,01	1,05
PL550	900	300	25,0	18,0	0,4	0,35	18	3221,77	3120,20	3004,52	0,97	0,93
PL551	900	300	25,0	18,0	0,4	0,35	22,5	2953,86	2887,54	2913,89	0,98	0,99
PL552	900	300	25,0	18,0	0,4	0,35	27	2759,08	2777,85	2885,13	1,01	1,05
PL553	900	300	25,0	18,0	0,5	0,35	18	2900,04	2805,73	2701,70	0,97	0,93
PL554	900	300	25,0	18,0	0,5	0,35	22,5	2660,30	2596,52	2620,21	0,98	0,98
PL555	900	300	25,0	18,0	0,5	0,35	27	2482,00	2497,89	2594,35	1,01	1,05
PL556	900	300	18,8	18,0	0	0,35	18	4607,97	4744,18	4671,78	1,03	1,01
PL557	900	300	18,8	18,0	0	0,35	22,5	4252,26	4217,65	4337,97	0,99	1,02
PL558	900	300	18,8	18,0	0	0,35	27	4142,46	4138,40	4364,30	1,00	1,05
PL559	900	300	18,8	18,0	0,1	0,35	18	3851,81	3999,91	3938,87	1,04	1,02
PL560	900	300	18,8	18,0	0,1	0,35	22,5	3552,31	3555,98	3657,43	1,00	1,03
PL561	900	300	18,8	18,0	0,1	0,35	27	3452,01	3489,16	3679,62	1,01	1,07
PL562	900	300	18,8	18,0	0,2	0,35	18	3306,82	3424,86	3372,59	1,04	1,02
PL563	900	300	18,8	18,0	0,2	0,35	22,5	3049,03	3044,75	3131,61	1,00	1,03
PL564	900	300	18,8	18,0	0,2	0,35	27	2957,96	2987,54	3150,62	1,01	1,07

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL565	900	300	18,8	18,0	0,3	0,35	18	2895,99	2980,55	2935,07	1,03	1,01
PL566	900	300	18,8	18,0	0,3	0,35	22,5	2670,09	2649,76	2725,35	0,99	1,02
PL567	900	300	18,8	18,0	0,3	0,35	27	2587,21	2599,97	2741,89	1,00	1,06
PL568	900	300	18,8	18,0	0,4	0,35	18	2575,47	2637,27	2597,02	1,02	1,01
PL569	900	300	18,8	18,0	0,4	0,35	22,5	2374,63	2344,57	2411,46	0,99	1,02
PL570	900	300	18,8	18,0	0,4	0,35	27	2298,82	2300,52	2426,09	1,00	1,06
PL571	900	300	18,8	18,0	0,5	0,35	18	2318,55	2372,03	2335,83	1,02	1,01
PL572	900	300	18,8	18,0	0,5	0,35	22,5	2137,88	2108,77	2168,93	0,99	1,01
PL573	900	300	18,8	18,0	0,5	0,35	27	2068,17	2069,15	2182,10	1,00	1,06
PL574	900	300	25,0	12,9	0	0,35	18	4051,26	3908,92	3451,27	0,96	0,85
PL575	900	300	25,0	12,9	0	0,35	22,5	3660,64	3522,47	3284,89	0,96	0,90
PL576	900	300	25,0	12,9	0	0,35	27	3337,88	3414,03	3314,13	1,02	0,99
PL577	900	300	25,0	12,9	0,1	0,35	18	3417,45	3291,85	2906,44	0,96	0,85
PL578	900	300	25,0	12,9	0,1	0,35	22,5	3079,99	2966,40	2766,33	0,96	0,90
PL579	900	300	25,0	12,9	0,1	0,35	27	2795,12	2875,08	2790,96	1,03	1,00
PL580	900	300	25,0	12,9	0,2	0,35	18	2947,45	2815,95	2486,27	0,96	0,84
PL581	900	300	25,0	12,9	0,2	0,35	22,5	2655,30	2537,56	2366,41	0,96	0,89
PL582	900	300	25,0	12,9	0,2	0,35	27	2402,27	2459,44	2387,47	1,02	0,99
PL583	900	300	25,0	12,9	0,3	0,35	18	2588,06	2448,94	2162,22	0,95	0,84
PL584	900	300	25,0	12,9	0,3	0,35	22,5	2332,18	2206,83	2057,98	0,95	0,88
PL585	900	300	25,0	12,9	0,3	0,35	27	2105,36	2138,89	2076,30	1,02	0,99
PL586	900	300	25,0	12,9	0,4	0,35	18	2305,34	2165,89	1912,31	0,94	0,83
PL587	900	300	25,0	12,9	0,4	0,35	22,5	2078,46	1951,76	1820,12	0,94	0,88
PL588	900	300	25,0	12,9	0,4	0,35	27	1873,32	1891,68	1836,33	1,01	0,98
PL589	900	300	25,0	12,9	0,5	0,35	18	2077,53	1947,60	1719,58	0,94	0,83
PL590	900	300	25,0	12,9	0,5	0,35	22,5	1874,15	1755,05	1636,68	0,94	0,87
PL591	900	300	25,0	12,9	0,5	0,35	27	1687,09	1701,02	1651,25	1,01	0,98
PL592	900	300	18,8	12,9	0	0,35	18	3174,85	3013,11	2724,97	0,95	0,86
PL593	900	300	18,8	12,9	0	0,35	22,5	2864,24	2860,83	2729,16	1,00	0,95
PL594	900	300	18,8	12,9	0	0,35	27	2681,23	2641,45	2616,69	0,99	0,98
PL595	900	300	18,8	12,9	0,1	0,35	18	2669,59	2540,41	2297,47	0,95	0,86
PL596	900	300	18,8	12,9	0,1	0,35	22,5	2402,95	2412,02	2301,01	1,00	0,96
PL597	900	300	18,8	12,9	0,1	0,35	27	2245,33	2227,06	2206,18	0,99	0,98
PL598	900	300	18,8	12,9	0,2	0,35	18	2299,63	2175,18	1967,17	0,95	0,86
PL599	900	300	18,8	12,9	0,2	0,35	22,5	2067,91	2065,26	1970,20	1,00	0,95
PL600	900	300	18,8	12,9	0,2	0,35	27	1930,16	1906,88	1889,01	0,99	0,98
PL601	900	300	18,8	12,9	0,3	0,35	18	2018,19	1893,00	1711,97	0,94	0,85
PL602	900	300	18,8	12,9	0,3	0,35	22,5	1814,07	1797,33	1714,61	0,99	0,95
PL603	900	300	18,8	12,9	0,3	0,35	27	1692,02	1659,50	1643,95	0,98	0,97
PL604	900	300	18,8	12,9	0,4	0,35	18	1797,36	1674,97	1514,80	0,93	0,84
PL605	900	300	18,8	12,9	0,4	0,35	22,5	1615,31	1590,32	1517,13	0,98	0,94
PL606	900	300	18,8	12,9	0,4	0,35	27	1505,90	1468,37	1454,61	0,98	0,97
PL607	900	300	18,8	12,9	0,5	0,35	18	1619,66	1506,52	1362,45	0,93	0,84
PL608	900	300	18,8	12,9	0,5	0,35	22,5	1455,57	1430,38	1364,55	0,98	0,94
PL609	900	300	18,8	12,9	0,5	0,35	27	1356,50	1320,69	1308,31	0,97	0,96
PL610	900	300	25,0	10,0	0	0,35	22,5	2804,87	2740,83	2395,44	0,98	0,85
PL611	900	300	25,0	10,0	0	0,35	27	2567,67	2541,01	2322,01	0,99	0,90

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL612	900	300	25,0	10,0	0,1	0,35	18	2619,78	2905,92	2402,46	1,11	0,92
PL613	900	300	25,0	10,0	0,1	0,35	22,5	2394,57	2308,16	2017,29	0,96	0,84
PL614	900	300	25,0	10,0	0,1	0,35	27	2166,08	2139,88	1955,45	0,99	0,90
PL615	900	300	25,0	10,0	0,2	0,35	18	2327,22	2485,82	2055,14	1,07	0,88
PL616	900	300	25,0	10,0	0,2	0,35	22,5	2078,67	1974,47	1725,66	0,95	0,83
PL617	900	300	25,0	10,0	0,2	0,35	27	1869,31	1830,52	1672,76	0,98	0,89
PL618	900	300	25,0	10,0	0,3	0,35	18	2067,31	2161,83	1787,28	1,05	0,86
PL619	900	300	25,0	10,0	0,3	0,35	22,5	1832,94	1717,13	1500,74	0,94	0,82
PL620	900	300	25,0	10,0	0,3	0,35	27	1642,48	1591,94	1454,74	0,97	0,89
PL621	900	300	25,0	10,0	0,4	0,35	18	1852,61	1911,97	1580,71	1,03	0,85
PL622	900	300	25,0	10,0	0,4	0,35	22,5	1637,66	1518,66	1327,29	0,93	0,81
PL623	900	300	25,0	10,0	0,4	0,35	27	1463,97	1407,95	1286,60	0,96	0,88
PL624	900	300	25,0	10,0	0,5	0,35	18	1675,65	1719,27	1421,40	1,03	0,85
PL625	900	300	25,0	10,0	0,5	0,35	22,5	1479,21	1365,61	1193,52	0,92	0,81
PL626	900	300	25,0	10,0	0,5	0,35	27	1320,03	1266,05	1156,93	0,96	0,88
PL627	900	300	18,8	10,0	0	0,35	18	2407,41	2520,41	2133,90	1,05	0,89
PL628	900	300	18,8	10,0	0	0,35	22,5	2191,63	2067,86	1851,03	0,94	0,84
PL629	900	300	18,8	10,0	0	0,35	27	2023,81	1999,90	1869,63	0,99	0,92
PL630	900	300	18,8	10,0	0,1	0,35	18	2066,51	2125,01	1799,13	1,03	0,87
PL631	900	300	18,8	10,0	0,1	0,35	22,5	1850,10	1743,45	1560,64	0,94	0,84
PL632	900	300	18,8	10,0	0,1	0,35	27	1703,25	1686,15	1576,32	0,99	0,93
PL633	900	300	18,8	10,0	0,2	0,35	18	1795,01	1819,51	1540,48	1,01	0,86
PL634	900	300	18,8	10,0	0,2	0,35	22,5	1597,48	1492,80	1336,27	0,93	0,84
PL635	900	300	18,8	10,0	0,2	0,35	27	1468,63	1443,74	1349,70	0,98	0,92
PL636	900	300	18,8	10,0	0,3	0,35	18	1582,37	1583,46	1340,63	1,00	0,85
PL637	900	300	18,8	10,0	0,3	0,35	22,5	1404,23	1299,14	1162,92	0,93	0,83
PL638	900	300	18,8	10,0	0,3	0,35	27	1290,05	1256,45	1174,60	0,97	0,91
PL639	900	300	18,8	10,0	0,4	0,35	18	1413,09	1401,09	1186,23	0,99	0,84
PL640	900	300	18,8	10,0	0,4	0,35	22,5	1252,03	1149,51	1028,98	0,92	0,82
PL641	900	300	18,8	10,0	0,4	0,35	27	1149,78	1111,73	1039,32	0,97	0,90
PL642	900	300	18,8	10,0	0,5	0,35	18	1275,71	1260,18	1066,92	0,99	0,84
PL643	900	300	18,8	10,0	0,5	0,35	22,5	1129,24	1033,91	925,49	0,92	0,82
PL644	900	300	18,8	10,0	0,5	0,35	27	1036,80	999,93	934,79	0,96	0,90
PL645	1200	300	25,0	24,0	0	0,35	24	6859,21	6736,74	7071,33	0,98	1,03
PL646	1200	300	25,0	24,0	0	0,35	30	6535,74	6469,56	6995,23	0,99	1,07
PL647	1200	300	25,0	24,0	0	0,35	36	6325,80	6309,19	6902,90	1,00	1,09
PL648	1200	300	25,0	24,0	0,1	0,35	24	5714,30	5679,87	5961,97	0,99	1,04
PL649	1200	300	25,0	24,0	0,1	0,35	30	5438,72	5454,61	5897,81	1,00	1,08
PL650	1200	300	25,0	24,0	0,1	0,35	36	5247,43	5319,40	5819,97	1,01	1,11
PL651	1200	300	25,0	24,0	0,2	0,35	24	4895,21	4863,30	5104,84	0,99	1,04
PL652	1200	300	25,0	24,0	0,2	0,35	30	4655,98	4670,43	5049,91	1,00	1,08
PL653	1200	300	25,0	24,0	0,2	0,35	36	4482,55	4554,65	4983,26	1,02	1,11
PL654	1200	300	25,0	24,0	0,3	0,35	24	4280,70	4232,39	4442,59	0,99	1,04
PL655	1200	300	25,0	24,0	0,3	0,35	30	4069,70	4064,53	4394,79	1,00	1,08
PL656	1200	300	25,0	24,0	0,3	0,35	36	3911,99	3963,77	4336,78	1,01	1,11
PL657	1200	300	25,0	24,0	0,4	0,35	24	3802,84	3744,92	3930,92	0,98	1,03
PL658	1200	300	25,0	24,0	0,4	0,35	30	3614,30	3596,40	3888,62	1,00	1,08

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL659	1200	300	25,0	24,0	0,4	0,35	36	3470,12	3507,25	3837,29	1,01	1,11
PL660	1200	300	25,0	24,0	0,5	0,35	24	3420,72	3368,28	3535,58	0,98	1,03
PL661	1200	300	25,0	24,0	0,5	0,35	30	3250,42	3234,70	3497,53	1,00	1,08
PL662	1200	300	25,0	24,0	0,5	0,35	36	3117,85	3154,51	3451,36	1,01	1,11
PL663	1200	300	18,8	24,0	0	0,35	24	5676,50	5675,52	6065,89	1,00	1,07
PL664	1200	300	18,8	24,0	0	0,35	30	5492,22	5394,36	5909,25	0,98	1,08
PL665	1200	300	18,8	24,0	0	0,35	36	5300,23	5283,48	5832,54	1,00	1,10
PL666	1200	300	18,8	24,0	0,1	0,35	24	4721,68	4789,27	5118,68	1,01	1,08
PL667	1200	300	18,8	24,0	0,1	0,35	30	4572,59	4552,02	4986,50	1,00	1,09
PL668	1200	300	18,8	24,0	0,1	0,35	36	4391,36	4458,45	4921,77	1,02	1,12
PL669	1200	300	18,8	24,0	0,2	0,35	24	4040,60	4103,59	4385,84	1,02	1,09
PL670	1200	300	18,8	24,0	0,2	0,35	30	3915,98	3900,30	4272,58	1,00	1,09
PL671	1200	300	18,8	24,0	0,2	0,35	36	3748,10	3820,13	4217,12	1,02	1,13
PL672	1200	300	18,8	24,0	0,3	0,35	24	3530,66	3573,08	3818,84	1,01	1,08
PL673	1200	300	18,8	24,0	0,3	0,35	30	3423,91	3396,08	3720,23	0,99	1,09
PL674	1200	300	18,8	24,0	0,3	0,35	36	3269,01	3326,27	3671,93	1,02	1,12
PL675	1200	300	18,8	24,0	0,4	0,35	24	3134,71	3162,63	3380,16	1,01	1,08
PL676	1200	300	18,8	24,0	0,4	0,35	30	3041,51	3005,96	3292,88	0,99	1,08
PL677	1200	300	18,8	24,0	0,4	0,35	36	2898,39	2944,17	3250,13	1,02	1,12
PL678	1200	300	18,8	24,0	0,5	0,35	24	2818,44	2845,07	3040,76	1,01	1,08
PL679	1200	300	18,8	24,0	0,5	0,35	30	2735,84	2704,13	2962,24	0,99	1,08
PL680	1200	300	18,8	24,0	0,5	0,35	36	2603,20	2648,55	2923,78	1,02	1,12
PL681	1200	300	25,0	17,1	0	0,35	24	4613,37	4517,09	4395,84	0,98	0,95
PL682	1200	300	25,0	17,1	0	0,35	30	4189,23	4107,68	4183,15	0,98	1,00
PL683	1200	300	25,0	17,1	0	0,35	36	4027,52	4034,06	4221,17	1,00	1,05
PL684	1200	300	25,0	17,1	0,1	0,35	24	3858,27	3808,44	3706,21	0,99	0,96
PL685	1200	300	25,0	17,1	0,1	0,35	30	3500,28	3463,26	3526,90	0,99	1,01
PL686	1200	300	25,0	17,1	0,1	0,35	36	3354,48	3401,19	3558,95	1,01	1,06
PL687	1200	300	25,0	17,1	0,2	0,35	24	3313,24	3260,92	3173,39	0,98	0,96
PL688	1200	300	25,0	17,1	0,2	0,35	30	3004,46	2965,36	3019,85	0,99	1,01
PL689	1200	300	25,0	17,1	0,2	0,35	36	2873,21	2912,22	3047,29	1,01	1,06
PL690	1200	300	25,0	17,1	0,3	0,35	24	2902,03	2837,88	2761,70	0,98	0,95
PL691	1200	300	25,0	17,1	0,3	0,35	30	2631,01	2580,67	2628,08	0,98	1,00
PL692	1200	300	25,0	17,1	0,3	0,35	36	2512,25	2534,42	2651,97	1,01	1,06
PL693	1200	300	25,0	17,1	0,4	0,35	24	2581,06	2511,03	2443,62	0,97	0,95
PL694	1200	300	25,0	17,1	0,4	0,35	30	2339,77	2283,44	2325,39	0,98	0,99
PL695	1200	300	25,0	17,1	0,4	0,35	36	2231,62	2242,51	2346,53	1,00	1,05
PL696	1200	300	25,0	17,1	0,5	0,35	24	2323,69	2258,49	2197,86	0,97	0,95
PL697	1200	300	25,0	17,1	0,5	0,35	30	2106,38	2053,79	2091,52	0,98	0,99
PL698	1200	300	25,0	17,1	0,5	0,35	36	2007,26	2016,98	2110,53	1,00	1,05
PL699	1200	300	18,8	17,1	0	0,35	24	3679,08	3852,63	3833,76	1,05	1,04
PL700	1200	300	18,8	17,1	0	0,35	30	3422,01	3363,71	3489,96	0,98	1,02
PL701	1200	300	18,8	17,1	0	0,35	36	3311,69	3267,70	3469,80	0,99	1,05
PL702	1200	300	18,8	17,1	0,1	0,35	24	3072,22	3251,03	3235,11	1,06	1,05
PL703	1200	300	18,8	17,1	0,1	0,35	30	2861,79	2838,46	2945,00	0,99	1,03
PL704	1200	300	18,8	17,1	0,1	0,35	36	2754,22	2757,44	2927,98	1,00	1,06
PL705	1200	300	18,8	17,1	0,2	0,35	24	2635,71	2785,58	2771,94	1,06	1,05

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL706	1200	300	18,8	17,1	0,2	0,35	30	2458,18	2432,08	2523,36	0,99	1,03
PL707	1200	300	18,8	17,1	0,2	0,35	36	2356,71	2362,66	2508,78	1,00	1,06
PL708	1200	300	18,8	17,1	0,3	0,35	24	2307,10	2425,46	2413,58	1,05	1,05
PL709	1200	300	18,8	17,1	0,3	0,35	30	2153,85	2117,66	2197,14	0,98	1,02
PL710	1200	300	18,8	17,1	0,3	0,35	36	2059,15	2057,22	2184,45	1,00	1,06
PL711	1200	300	18,8	17,1	0,4	0,35	24	2050,97	2146,84	2136,33	1,05	1,04
PL712	1200	300	18,8	17,1	0,4	0,35	30	1916,32	1874,40	1944,75	0,98	1,01
PL713	1200	300	18,8	17,1	0,4	0,35	36	1828,14	1820,90	1933,51	1,00	1,06
PL714	1200	300	18,8	17,1	0,5	0,35	24	1845,82	1931,28	1921,82	1,05	1,04
PL715	1200	300	18,8	17,1	0,5	0,35	30	1725,84	1686,19	1749,48	0,98	1,01
PL716	1200	300	18,8	17,1	0,5	0,35	36	1643,64	1638,06	1739,37	1,00	1,06
PL717	1200	300	25,0	13,3	0	0,35	24	3552,59	3280,17	2994,79	0,92	0,84
PL718	1200	300	25,0	13,3	0	0,35	30	3153,67	3177,82	3058,37	1,01	0,97
PL719	1200	300	25,0	13,3	0	0,35	36	2941,40	2880,78	2875,79	0,98	0,98
PL720	1200	300	25,0	13,3	0,1	0,35	24	2984,05	2765,57	2524,96	0,93	0,85
PL721	1200	300	25,0	13,3	0,1	0,35	30	2643,26	2679,28	2578,57	1,01	0,98
PL722	1200	300	25,0	13,3	0,1	0,35	36	2458,76	2428,84	2424,63	0,99	0,99
PL723	1200	300	25,0	13,3	0,2	0,35	24	2568,50	2367,98	2161,96	0,92	0,84
PL724	1200	300	25,0	13,3	0,2	0,35	30	2273,06	2294,09	2207,86	1,01	0,97
PL725	1200	300	25,0	13,3	0,2	0,35	36	2110,91	2079,66	2076,05	0,99	0,98
PL726	1200	300	25,0	13,3	0,3	0,35	24	2252,81	2060,78	1881,49	0,91	0,84
PL727	1200	300	25,0	13,3	0,3	0,35	30	1992,92	1996,48	1921,43	1,00	0,96
PL728	1200	300	25,0	13,3	0,3	0,35	36	1848,69	1809,86	1806,73	0,98	0,98
PL729	1200	300	25,0	13,3	0,4	0,35	24	2005,36	1823,43	1664,79	0,91	0,83
PL730	1200	300	25,0	13,3	0,4	0,35	30	1773,77	1766,53	1700,13	1,00	0,96
PL731	1200	300	25,0	13,3	0,4	0,35	36	1644,10	1601,41	1598,64	0,97	0,97
PL732	1200	300	25,0	13,3	0,5	0,35	24	1806,42	1640,04	1497,36	0,91	0,83
PL733	1200	300	25,0	13,3	0,5	0,35	30	1597,78	1588,87	1529,14	0,99	0,96
PL734	1200	300	25,0	13,3	0,5	0,35	36	1480,10	1440,35	1437,86	0,97	0,97
PL735	1200	300	18,8	13,3	0	0,35	24	2777,81	2615,24	2445,62	0,94	0,88
PL736	1200	300	18,8	13,3	0	0,35	30	2505,19	2556,77	2515,01	1,02	1,00
PL737	1200	300	18,8	13,3	0	0,35	36	2353,95	2308,80	2348,45	0,98	1,00
PL738	1200	300	18,8	13,3	0,1	0,35	24	2327,06	2206,86	2063,73	0,95	0,89
PL739	1200	300	18,8	13,3	0,1	0,35	30	2101,66	2157,52	2122,28	1,03	1,01
PL740	1200	300	18,8	13,3	0,1	0,35	36	1964,98	1948,27	1981,73	0,99	1,01
PL741	1200	300	18,8	13,3	0,2	0,35	24	2000,10	1890,91	1768,27	0,95	0,88
PL742	1200	300	18,8	13,3	0,2	0,35	30	1808,86	1848,63	1818,43	1,02	1,01
PL743	1200	300	18,8	13,3	0,2	0,35	36	1685,48	1669,34	1698,00	0,99	1,01
PL744	1200	300	18,8	13,3	0,3	0,35	24	1752,75	1646,45	1539,67	0,94	0,88
PL745	1200	300	18,8	13,3	0,3	0,35	30	1587,10	1609,64	1583,35	1,01	1,00
PL746	1200	300	18,8	13,3	0,3	0,35	36	1475,18	1453,53	1478,49	0,99	1,00
PL747	1200	300	18,8	13,3	0,4	0,35	24	1559,36	1457,32	1362,80	0,93	0,87
PL748	1200	300	18,8	13,3	0,4	0,35	30	1413,47	1424,74	1401,47	1,01	0,99
PL749	1200	300	18,8	13,3	0,4	0,35	36	1311,33	1286,56	1308,65	0,98	1,00
PL750	1200	300	18,8	13,3	0,5	0,35	24	1404,12	1310,99	1225,96	0,93	0,87
PL751	1200	300	18,8	13,3	0,5	0,35	30	1273,91	1281,68	1260,74	1,01	0,99
PL752	1200	300	18,8	13,3	0,5	0,35	36	1180,12	1157,37	1177,25	0,98	1,00

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL753	1200	400	33,3	24,0	0	0,35	24	13623,66	13348,10	12853,19	0,98	0,94
PL754	1200	400	33,3	24,0	0	0,35	30	12408,92	12352,76	12465,50	1,00	1,00
PL755	1200	400	33,3	24,0	0	0,35	36	11744,09	11883,53	12342,46	1,01	1,05
PL756	1200	400	33,3	24,0	0,1	0,35	24	11383,95	11240,94	10824,15	0,99	0,95
PL757	1200	400	33,3	24,0	0,1	0,35	30	10380,16	10402,73	10497,67	1,00	1,01
PL758	1200	400	33,3	24,0	0,1	0,35	36	9765,59	10007,57	10394,05	1,02	1,06
PL759	1200	400	33,3	24,0	0,2	0,35	24	9769,27	9615,86	9259,33	0,98	0,95
PL760	1200	400	33,3	24,0	0,2	0,35	30	8917,36	8898,83	8980,05	1,00	1,01
PL761	1200	400	33,3	24,0	0,2	0,35	36	8354,58	8560,81	8891,41	1,02	1,06
PL762	1200	400	33,3	24,0	0,3	0,35	24	8552,30	8362,59	8052,52	0,98	0,94
PL763	1200	400	33,3	24,0	0,3	0,35	30	7813,94	7739,01	7809,64	0,99	1,00
PL764	1200	400	33,3	24,0	0,3	0,35	36	7298,42	7445,04	7732,55	1,02	1,06
PL765	1200	400	33,3	24,0	0,4	0,35	24	7603,16	7396,04	7121,82	0,97	0,94
PL766	1200	400	33,3	24,0	0,4	0,35	30	6952,48	6844,54	6907,00	0,98	0,99
PL767	1200	400	33,3	24,0	0,4	0,35	36	6478,62	6584,54	6838,83	1,02	1,06
PL768	1200	400	33,3	24,0	0,5	0,35	24	6842,65	6650,63	6404,04	0,97	0,94
PL769	1200	400	33,3	24,0	0,5	0,35	30	6261,52	6154,71	6210,88	0,98	0,99
PL770	1200	400	33,3	24,0	0,5	0,35	36	5823,97	5920,91	6149,57	1,02	1,06
PL771	1200	400	25,0	24,0	0	0,35	24	11043,20	11245,47	11073,85	1,02	1,00
PL772	1200	400	25,0	24,0	0	0,35	30	10136,02	9997,39	10282,60	0,99	1,01
PL773	1200	400	25,0	24,0	0	0,35	36	9780,92	9809,54	10345,01	1,00	1,06
PL774	1200	400	25,0	24,0	0,1	0,35	24	9225,98	9481,27	9336,57	1,03	1,01
PL775	1200	400	25,0	24,0	0,1	0,35	30	8483,72	8428,99	8669,45	0,99	1,02
PL776	1200	400	25,0	24,0	0,1	0,35	36	8141,97	8270,61	8722,07	1,02	1,07
PL777	1200	400	25,0	24,0	0,2	0,35	24	7917,53	8118,19	7994,29	1,03	1,01
PL778	1200	400	25,0	24,0	0,2	0,35	30	7288,46	7217,19	7423,08	0,99	1,02
PL779	1200	400	25,0	24,0	0,2	0,35	36	6971,49	7081,58	7468,14	1,02	1,07
PL780	1200	400	25,0	24,0	0,3	0,35	24	6931,85	7065,02	6957,19	1,02	1,00
PL781	1200	400	25,0	24,0	0,3	0,35	30	6386,96	6280,91	6460,09	0,98	1,01
PL782	1200	400	25,0	24,0	0,3	0,35	36	6094,31	6162,89	6499,30	1,01	1,07
PL783	1200	400	25,0	24,0	0,4	0,35	24	6163,25	6251,30	6155,90	1,01	1,00
PL784	1200	400	25,0	24,0	0,4	0,35	30	5683,16	5557,50	5716,04	0,98	1,01
PL785	1200	400	25,0	24,0	0,4	0,35	36	5412,72	5453,07	5750,74	1,01	1,06
PL786	1200	400	25,0	24,0	0,5	0,35	24	5547,41	5622,59	5536,78	1,01	1,00
PL787	1200	400	25,0	24,0	0,5	0,35	30	5118,65	4998,57	5141,17	0,98	1,00
PL788	1200	400	25,0	24,0	0,5	0,35	36	4867,98	4904,65	5172,37	1,01	1,06
PL789	1200	400	33,3	17,1	0	0,35	24	9561,09	9265,58	8180,79	0,97	0,86
PL790	1200	400	33,3	17,1	0	0,35	30	8624,45	8349,55	7786,41	0,97	0,90
PL791	1200	400	33,3	17,1	0	0,35	36	7871,61	8092,52	7855,72	1,03	1,00
PL792	1200	400	33,3	17,1	0,1	0,35	24	8058,11	7802,90	6889,35	0,97	0,85
PL793	1200	400	33,3	17,1	0,1	0,35	30	7253,44	7031,47	6557,23	0,97	0,90
PL794	1200	400	33,3	17,1	0,1	0,35	36	6575,03	6815,01	6615,60	1,04	1,01
PL795	1200	400	33,3	17,1	0,2	0,35	24	6946,26	6674,85	5893,38	0,96	0,85
PL796	1200	400	33,3	17,1	0,2	0,35	30	6251,13	6014,95	5609,27	0,96	0,90
PL797	1200	400	33,3	17,1	0,2	0,35	36	5640,62	5829,78	5659,20	1,03	1,00
PL798	1200	400	33,3	17,1	0,3	0,35	24	6097,15	5804,89	5125,27	0,95	0,84
PL799	1200	400	33,3	17,1	0,3	0,35	30	5488,86	5231,00	4878,19	0,95	0,89

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_o	L_v/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL800	1200	400	33,3	17,1	0,3	0,35	36	4936,60	5069,96	4921,61	1,03	1,00
PL801	1200	400	33,3	17,1	0,4	0,35	24	5429,74	5133,96	4532,89	0,95	0,83
PL802	1200	400	33,3	17,1	0,4	0,35	30	4890,58	4626,40	4314,37	0,95	0,88
PL803	1200	400	33,3	17,1	0,4	0,35	36	4387,75	4483,98	4352,77	1,02	0,99
PL804	1200	400	33,3	17,1	0,5	0,35	24	4892,26	4616,53	4076,04	0,94	0,83
PL805	1200	400	33,3	17,1	0,5	0,35	30	4408,94	4160,13	3879,54	0,94	0,88
PL806	1200	400	33,3	17,1	0,5	0,35	36	3948,12	4032,06	3914,08	1,02	0,99
PL807	1200	400	25,0	17,1	0	0,35	24	7616,56	7142,18	6459,19	0,94	0,85
PL808	1200	400	25,0	17,1	0	0,35	30	6810,86	6781,24	6469,13	1,00	0,95
PL809	1200	400	25,0	17,1	0	0,35	36	6326,50	6261,22	6202,53	0,99	0,98
PL810	1200	400	25,0	17,1	0,1	0,35	24	6396,20	6021,71	5445,86	0,94	0,85
PL811	1200	400	25,0	17,1	0,1	0,35	30	5720,00	5717,39	5454,24	1,00	0,95
PL812	1200	400	25,0	17,1	0,1	0,35	36	5291,08	5278,96	5229,47	1,00	0,99
PL813	1200	400	25,0	17,1	0,2	0,35	24	5504,53	5155,99	4662,93	0,94	0,85
PL814	1200	400	25,0	17,1	0,2	0,35	30	4925,97	4895,42	4670,11	0,99	0,95
PL815	1200	400	25,0	17,1	0,2	0,35	36	4544,20	4520,02	4477,65	0,99	0,99
PL816	1200	400	25,0	17,1	0,3	0,35	24	4827,32	4487,11	4058,01	0,93	0,84
PL817	1200	400	25,0	17,1	0,3	0,35	30	4323,48	4260,34	4064,26	0,99	0,94
PL818	1200	400	25,0	17,1	0,3	0,35	36	3980,81	3933,64	3896,77	0,99	0,98
PL819	1200	400	25,0	17,1	0,4	0,35	24	4296,61	3970,30	3590,63	0,92	0,84
PL820	1200	400	25,0	17,1	0,4	0,35	30	3851,23	3769,66	3596,15	0,98	0,93
PL821	1200	400	25,0	17,1	0,4	0,35	36	3541,06	3480,58	3447,95	0,98	0,97
PL822	1200	400	25,0	17,1	0,5	0,35	24	3869,99	3571,00	3229,51	0,92	0,83
PL823	1200	400	25,0	17,1	0,5	0,35	30	3471,39	3390,53	3234,48	0,98	0,93
PL824	1200	400	25,0	17,1	0,5	0,35	36	3188,41	3130,53	3101,19	0,98	0,97
PL825	1200	400	33,3	13,3	0	0,35	30	6625,68	6496,78	5678,08	0,98	0,86
PL826	1200	400	33,3	13,3	0	0,35	36	6056,83	6023,14	5504,02	0,99	0,91
PL827	1200	400	33,3	13,3	0,1	0,35	30	5651,06	5471,18	4781,73	0,97	0,85
PL828	1200	400	33,3	13,3	0,1	0,35	36	5093,14	5072,31	4635,14	1,00	0,91
PL829	1200	400	33,3	13,3	0,2	0,35	24	5492,96	5892,32	4871,44	1,07	0,89
PL830	1200	400	33,3	13,3	0,2	0,35	30	4901,62	4680,23	4090,44	0,95	0,83
PL831	1200	400	33,3	13,3	0,2	0,35	36	4384,92	4339,02	3965,05	0,99	0,90
PL832	1200	400	33,3	13,3	0,3	0,35	24	4873,18	5124,35	4236,53	1,05	0,87
PL833	1200	400	33,3	13,3	0,3	0,35	30	4319,35	4070,23	3557,32	0,94	0,82
PL834	1200	400	33,3	13,3	0,3	0,35	36	3845,87	3773,50	3448,27	0,98	0,90
PL835	1200	400	33,3	13,3	0,4	0,35	24	4364,14	4532,08	3746,87	1,04	0,86
PL836	1200	400	33,3	13,3	0,4	0,35	30	3857,05	3599,80	3146,16	0,93	0,82
PL837	1200	400	33,3	13,3	0,4	0,35	36	3423,01	3337,36	3049,72	0,97	0,89
PL838	1200	400	33,3	13,3	0,5	0,35	24	3945,69	4075,31	3369,24	1,03	0,85
PL839	1200	400	33,3	13,3	0,5	0,35	30	3482,27	3236,99	2829,08	0,93	0,81
PL840	1200	400	33,3	13,3	0,5	0,35	36	3082,93	3001,00	2742,35	0,97	0,89
PL841	1200	400	25,0	13,3	0	0,35	24	5782,36	5974,32	5058,14	1,03	0,87
PL842	1200	400	25,0	13,3	0	0,35	30	5199,29	4901,60	4387,63	0,94	0,84
PL843	1200	400	25,0	13,3	0	0,35	36	4784,46	4740,51	4431,71	0,99	0,93
PL844	1200	400	25,0	13,3	0,1	0,35	24	4955,94	5037,06	4264,61	1,02	0,86
PL845	1200	400	25,0	13,3	0,1	0,35	30	4390,32	4132,63	3699,29	0,94	0,84
PL846	1200	400	25,0	13,3	0,1	0,35	36	4020,10	3996,81	3736,46	0,99	0,93

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL847	1200	400	25,0	13,3	0,2	0,35	24	4298,63	4312,90	3651,51	1,00	0,85
PL848	1200	400	25,0	13,3	0,2	0,35	30	3791,21	3538,50	3167,46	0,93	0,84
PL849	1200	400	25,0	13,3	0,2	0,35	36	3462,29	3422,20	3199,28	0,99	0,92
PL850	1200	400	25,0	13,3	0,3	0,35	24	3785,17	3753,39	3177,80	0,99	0,84
PL851	1200	400	25,0	13,3	0,3	0,35	30	3332,64	3079,45	2756,55	0,92	0,83
PL852	1200	400	25,0	13,3	0,3	0,35	36	3038,57	2978,24	2784,24	0,98	0,92
PL853	1200	400	25,0	13,3	0,4	0,35	24	3377,27	3321,09	2811,79	0,98	0,83
PL854	1200	400	25,0	13,3	0,4	0,35	30	2971,37	2724,77	2439,06	0,92	0,82
PL855	1200	400	25,0	13,3	0,4	0,35	36	2706,32	2635,22	2463,56	0,97	0,91
PL856	1200	400	25,0	13,3	0,5	0,35	24	3046,75	2987,08	2529,01	0,98	0,83
PL857	1200	400	25,0	13,3	0,5	0,35	30	2679,86	2450,74	2193,76	0,91	0,82
PL858	1200	400	25,0	13,3	0,5	0,35	36	2439,04	2370,19	2215,80	0,97	0,91
PL859	300	75	6,3	6,0	0	0,45	6	107,98	104,60	110,49	0,97	1,02
PL860	300	75	6,3	6,0	0	0,45	7,5	102,44	101,85	109,30	0,99	1,07
PL861	300	75	6,3	6,0	0	0,45	9	97,89	99,60	107,86	1,02	1,10
PL862	300	75	6,3	6,0	0,1	0,45	6	89,88	88,19	93,16	0,98	1,04
PL863	300	75	6,3	6,0	0,1	0,45	7,5	85,41	85,87	92,15	1,01	1,08
PL864	300	75	6,3	6,0	0,1	0,45	9	81,06	83,97	90,94	1,04	1,12
PL865	300	75	6,3	6,0	0,2	0,45	6	76,95	75,51	79,76	0,98	1,04
PL866	300	75	6,3	6,0	0,2	0,45	7,5	73,23	73,52	78,90	1,00	1,08
PL867	300	75	6,3	6,0	0,2	0,45	9	69,16	71,90	77,86	1,04	1,13
PL868	300	75	6,3	6,0	0,3	0,45	6	67,26	65,71	69,42	0,98	1,03
PL869	300	75	6,3	6,0	0,3	0,45	7,5	64,07	63,98	68,67	1,00	1,07
PL870	300	75	6,3	6,0	0,3	0,45	9	60,31	62,57	67,76	1,04	1,12
PL871	300	75	6,3	6,0	0,4	0,45	6	59,74	58,14	61,42	0,97	1,03
PL872	300	75	6,3	6,0	0,4	0,45	7,5	56,95	56,62	60,76	0,99	1,07
PL873	300	75	6,3	6,0	0,4	0,45	9	53,46	55,36	59,96	1,04	1,12
PL874	300	75	6,3	6,0	0,5	0,45	6	53,72	52,30	55,24	0,97	1,03
PL875	300	75	6,3	6,0	0,5	0,45	7,5	51,26	50,92	54,65	0,99	1,07
PL876	300	75	6,3	6,0	0,5	0,45	9	48,00	49,80	53,93	1,04	1,12
PL877	300	75	4,7	6,0	0	0,45	6	91,31	88,60	94,78	0,97	1,04
PL878	300	75	4,7	6,0	0	0,45	7,5	86,50	85,08	92,33	0,98	1,07
PL879	300	75	4,7	6,0	0	0,45	9	82,22	83,36	91,13	1,01	1,11
PL880	300	75	4,7	6,0	0,1	0,45	6	75,84	74,77	79,98	0,99	1,05
PL881	300	75	4,7	6,0	0,1	0,45	7,5	71,96	71,79	77,91	1,00	1,08
PL882	300	75	4,7	6,0	0,1	0,45	9	68,05	70,34	76,90	1,03	1,13
PL883	300	75	4,7	6,0	0,2	0,45	6	64,84	64,06	68,53	0,99	1,06
PL884	300	75	4,7	6,0	0,2	0,45	7,5	61,60	61,51	66,76	1,00	1,08
PL885	300	75	4,7	6,0	0,2	0,45	9	58,05	60,27	65,89	1,04	1,14
PL886	300	75	4,7	6,0	0,3	0,45	6	56,62	55,78	59,67	0,99	1,05
PL887	300	75	4,7	6,0	0,3	0,45	7,5	53,84	53,56	58,13	0,99	1,08
PL888	300	75	4,7	6,0	0,3	0,45	9	50,60	52,48	57,37	1,04	1,13
PL889	300	75	4,7	6,0	0,4	0,45	6	50,25	49,37	52,82	0,98	1,05
PL890	300	75	4,7	6,0	0,4	0,45	7,5	47,81	47,41	51,45	0,99	1,08
PL891	300	75	4,7	6,0	0,4	0,45	9	44,85	46,45	50,78	1,04	1,13
PL892	300	75	4,7	6,0	0,5	0,45	6	45,16	44,42	47,51	0,98	1,05
PL893	300	75	4,7	6,0	0,5	0,45	7,5	43,00	42,65	46,28	0,99	1,08

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_o	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL894	300	75	4,7	6,0	0,5	0,45	9	40,27	41,79	45,68	1,04	1,13
PL895	300	75	6,3	4,3	0	0,45	6	68,44	68,09	68,68	0,99	1,00
PL896	300	75	6,3	4,3	0	0,45	7,5	65,78	63,60	65,36	0,97	0,99
PL897	300	75	6,3	4,3	0	0,45	9	63,44	63,31	65,96	1,00	1,04
PL898	300	75	6,3	4,3	0,1	0,45	6	57,27	57,41	57,91	1,00	1,01
PL899	300	75	6,3	4,3	0,1	0,45	7,5	55,13	53,63	55,11	0,97	1,00
PL900	300	75	6,3	4,3	0,1	0,45	9	52,70	53,38	55,61	1,01	1,06
PL901	300	75	6,3	4,3	0,2	0,45	6	49,20	49,16	49,58	1,00	1,01
PL902	300	75	6,3	4,3	0,2	0,45	7,5	47,43	45,92	47,19	0,97	0,99
PL903	300	75	6,3	4,3	0,2	0,45	9	45,06	45,71	47,61	1,01	1,06
PL904	300	75	6,3	4,3	0,3	0,45	6	43,11	42,78	43,15	0,99	1,00
PL905	300	75	6,3	4,3	0,3	0,45	7,5	41,61	39,96	41,06	0,96	0,99
PL906	300	75	6,3	4,3	0,3	0,45	9	39,35	39,78	41,44	1,01	1,05
PL907	300	75	6,3	4,3	0,4	0,45	6	38,35	37,85	38,18	0,99	1,00
PL908	300	75	6,3	4,3	0,4	0,45	7,5	37,05	35,36	36,33	0,95	0,98
PL909	300	75	6,3	4,3	0,4	0,45	9	34,92	35,20	36,66	1,01	1,05
PL910	300	75	6,3	4,3	0,5	0,45	6	34,53	34,05	34,34	0,99	0,99
PL911	300	75	6,3	4,3	0,5	0,45	7,5	33,39	31,80	32,68	0,95	0,98
PL912	300	75	6,3	4,3	0,5	0,45	9	31,38	31,66	32,98	1,01	1,05
PL913	300	75	4,7	4,3	0	0,45	6	56,95	58,62	59,90	1,03	1,05
PL914	300	75	4,7	4,3	0	0,45	7,5	54,98	52,40	54,53	0,95	0,99
PL915	300	75	4,7	4,3	0	0,45	9	51,96	51,44	54,22	0,99	1,04
PL916	300	75	4,7	4,3	0,1	0,45	6	47,56	49,46	50,55	1,04	1,06
PL917	300	75	4,7	4,3	0,1	0,45	7,5	45,96	44,21	46,02	0,96	1,00
PL918	300	75	4,7	4,3	0,1	0,45	9	43,13	43,41	45,75	1,01	1,06
PL919	300	75	4,7	4,3	0,2	0,45	6	40,80	42,38	43,31	1,04	1,06
PL920	300	75	4,7	4,3	0,2	0,45	7,5	39,46	37,88	39,43	0,96	1,00
PL921	300	75	4,7	4,3	0,2	0,45	9	36,85	37,19	39,20	1,01	1,06
PL922	300	75	4,7	4,3	0,3	0,45	6	35,72	36,90	37,71	1,03	1,06
PL923	300	75	4,7	4,3	0,3	0,45	7,5	34,57	32,99	34,33	0,95	0,99
PL924	300	75	4,7	4,3	0,3	0,45	9	32,17	32,38	34,13	1,01	1,06
PL925	300	75	4,7	4,3	0,4	0,45	6	31,76	32,66	33,38	1,03	1,05
PL926	300	75	4,7	4,3	0,4	0,45	7,5	30,75	29,20	30,39	0,95	0,99
PL927	300	75	4,7	4,3	0,4	0,45	9	28,54	28,66	30,21	1,00	1,06
PL928	300	75	4,7	4,3	0,5	0,45	6	28,58	29,38	30,03	1,03	1,05
PL929	300	75	4,7	4,3	0,5	0,45	7,5	27,69	26,27	27,34	0,95	0,99
PL930	300	75	4,7	4,3	0,5	0,45	9	25,64	25,78	27,18	1,01	1,06
PL931	300	75	6,3	3,3	0	0,45	6	50,59	48,01	46,79	0,95	0,92
PL932	300	75	6,3	3,3	0	0,45	7,5	47,42	48,14	47,79	1,02	1,01
PL933	300	75	6,3	3,3	0	0,45	9	46,31	44,58	44,93	0,96	0,97
PL934	300	75	6,3	3,3	0,1	0,45	6	42,52	40,48	39,45	0,95	0,93
PL935	300	75	6,3	3,3	0,1	0,45	7,5	39,93	40,58	40,29	1,02	1,01
PL936	300	75	6,3	3,3	0,1	0,45	9	38,63	37,59	37,88	0,97	0,98
PL937	300	75	6,3	3,3	0,2	0,45	6	36,62	34,66	33,78	0,95	0,92
PL938	300	75	6,3	3,3	0,2	0,45	7,5	34,46	34,75	34,50	1,01	1,00
PL939	300	75	6,3	3,3	0,2	0,45	9	33,11	32,18	32,44	0,97	0,98
PL940	300	75	6,3	3,3	0,3	0,45	6	32,14	30,16	29,40	0,94	0,91

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL941	300	75	6,3	3,3	0,3	0,45	7,5	30,30	30,24	30,02	1,00	0,99
PL942	300	75	6,3	3,3	0,3	0,45	9	28,97	28,01	28,23	0,97	0,97
PL943	300	75	6,3	3,3	0,4	0,45	6	28,63	26,69	26,01	0,93	0,91
PL944	300	75	6,3	3,3	0,4	0,45	7,5	27,02	26,76	26,56	0,99	0,98
PL945	300	75	6,3	3,3	0,4	0,45	9	25,74	24,78	24,98	0,96	0,97
PL946	300	75	6,3	3,3	0,5	0,45	6	25,80	24,01	23,40	0,93	0,91
PL947	300	75	6,3	3,3	0,5	0,45	7,5	24,38	24,07	23,89	0,99	0,98
PL948	300	75	6,3	3,3	0,5	0,45	9	23,16	22,29	22,47	0,96	0,97
PL949	300	75	4,7	3,3	0	0,45	6	40,89	38,71	38,21	0,95	0,93
PL950	300	75	4,7	3,3	0	0,45	7,5	39,02	39,07	39,30	1,00	1,01
PL951	300	75	4,7	3,3	0	0,45	9	37,34	35,95	36,69	0,96	0,98
PL952	300	75	4,7	3,3	0,1	0,45	6	34,28	32,67	32,25	0,95	0,94
PL953	300	75	4,7	3,3	0,1	0,45	7,5	32,77	32,97	33,16	1,01	1,01
PL954	300	75	4,7	3,3	0,1	0,45	9	31,10	30,33	30,96	0,98	1,00
PL955	300	75	4,7	3,3	0,2	0,45	6	29,48	27,99	27,63	0,95	0,94
PL956	300	75	4,7	3,3	0,2	0,45	7,5	28,23	28,25	28,41	1,00	1,01
PL957	300	75	4,7	3,3	0,2	0,45	9	26,64	25,99	26,53	0,98	1,00
PL958	300	75	4,7	3,3	0,3	0,45	6	25,85	24,37	24,06	0,94	0,93
PL959	300	75	4,7	3,3	0,3	0,45	7,5	24,79	24,60	24,74	0,99	1,00
PL960	300	75	4,7	3,3	0,3	0,45	9	23,29	22,63	23,10	0,97	0,99
PL961	300	75	4,7	3,3	0,4	0,45	6	23,01	21,57	21,29	0,94	0,93
PL962	300	75	4,7	3,3	0,4	0,45	7,5	22,09	21,77	21,90	0,99	0,99
PL963	300	75	4,7	3,3	0,4	0,45	9	20,69	20,03	20,45	0,97	0,99
PL964	300	75	4,7	3,3	0,5	0,45	6	20,72	19,40	19,16	0,94	0,92
PL965	300	75	4,7	3,3	0,5	0,45	7,5	19,92	19,59	19,70	0,98	0,99
PL966	300	75	4,7	3,3	0,5	0,45	9	18,60	18,02	18,39	0,97	0,99
PL967	300	100	8,3	6,0	0	0,45	6	203,53	200,34	200,83	0,98	0,99
PL968	300	100	8,3	6,0	0	0,45	7,5	195,25	190,70	194,77	0,98	1,00
PL969	300	100	8,3	6,0	0	0,45	9	185,78	186,20	192,85	1,00	1,04
PL970	300	100	8,3	6,0	0,1	0,45	6	170,18	168,72	169,13	0,99	0,99
PL971	300	100	8,3	6,0	0,1	0,45	7,5	163,34	160,60	164,03	0,98	1,00
PL972	300	100	8,3	6,0	0,1	0,45	9	154,58	156,80	162,41	1,01	1,05
PL973	300	100	8,3	6,0	0,2	0,45	6	146,12	144,33	144,68	0,99	0,99
PL974	300	100	8,3	6,0	0,2	0,45	7,5	140,33	137,38	140,31	0,98	1,00
PL975	300	100	8,3	6,0	0,2	0,45	9	132,32	134,14	138,93	1,01	1,05
PL976	300	100	8,3	6,0	0,3	0,45	6	127,96	125,52	125,82	0,98	0,98
PL977	300	100	8,3	6,0	0,3	0,45	7,5	122,98	119,48	122,03	0,97	0,99
PL978	300	100	8,3	6,0	0,3	0,45	9	115,63	116,65	120,82	1,01	1,04
PL979	300	100	8,3	6,0	0,4	0,45	6	113,80	111,01	111,28	0,98	0,98
PL980	300	100	8,3	6,0	0,4	0,45	7,5	109,42	105,67	107,92	0,97	0,99
PL981	300	100	8,3	6,0	0,4	0,45	9	102,68	103,17	106,86	1,00	1,04
PL982	300	100	8,3	6,0	0,5	0,45	6	102,44	99,82	100,06	0,97	0,98
PL983	300	100	8,3	6,0	0,5	0,45	7,5	98,55	95,02	97,04	0,96	0,98
PL984	300	100	8,3	6,0	0,5	0,45	9	92,32	92,77	96,09	1,00	1,04
PL985	300	100	6,3	6,0	0	0,45	6	164,11	170,38	173,03	1,04	1,05
PL986	300	100	6,3	6,0	0	0,45	7,5	159,11	155,32	160,67	0,98	1,01
PL987	300	100	6,3	6,0	0	0,45	9	152,54	154,22	161,64	1,01	1,06

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL988	300	100	6,3	6,0	0,1	0,45	6	137,17	143,65	145,88	1,05	1,06
PL989	300	100	6,3	6,0	0,1	0,45	7,5	132,86	130,96	135,46	0,99	1,02
PL990	300	100	6,3	6,0	0,1	0,45	9	126,79	130,03	136,28	1,03	1,07
PL991	300	100	6,3	6,0	0,2	0,45	6	117,77	123,00	124,91	1,04	1,06
PL992	300	100	6,3	6,0	0,2	0,45	7,5	114,00	112,13	115,99	0,98	1,02
PL993	300	100	6,3	6,0	0,2	0,45	9	108,45	111,33	116,69	1,03	1,08
PL994	300	100	6,3	6,0	0,3	0,45	6	103,14	107,04	108,71	1,04	1,05
PL995	300	100	6,3	6,0	0,3	0,45	7,5	99,81	97,58	100,94	0,98	1,01
PL996	300	100	6,3	6,0	0,3	0,45	9	94,73	96,89	101,55	1,02	1,07
PL997	300	100	6,3	6,0	0,4	0,45	6	91,73	94,72	96,19	1,03	1,05
PL998	300	100	6,3	6,0	0,4	0,45	7,5	88,75	86,34	89,31	0,97	1,01
PL999	300	100	6,3	6,0	0,4	0,45	9	84,09	85,73	89,86	1,02	1,07
PL1000	300	100	6,3	6,0	0,5	0,45	6	82,58	85,19	86,51	1,03	1,05
PL1001	300	100	6,3	6,0	0,5	0,45	7,5	79,89	77,66	80,33	0,97	1,01
PL1002	300	100	6,3	6,0	0,5	0,45	9	75,60	77,11	80,82	1,02	1,07
PL1003	300	100	8,3	4,3	0	0,45	6	139,62	133,45	127,82	0,96	0,92
PL1004	300	100	8,3	4,3	0	0,45	7,5	127,66	124,77	121,66	0,98	0,95
PL1005	300	100	8,3	4,3	0	0,45	9	120,99	123,97	122,75	1,02	1,01
PL1006	300	100	8,3	4,3	0,1	0,45	6	117,62	112,39	107,65	0,96	0,92
PL1007	300	100	8,3	4,3	0,1	0,45	7,5	107,46	105,08	102,46	0,98	0,95
PL1008	300	100	8,3	4,3	0,1	0,45	9	101,40	104,40	103,37	1,03	1,02
PL1009	300	100	8,3	4,3	0,2	0,45	6	101,44	96,14	92,08	0,95	0,91
PL1010	300	100	8,3	4,3	0,2	0,45	7,5	92,68	89,89	87,64	0,97	0,95
PL1011	300	100	8,3	4,3	0,2	0,45	9	87,20	89,31	88,42	1,02	1,01
PL1012	300	100	8,3	4,3	0,3	0,45	6	89,09	83,61	80,08	0,94	0,90
PL1013	300	100	8,3	4,3	0,3	0,45	7,5	81,44	78,17	76,22	0,96	0,94
PL1014	300	100	8,3	4,3	0,3	0,45	9	76,45	77,67	76,90	1,02	1,01
PL1015	300	100	8,3	4,3	0,4	0,45	6	79,38	73,95	70,83	0,93	0,89
PL1016	300	100	8,3	4,3	0,4	0,45	7,5	72,60	69,14	67,41	0,95	0,93
PL1017	300	100	8,3	4,3	0,4	0,45	9	68,05	68,69	68,01	1,01	1,00
PL1018	300	100	8,3	4,3	0,5	0,45	6	71,56	66,49	63,69	0,93	0,89
PL1019	300	100	8,3	4,3	0,5	0,45	7,5	65,48	62,17	60,62	0,95	0,93
PL1020	300	100	8,3	4,3	0,5	0,45	9	61,30	61,77	61,16	1,01	1,00
PL1021	300	100	6,3	4,3	0	0,45	6	107,84	104,06	100,92	0,96	0,94
PL1022	300	100	6,3	4,3	0	0,45	7,5	100,69	102,33	101,08	1,02	1,00
PL1023	300	100	6,3	4,3	0	0,45	9	98,66	96,63	96,91	0,98	0,98
PL1024	300	100	6,3	4,3	0,1	0,45	6	90,66	87,74	85,09	0,97	0,94
PL1025	300	100	6,3	4,3	0,1	0,45	7,5	84,60	86,28	85,22	1,02	1,01
PL1026	300	100	6,3	4,3	0,1	0,45	9	82,39	81,47	81,71	0,99	0,99
PL1027	300	100	6,3	4,3	0,2	0,45	6	78,11	75,12	72,86	0,96	0,93
PL1028	300	100	6,3	4,3	0,2	0,45	7,5	72,89	73,87	72,97	1,01	1,00
PL1029	300	100	6,3	4,3	0,2	0,45	9	70,69	69,76	69,96	0,99	0,99
PL1030	300	100	6,3	4,3	0,3	0,45	6	68,57	65,38	63,41	0,95	0,92
PL1031	300	100	6,3	4,3	0,3	0,45	7,5	64,00	64,29	63,50	1,00	0,99
PL1032	300	100	6,3	4,3	0,3	0,45	9	61,88	60,71	60,89	0,98	0,98
PL1033	300	100	6,3	4,3	0,4	0,45	6	61,08	57,85	56,10	0,95	0,92
PL1034	300	100	6,3	4,3	0,4	0,45	7,5	57,03	56,88	56,19	1,00	0,99

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL1035	300	100	6,3	4,3	0,4	0,45	9	55,02	53,71	53,87	0,98	0,98
PL1036	300	100	6,3	4,3	0,5	0,45	6	55,06	52,03	50,46	0,95	0,92
PL1037	300	100	6,3	4,3	0,5	0,45	7,5	51,42	51,16	50,54	1,00	0,98
PL1038	300	100	6,3	4,3	0,5	0,45	9	49,52	48,31	48,46	0,98	0,98
PL1039	300	100	8,3	3,3	0	0,45	6	109,29	113,89	105,66	1,04	0,97
PL1040	300	100	8,3	3,3	0	0,45	7,5	96,76	94,14	88,72	0,97	0,92
PL1041	300	100	8,3	3,3	0	0,45	9	89,05	89,92	86,00	1,01	0,97
PL1042	300	100	8,3	3,3	0,1	0,45	6	94,24	95,91	88,98	1,02	0,94
PL1043	300	100	8,3	3,3	0,1	0,45	7,5	82,14	79,28	74,71	0,97	0,91
PL1044	300	100	8,3	3,3	0,1	0,45	9	75,13	75,73	72,42	1,01	0,96
PL1045	300	100	8,3	3,3	0,2	0,45	6	82,22	82,04	76,12	1,00	0,93
PL1046	300	100	8,3	3,3	0,2	0,45	7,5	71,19	67,82	63,91	0,95	0,90
PL1047	300	100	8,3	3,3	0,2	0,45	9	64,87	64,78	61,95	1,00	0,96
PL1048	300	100	8,3	3,3	0,3	0,45	6	72,70	71,35	66,20	0,98	0,91
PL1049	300	100	8,3	3,3	0,3	0,45	7,5	62,74	58,98	55,58	0,94	0,89
PL1050	300	100	8,3	3,3	0,3	0,45	9	57,03	56,34	53,88	0,99	0,94
PL1051	300	100	8,3	3,3	0,4	0,45	6	65,05	63,10	58,54	0,97	0,90
PL1052	300	100	8,3	3,3	0,4	0,45	7,5	56,05	52,16	49,16	0,93	0,88
PL1053	300	100	8,3	3,3	0,4	0,45	9	50,86	49,83	47,65	0,98	0,94
PL1054	300	100	8,3	3,3	0,5	0,45	6	58,81	56,74	52,64	0,96	0,90
PL1055	300	100	8,3	3,3	0,5	0,45	7,5	50,62	46,91	44,20	0,93	0,87
PL1056	300	100	8,3	3,3	0,5	0,45	9	45,88	44,80	42,85	0,98	0,93
PL1057	300	100	6,3	3,3	0	0,45	6	84,15	84,20	79,03	1,00	0,94
PL1058	300	100	6,3	3,3	0	0,45	7,5	74,12	71,84	68,56	0,97	0,92
PL1059	300	100	6,3	3,3	0	0,45	9	71,30	71,47	69,25	1,00	0,97
PL1060	300	100	6,3	3,3	0,1	0,45	6	71,45	70,99	66,63	0,99	0,93
PL1061	300	100	6,3	3,3	0,1	0,45	7,5	62,62	60,57	57,80	0,97	0,92
PL1062	300	100	6,3	3,3	0,1	0,45	9	59,85	60,26	58,38	1,01	0,98
PL1063	300	100	6,3	3,3	0,2	0,45	6	61,92	60,78	57,05	0,98	0,92
PL1064	300	100	6,3	3,3	0,2	0,45	7,5	54,14	51,86	49,49	0,96	0,91
PL1065	300	100	6,3	3,3	0,2	0,45	9	51,51	51,60	49,99	1,00	0,97
PL1066	300	100	6,3	3,3	0,3	0,45	6	54,55	52,90	49,65	0,97	0,91
PL1067	300	100	6,3	3,3	0,3	0,45	7,5	47,64	45,13	43,07	0,95	0,90
PL1068	300	100	6,3	3,3	0,3	0,45	9	45,19	44,90	43,50	0,99	0,96
PL1069	300	100	6,3	3,3	0,4	0,45	6	48,71	46,80	43,93	0,96	0,90
PL1070	300	100	6,3	3,3	0,4	0,45	7,5	42,52	39,93	38,11	0,94	0,90
PL1071	300	100	6,3	3,3	0,4	0,45	9	40,24	39,73	38,49	0,99	0,96
PL1072	300	100	6,3	3,3	0,5	0,45	6	43,98	42,10	39,52	0,96	0,90
PL1073	300	100	6,3	3,3	0,5	0,45	7,5	38,38	35,92	34,28	0,94	0,89
PL1074	300	100	6,3	3,3	0,5	0,45	9	36,26	35,74	34,62	0,99	0,95
PL1075	600	150	12,5	12,0	0	0,45	12	863,67	836,77	883,92	0,97	1,02
PL1076	600	150	12,5	12,0	0	0,45	15	813,91	814,76	874,40	1,00	1,07
PL1077	600	150	12,5	12,0	0	0,45	18	786,01	796,77	862,86	1,01	1,10
PL1078	600	150	12,5	12,0	0,1	0,45	12	718,47	705,49	745,25	0,98	1,04
PL1079	600	150	12,5	12,0	0,1	0,45	15	678,55	686,94	737,23	1,01	1,09
PL1080	600	150	12,5	12,0	0,1	0,45	18	651,21	671,77	727,50	1,03	1,12
PL1081	600	150	12,5	12,0	0,2	0,45	12	614,87	604,07	638,11	0,98	1,04

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL1082	600	150	12,5	12,0	0,2	0,45	15	581,69	588,18	631,24	1,01	1,09
PL1083	600	150	12,5	12,0	0,2	0,45	18	555,81	575,19	622,91	1,03	1,12
PL1084	600	150	12,5	12,0	0,3	0,45	12	537,30	525,70	555,32	0,98	1,03
PL1085	600	150	12,5	12,0	0,3	0,45	15	508,98	511,88	549,35	1,01	1,08
PL1086	600	150	12,5	12,0	0,3	0,45	18	484,75	500,57	542,10	1,03	1,12
PL1087	600	150	12,5	12,0	0,4	0,45	12	477,07	465,15	491,36	0,98	1,03
PL1088	600	150	12,5	12,0	0,4	0,45	15	452,40	452,92	486,08	1,00	1,07
PL1089	600	150	12,5	12,0	0,4	0,45	18	429,79	442,92	479,66	1,03	1,12
PL1090	600	150	12,5	12,0	0,5	0,45	12	428,95	418,37	441,95	0,98	1,03
PL1091	600	150	12,5	12,0	0,5	0,45	15	407,13	407,37	437,19	1,00	1,07
PL1092	600	150	12,5	12,0	0,5	0,45	18	386,01	398,37	431,42	1,03	1,12
PL1093	600	150	9,4	12,0	0	0,45	12	729,92	708,84	758,24	0,97	1,04
PL1094	600	150	9,4	12,0	0	0,45	15	688,77	680,61	738,66	0,99	1,07
PL1095	600	150	9,4	12,0	0	0,45	18	661,26	666,85	729,07	1,01	1,10
PL1096	600	150	9,4	12,0	0,1	0,45	12	605,51	598,15	639,84	0,99	1,06
PL1097	600	150	9,4	12,0	0,1	0,45	15	573,31	574,33	623,31	1,00	1,09
PL1098	600	150	9,4	12,0	0,1	0,45	18	547,39	562,72	615,22	1,03	1,12
PL1099	600	150	9,4	12,0	0,2	0,45	12	517,22	512,51	548,23	0,99	1,06
PL1100	600	150	9,4	12,0	0,2	0,45	15	490,93	492,11	534,07	1,00	1,09
PL1101	600	150	9,4	12,0	0,2	0,45	18	466,93	482,15	527,14	1,03	1,13
PL1102	600	150	9,4	12,0	0,3	0,45	12	451,34	446,26	477,36	0,99	1,06
PL1103	600	150	9,4	12,0	0,3	0,45	15	429,21	428,49	465,03	1,00	1,08
PL1104	600	150	9,4	12,0	0,3	0,45	18	407,07	419,82	458,99	1,03	1,13
PL1105	600	150	9,4	12,0	0,4	0,45	12	400,32	394,99	422,52	0,99	1,06
PL1106	600	150	9,4	12,0	0,4	0,45	15	381,25	379,27	411,61	0,99	1,08
PL1107	600	150	9,4	12,0	0,4	0,45	18	360,80	371,60	406,27	1,03	1,13
PL1108	600	150	9,4	12,0	0,5	0,45	12	359,64	355,33	380,09	0,99	1,06
PL1109	600	150	9,4	12,0	0,5	0,45	15	342,92	341,18	370,28	0,99	1,08
PL1110	600	150	9,4	12,0	0,5	0,45	18	323,97	334,28	365,47	1,03	1,13
PL1111	600	150	12,5	8,6	0	0,45	12	547,45	544,74	549,48	1,00	1,00
PL1112	600	150	12,5	8,6	0	0,45	15	520,30	508,84	522,89	0,98	1,00
PL1113	600	150	12,5	8,6	0	0,45	18	509,96	506,50	527,65	0,99	1,03
PL1114	600	150	12,5	8,6	0,1	0,45	12	457,74	459,28	463,28	1,00	1,01
PL1115	600	150	12,5	8,6	0,1	0,45	15	436,11	429,01	440,86	0,98	1,01
PL1116	600	150	12,5	8,6	0,1	0,45	18	423,91	427,04	444,87	1,01	1,05
PL1117	600	150	12,5	8,6	0,2	0,45	12	393,05	393,25	396,67	1,00	1,01
PL1118	600	150	12,5	8,6	0,2	0,45	15	375,22	367,33	377,48	0,98	1,01
PL1119	600	150	12,5	8,6	0,2	0,45	18	362,61	365,65	380,91	1,01	1,05
PL1120	600	150	12,5	8,6	0,3	0,45	12	344,26	342,24	345,21	0,99	1,00
PL1121	600	150	12,5	8,6	0,3	0,45	15	329,17	319,68	328,51	0,97	1,00
PL1122	600	150	12,5	8,6	0,3	0,45	18	316,75	318,21	331,50	1,00	1,05
PL1123	600	150	12,5	8,6	0,4	0,45	12	306,19	302,82	305,45	0,99	1,00
PL1124	600	150	12,5	8,6	0,4	0,45	15	293,15	282,86	290,67	0,96	0,99
PL1125	600	150	12,5	8,6	0,4	0,45	18	281,17	281,56	293,32	1,00	1,04
PL1126	600	150	12,5	8,6	0,5	0,45	12	275,66	272,36	274,73	0,99	1,00
PL1127	600	150	12,5	8,6	0,5	0,45	15	264,22	254,41	261,44	0,96	0,99
PL1128	600	150	12,5	8,6	0,5	0,45	18	252,76	253,24	263,82	1,00	1,04

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL1129	600	150	9,4	8,6	0	0,45	12	457,35	468,92	479,22	1,03	1,05
PL1130	600	150	9,4	8,6	0	0,45	15	436,06	419,17	436,25	0,96	1,00
PL1131	600	150	9,4	8,6	0	0,45	18	420,02	411,50	433,72	0,98	1,03
PL1132	600	150	9,4	8,6	0,1	0,45	12	381,18	395,70	404,39	1,04	1,06
PL1133	600	150	9,4	8,6	0,1	0,45	15	364,58	353,72	368,12	0,97	1,01
PL1134	600	150	9,4	8,6	0,1	0,45	18	348,75	347,24	366,00	1,00	1,05
PL1135	600	150	9,4	8,6	0,2	0,45	12	326,59	339,05	346,49	1,04	1,06
PL1136	600	150	9,4	8,6	0,2	0,45	15	313,12	303,08	315,42	0,97	1,01
PL1137	600	150	9,4	8,6	0,2	0,45	18	298,09	297,53	313,60	1,00	1,05
PL1138	600	150	9,4	8,6	0,3	0,45	12	285,60	295,22	301,70	1,03	1,06
PL1139	600	150	9,4	8,6	0,3	0,45	15	274,34	263,89	274,64	0,96	1,00
PL1140	600	150	9,4	8,6	0,3	0,45	18	260,26	259,06	273,06	1,00	1,05
PL1141	600	150	9,4	8,6	0,4	0,45	12	253,71	261,30	267,04	1,03	1,05
PL1142	600	150	9,4	8,6	0,4	0,45	15	244,07	233,58	243,09	0,96	1,00
PL1143	600	150	9,4	8,6	0,4	0,45	18	230,93	229,30	241,69	0,99	1,05
PL1144	600	150	9,4	8,6	0,5	0,45	12	228,20	235,07	240,23	1,03	1,05
PL1145	600	150	9,4	8,6	0,5	0,45	15	219,81	210,13	218,68	0,96	0,99
PL1146	600	150	9,4	8,6	0,5	0,45	18	207,53	206,28	217,42	0,99	1,05
PL1147	600	150	12,5	6,7	0	0,45	12	404,73	384,11	374,35	0,95	0,92
PL1148	600	150	12,5	6,7	0	0,45	15	373,31	385,08	382,30	1,03	1,02
PL1149	600	150	12,5	6,7	0	0,45	18	372,71	356,64	359,47	0,96	0,96
PL1150	600	150	12,5	6,7	0,1	0,45	12	339,88	323,85	315,62	0,95	0,93
PL1151	600	150	12,5	6,7	0,1	0,45	15	314,40	324,67	322,32	1,03	1,03
PL1152	600	150	12,5	6,7	0,1	0,45	18	311,09	300,69	303,08	0,97	0,97
PL1153	600	150	12,5	6,7	0,2	0,45	12	292,62	277,29	270,25	0,95	0,92
PL1154	600	150	12,5	6,7	0,2	0,45	15	271,36	277,99	275,98	1,02	1,02
PL1155	600	150	12,5	6,7	0,2	0,45	18	266,80	257,46	259,51	0,96	0,97
PL1156	600	150	12,5	6,7	0,3	0,45	12	256,75	241,32	235,19	0,94	0,92
PL1157	600	150	12,5	6,7	0,3	0,45	15	238,58	241,93	240,18	1,01	1,01
PL1158	600	150	12,5	6,7	0,3	0,45	18	233,49	224,06	225,84	0,96	0,97
PL1159	600	150	12,5	6,7	0,4	0,45	12	228,63	213,52	208,10	0,93	0,91
PL1160	600	150	12,5	6,7	0,4	0,45	15	212,82	214,07	212,52	1,01	1,00
PL1161	600	150	12,5	6,7	0,4	0,45	18	207,53	198,26	199,83	0,96	0,96
PL1162	600	150	12,5	6,7	0,5	0,45	12	206,02	192,05	187,17	0,93	0,91
PL1163	600	150	12,5	6,7	0,5	0,45	15	192,05	192,54	191,14	1,00	1,00
PL1164	600	150	12,5	6,7	0,5	0,45	18	186,75	178,32	179,73	0,95	0,96
PL1165	600	150	9,4	6,7	0	0,45	12	329,06	309,68	305,70	0,94	0,93
PL1166	600	150	9,4	6,7	0	0,45	15	308,65	312,56	314,38	1,01	1,02
PL1167	600	150	9,4	6,7	0	0,45	18	303,71	287,57	293,56	0,95	0,97
PL1168	600	150	9,4	6,7	0,1	0,45	12	275,28	261,32	257,97	0,95	0,94
PL1169	600	150	9,4	6,7	0,1	0,45	15	259,25	263,75	265,29	1,02	1,02
PL1170	600	150	9,4	6,7	0,1	0,45	18	253,07	242,67	247,72	0,96	0,98
PL1171	600	150	9,4	6,7	0,2	0,45	12	236,41	223,91	221,03	0,95	0,93
PL1172	600	150	9,4	6,7	0,2	0,45	15	223,35	225,99	227,30	1,01	1,02
PL1173	600	150	9,4	6,7	0,2	0,45	18	216,82	207,92	212,25	0,96	0,98
PL1174	600	150	9,4	6,7	0,3	0,45	12	207,05	194,96	192,46	0,94	0,93
PL1175	600	150	9,4	6,7	0,3	0,45	15	196,11	196,78	197,92	1,00	1,01

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL1176	600	150	9,4	6,7	0,3	0,45	18	189,61	181,04	184,81	0,95	0,97
PL1177	600	150	9,4	6,7	0,4	0,45	12	184,13	172,57	170,35	0,94	0,93
PL1178	600	150	9,4	6,7	0,4	0,45	15	174,76	174,17	175,18	1,00	1,00
PL1179	600	150	9,4	6,7	0,4	0,45	18	168,44	160,25	163,58	0,95	0,97
PL1180	600	150	9,4	6,7	0,5	0,45	12	165,75	155,24	153,25	0,94	0,92
PL1181	600	150	9,4	6,7	0,5	0,45	15	157,58	156,68	157,59	0,99	1,00
PL1182	600	150	9,4	6,7	0,5	0,45	18	151,52	144,16	147,16	0,95	0,97
PL1183	600	200	16,7	12,0	0	0,45	12	1638,08	1602,76	1606,65	0,98	0,98
PL1184	600	200	16,7	12,0	0	0,45	15	1565,34	1525,63	1558,19	0,97	1,00
PL1185	600	200	16,7	12,0	0	0,45	18	1489,92	1489,58	1542,81	1,00	1,04
PL1186	600	200	16,7	12,0	0,1	0,45	12	1370,03	1349,74	1353,02	0,99	0,99
PL1187	600	200	16,7	12,0	0,1	0,45	15	1306,50	1284,79	1312,21	0,98	1,00
PL1188	600	200	16,7	12,0	0,1	0,45	18	1240,38	1254,43	1299,26	1,01	1,05
PL1189	600	200	16,7	12,0	0,2	0,45	12	1176,53	1154,61	1157,42	0,98	0,98
PL1190	600	200	16,7	12,0	0,2	0,45	15	1120,63	1099,05	1122,51	0,98	1,00
PL1191	600	200	16,7	12,0	0,2	0,45	18	1062,10	1073,08	1111,43	1,01	1,05
PL1192	600	200	16,7	12,0	0,3	0,45	12	1030,53	1004,13	1006,57	0,97	0,98
PL1193	600	200	16,7	12,0	0,3	0,45	15	980,84	955,81	976,20	0,97	1,00
PL1194	600	200	16,7	12,0	0,3	0,45	18	928,46	933,22	966,57	1,01	1,04
PL1195	600	200	16,7	12,0	0,4	0,45	12	916,54	888,07	890,23	0,97	0,97
PL1196	600	200	16,7	12,0	0,4	0,45	15	871,93	845,34	863,38	0,97	0,99
PL1197	600	200	16,7	12,0	0,4	0,45	18	824,61	825,36	854,85	1,00	1,04
PL1198	600	200	16,7	12,0	0,5	0,45	12	825,15	798,57	800,50	0,97	0,97
PL1199	600	200	16,7	12,0	0,5	0,45	15	784,72	760,14	776,36	0,97	0,99
PL1200	600	200	16,7	12,0	0,5	0,45	18	741,60	742,18	768,70	1,00	1,04
PL1201	600	200	12,5	12,0	0	0,45	12	1322,53	1363,06	1384,23	1,03	1,05
PL1202	600	200	12,5	12,0	0	0,45	15	1282,32	1242,58	1285,32	0,97	1,00
PL1203	600	200	12,5	12,0	0	0,45	18	1227,01	1233,78	1293,13	1,01	1,05
PL1204	600	200	12,5	12,0	0,1	0,45	12	1106,36	1149,23	1167,07	1,04	1,05
PL1205	600	200	12,5	12,0	0,1	0,45	15	1069,85	1047,64	1083,68	0,98	1,01
PL1206	600	200	12,5	12,0	0,1	0,45	18	1020,46	1040,23	1090,26	1,02	1,07
PL1207	600	200	12,5	12,0	0,2	0,45	12	950,39	984,01	999,29	1,04	1,05
PL1208	600	200	12,5	12,0	0,2	0,45	15	917,43	897,03	927,89	0,98	1,01
PL1209	600	200	12,5	12,0	0,2	0,45	18	873,23	890,68	933,52	1,02	1,07
PL1210	600	200	12,5	12,0	0,3	0,45	12	832,70	856,35	869,65	1,03	1,04
PL1211	600	200	12,5	12,0	0,3	0,45	15	802,86	780,66	807,51	0,97	1,01
PL1212	600	200	12,5	12,0	0,3	0,45	18	763,04	775,13	812,41	1,02	1,06
PL1213	600	200	12,5	12,0	0,4	0,45	12	740,80	757,72	769,49	1,02	1,04
PL1214	600	200	12,5	12,0	0,4	0,45	15	713,64	690,74	714,51	0,97	1,00
PL1215	600	200	12,5	12,0	0,4	0,45	18	677,50	685,85	718,84	1,01	1,06
PL1216	600	200	12,5	12,0	0,5	0,45	12	667,10	681,52	692,10	1,02	1,04
PL1217	600	200	12,5	12,0	0,5	0,45	15	642,22	621,27	642,65	0,97	1,00
PL1218	600	200	12,5	12,0	0,5	0,45	18	609,17	616,88	646,55	1,01	1,06
PL1219	600	200	16,7	8,6	0	0,45	12	1121,52	1067,63	1022,60	0,95	0,91
PL1220	600	200	16,7	8,6	0	0,45	15	1029,99	998,20	973,30	0,97	0,94
PL1221	600	200	16,7	8,6	0	0,45	18	974,42	991,75	981,97	1,02	1,01
PL1222	600	200	16,7	8,6	0,1	0,45	12	944,92	899,09	861,17	0,95	0,91

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL1223	600	200	16,7	8,6	0,1	0,45	15	864,69	840,62	819,65	0,97	0,95
PL1224	600	200	16,7	8,6	0,1	0,45	18	816,86	835,19	826,95	1,02	1,01
PL1225	600	200	16,7	8,6	0,2	0,45	12	815,01	769,11	736,67	0,94	0,90
PL1226	600	200	16,7	8,6	0,2	0,45	15	744,36	719,09	701,16	0,97	0,94
PL1227	600	200	16,7	8,6	0,2	0,45	18	702,62	714,45	707,40	1,02	1,01
PL1228	600	200	16,7	8,6	0,3	0,45	12	715,87	668,87	640,66	0,93	0,89
PL1229	600	200	16,7	8,6	0,3	0,45	15	653,08	625,37	609,77	0,96	0,93
PL1230	600	200	16,7	8,6	0,3	0,45	18	616,16	621,33	615,20	1,01	1,00
PL1231	600	200	16,7	8,6	0,4	0,45	12	637,91	591,56	566,61	0,93	0,89
PL1232	600	200	16,7	8,6	0,4	0,45	15	581,55	553,09	539,30	0,95	0,93
PL1233	600	200	16,7	8,6	0,4	0,45	18	548,51	549,52	544,10	1,00	0,99
PL1234	600	200	16,7	8,6	0,5	0,45	12	575,08	531,94	509,50	0,92	0,89
PL1235	600	200	16,7	8,6	0,5	0,45	15	524,03	497,35	484,94	0,95	0,93
PL1236	600	200	16,7	8,6	0,5	0,45	18	494,16	494,13	489,26	1,00	0,99
PL1237	600	200	12,5	8,6	0	0,45	12	871,52	832,50	807,40	0,96	0,93
PL1238	600	200	12,5	8,6	0	0,45	15	815,42	818,64	808,64	1,00	0,99
PL1239	600	200	12,5	8,6	0	0,45	18	791,27	773,02	775,32	0,98	0,98
PL1240	600	200	12,5	8,6	0,1	0,45	12	733,23	701,90	680,73	0,96	0,93
PL1241	600	200	12,5	8,6	0,1	0,45	15	684,28	690,21	681,78	1,01	1,00
PL1242	600	200	12,5	8,6	0,1	0,45	18	661,48	651,75	653,68	0,99	0,99
PL1243	600	200	12,5	8,6	0,2	0,45	12	632,08	600,99	582,87	0,95	0,92
PL1244	600	200	12,5	8,6	0,2	0,45	15	589,00	590,98	583,76	1,00	0,99
PL1245	600	200	12,5	8,6	0,2	0,45	18	567,97	558,05	559,71	0,98	0,99
PL1246	600	200	12,5	8,6	0,3	0,45	12	555,10	523,02	507,25	0,94	0,91
PL1247	600	200	12,5	8,6	0,3	0,45	15	516,77	514,32	508,03	1,00	0,98
PL1248	600	200	12,5	8,6	0,3	0,45	18	497,49	485,65	487,10	0,98	0,98
PL1249	600	200	12,5	8,6	0,4	0,45	12	494,66	462,78	448,83	0,94	0,91
PL1250	600	200	12,5	8,6	0,4	0,45	15	460,20	455,08	449,52	0,99	0,98
PL1251	600	200	12,5	8,6	0,4	0,45	18	442,49	429,72	430,99	0,97	0,97
PL1252	600	200	12,5	8,6	0,5	0,45	12	445,98	416,24	403,69	0,93	0,91
PL1253	600	200	12,5	8,6	0,5	0,45	15	414,73	409,31	404,31	0,99	0,97
PL1254	600	200	12,5	8,6	0,5	0,45	18	398,40	386,50	387,65	0,97	0,97
PL1255	600	200	16,7	6,7	0	0,45	12	876,96	911,10	845,28	1,04	0,96
PL1256	600	200	16,7	6,7	0	0,45	15	781,74	753,13	709,76	0,96	0,91
PL1257	600	200	16,7	6,7	0	0,45	18	718,16	719,40	688,00	1,00	0,96
PL1258	600	200	16,7	6,7	0,1	0,45	12	756,30	767,27	711,84	1,01	0,94
PL1259	600	200	16,7	6,7	0,1	0,45	15	661,95	634,24	597,72	0,96	0,90
PL1260	600	200	16,7	6,7	0,1	0,45	18	606,04	605,83	579,39	1,00	0,96
PL1261	600	200	16,7	6,7	0,2	0,45	12	659,86	656,35	608,93	0,99	0,92
PL1262	600	200	16,7	6,7	0,2	0,45	15	572,66	542,55	511,31	0,95	0,89
PL1263	600	200	16,7	6,7	0,2	0,45	18	523,43	518,25	495,63	0,99	0,95
PL1264	600	200	16,7	6,7	0,3	0,45	12	583,47	570,80	529,57	0,98	0,91
PL1265	600	200	16,7	6,7	0,3	0,45	15	503,99	471,84	444,66	0,94	0,88
PL1266	600	200	16,7	6,7	0,3	0,45	18	460,27	450,70	431,03	0,98	0,94
PL1267	600	200	16,7	6,7	0,4	0,45	12	522,14	504,83	468,36	0,97	0,90
PL1268	600	200	16,7	6,7	0,4	0,45	15	449,72	417,30	393,27	0,93	0,87
PL1269	600	200	16,7	6,7	0,4	0,45	18	410,52	398,61	381,22	0,97	0,93

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL1270	600	200	16,7	6,7	0,5	0,45	12	472,09	453,95	421,15	0,96	0,89
PL1271	600	200	16,7	6,7	0,5	0,45	15	405,83	375,24	353,63	0,92	0,87
PL1272	600	200	16,7	6,7	0,5	0,45	18	370,37	358,44	342,79	0,97	0,93
PL1273	600	200	12,5	6,7	0	0,45	12	680,00	673,57	632,27	0,99	0,93
PL1274	600	200	12,5	6,7	0	0,45	15	600,27	574,69	548,45	0,96	0,91
PL1275	600	200	12,5	6,7	0	0,45	18	570,36	571,78	553,96	1,00	0,97
PL1276	600	200	12,5	6,7	0,1	0,45	12	577,91	567,90	533,08	0,98	0,92
PL1277	600	200	12,5	6,7	0,1	0,45	15	506,43	484,53	462,41	0,96	0,91
PL1278	600	200	12,5	6,7	0,1	0,45	18	479,38	482,08	467,06	1,01	0,97
PL1279	600	200	12,5	6,7	0,2	0,45	12	501,05	486,25	456,44	0,97	0,91
PL1280	600	200	12,5	6,7	0,2	0,45	15	437,32	414,87	395,93	0,95	0,91
PL1281	600	200	12,5	6,7	0,2	0,45	18	413,02	412,77	399,91	1,00	0,97
PL1282	600	200	12,5	6,7	0,3	0,45	12	441,62	423,17	397,22	0,96	0,90
PL1283	600	200	12,5	6,7	0,3	0,45	15	384,50	361,05	344,57	0,94	0,90
PL1284	600	200	12,5	6,7	0,3	0,45	18	362,61	359,23	348,03	0,99	0,96
PL1285	600	200	12,5	6,7	0,4	0,45	12	394,48	374,43	351,47	0,95	0,89
PL1286	600	200	12,5	6,7	0,4	0,45	15	342,90	319,47	304,88	0,93	0,89
PL1287	600	200	12,5	6,7	0,4	0,45	18	323,07	317,85	307,95	0,98	0,95
PL1288	600	200	12,5	6,7	0,5	0,45	12	356,27	336,77	316,13	0,95	0,89
PL1289	600	200	12,5	6,7	0,5	0,45	15	309,34	287,34	274,22	0,93	0,89
PL1290	600	200	12,5	6,7	0,5	0,45	18	291,24	285,88	276,97	0,98	0,95
PL1291	900	225	18,8	18,0	0	0,45	18	2935,72	2824,09	2983,22	0,96	1,02
PL1292	900	225	18,8	18,0	0	0,45	22,5	2760,39	2749,82	2951,11	1,00	1,07
PL1293	900	225	18,8	18,0	0	0,45	27	2670,83	2689,09	2912,16	1,01	1,09
PL1294	900	225	18,8	18,0	0,1	0,45	18	2442,02	2381,04	2515,21	0,98	1,03
PL1295	900	225	18,8	18,0	0,1	0,45	22,5	2299,05	2318,43	2488,14	1,01	1,08
PL1296	900	225	18,8	18,0	0,1	0,45	27	2211,97	2267,23	2455,30	1,02	1,11
PL1297	900	225	18,8	18,0	0,2	0,45	18	2089,83	2038,73	2153,61	0,98	1,03
PL1298	900	225	18,8	18,0	0,2	0,45	22,5	1969,47	1985,12	2130,43	1,01	1,08
PL1299	900	225	18,8	18,0	0,2	0,45	27	1887,40	1941,28	2102,31	1,03	1,11
PL1300	900	225	18,8	18,0	0,3	0,45	18	1826,11	1774,25	1874,22	0,97	1,03
PL1301	900	225	18,8	18,0	0,3	0,45	22,5	1722,36	1727,59	1854,05	1,00	1,08
PL1302	900	225	18,8	18,0	0,3	0,45	27	1645,76	1689,43	1829,58	1,03	1,11
PL1303	900	225	18,8	18,0	0,4	0,45	18	1621,33	1569,90	1658,36	0,97	1,02
PL1304	900	225	18,8	18,0	0,4	0,45	22,5	1530,26	1528,61	1640,51	1,00	1,07
PL1305	900	225	18,8	18,0	0,4	0,45	27	1458,91	1494,85	1618,86	1,02	1,11
PL1306	900	225	18,8	18,0	0,5	0,45	18	1457,76	1412,01	1491,57	0,97	1,02
PL1307	900	225	18,8	18,0	0,5	0,45	22,5	1376,66	1374,88	1475,52	1,00	1,07
PL1308	900	225	18,8	18,0	0,5	0,45	27	1310,12	1344,51	1456,04	1,03	1,11
PL1309	900	225	14,1	18,0	0	0,45	18	2471,89	2392,32	2559,05	0,97	1,04
PL1310	900	225	14,1	18,0	0	0,45	22,5	2323,83	2297,07	2492,96	0,99	1,07
PL1311	900	225	14,1	18,0	0	0,45	27	2245,30	2250,62	2460,60	1,00	1,10
PL1312	900	225	14,1	18,0	0,1	0,45	18	2053,00	2018,76	2159,44	0,98	1,05
PL1313	900	225	14,1	18,0	0,1	0,45	22,5	1933,39	1938,38	2103,68	1,00	1,09
PL1314	900	225	14,1	18,0	0,1	0,45	27	1861,03	1899,18	2076,37	1,02	1,12
PL1315	900	225	14,1	18,0	0,2	0,45	18	1755,10	1729,73	1850,28	0,99	1,05
PL1316	900	225	14,1	18,0	0,2	0,45	22,5	1655,05	1660,86	1802,50	1,00	1,09

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL1317	900	225	14,1	18,0	0,2	0,45	27	1588,90	1627,27	1779,10	1,02	1,12
PL1318	900	225	14,1	18,0	0,3	0,45	18	1532,49	1506,11	1611,07	0,98	1,05
PL1319	900	225	14,1	18,0	0,3	0,45	22,5	1446,65	1446,14	1569,47	1,00	1,08
PL1320	900	225	14,1	18,0	0,3	0,45	27	1386,12	1416,90	1549,10	1,02	1,12
PL1321	900	225	14,1	18,0	0,4	0,45	18	1359,90	1333,10	1426,01	0,98	1,05
PL1322	900	225	14,1	18,0	0,4	0,45	22,5	1284,80	1280,02	1389,18	1,00	1,08
PL1323	900	225	14,1	18,0	0,4	0,45	27	1229,20	1254,14	1371,15	1,02	1,12
PL1324	900	225	14,1	18,0	0,5	0,45	18	1222,18	1199,24	1282,82	0,98	1,05
PL1325	900	225	14,1	18,0	0,5	0,45	22,5	1155,49	1151,49	1249,69	1,00	1,08
PL1326	900	225	14,1	18,0	0,5	0,45	27	1104,17	1128,21	1233,47	1,02	1,12
PL1327	900	225	18,8	12,9	0	0,45	18	1868,53	1838,50	1854,49	0,98	0,99
PL1328	900	225	18,8	12,9	0	0,45	22,5	1771,61	1717,32	1764,77	0,97	1,00
PL1329	900	225	18,8	12,9	0	0,45	27	1733,76	1709,44	1780,80	0,99	1,03
PL1330	900	225	18,8	12,9	0,1	0,45	18	1562,12	1550,08	1563,56	0,99	1,00
PL1331	900	225	18,8	12,9	0,1	0,45	22,5	1483,25	1447,91	1487,91	0,98	1,00
PL1332	900	225	18,8	12,9	0,1	0,45	27	1439,97	1441,26	1501,43	1,00	1,04
PL1333	900	225	18,8	12,9	0,2	0,45	18	1341,16	1327,23	1338,77	0,99	1,00
PL1334	900	225	18,8	12,9	0,2	0,45	22,5	1275,07	1239,75	1274,00	0,97	1,00
PL1335	900	225	18,8	12,9	0,2	0,45	27	1230,97	1234,06	1285,58	1,00	1,04
PL1336	900	225	18,8	12,9	0,3	0,45	18	1174,53	1155,05	1165,09	0,98	0,99
PL1337	900	225	18,8	12,9	0,3	0,45	22,5	1117,87	1078,91	1108,72	0,97	0,99
PL1338	900	225	18,8	12,9	0,3	0,45	27	1074,78	1073,97	1118,80	1,00	1,04
PL1339	900	225	18,8	12,9	0,4	0,45	18	1044,51	1022,01	1030,90	0,98	0,99
PL1340	900	225	18,8	12,9	0,4	0,45	22,5	995,03	954,65	981,03	0,96	0,99
PL1341	900	225	18,8	12,9	0,4	0,45	27	953,68	950,27	989,94	1,00	1,04
PL1342	900	225	18,8	12,9	0,5	0,45	18	940,28	919,23	927,22	0,98	0,99
PL1343	900	225	18,8	12,9	0,5	0,45	22,5	896,44	858,64	882,36	0,96	0,98
PL1344	900	225	18,8	12,9	0,5	0,45	27	857,05	854,70	890,38	1,00	1,04
PL1345	900	225	14,1	12,9	0	0,45	18	1543,91	1582,61	1617,37	1,03	1,05
PL1346	900	225	14,1	12,9	0	0,45	22,5	1472,68	1414,71	1472,33	0,96	1,00
PL1347	900	225	14,1	12,9	0	0,45	27	1430,08	1388,80	1463,82	0,97	1,02
PL1348	900	225	14,1	12,9	0,1	0,45	18	1289,41	1335,49	1364,81	1,04	1,06
PL1349	900	225	14,1	12,9	0,1	0,45	22,5	1230,75	1193,80	1242,42	0,97	1,01
PL1350	900	225	14,1	12,9	0,1	0,45	27	1189,01	1171,94	1235,24	0,99	1,04
PL1351	900	225	14,1	12,9	0,2	0,45	18	1106,38	1144,28	1169,41	1,03	1,06
PL1352	900	225	14,1	12,9	0,2	0,45	22,5	1056,73	1022,88	1064,54	0,97	1,01
PL1353	900	225	14,1	12,9	0,2	0,45	27	1017,27	1004,15	1058,39	0,99	1,04
PL1354	900	225	14,1	12,9	0,3	0,45	18	968,59	996,35	1018,23	1,03	1,05
PL1355	900	225	14,1	12,9	0,3	0,45	22,5	925,66	890,64	926,92	0,96	1,00
PL1356	900	225	14,1	12,9	0,3	0,45	27	888,79	874,33	921,56	0,98	1,04
PL1357	900	225	14,1	12,9	0,4	0,45	18	861,18	881,90	901,26	1,02	1,05
PL1358	900	225	14,1	12,9	0,4	0,45	22,5	823,42	788,33	820,44	0,96	1,00
PL1359	900	225	14,1	12,9	0,4	0,45	27	789,06	773,90	815,70	0,98	1,03
PL1360	900	225	14,1	12,9	0,5	0,45	18	775,13	793,35	810,77	1,02	1,05
PL1361	900	225	14,1	12,9	0,5	0,45	22,5	741,47	709,18	738,06	0,96	1,00
PL1362	900	225	14,1	12,9	0,5	0,45	27	709,43	696,19	733,80	0,98	1,03
PL1363	900	225	18,8	10,0	0	0,45	18	1382,92	1296,36	1263,43	0,94	0,91

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL1364	900	225	18,8	10,0	0	0,45	22,5	1273,36	1299,65	1290,25	1,02	1,01
PL1365	900	225	18,8	10,0	0	0,45	27	1266,36	1203,67	1213,22	0,95	0,96
PL1366	900	225	18,8	10,0	0,1	0,45	18	1161,12	1092,99	1065,22	0,94	0,92
PL1367	900	225	18,8	10,0	0,1	0,45	22,5	1071,28	1095,76	1087,83	1,02	1,02
PL1368	900	225	18,8	10,0	0,1	0,45	27	1055,96	1014,83	1022,89	0,96	0,97
PL1369	900	225	18,8	10,0	0,2	0,45	18	999,47	935,85	912,08	0,94	0,91
PL1370	900	225	18,8	10,0	0,2	0,45	22,5	923,85	938,23	931,44	1,02	1,01
PL1371	900	225	18,8	10,0	0,2	0,45	27	904,98	868,94	875,84	0,96	0,97
PL1372	900	225	18,8	10,0	0,3	0,45	18	876,79	814,45	793,75	0,93	0,91
PL1373	900	225	18,8	10,0	0,3	0,45	22,5	811,76	816,51	810,60	1,01	1,00
PL1374	900	225	18,8	10,0	0,3	0,45	27	791,54	756,21	762,21	0,96	0,96
PL1375	900	225	18,8	10,0	0,4	0,45	18	780,64	720,64	702,33	0,92	0,90
PL1376	900	225	18,8	10,0	0,4	0,45	22,5	723,75	722,47	717,24	1,00	0,99
PL1377	900	225	18,8	10,0	0,4	0,45	27	703,23	669,11	674,43	0,95	0,96
PL1378	900	225	18,8	10,0	0,5	0,45	18	703,32	648,17	631,70	0,92	0,90
PL1379	900	225	18,8	10,0	0,5	0,45	22,5	652,85	649,81	645,11	1,00	0,99
PL1380	900	225	18,8	10,0	0,5	0,45	27	632,58	601,82	606,60	0,95	0,96
PL1381	900	225	14,1	10,0	0	0,45	18	1107,24	1045,16	1031,75	0,94	0,93
PL1382	900	225	14,1	10,0	0	0,45	22,5	1042,91	1054,89	1061,02	1,01	1,02
PL1383	900	225	14,1	10,0	0	0,45	27	1035,38	970,55	990,75	0,94	0,96
PL1384	900	225	14,1	10,0	0,1	0,45	18	928,61	881,96	870,64	0,95	0,94
PL1385	900	225	14,1	10,0	0,1	0,45	22,5	875,77	890,17	895,34	1,02	1,02
PL1386	900	225	14,1	10,0	0,1	0,45	27	863,95	819,00	836,04	0,95	0,97
PL1387	900	225	14,1	10,0	0,2	0,45	18	798,94	755,69	745,99	0,95	0,93
PL1388	900	225	14,1	10,0	0,2	0,45	22,5	754,34	762,72	767,15	1,01	1,02
PL1389	900	225	14,1	10,0	0,2	0,45	27	740,93	701,74	716,35	0,95	0,97
PL1390	900	225	14,1	10,0	0,3	0,45	18	700,72	657,99	649,55	0,94	0,93
PL1391	900	225	14,1	10,0	0,3	0,45	22,5	662,25	664,12	667,98	1,00	1,01
PL1392	900	225	14,1	10,0	0,3	0,45	27	648,43	611,02	623,74	0,94	0,96
PL1393	900	225	14,1	10,0	0,4	0,45	18	623,84	582,41	574,93	0,93	0,92
PL1394	900	225	14,1	10,0	0,4	0,45	22,5	590,09	587,83	591,24	1,00	1,00
PL1395	900	225	14,1	10,0	0,4	0,45	27	576,39	540,83	552,09	0,94	0,96
PL1396	900	225	14,1	10,0	0,5	0,45	18	562,06	523,93	517,20	0,93	0,92
PL1397	900	225	14,1	10,0	0,5	0,45	22,5	532,03	528,81	531,88	0,99	1,00
PL1398	900	225	14,1	10,0	0,5	0,45	27	518,71	486,53	496,65	0,94	0,96
PL1399	900	300	25,0	18,0	0	0,45	18	5428,46	5409,31	5422,44	1,00	1,00
PL1400	900	300	25,0	18,0	0	0,45	22,5	5281,41	5149,01	5258,88	0,97	1,00
PL1401	900	300	25,0	18,0	0	0,45	27	5116,25	5027,33	5206,97	0,98	1,02
PL1402	900	300	25,0	18,0	0,1	0,45	18	4539,10	4555,38	4566,44	1,00	1,01
PL1403	900	300	25,0	18,0	0,1	0,45	22,5	4429,11	4336,17	4428,70	0,98	1,00
PL1404	900	300	25,0	18,0	0,1	0,45	27	4255,18	4233,70	4384,99	0,99	1,03
PL1405	900	300	25,0	18,0	0,2	0,45	18	3897,56	3896,82	3906,28	1,00	1,00
PL1406	900	300	25,0	18,0	0,2	0,45	22,5	3811,97	3709,31	3788,46	0,97	0,99
PL1407	900	300	25,0	18,0	0,2	0,45	27	3641,08	3621,65	3751,06	0,99	1,03
PL1408	900	300	25,0	18,0	0,3	0,45	18	3413,69	3388,93	3397,16	0,99	1,00
PL1409	900	300	25,0	18,0	0,3	0,45	22,5	3344,96	3225,85	3294,69	0,96	0,98
PL1410	900	300	25,0	18,0	0,3	0,45	27	3181,35	3149,62	3262,17	0,99	1,03

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL1411	900	300	25,0	18,0	0,4	0,45	18	3036,05	2997,24	3004,52	0,99	0,99
PL1412	900	300	25,0	18,0	0,4	0,45	22,5	2979,46	2853,01	2913,89	0,96	0,98
PL1413	900	300	25,0	18,0	0,4	0,45	27	2824,41	2785,59	2885,13	0,99	1,02
PL1414	900	300	25,0	18,0	0,5	0,45	18	2733,28	2695,16	2701,70	0,99	0,99
PL1415	900	300	25,0	18,0	0,5	0,45	22,5	2685,72	2565,47	2620,21	0,96	0,98
PL1416	900	300	25,0	18,0	0,5	0,45	27	2539,34	2504,84	2594,35	0,99	1,02
PL1417	900	300	18,8	18,0	0	0,45	18	4491,99	4600,34	4671,78	1,02	1,04
PL1418	900	300	18,8	18,0	0	0,45	22,5	4363,81	4193,71	4337,97	0,96	0,99
PL1419	900	300	18,8	18,0	0	0,45	27	4176,90	4164,02	4364,30	1,00	1,04
PL1420	900	300	18,8	18,0	0,1	0,45	18	3756,43	3878,64	3938,87	1,03	1,05
PL1421	900	300	18,8	18,0	0,1	0,45	22,5	3647,09	3535,79	3657,43	0,97	1,00
PL1422	900	300	18,8	18,0	0,1	0,45	27	3476,65	3510,77	3679,62	1,01	1,06
PL1423	900	300	18,8	18,0	0,2	0,45	18	3226,08	3321,02	3372,59	1,03	1,05
PL1424	900	300	18,8	18,0	0,2	0,45	22,5	3131,54	3027,47	3131,61	0,97	1,00
PL1425	900	300	18,8	18,0	0,2	0,45	27	2976,82	3006,04	3150,62	1,01	1,06
PL1426	900	300	18,8	18,0	0,3	0,45	18	2826,09	2890,19	2935,07	1,02	1,04
PL1427	900	300	18,8	18,0	0,3	0,45	22,5	2743,19	2634,71	2725,35	0,96	0,99
PL1428	900	300	18,8	18,0	0,3	0,45	27	2602,32	2616,07	2741,89	1,01	1,05
PL1429	900	300	18,8	18,0	0,4	0,45	18	2513,88	2557,31	2597,02	1,02	1,03
PL1430	900	300	18,8	18,0	0,4	0,45	22,5	2440,26	2331,26	2411,46	0,96	0,99
PL1431	900	300	18,8	18,0	0,4	0,45	27	2311,35	2314,76	2426,09	1,00	1,05
PL1432	900	300	18,8	18,0	0,5	0,45	18	2263,54	2300,11	2335,83	1,02	1,03
PL1433	900	300	18,8	18,0	0,5	0,45	22,5	2197,43	2096,80	2168,93	0,95	0,99
PL1434	900	300	18,8	18,0	0,5	0,45	27	2078,80	2081,96	2182,10	1,00	1,05
PL1435	900	300	25,0	12,9	0	0,45	18	3718,14	3603,25	3451,27	0,97	0,93
PL1436	900	300	25,0	12,9	0	0,45	22,5	3445,04	3368,92	3284,89	0,98	0,95
PL1437	900	300	25,0	12,9	0	0,45	27	3341,84	3347,15	3314,13	1,00	0,99
PL1438	900	300	25,0	12,9	0,1	0,45	18	3132,59	3034,44	2906,44	0,97	0,93
PL1439	900	300	25,0	12,9	0,1	0,45	22,5	2906,89	2837,10	2766,33	0,98	0,95
PL1440	900	300	25,0	12,9	0,1	0,45	27	2795,42	2818,76	2790,96	1,01	1,00
PL1441	900	300	25,0	12,9	0,2	0,45	18	2702,11	2595,76	2486,27	0,96	0,92
PL1442	900	300	25,0	12,9	0,2	0,45	22,5	2511,71	2426,94	2366,41	0,97	0,94
PL1443	900	300	25,0	12,9	0,2	0,45	27	2400,75	2411,26	2387,47	1,00	0,99
PL1444	900	300	25,0	12,9	0,3	0,45	18	2373,67	2257,44	2162,22	0,95	0,91
PL1445	900	300	25,0	12,9	0,3	0,45	22,5	2209,95	2110,63	2057,98	0,96	0,93
PL1446	900	300	25,0	12,9	0,3	0,45	27	2102,85	2096,99	2076,30	1,00	0,99
PL1447	900	300	25,0	12,9	0,4	0,45	18	2115,40	1996,52	1912,31	0,94	0,90
PL1448	900	300	25,0	12,9	0,4	0,45	22,5	1972,29	1866,68	1820,12	0,95	0,92
PL1449	900	300	25,0	12,9	0,4	0,45	27	1870,27	1854,62	1836,33	0,99	0,98
PL1450	900	300	25,0	12,9	0,5	0,45	18	1907,24	1795,30	1719,58	0,94	0,90
PL1451	900	300	25,0	12,9	0,5	0,45	22,5	1780,42	1678,55	1636,68	0,94	0,92
PL1452	900	300	25,0	12,9	0,5	0,45	27	1683,75	1667,70	1651,25	0,99	0,98
PL1453	900	300	18,8	12,9	0	0,45	18	2956,46	2809,69	2724,97	0,95	0,92
PL1454	900	300	18,8	12,9	0	0,45	22,5	2773,05	2762,92	2729,16	1,00	0,98
PL1455	900	300	18,8	12,9	0	0,45	27	2690,84	2608,94	2616,69	0,97	0,97
PL1456	900	300	18,8	12,9	0,1	0,45	18	2485,78	2368,90	2297,47	0,95	0,92
PL1457	900	300	18,8	12,9	0,1	0,45	22,5	2331,52	2329,47	2301,01	1,00	0,99

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL1458	900	300	18,8	12,9	0,1	0,45	27	2251,55	2199,65	2206,18	0,98	0,98
PL1459	900	300	18,8	12,9	0,2	0,45	18	2141,88	2028,33	1967,17	0,95	0,92
PL1460	900	300	18,8	12,9	0,2	0,45	22,5	2009,82	1994,57	1970,20	0,99	0,98
PL1461	900	300	18,8	12,9	0,2	0,45	27	1934,48	1883,41	1889,01	0,97	0,98
PL1462	900	300	18,8	12,9	0,3	0,45	18	1880,37	1765,20	1711,97	0,94	0,91
PL1463	900	300	18,8	12,9	0,3	0,45	22,5	1765,41	1735,82	1714,61	0,98	0,97
PL1464	900	300	18,8	12,9	0,3	0,45	27	1695,17	1639,08	1643,95	0,97	0,97
PL1465	900	300	18,8	12,9	0,4	0,45	18	1675,15	1561,89	1514,80	0,93	0,90
PL1466	900	300	18,8	12,9	0,4	0,45	22,5	1573,63	1535,89	1517,13	0,98	0,96
PL1467	900	300	18,8	12,9	0,4	0,45	27	1508,27	1450,30	1454,61	0,96	0,96
PL1468	900	300	18,8	12,9	0,5	0,45	18	1509,95	1404,81	1362,45	0,93	0,90
PL1469	900	300	18,8	12,9	0,5	0,45	22,5	1419,21	1381,43	1364,55	0,97	0,96
PL1470	900	300	18,8	12,9	0,5	0,45	27	1358,34	1304,44	1308,31	0,96	0,96
PL1471	900	300	25,0	10,0	0	0,45	18	2915,89	3074,95	2852,81	1,05	0,98
PL1472	900	300	25,0	10,0	0	0,45	22,5	2607,74	2541,82	2395,44	0,97	0,92
PL1473	900	300	25,0	10,0	0	0,45	27	2453,93	2427,97	2322,01	0,99	0,95
PL1474	900	300	25,0	10,0	0,1	0,45	18	2512,44	2589,53	2402,46	1,03	0,96
PL1475	900	300	25,0	10,0	0,1	0,45	22,5	2218,24	2140,56	2017,29	0,96	0,91
PL1476	900	300	25,0	10,0	0,1	0,45	27	2065,81	2044,68	1955,45	0,99	0,95
PL1477	900	300	25,0	10,0	0,2	0,45	18	2191,83	2215,17	2055,14	1,01	0,94
PL1478	900	300	25,0	10,0	0,2	0,45	22,5	1925,71	1831,10	1725,66	0,95	0,90
PL1479	900	300	25,0	10,0	0,2	0,45	27	1781,00	1749,09	1672,76	0,98	0,94
PL1480	900	300	25,0	10,0	0,3	0,45	18	1938,25	1926,46	1787,28	0,99	0,92
PL1481	900	300	25,0	10,0	0,3	0,45	22,5	1699,41	1592,45	1500,74	0,94	0,88
PL1482	900	300	25,0	10,0	0,3	0,45	27	1563,96	1521,12	1454,74	0,97	0,93
PL1483	900	300	25,0	10,0	0,4	0,45	18	1734,79	1703,80	1580,71	0,98	0,91
PL1484	900	300	25,0	10,0	0,4	0,45	22,5	1519,71	1408,39	1327,29	0,93	0,87
PL1485	900	300	25,0	10,0	0,4	0,45	27	1393,42	1345,31	1286,60	0,97	0,92
PL1486	900	300	25,0	10,0	0,5	0,45	18	1568,73	1532,08	1421,40	0,98	0,91
PL1487	900	300	25,0	10,0	0,5	0,45	22,5	1373,83	1266,45	1193,52	0,92	0,87
PL1488	900	300	25,0	10,0	0,5	0,45	27	1256,04	1209,72	1156,93	0,96	0,92
PL1489	900	300	18,8	10,0	0	0,45	18	2304,80	2273,29	2133,90	0,99	0,93
PL1490	900	300	18,8	10,0	0	0,45	22,5	2036,09	1939,57	1851,03	0,95	0,91
PL1491	900	300	18,8	10,0	0	0,45	27	1933,26	1929,77	1869,63	1,00	0,97
PL1492	900	300	18,8	10,0	0,1	0,45	18	1957,74	1916,65	1799,13	0,98	0,92
PL1493	900	300	18,8	10,0	0,1	0,45	22,5	1721,32	1635,29	1560,64	0,95	0,91
PL1494	900	300	18,8	10,0	0,1	0,45	27	1626,37	1627,03	1576,32	1,00	0,97
PL1495	900	300	18,8	10,0	0,2	0,45	18	1696,58	1641,10	1540,48	0,97	0,91
PL1496	900	300	18,8	10,0	0,2	0,45	22,5	1488,84	1400,19	1336,27	0,94	0,90
PL1497	900	300	18,8	10,0	0,2	0,45	27	1402,13	1393,12	1349,70	0,99	0,96
PL1498	900	300	18,8	10,0	0,3	0,45	18	1494,77	1428,20	1340,63	0,96	0,90
PL1499	900	300	18,8	10,0	0,3	0,45	22,5	1310,73	1218,54	1162,92	0,93	0,89
PL1500	900	300	18,8	10,0	0,3	0,45	27	1231,56	1212,39	1174,60	0,98	0,95
PL1501	900	300	18,8	10,0	0,4	0,45	18	1334,81	1263,71	1186,23	0,95	0,89
PL1502	900	300	18,8	10,0	0,4	0,45	22,5	1170,17	1078,20	1028,98	0,92	0,88
PL1503	900	300	18,8	10,0	0,4	0,45	27	1097,62	1072,75	1039,32	0,98	0,95
PL1504	900	300	18,8	10,0	0,5	0,45	18	1205,20	1136,61	1066,92	0,94	0,89

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL1505	900	300	18,8	10,0	0,5	0,45	22,5	1056,55	969,76	925,49	0,92	0,88
PL1506	900	300	18,8	10,0	0,5	0,45	27	989,74	964,86	934,79	0,97	0,94
PL1507	1200	300	25,0	24,0	0	0,45	24	6882,86	6694,14	7071,33	0,97	1,03
PL1508	1200	300	25,0	24,0	0	0,45	30	6569,49	6518,10	6995,23	0,99	1,06
PL1509	1200	300	25,0	24,0	0	0,45	36	6269,48	6374,15	6902,90	1,02	1,10
PL1510	1200	300	25,0	24,0	0,1	0,45	24	5721,33	5643,95	5961,97	0,99	1,04
PL1511	1200	300	25,0	24,0	0,1	0,45	30	5467,63	5495,54	5897,81	1,01	1,08
PL1512	1200	300	25,0	24,0	0,1	0,45	36	5202,27	5374,16	5819,97	1,03	1,12
PL1513	1200	300	25,0	24,0	0,2	0,45	24	4893,83	4832,54	5104,84	0,99	1,04
PL1514	1200	300	25,0	24,0	0,2	0,45	30	4681,45	4705,46	5049,91	1,01	1,08
PL1515	1200	300	25,0	24,0	0,2	0,45	36	4444,98	4601,54	4983,26	1,04	1,12
PL1516	1200	300	25,0	24,0	0,3	0,45	24	4274,80	4205,62	4442,59	0,98	1,04
PL1517	1200	300	25,0	24,0	0,3	0,45	30	4092,53	4095,03	4394,79	1,00	1,07
PL1518	1200	300	25,0	24,0	0,3	0,45	36	3879,89	4004,59	4336,78	1,03	1,12
PL1519	1200	300	25,0	24,0	0,4	0,45	24	3794,44	3721,24	3930,92	0,98	1,04
PL1520	1200	300	25,0	24,0	0,4	0,45	30	3635,01	3623,38	3888,62	1,00	1,07
PL1521	1200	300	25,0	24,0	0,4	0,45	36	3442,14	3543,36	3837,29	1,03	1,11
PL1522	1200	300	25,0	24,0	0,5	0,45	24	3410,94	3346,98	3535,58	0,98	1,04
PL1523	1200	300	25,0	24,0	0,5	0,45	30	3269,38	3258,97	3497,53	1,00	1,07
PL1524	1200	300	25,0	24,0	0,5	0,45	36	3093,07	3186,99	3451,36	1,03	1,12
PL1525	1200	300	18,8	24,0	0	0,45	24	5839,24	5670,69	6065,89	0,97	1,04
PL1526	1200	300	18,8	24,0	0	0,45	30	5497,00	5444,91	5909,25	0,99	1,07
PL1527	1200	300	18,8	24,0	0	0,45	36	5320,07	5334,80	5832,54	1,00	1,10
PL1528	1200	300	18,8	24,0	0,1	0,45	24	4853,80	4785,20	5118,68	0,99	1,05
PL1529	1200	300	18,8	24,0	0,1	0,45	30	4573,19	4594,67	4986,50	1,00	1,09
PL1530	1200	300	18,8	24,0	0,1	0,45	36	4408,66	4501,76	4921,77	1,02	1,12
PL1531	1200	300	18,8	24,0	0,2	0,45	24	4151,87	4100,10	4385,84	0,99	1,06
PL1532	1200	300	18,8	24,0	0,2	0,45	30	3914,62	3936,85	4272,58	1,01	1,09
PL1533	1200	300	18,8	24,0	0,2	0,45	36	3763,45	3857,24	4217,12	1,02	1,12
PL1534	1200	300	18,8	24,0	0,3	0,45	24	3626,79	3570,04	3818,84	0,98	1,05
PL1535	1200	300	18,8	24,0	0,3	0,45	30	3421,56	3427,90	3720,23	1,00	1,09
PL1536	1200	300	18,8	24,0	0,3	0,45	36	3282,79	3358,58	3671,93	1,02	1,12
PL1537	1200	300	18,8	24,0	0,4	0,45	24	3219,35	3159,94	3380,16	0,98	1,05
PL1538	1200	300	18,8	24,0	0,4	0,45	30	3038,67	3034,12	3292,88	1,00	1,08
PL1539	1200	300	18,8	24,0	0,4	0,45	36	2910,90	2972,77	3250,13	1,02	1,12
PL1540	1200	300	18,8	24,0	0,5	0,45	24	2894,06	2842,65	3040,76	0,98	1,05
PL1541	1200	300	18,8	24,0	0,5	0,45	30	2732,76	2729,47	2962,24	1,00	1,08
PL1542	1200	300	18,8	24,0	0,5	0,45	36	2614,63	2674,27	2923,78	1,02	1,12
PL1543	1200	300	25,0	17,1	0	0,45	24	4379,18	4357,93	4395,84	1,00	1,00
PL1544	1200	300	25,0	17,1	0	0,45	30	4221,69	4070,68	4183,15	0,96	0,99
PL1545	1200	300	25,0	17,1	0	0,45	36	4054,55	4052,02	4221,17	1,00	1,04
PL1546	1200	300	25,0	17,1	0,1	0,45	24	3657,29	3674,26	3706,21	1,00	1,01
PL1547	1200	300	25,0	17,1	0,1	0,45	30	3530,99	3432,07	3526,90	0,97	1,00
PL1548	1200	300	25,0	17,1	0,1	0,45	36	3376,10	3416,33	3558,95	1,01	1,05
PL1549	1200	300	25,0	17,1	0,2	0,45	24	3137,80	3146,02	3173,39	1,00	1,01
PL1550	1200	300	25,0	17,1	0,2	0,45	30	3033,17	2938,66	3019,85	0,97	1,00
PL1551	1200	300	25,0	17,1	0,2	0,45	36	2891,35	2925,18	3047,29	1,01	1,05

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL1552	1200	300	25,0	17,1	0,3	0,45	24	2746,61	2737,89	2761,70	1,00	1,01
PL1553	1200	300	25,0	17,1	0,3	0,45	30	2657,72	2557,43	2628,08	0,96	0,99
PL1554	1200	300	25,0	17,1	0,3	0,45	36	2527,94	2545,70	2651,97	1,01	1,05
PL1555	1200	300	25,0	17,1	0,4	0,45	24	2441,66	2422,55	2443,62	0,99	1,00
PL1556	1200	300	25,0	17,1	0,4	0,45	30	2364,64	2262,87	2325,39	0,96	0,98
PL1557	1200	300	25,0	17,1	0,4	0,45	36	2245,48	2252,50	2346,53	1,00	1,04
PL1558	1200	300	25,0	17,1	0,5	0,45	24	2197,39	2178,91	2197,86	0,99	1,00
PL1559	1200	300	25,0	17,1	0,5	0,45	30	2129,58	2035,29	2091,52	0,96	0,98
PL1560	1200	300	25,0	17,1	0,5	0,45	36	2019,68	2025,96	2110,53	1,00	1,04
PL1561	1200	300	18,8	17,1	0	0,45	24	3631,46	3751,38	3833,76	1,03	1,06
PL1562	1200	300	18,8	17,1	0	0,45	30	3479,53	3353,39	3489,96	0,96	1,00
PL1563	1200	300	18,8	17,1	0	0,45	36	3365,80	3291,98	3469,80	0,98	1,03
PL1564	1200	300	18,8	17,1	0,1	0,45	24	3034,42	3165,59	3235,11	1,04	1,07
PL1565	1200	300	18,8	17,1	0,1	0,45	30	2906,80	2829,75	2945,00	0,97	1,01
PL1566	1200	300	18,8	17,1	0,1	0,45	36	2798,29	2777,92	2927,98	0,99	1,05
PL1567	1200	300	18,8	17,1	0,2	0,45	24	2604,55	2712,37	2771,94	1,04	1,06
PL1568	1200	300	18,8	17,1	0,2	0,45	30	2495,08	2424,61	2523,36	0,97	1,01
PL1569	1200	300	18,8	17,1	0,2	0,45	36	2394,01	2380,21	2508,78	0,99	1,05
PL1570	1200	300	18,8	17,1	0,3	0,45	24	2280,67	2361,72	2413,58	1,04	1,06
PL1571	1200	300	18,8	17,1	0,3	0,45	30	2185,08	2111,16	2197,14	0,97	1,01
PL1572	1200	300	18,8	17,1	0,3	0,45	36	2091,55	2072,50	2184,45	0,99	1,04
PL1573	1200	300	18,8	17,1	0,4	0,45	24	2028,06	2090,42	2136,33	1,03	1,05
PL1574	1200	300	18,8	17,1	0,4	0,45	30	1943,38	1868,64	1944,75	0,96	1,00
PL1575	1200	300	18,8	17,1	0,4	0,45	36	1856,81	1834,42	1933,51	0,99	1,04
PL1576	1200	300	18,8	17,1	0,5	0,45	24	1825,63	1880,52	1921,82	1,03	1,05
PL1577	1200	300	18,8	17,1	0,5	0,45	30	1749,69	1681,01	1749,48	0,96	1,00
PL1578	1200	300	18,8	17,1	0,5	0,45	36	1669,37	1650,23	1739,37	0,99	1,04
PL1579	1200	300	25,0	13,3	0	0,45	30	2850,83	3080,66	3058,37	1,08	1,07
PL1580	1200	300	25,0	13,3	0	0,45	36	2622,10	2853,13	2875,79	1,09	1,10
PL1581	1200	300	25,0	13,3	0,1	0,45	30	2535,08	2597,36	2578,57	1,02	1,02
PL1582	1200	300	25,0	13,3	0,1	0,45	36	2332,06	2405,53	2424,63	1,03	1,04
PL1583	1200	300	25,0	13,3	0,2	0,45	30	2282,04	2223,95	2207,86	0,97	0,97
PL1584	1200	300	25,0	13,3	0,2	0,45	36	2099,63	2059,70	2076,05	0,98	0,99
PL1585	1200	300	25,0	13,3	0,3	0,45	30	1931,61	1935,44	1921,43	1,00	0,99
PL1586	1200	300	25,0	13,3	0,3	0,45	36	1856,21	1792,49	1806,73	0,97	0,97
PL1587	1200	300	25,0	13,3	0,4	0,45	24	1827,07	1708,19	1664,79	0,93	0,91
PL1588	1200	300	25,0	13,3	0,4	0,45	30	1721,11	1712,52	1700,13	1,00	0,99
PL1589	1200	300	25,0	13,3	0,4	0,45	36	1651,33	1586,04	1598,64	0,96	0,97
PL1590	1200	300	25,0	13,3	0,5	0,45	24	1645,68	1536,39	1497,36	0,93	0,91
PL1591	1200	300	25,0	13,3	0,5	0,45	30	1551,71	1540,29	1529,14	0,99	0,99
PL1592	1200	300	25,0	13,3	0,5	0,45	36	1487,02	1426,53	1437,86	0,96	0,97
PL1593	1200	300	18,8	13,3	0	0,45	24	2606,31	2477,42	2445,62	0,95	0,94
PL1594	1200	300	18,8	13,3	0	0,45	30	2462,02	2500,49	2515,01	1,02	1,02
PL1595	1200	300	18,8	13,3	0	0,45	36	2415,39	2300,57	2348,45	0,95	0,97
PL1596	1200	300	18,8	13,3	0,1	0,45	24	2186,00	2090,57	2063,73	0,96	0,94
PL1597	1200	300	18,8	13,3	0,1	0,45	30	2065,72	2110,03	2122,28	1,02	1,03
PL1598	1200	300	18,8	13,3	0,1	0,45	36	2016,46	1941,33	1981,73	0,96	0,98

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL1599	1200	300	18,8	13,3	0,2	0,45	24	1880,75	1791,26	1768,27	0,95	0,94
PL1600	1200	300	18,8	13,3	0,2	0,45	30	1778,15	1807,94	1818,43	1,02	1,02
PL1601	1200	300	18,8	13,3	0,2	0,45	36	1729,85	1663,39	1698,00	0,96	0,98
PL1602	1200	300	18,8	13,3	0,3	0,45	24	1649,50	1559,69	1539,67	0,95	0,93
PL1603	1200	300	18,8	13,3	0,3	0,45	30	1560,31	1574,21	1583,35	1,01	1,01
PL1604	1200	300	18,8	13,3	0,3	0,45	36	1514,21	1448,35	1478,49	0,96	0,98
PL1605	1200	300	18,8	13,3	0,4	0,45	24	1468,45	1380,52	1362,80	0,94	0,93
PL1606	1200	300	18,8	13,3	0,4	0,45	30	1389,71	1393,37	1401,47	1,00	1,01
PL1607	1200	300	18,8	13,3	0,4	0,45	36	1346,17	1281,97	1308,65	0,95	0,97
PL1608	1200	300	18,8	13,3	0,5	0,45	24	1322,98	1241,90	1225,96	0,94	0,93
PL1609	1200	300	18,8	13,3	0,5	0,45	30	1252,58	1253,47	1260,74	1,00	1,01
PL1610	1200	300	18,8	13,3	0,5	0,45	36	1211,59	1153,25	1177,25	0,95	0,97
PL1611	1200	400	33,3	24,0	0	0,45	24	13076,28	12822,07	12853,19	0,98	0,98
PL1612	1200	400	33,3	24,0	0	0,45	30	12336,27	12205,06	12465,50	0,99	1,01
PL1613	1200	400	33,3	24,0	0	0,45	36	11859,75	11916,63	12342,46	1,00	1,04
PL1614	1200	400	33,3	24,0	0,1	0,45	24	10900,34	10797,95	10824,15	0,99	0,99
PL1615	1200	400	33,3	24,0	0,1	0,45	30	10325,90	10278,34	10497,67	1,00	1,02
PL1616	1200	400	33,3	24,0	0,1	0,45	36	9860,67	10035,44	10394,05	1,02	1,05
PL1617	1200	400	33,3	24,0	0,2	0,45	24	9338,27	9236,92	9259,33	0,99	0,99
PL1618	1200	400	33,3	24,0	0,2	0,45	30	8875,11	8792,43	8980,05	0,99	1,01
PL1619	1200	400	33,3	24,0	0,2	0,45	36	8435,82	8584,64	8891,41	1,02	1,05
PL1620	1200	400	33,3	24,0	0,3	0,45	24	8164,47	8033,03	8052,52	0,98	0,99
PL1621	1200	400	33,3	24,0	0,3	0,45	30	7779,91	7646,47	7809,64	0,98	1,00
PL1622	1200	400	33,3	24,0	0,3	0,45	36	7369,57	7465,77	7732,55	1,01	1,05
PL1623	1200	400	33,3	24,0	0,4	0,45	24	7251,09	7104,57	7121,82	0,98	0,98
PL1624	1200	400	33,3	24,0	0,4	0,45	30	6924,35	6762,69	6907,00	0,98	1,00
PL1625	1200	400	33,3	24,0	0,4	0,45	36	6542,00	6602,88	6838,83	1,01	1,05
PL1626	1200	400	33,3	24,0	0,5	0,45	24	6520,53	6388,53	6404,04	0,98	0,98
PL1627	1200	400	33,3	24,0	0,5	0,45	30	6237,76	6081,11	6210,88	0,97	1,00
PL1628	1200	400	33,3	24,0	0,5	0,45	36	5881,17	5937,40	6149,57	1,01	1,05
PL1629	1200	400	25,0	24,0	0	0,45	24	10677,90	10904,52	11073,85	1,02	1,04
PL1630	1200	400	25,0	24,0	0	0,45	30	10282,12	9940,64	10282,60	0,97	1,00
PL1631	1200	400	25,0	24,0	0	0,45	36	9820,97	9870,28	10345,01	1,01	1,05
PL1632	1200	400	25,0	24,0	0,1	0,45	24	8914,97	9193,81	9336,57	1,03	1,05
PL1633	1200	400	25,0	24,0	0,1	0,45	30	8578,66	8381,14	8669,45	0,98	1,01
PL1634	1200	400	25,0	24,0	0,1	0,45	36	8161,10	8321,82	8722,07	1,02	1,07
PL1635	1200	400	25,0	24,0	0,2	0,45	24	7647,43	7872,05	7994,29	1,03	1,05
PL1636	1200	400	25,0	24,0	0,2	0,45	30	7356,72	7176,22	7423,08	0,98	1,01
PL1637	1200	400	25,0	24,0	0,2	0,45	36	6979,72	7125,42	7468,14	1,02	1,07
PL1638	1200	400	25,0	24,0	0,3	0,45	24	6693,43	6850,81	6957,19	1,02	1,04
PL1639	1200	400	25,0	24,0	0,3	0,45	30	6438,19	6245,25	6460,09	0,97	1,00
PL1640	1200	400	25,0	24,0	0,3	0,45	36	6096,41	6201,04	6499,30	1,02	1,07
PL1641	1200	400	25,0	24,0	0,4	0,45	24	5949,98	6061,77	6155,90	1,02	1,03
PL1642	1200	400	25,0	24,0	0,4	0,45	30	5722,88	5525,95	5716,04	0,97	1,00
PL1643	1200	400	25,0	24,0	0,4	0,45	36	5411,18	5486,84	5750,74	1,01	1,06
PL1644	1200	400	25,0	24,0	0,5	0,45	24	5354,56	5452,12	5536,78	1,02	1,03
PL1645	1200	400	25,0	24,0	0,5	0,45	30	5150,25	4970,19	5141,17	0,97	1,00

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL1646	1200	400	25,0	24,0	0,5	0,45	36	4864,22	4935,01	5172,37	1,01	1,06
PL1647	1200	400	33,3	17,1	0	0,45	24	8960,71	8541,04	8180,79	0,95	0,91
PL1648	1200	400	33,3	17,1	0	0,45	30	8048,00	7985,59	7786,41	0,99	0,97
PL1649	1200	400	33,3	17,1	0	0,45	36	7755,41	7933,98	7855,72	1,02	1,01
PL1650	1200	400	33,3	17,1	0,1	0,45	24	7524,75	7192,74	6889,35	0,96	0,92
PL1651	1200	400	33,3	17,1	0,1	0,45	30	6778,35	6724,97	6557,23	0,99	0,97
PL1652	1200	400	33,3	17,1	0,1	0,45	36	6486,87	6681,50	6615,60	1,03	1,02
PL1653	1200	400	33,3	17,1	0,2	0,45	24	6474,21	6152,90	5893,38	0,95	0,91
PL1654	1200	400	33,3	17,1	0,2	0,45	30	5849,08	5752,76	5609,27	0,98	0,96
PL1655	1200	400	33,3	17,1	0,2	0,45	36	5570,91	5715,57	5659,20	1,03	1,02
PL1656	1200	400	33,3	17,1	0,3	0,45	24	5675,94	5350,97	5125,27	0,94	0,90
PL1657	1200	400	33,3	17,1	0,3	0,45	30	5141,19	5002,97	4878,19	0,97	0,95
PL1658	1200	400	33,3	17,1	0,3	0,45	36	4879,69	4970,64	4921,61	1,02	1,01
PL1659	1200	400	33,3	17,1	0,4	0,45	24	5050,27	4732,50	4532,89	0,94	0,90
PL1660	1200	400	33,3	17,1	0,4	0,45	30	4584,72	4424,73	4314,37	0,97	0,94
PL1661	1200	400	33,3	17,1	0,4	0,45	36	4340,05	4396,13	4352,77	1,01	1,00
PL1662	1200	400	33,3	17,1	0,5	0,45	24	4547,38	4255,53	4076,04	0,94	0,90
PL1663	1200	400	33,3	17,1	0,5	0,45	30	4136,13	3978,78	3879,54	0,96	0,94
PL1664	1200	400	33,3	17,1	0,5	0,45	36	3907,30	3953,07	3914,08	1,01	1,00
PL1665	1200	400	25,0	17,1	0	0,45	24	7015,00	6660,00	6459,19	0,95	0,92
PL1666	1200	400	25,0	17,1	0	0,45	30	6542,65	6549,14	6469,13	1,00	0,99
PL1667	1200	400	25,0	17,1	0	0,45	36	6376,07	6184,15	6202,53	0,97	0,97
PL1668	1200	400	25,0	17,1	0,1	0,45	24	5890,23	5615,17	5445,86	0,95	0,92
PL1669	1200	400	25,0	17,1	0,1	0,45	30	5488,43	5521,71	5454,24	1,01	0,99
PL1670	1200	400	25,0	17,1	0,1	0,45	36	5324,73	5213,97	5229,47	0,98	0,98
PL1671	1200	400	25,0	17,1	0,2	0,45	24	5070,48	4807,90	4662,93	0,95	0,92
PL1672	1200	400	25,0	17,1	0,2	0,45	30	4722,98	4727,87	4670,11	1,00	0,99
PL1673	1200	400	25,0	17,1	0,2	0,45	36	4568,64	4464,38	4477,65	0,98	0,98
PL1674	1200	400	25,0	17,1	0,3	0,45	24	4448,23	4184,18	4058,01	0,94	0,91
PL1675	1200	400	25,0	17,1	0,3	0,45	30	4143,06	4114,53	4064,26	0,99	0,98
PL1676	1200	400	25,0	17,1	0,3	0,45	36	3999,44	3885,22	3896,77	0,97	0,97
PL1677	1200	400	25,0	17,1	0,4	0,45	24	3960,56	3702,26	3590,63	0,93	0,91
PL1678	1200	400	25,0	17,1	0,4	0,45	30	3689,00	3640,64	3596,15	0,99	0,97
PL1679	1200	400	25,0	17,1	0,4	0,45	36	3555,77	3437,74	3447,95	0,97	0,97
PL1680	1200	400	25,0	17,1	0,5	0,45	24	3568,41	3329,92	3229,51	0,93	0,91
PL1681	1200	400	25,0	17,1	0,5	0,45	30	3324,08	3274,49	3234,48	0,99	0,97
PL1682	1200	400	25,0	17,1	0,5	0,45	36	3200,35	3092,00	3101,19	0,97	0,97
PL1683	1200	400	33,3	13,3	0	0,45	24	7012,75	7288,77	6762,21	1,04	0,96
PL1684	1200	400	33,3	13,3	0	0,45	30	6095,30	6025,05	5678,08	0,99	0,93
PL1685	1200	400	33,3	13,3	0	0,45	36	5713,79	5755,19	5504,02	1,01	0,96
PL1686	1200	400	33,3	13,3	0,1	0,45	24	6030,87	6138,14	5694,71	1,02	0,94
PL1687	1200	400	33,3	13,3	0,1	0,45	30	5176,52	5073,92	4781,73	0,98	0,92
PL1688	1200	400	33,3	13,3	0,1	0,45	36	4810,12	4846,66	4635,14	1,01	0,96
PL1689	1200	400	33,3	13,3	0,2	0,45	24	5249,60	5250,77	4871,44	1,00	0,93
PL1690	1200	400	33,3	13,3	0,2	0,45	30	4488,63	4340,40	4090,44	0,97	0,91
PL1691	1200	400	33,3	13,3	0,2	0,45	36	4147,26	4145,99	3965,05	1,00	0,96
PL1692	1200	400	33,3	13,3	0,3	0,45	24	4633,35	4566,41	4236,53	0,99	0,91

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL1693	1200	400	33,3	13,3	0,3	0,45	30	3957,68	3774,69	3557,32	0,95	0,90
PL1694	1200	400	33,3	13,3	0,3	0,45	36	3642,17	3605,63	3448,27	0,99	0,95
PL1695	1200	400	33,3	13,3	0,4	0,45	24	4140,36	4038,63	3746,87	0,98	0,90
PL1696	1200	400	33,3	13,3	0,4	0,45	30	3536,77	3338,41	3146,16	0,94	0,89
PL1697	1200	400	33,3	13,3	0,4	0,45	36	3245,28	3188,89	3049,72	0,98	0,94
PL1698	1200	400	33,3	13,3	0,5	0,45	24	3739,04	3631,59	3369,24	0,97	0,90
PL1699	1200	400	33,3	13,3	0,5	0,45	30	3195,52	3001,95	2829,08	0,94	0,89
PL1700	1200	400	33,3	13,3	0,5	0,45	36	2925,57	2867,49	2742,35	0,98	0,94
PL1701	1200	400	25,0	13,3	0	0,45	24	5467,94	5388,53	5058,14	0,99	0,93
PL1702	1200	400	25,0	13,3	0	0,45	30	4813,28	4597,49	4387,63	0,96	0,91
PL1703	1200	400	25,0	13,3	0	0,45	36	4610,52	4574,27	4431,71	0,99	0,96
PL1704	1200	400	25,0	13,3	0,1	0,45	24	4638,46	4543,17	4264,61	0,98	0,92
PL1705	1200	400	25,0	13,3	0,1	0,45	30	4058,29	3876,24	3699,29	0,96	0,91
PL1706	1200	400	25,0	13,3	0,1	0,45	36	3870,23	3856,65	3736,46	1,00	0,97
PL1707	1200	400	25,0	13,3	0,2	0,45	24	4016,17	3890,02	3651,51	0,97	0,91
PL1708	1200	400	25,0	13,3	0,2	0,45	30	3502,92	3318,96	3167,46	0,95	0,90
PL1709	1200	400	25,0	13,3	0,2	0,45	36	3331,47	3302,20	3199,28	0,99	0,96
PL1710	1200	400	25,0	13,3	0,3	0,45	24	3536,22	3385,37	3177,80	0,96	0,90
PL1711	1200	400	25,0	13,3	0,3	0,45	30	3078,83	2888,40	2756,55	0,94	0,90
PL1712	1200	400	25,0	13,3	0,3	0,45	36	2922,81	2873,81	2784,24	0,98	0,95
PL1713	1200	400	25,0	13,3	0,4	0,45	24	3156,32	2995,46	2811,79	0,95	0,89
PL1714	1200	400	25,0	13,3	0,4	0,45	30	2745,07	2555,72	2439,06	0,93	0,89
PL1715	1200	400	25,0	13,3	0,4	0,45	36	2602,61	2542,81	2463,56	0,98	0,95
PL1716	1200	400	25,0	13,3	0,5	0,45	24	2848,79	2694,20	2529,01	0,95	0,89
PL1717	1200	400	25,0	13,3	0,5	0,45	30	2475,86	2298,69	2193,76	0,93	0,89
PL1718	1200	400	25,0	13,3	0,5	0,45	36	2345,17	2287,08	2215,80	0,98	0,94
PL1719	300	75	6,3	6,0	0	0,4	6	107,15	105,26	110,49	0,98	1,03
PL1720	300	75	6,3	6,0	0	0,4	7,5	103,03	101,09	109,30	0,98	1,06
PL1721	300	75	6,3	6,0	0	0,4	9	99,54	98,58	107,86	0,99	1,08
PL1722	300	75	6,3	6,0	0,1	0,4	6	89,29	88,75	93,16	0,99	1,04
PL1723	300	75	6,3	6,0	0,1	0,4	7,5	85,94	85,23	92,15	0,99	1,07
PL1724	300	75	6,3	6,0	0,1	0,4	9	82,57	83,12	90,94	1,01	1,10
PL1725	300	75	6,3	6,0	0,2	0,4	6	76,51	75,99	79,76	0,99	1,04
PL1726	300	75	6,3	6,0	0,2	0,4	7,5	73,70	72,98	78,90	0,99	1,07
PL1727	300	75	6,3	6,0	0,2	0,4	9	70,53	71,17	77,86	1,01	1,10
PL1728	300	75	6,3	6,0	0,3	0,4	6	66,91	66,13	69,42	0,99	1,04
PL1729	300	75	6,3	6,0	0,3	0,4	7,5	64,50	63,51	68,67	0,98	1,06
PL1730	300	75	6,3	6,0	0,3	0,4	9	61,55	61,93	67,76	1,01	1,10
PL1731	300	75	6,3	6,0	0,4	0,4	6	59,45	58,51	61,42	0,98	1,03
PL1732	300	75	6,3	6,0	0,4	0,4	7,5	57,34	56,19	60,76	0,98	1,06
PL1733	300	75	6,3	6,0	0,4	0,4	9	54,59	54,80	59,96	1,00	1,10
PL1734	300	75	6,3	6,0	0,5	0,4	6	53,48	52,63	55,24	0,98	1,03
PL1735	300	75	6,3	6,0	0,5	0,4	7,5	51,61	50,54	54,65	0,98	1,06
PL1736	300	75	6,3	6,0	0,5	0,4	9	49,05	49,29	53,93	1,00	1,10
PL1737	300	75	4,7	6,0	0	0,4	6	91,31	88,68	94,78	0,97	1,04
PL1738	300	75	4,7	6,0	0	0,4	7,5	86,45	84,29	92,33	0,97	1,07
PL1739	300	75	4,7	6,0	0	0,4	9	83,31	82,55	91,13	0,99	1,09

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_o	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL1740	300	75	4,7	6,0	0,1	0,4	6	75,85	74,83	79,98	0,99	1,05
PL1741	300	75	4,7	6,0	0,1	0,4	7,5	71,94	71,13	77,91	0,99	1,08
PL1742	300	75	4,7	6,0	0,1	0,4	9	69,13	69,66	76,90	1,01	1,11
PL1743	300	75	4,7	6,0	0,2	0,4	6	64,84	64,12	68,53	0,99	1,06
PL1744	300	75	4,7	6,0	0,2	0,4	7,5	61,59	60,94	66,76	0,99	1,08
PL1745	300	75	4,7	6,0	0,2	0,4	9	59,07	59,69	65,89	1,01	1,12
PL1746	300	75	4,7	6,0	0,3	0,4	6	56,62	55,83	59,67	0,99	1,05
PL1747	300	75	4,7	6,0	0,3	0,4	7,5	53,84	53,06	58,13	0,99	1,08
PL1748	300	75	4,7	6,0	0,3	0,4	9	51,56	51,97	57,37	1,01	1,11
PL1749	300	75	4,7	6,0	0,4	0,4	6	50,24	49,42	52,82	0,98	1,05
PL1750	300	75	4,7	6,0	0,4	0,4	7,5	47,81	46,97	51,45	0,98	1,08
PL1751	300	75	4,7	6,0	0,4	0,4	9	45,74	46,00	50,78	1,01	1,11
PL1752	300	75	4,7	6,0	0,5	0,4	6	45,15	44,45	47,51	0,98	1,05
PL1753	300	75	4,7	6,0	0,5	0,4	7,5	43,00	42,25	46,28	0,98	1,08
PL1754	300	75	4,7	6,0	0,5	0,4	9	41,10	41,38	45,68	1,01	1,11
PL1755	300	75	6,3	4,3	0	0,4	6	69,84	70,58	68,68	1,01	0,98
PL1756	300	75	6,3	4,3	0	0,4	7,5	65,78	64,18	65,36	0,98	0,99
PL1757	300	75	6,3	4,3	0	0,4	9	64,15	63,03	65,96	0,98	1,03
PL1758	300	75	6,3	4,3	0,1	0,4	6	58,45	59,51	57,91	1,02	0,99
PL1759	300	75	6,3	4,3	0,1	0,4	7,5	55,14	54,11	55,11	0,98	1,00
PL1760	300	75	6,3	4,3	0,1	0,4	9	53,40	53,14	55,61	1,00	1,04
PL1761	300	75	6,3	4,3	0,2	0,4	6	50,23	50,95	49,58	1,01	0,99
PL1762	300	75	6,3	4,3	0,2	0,4	7,5	47,44	46,33	47,19	0,98	0,99
PL1763	300	75	6,3	4,3	0,2	0,4	9	45,72	45,50	47,61	1,00	1,04
PL1764	300	75	6,3	4,3	0,3	0,4	6	44,01	44,34	43,15	1,01	0,98
PL1765	300	75	6,3	4,3	0,3	0,4	7,5	41,62	40,32	41,06	0,97	0,99
PL1766	300	75	6,3	4,3	0,3	0,4	9	39,96	39,60	41,44	0,99	1,04
PL1767	300	75	6,3	4,3	0,4	0,4	6	39,15	39,23	38,18	1,00	0,98
PL1768	300	75	6,3	4,3	0,4	0,4	7,5	37,07	35,68	36,33	0,96	0,98
PL1769	300	75	6,3	4,3	0,4	0,4	9	35,49	35,04	36,66	0,99	1,03
PL1770	300	75	6,3	4,3	0,5	0,4	6	35,26	35,29	34,34	1,00	0,97
PL1771	300	75	6,3	4,3	0,5	0,4	7,5	33,41	32,09	32,68	0,96	0,98
PL1772	300	75	6,3	4,3	0,5	0,4	9	31,92	31,52	32,98	0,99	1,03
PL1773	300	75	4,7	4,3	0	0,4	6	58,12	60,20	59,90	1,04	1,03
PL1774	300	75	4,7	4,3	0	0,4	7,5	54,04	52,56	54,53	0,97	1,01
PL1775	300	75	4,7	4,3	0	0,4	9	52,83	51,06	54,22	0,97	1,03
PL1776	300	75	4,7	4,3	0,1	0,4	6	48,49	50,80	50,55	1,05	1,04
PL1777	300	75	4,7	4,3	0,1	0,4	7,5	45,17	44,35	46,02	0,98	1,02
PL1778	300	75	4,7	4,3	0,1	0,4	9	43,98	43,09	45,75	0,98	1,04
PL1779	300	75	4,7	4,3	0,2	0,4	6	41,58	43,52	43,31	1,05	1,04
PL1780	300	75	4,7	4,3	0,2	0,4	7,5	38,79	38,00	39,43	0,98	1,02
PL1781	300	75	4,7	4,3	0,2	0,4	9	37,66	36,92	39,20	0,98	1,04
PL1782	300	75	4,7	4,3	0,3	0,4	6	36,38	37,90	37,71	1,04	1,04
PL1783	300	75	4,7	4,3	0,3	0,4	7,5	33,97	33,09	34,33	0,97	1,01
PL1784	300	75	4,7	4,3	0,3	0,4	9	32,92	32,14	34,13	0,98	1,04
PL1785	300	75	4,7	4,3	0,4	0,4	6	32,33	33,54	33,38	1,04	1,03
PL1786	300	75	4,7	4,3	0,4	0,4	7,5	30,22	29,29	30,39	0,97	1,01

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL1787	300	75	4,7	4,3	0,4	0,4	9	29,24	28,45	30,21	0,97	1,03
PL1788	300	75	4,7	4,3	0,5	0,4	6	29,08	30,18	30,03	1,04	1,03
PL1789	300	75	4,7	4,3	0,5	0,4	7,5	27,21	26,35	27,34	0,97	1,00
PL1790	300	75	4,7	4,3	0,5	0,4	9	26,30	25,59	27,18	0,97	1,03
PL1791	300	75	6,3	3,3	0	0,4	6	52,67	51,25	46,79	0,97	0,89
PL1792	300	75	6,3	3,3	0	0,4	7,5	48,32	49,65	47,79	1,03	0,99
PL1793	300	75	6,3	3,3	0	0,4	9	46,56	45,01	44,93	0,97	0,97
PL1794	300	75	6,3	3,3	0,1	0,4	6	44,25	43,21	39,45	0,98	0,89
PL1795	300	75	6,3	3,3	0,1	0,4	7,5	40,66	41,86	40,29	1,03	0,99
PL1796	300	75	6,3	3,3	0,1	0,4	9	38,91	37,95	37,88	0,98	0,97
PL1797	300	75	6,3	3,3	0,2	0,4	6	38,10	37,00	33,78	0,97	0,89
PL1798	300	75	6,3	3,3	0,2	0,4	7,5	35,07	35,85	34,50	1,02	0,98
PL1799	300	75	6,3	3,3	0,2	0,4	9	33,40	32,49	32,44	0,97	0,97
PL1800	300	75	6,3	3,3	0,3	0,4	6	33,43	32,20	29,40	0,96	0,88
PL1801	300	75	6,3	3,3	0,3	0,4	7,5	30,81	31,19	30,02	1,01	0,97
PL1802	300	75	6,3	3,3	0,3	0,4	9	29,25	28,28	28,23	0,97	0,97
PL1803	300	75	6,3	3,3	0,4	0,4	6	29,77	28,49	26,01	0,96	0,87
PL1804	300	75	6,3	3,3	0,4	0,4	7,5	27,48	27,60	26,56	1,00	0,97
PL1805	300	75	6,3	3,3	0,4	0,4	9	26,01	25,02	24,98	0,96	0,96
PL1806	300	75	6,3	3,3	0,5	0,4	6	26,82	25,63	23,40	0,96	0,87
PL1807	300	75	6,3	3,3	0,5	0,4	7,5	24,78	24,83	23,89	1,00	0,96
PL1808	300	75	6,3	3,3	0,5	0,4	9	23,42	22,51	22,47	0,96	0,96
PL1809	300	75	4,7	3,3	0	0,4	6	42,82	40,86	38,21	0,95	0,89
PL1810	300	75	4,7	3,3	0	0,4	7,5	38,78	39,95	39,30	1,03	1,01
PL1811	300	75	4,7	3,3	0	0,4	9	37,76	36,07	36,69	0,96	0,97
PL1812	300	75	4,7	3,3	0,1	0,4	6	35,84	34,48	32,25	0,96	0,90
PL1813	300	75	4,7	3,3	0,1	0,4	7,5	32,53	33,71	33,16	1,04	1,02
PL1814	300	75	4,7	3,3	0,1	0,4	9	31,55	30,44	30,96	0,97	0,98
PL1815	300	75	4,7	3,3	0,2	0,4	6	30,78	29,55	27,63	0,96	0,90
PL1816	300	75	4,7	3,3	0,2	0,4	7,5	28,00	28,88	28,41	1,03	1,01
PL1817	300	75	4,7	3,3	0,2	0,4	9	27,08	26,08	26,53	0,96	0,98
PL1818	300	75	4,7	3,3	0,3	0,4	6	26,96	25,73	24,06	0,95	0,89
PL1819	300	75	4,7	3,3	0,3	0,4	7,5	24,57	25,15	24,74	1,02	1,01
PL1820	300	75	4,7	3,3	0,3	0,4	9	23,71	22,71	23,10	0,96	0,97
PL1821	300	75	4,7	3,3	0,4	0,4	6	23,98	22,77	21,29	0,95	0,89
PL1822	300	75	4,7	3,3	0,4	0,4	7,5	21,88	22,26	21,90	1,02	1,00
PL1823	300	75	4,7	3,3	0,4	0,4	9	21,09	20,10	20,45	0,95	0,97
PL1824	300	75	4,7	3,3	0,5	0,4	6	21,58	20,48	19,16	0,95	0,89
PL1825	300	75	4,7	3,3	0,5	0,4	7,5	19,72	20,03	19,70	1,02	1,00
PL1826	300	75	4,7	3,3	0,5	0,4	9	18,98	18,08	18,39	0,95	0,97
PL1827	300	100	8,3	6,0	0	0,4	6	210,27	208,56	200,83	0,99	0,96
PL1828	300	100	8,3	6,0	0	0,4	7,5	194,57	193,01	194,77	0,99	1,00
PL1829	300	100	8,3	6,0	0	0,4	9	186,26	185,68	192,85	1,00	1,04
PL1830	300	100	8,3	6,0	0,1	0,4	6	175,84	175,64	169,13	1,00	0,96
PL1831	300	100	8,3	6,0	0,1	0,4	7,5	163,71	162,54	164,03	0,99	1,00
PL1832	300	100	8,3	6,0	0,1	0,4	9	155,24	156,37	162,41	1,01	1,05
PL1833	300	100	8,3	6,0	0,2	0,4	6	150,98	150,25	144,68	1,00	0,96

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL1834	300	100	8,3	6,0	0,2	0,4	7,5	141,24	139,04	140,31	0,98	0,99
PL1835	300	100	8,3	6,0	0,2	0,4	9	133,03	133,76	138,93	1,01	1,04
PL1836	300	100	8,3	6,0	0,3	0,4	6	132,23	130,67	125,82	0,99	0,95
PL1837	300	100	8,3	6,0	0,3	0,4	7,5	124,16	120,92	122,03	0,97	0,98
PL1838	300	100	8,3	6,0	0,3	0,4	9	116,36	116,33	120,82	1,00	1,04
PL1839	300	100	8,3	6,0	0,4	0,4	6	117,59	115,56	111,28	0,98	0,95
PL1840	300	100	8,3	6,0	0,4	0,4	7,5	110,75	106,95	107,92	0,97	0,97
PL1841	300	100	8,3	6,0	0,4	0,4	9	103,39	102,88	106,86	1,00	1,03
PL1842	300	100	8,3	6,0	0,5	0,4	6	105,85	103,92	100,06	0,98	0,95
PL1843	300	100	8,3	6,0	0,5	0,4	7,5	99,95	96,17	97,04	0,96	0,97
PL1844	300	100	8,3	6,0	0,5	0,4	9	93,01	92,51	96,09	0,99	1,03
PL1845	300	100	6,3	6,0	0	0,4	6	168,30	175,71	173,03	1,04	1,03
PL1846	300	100	6,3	6,0	0	0,4	7,5	158,32	156,21	160,67	0,99	1,01
PL1847	300	100	6,3	6,0	0	0,4	9	153,81	153,27	161,64	1,00	1,05
PL1848	300	100	6,3	6,0	0,1	0,4	6	140,79	148,14	145,88	1,05	1,04
PL1849	300	100	6,3	6,0	0,1	0,4	7,5	132,76	131,70	135,46	0,99	1,02
PL1850	300	100	6,3	6,0	0,1	0,4	9	128,02	129,23	136,28	1,01	1,06
PL1851	300	100	6,3	6,0	0,2	0,4	6	120,94	126,85	124,91	1,05	1,03
PL1852	300	100	6,3	6,0	0,2	0,4	7,5	114,26	112,77	115,99	0,99	1,02
PL1853	300	100	6,3	6,0	0,2	0,4	9	109,62	110,65	116,69	1,01	1,06
PL1854	300	100	6,3	6,0	0,3	0,4	6	105,96	110,39	108,71	1,04	1,03
PL1855	300	100	6,3	6,0	0,3	0,4	7,5	100,26	98,14	100,94	0,98	1,01
PL1856	300	100	6,3	6,0	0,3	0,4	9	95,82	96,30	101,55	1,00	1,06
PL1857	300	100	6,3	6,0	0,4	0,4	6	94,27	97,68	96,19	1,04	1,02
PL1858	300	100	6,3	6,0	0,4	0,4	7,5	89,31	86,84	89,31	0,97	1,00
PL1859	300	100	6,3	6,0	0,4	0,4	9	85,10	85,20	89,86	1,00	1,06
PL1860	300	100	6,3	6,0	0,5	0,4	6	84,89	87,85	86,51	1,03	1,02
PL1861	300	100	6,3	6,0	0,5	0,4	7,5	80,50	78,10	80,33	0,97	1,00
PL1862	300	100	6,3	6,0	0,5	0,4	9	76,54	76,64	80,82	1,00	1,06
PL1863	300	100	8,3	4,3	0	0,4	6	145,97	144,77	127,82	0,99	0,88
PL1864	300	100	8,3	4,3	0	0,4	7,5	131,00	130,46	121,66	1,00	0,93
PL1865	300	100	8,3	4,3	0	0,4	9	122,64	126,45	122,75	1,03	1,00
PL1866	300	100	8,3	4,3	0,1	0,4	6	122,97	121,92	107,65	0,99	0,88
PL1867	300	100	8,3	4,3	0,1	0,4	7,5	110,83	109,87	102,46	0,99	0,92
PL1868	300	100	8,3	4,3	0,1	0,4	9	102,77	106,48	103,37	1,04	1,01
PL1869	300	100	8,3	4,3	0,2	0,4	6	106,01	104,29	92,08	0,98	0,87
PL1870	300	100	8,3	4,3	0,2	0,4	7,5	95,94	93,98	87,64	0,98	0,91
PL1871	300	100	8,3	4,3	0,2	0,4	9	88,38	91,09	88,42	1,03	1,00
PL1872	300	100	8,3	4,3	0,3	0,4	6	93,08	90,70	80,08	0,97	0,86
PL1873	300	100	8,3	4,3	0,3	0,4	7,5	84,53	81,73	76,22	0,97	0,90
PL1874	300	100	8,3	4,3	0,3	0,4	9	77,49	79,22	76,90	1,02	0,99
PL1875	300	100	8,3	4,3	0,4	0,4	6	82,91	80,22	70,83	0,97	0,85
PL1876	300	100	8,3	4,3	0,4	0,4	7,5	75,52	72,29	67,41	0,96	0,89
PL1877	300	100	8,3	4,3	0,4	0,4	9	68,97	70,06	68,01	1,02	0,99
PL1878	300	100	8,3	4,3	0,5	0,4	6	74,71	72,13	63,69	0,97	0,85
PL1879	300	100	8,3	4,3	0,5	0,4	7,5	68,23	65,00	60,62	0,95	0,89
PL1880	300	100	8,3	4,3	0,5	0,4	9	62,13	63,00	61,16	1,01	0,98

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL1881	300	100	6,3	4,3	0	0,4	6	113,51	111,60	100,92	0,98	0,89
PL1882	300	100	6,3	4,3	0	0,4	7,5	103,16	105,96	101,08	1,03	0,98
PL1883	300	100	6,3	4,3	0	0,4	9	98,71	97,83	96,91	0,99	0,98
PL1884	300	100	6,3	4,3	0,1	0,4	6	95,47	94,09	85,09	0,99	0,89
PL1885	300	100	6,3	4,3	0,1	0,4	7,5	86,95	89,33	85,22	1,03	0,98
PL1886	300	100	6,3	4,3	0,1	0,4	9	82,60	82,48	81,71	1,00	0,99
PL1887	300	100	6,3	4,3	0,2	0,4	6	82,28	80,56	72,86	0,98	0,89
PL1888	300	100	6,3	4,3	0,2	0,4	7,5	75,08	76,49	72,97	1,02	0,97
PL1889	300	100	6,3	4,3	0,2	0,4	9	70,97	70,63	69,96	1,00	0,99
PL1890	300	100	6,3	4,3	0,3	0,4	6	72,23	70,11	63,41	0,97	0,88
PL1891	300	100	6,3	4,3	0,3	0,4	7,5	66,03	66,57	63,50	1,01	0,96
PL1892	300	100	6,3	4,3	0,3	0,4	9	62,19	61,46	60,89	0,99	0,98
PL1893	300	100	6,3	4,3	0,4	0,4	6	64,35	62,04	56,10	0,96	0,87
PL1894	300	100	6,3	4,3	0,4	0,4	7,5	58,92	58,90	56,19	1,00	0,95
PL1895	300	100	6,3	4,3	0,4	0,4	9	55,33	54,38	53,87	0,98	0,97
PL1896	300	100	6,3	4,3	0,5	0,4	6	58,00	55,80	50,46	0,96	0,87
PL1897	300	100	6,3	4,3	0,5	0,4	7,5	53,17	52,98	50,54	1,00	0,95
PL1898	300	100	6,3	4,3	0,5	0,4	9	49,83	48,91	48,46	0,98	0,97
PL1899	300	100	8,3	3,3	0	0,4	6	110,88	127,80	105,66	1,15	0,95
PL1900	300	100	8,3	3,3	0	0,4	7,5	100,21	101,51	88,72	1,01	0,89
PL1901	300	100	8,3	3,3	0	0,4	9	92,21	94,11	86,00	1,02	0,93
PL1902	300	100	8,3	3,3	0,1	0,4	6	97,12	107,63	88,98	1,11	0,92
PL1903	300	100	8,3	3,3	0,1	0,4	7,5	85,59	85,49	74,71	1,00	0,87
PL1904	300	100	8,3	3,3	0,1	0,4	9	77,74	79,25	72,42	1,02	0,93
PL1905	300	100	8,3	3,3	0,2	0,4	6	85,02	92,07	76,12	1,08	0,90
PL1906	300	100	8,3	3,3	0,2	0,4	7,5	74,48	73,13	63,91	0,98	0,86
PL1907	300	100	8,3	3,3	0,2	0,4	9	67,08	67,80	61,95	1,01	0,92
PL1908	300	100	8,3	3,3	0,3	0,4	6	75,22	80,07	66,20	1,06	0,88
PL1909	300	100	8,3	3,3	0,3	0,4	7,5	65,82	63,60	55,58	0,97	0,84
PL1910	300	100	8,3	3,3	0,3	0,4	9	58,94	58,96	53,88	1,00	0,91
PL1911	300	100	8,3	3,3	0,4	0,4	6	67,32	70,81	58,54	1,05	0,87
PL1912	300	100	8,3	3,3	0,4	0,4	7,5	58,92	56,25	49,16	0,95	0,83
PL1913	300	100	8,3	3,3	0,4	0,4	9	52,53	52,15	47,65	0,99	0,91
PL1914	300	100	8,3	3,3	0,5	0,4	6	60,85	63,68	52,64	1,05	0,87
PL1915	300	100	8,3	3,3	0,5	0,4	7,5	53,31	50,58	44,20	0,95	0,83
PL1916	300	100	8,3	3,3	0,5	0,4	9	47,37	46,89	42,85	0,99	0,90
PL1917	300	100	6,3	3,3	0	0,4	6	87,79	93,35	79,03	1,06	0,90
PL1918	300	100	6,3	3,3	0	0,4	7,5	77,50	76,59	68,56	0,99	0,88
PL1919	300	100	6,3	3,3	0	0,4	9	72,76	74,07	69,25	1,02	0,95
PL1920	300	100	6,3	3,3	0,1	0,4	6	74,79	78,70	66,63	1,05	0,89
PL1921	300	100	6,3	3,3	0,1	0,4	7,5	65,65	64,57	57,80	0,98	0,88
PL1922	300	100	6,3	3,3	0,1	0,4	9	61,16	62,45	58,38	1,02	0,95
PL1923	300	100	6,3	3,3	0,2	0,4	6	64,87	67,39	57,05	1,04	0,88
PL1924	300	100	6,3	3,3	0,2	0,4	7,5	56,86	55,29	49,49	0,97	0,87
PL1925	300	100	6,3	3,3	0,2	0,4	9	52,69	53,47	49,99	1,01	0,95
PL1926	300	100	6,3	3,3	0,3	0,4	6	57,17	58,65	49,65	1,03	0,87
PL1927	300	100	6,3	3,3	0,3	0,4	7,5	50,09	48,12	43,07	0,96	0,86

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL1928	300	100	6,3	3,3	0,3	0,4	9	46,25	46,54	43,50	1,01	0,94
PL1929	300	100	6,3	3,3	0,4	0,4	6	51,05	51,89	43,93	1,02	0,86
PL1930	300	100	6,3	3,3	0,4	0,4	7,5	44,75	42,57	38,11	0,95	0,85
PL1931	300	100	6,3	3,3	0,4	0,4	9	41,20	41,18	38,49	1,00	0,93
PL1932	300	100	6,3	3,3	0,5	0,4	6	46,09	46,67	39,52	1,01	0,86
PL1933	300	100	6,3	3,3	0,5	0,4	7,5	40,42	38,29	34,28	0,95	0,85
PL1934	300	100	6,3	3,3	0,5	0,4	9	37,13	37,03	34,62	1,00	0,93
PL1935	600	150	12,5	12,0	0	0,4	12	865,33	842,09	883,92	0,97	1,02
PL1936	600	150	12,5	12,0	0	0,4	15	808,56	808,70	874,40	1,00	1,08
PL1937	600	150	12,5	12,0	0	0,4	18	791,13	788,65	862,86	1,00	1,09
PL1938	600	150	12,5	12,0	0,1	0,4	12	720,61	709,98	745,25	0,99	1,03
PL1939	600	150	12,5	12,0	0,1	0,4	15	673,86	681,83	737,23	1,01	1,09
PL1940	600	150	12,5	12,0	0,1	0,4	18	655,53	664,92	727,50	1,01	1,11
PL1941	600	150	12,5	12,0	0,2	0,4	12	617,16	607,91	638,11	0,99	1,03
PL1942	600	150	12,5	12,0	0,2	0,4	15	577,52	583,80	631,24	1,01	1,09
PL1943	600	150	12,5	12,0	0,2	0,4	18	559,54	569,33	622,91	1,02	1,11
PL1944	600	150	12,5	12,0	0,3	0,4	12	539,59	529,05	555,32	0,98	1,03
PL1945	600	150	12,5	12,0	0,3	0,4	15	505,22	508,07	549,35	1,01	1,09
PL1946	600	150	12,5	12,0	0,3	0,4	18	488,03	495,47	542,10	1,02	1,11
PL1947	600	150	12,5	12,0	0,4	0,4	12	479,29	468,11	491,36	0,98	1,03
PL1948	600	150	12,5	12,0	0,4	0,4	15	448,98	449,55	486,08	1,00	1,08
PL1949	600	150	12,5	12,0	0,4	0,4	18	432,72	438,41	479,66	1,01	1,11
PL1950	600	150	12,5	12,0	0,5	0,4	12	431,09	421,04	441,95	0,98	1,03
PL1951	600	150	12,5	12,0	0,5	0,4	15	403,99	404,34	437,19	1,00	1,08
PL1952	600	150	12,5	12,0	0,5	0,4	18	388,65	394,31	431,42	1,01	1,11
PL1953	600	150	9,4	12,0	0	0,4	12	723,15	709,44	758,24	0,98	1,05
PL1954	600	150	9,4	12,0	0	0,4	15	686,50	674,30	738,66	0,98	1,08
PL1955	600	150	9,4	12,0	0	0,4	18	666,59	660,43	729,07	0,99	1,09
PL1956	600	150	9,4	12,0	0,1	0,4	12	600,94	598,66	639,84	1,00	1,06
PL1957	600	150	9,4	12,0	0,1	0,4	15	571,84	569,00	623,31	1,00	1,09
PL1958	600	150	9,4	12,0	0,1	0,4	18	552,02	557,31	615,22	1,01	1,11
PL1959	600	150	9,4	12,0	0,2	0,4	12	513,92	512,95	548,23	1,00	1,07
PL1960	600	150	9,4	12,0	0,2	0,4	15	489,91	487,54	534,07	1,00	1,09
PL1961	600	150	9,4	12,0	0,2	0,4	18	471,01	477,52	527,14	1,01	1,12
PL1962	600	150	9,4	12,0	0,3	0,4	12	448,84	446,64	477,36	1,00	1,06
PL1963	600	150	9,4	12,0	0,3	0,4	15	428,48	424,51	465,03	0,99	1,09
PL1964	600	150	9,4	12,0	0,3	0,4	18	410,70	415,78	458,99	1,01	1,12
PL1965	600	150	9,4	12,0	0,4	0,4	12	398,35	395,33	422,52	0,99	1,06
PL1966	600	150	9,4	12,0	0,4	0,4	15	380,72	375,74	411,61	0,99	1,08
PL1967	600	150	9,4	12,0	0,4	0,4	18	364,08	368,02	406,27	1,01	1,12
PL1968	600	150	9,4	12,0	0,5	0,4	12	358,05	355,63	380,09	0,99	1,06
PL1969	600	150	9,4	12,0	0,5	0,4	15	342,52	338,02	370,28	0,99	1,08
PL1970	600	150	9,4	12,0	0,5	0,4	18	326,95	331,07	365,47	1,01	1,12
PL1971	600	150	12,5	8,6	0	0,4	12	563,21	564,64	549,48	1,00	0,98
PL1972	600	150	12,5	8,6	0	0,4	15	513,52	513,46	522,89	1,00	1,02
PL1973	600	150	12,5	8,6	0	0,4	18	508,82	504,26	527,65	0,99	1,04
PL1974	600	150	12,5	8,6	0,1	0,4	12	471,17	476,06	463,28	1,01	0,98

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL1975	600	150	12,5	8,6	0,1	0,4	15	430,21	432,91	440,86	1,01	1,02
PL1976	600	150	12,5	8,6	0,1	0,4	18	423,13	425,15	444,87	1,00	1,05
PL1977	600	150	12,5	8,6	0,2	0,4	12	404,72	407,61	396,67	1,01	0,98
PL1978	600	150	12,5	8,6	0,2	0,4	15	369,99	370,67	377,48	1,00	1,02
PL1979	600	150	12,5	8,6	0,2	0,4	18	362,03	364,03	380,91	1,01	1,05
PL1980	600	150	12,5	8,6	0,3	0,4	12	354,57	354,74	345,21	1,00	0,97
PL1981	600	150	12,5	8,6	0,3	0,4	15	324,47	322,58	328,51	0,99	1,01
PL1982	600	150	12,5	8,6	0,3	0,4	18	316,29	316,80	331,50	1,00	1,05
PL1983	600	150	12,5	8,6	0,4	0,4	12	315,41	313,88	305,45	1,00	0,97
PL1984	600	150	12,5	8,6	0,4	0,4	15	288,89	285,43	290,67	0,99	1,01
PL1985	600	150	12,5	8,6	0,4	0,4	18	280,79	280,31	293,32	1,00	1,04
PL1986	600	150	12,5	8,6	0,5	0,4	12	284,00	282,31	274,73	0,99	0,97
PL1987	600	150	12,5	8,6	0,5	0,4	15	260,31	256,72	261,44	0,99	1,00
PL1988	600	150	12,5	8,6	0,5	0,4	18	252,44	252,12	263,82	1,00	1,05
PL1989	600	150	9,4	8,6	0	0,4	12	458,54	481,58	479,22	1,05	1,05
PL1990	600	150	9,4	8,6	0	0,4	15	428,03	420,46	436,25	0,98	1,02
PL1991	600	150	9,4	8,6	0	0,4	18	420,56	408,46	433,72	0,97	1,03
PL1992	600	150	9,4	8,6	0,1	0,4	12	382,89	406,38	404,39	1,06	1,06
PL1993	600	150	9,4	8,6	0,1	0,4	15	358,13	354,81	368,12	0,99	1,03
PL1994	600	150	9,4	8,6	0,1	0,4	18	349,32	344,68	366,00	0,99	1,05
PL1995	600	150	9,4	8,6	0,2	0,4	12	328,48	348,20	346,49	1,06	1,05
PL1996	600	150	9,4	8,6	0,2	0,4	15	307,74	304,01	315,42	0,99	1,02
PL1997	600	150	9,4	8,6	0,2	0,4	18	298,65	295,33	313,60	0,99	1,05
PL1998	600	150	9,4	8,6	0,3	0,4	12	287,51	303,18	301,70	1,05	1,05
PL1999	600	150	9,4	8,6	0,3	0,4	15	269,72	264,71	274,64	0,98	1,02
PL2000	600	150	9,4	8,6	0,3	0,4	18	260,78	257,15	273,06	0,99	1,05
PL2001	600	150	9,4	8,6	0,4	0,4	12	255,58	268,36	267,04	1,05	1,04
PL2002	600	150	9,4	8,6	0,4	0,4	15	240,03	234,30	243,09	0,98	1,01
PL2003	600	150	9,4	8,6	0,4	0,4	18	231,41	227,61	241,69	0,98	1,04
PL2004	600	150	9,4	8,6	0,5	0,4	12	230,01	241,41	240,23	1,05	1,04
PL2005	600	150	9,4	8,6	0,5	0,4	15	216,22	210,77	218,68	0,97	1,01
PL2006	600	150	9,4	8,6	0,5	0,4	18	207,98	204,76	217,42	0,98	1,05
PL2007	600	150	12,5	6,7	0	0,4	12	422,94	410,02	374,35	0,97	0,89
PL2008	600	150	12,5	6,7	0	0,4	15	376,57	397,23	382,30	1,05	1,02
PL2009	600	150	12,5	6,7	0	0,4	18	369,15	360,10	359,47	0,98	0,97
PL2010	600	150	12,5	6,7	0,1	0,4	12	355,26	345,70	315,62	0,97	0,89
PL2011	600	150	12,5	6,7	0,1	0,4	15	316,74	334,91	322,32	1,06	1,02
PL2012	600	150	12,5	6,7	0,1	0,4	18	308,26	303,61	303,08	0,98	0,98
PL2013	600	150	12,5	6,7	0,2	0,4	12	305,88	296,00	270,25	0,97	0,88
PL2014	600	150	12,5	6,7	0,2	0,4	15	273,10	286,76	275,98	1,05	1,01
PL2015	600	150	12,5	6,7	0,2	0,4	18	264,45	259,96	259,51	0,98	0,98
PL2016	600	150	12,5	6,7	0,3	0,4	12	268,38	257,60	235,19	0,96	0,88
PL2017	600	150	12,5	6,7	0,3	0,4	15	239,93	249,56	240,18	1,04	1,00
PL2018	600	150	12,5	6,7	0,3	0,4	18	231,47	226,23	225,84	0,98	0,98
PL2019	600	150	12,5	6,7	0,4	0,4	12	238,97	227,93	208,10	0,95	0,87
PL2020	600	150	12,5	6,7	0,4	0,4	15	213,89	220,82	212,52	1,03	0,99
PL2021	600	150	12,5	6,7	0,4	0,4	18	205,77	200,18	199,83	0,97	0,97

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL2022	600	150	12,5	6,7	0,5	0,4	12	215,32	205,01	187,17	0,95	0,87
PL2023	600	150	12,5	6,7	0,5	0,4	15	192,92	198,61	191,14	1,03	0,99
PL2024	600	150	12,5	6,7	0,5	0,4	18	185,18	180,04	179,73	0,97	0,97
PL2025	600	150	9,4	6,7	0	0,4	12	337,78	326,91	305,70	0,97	0,91
PL2026	600	150	9,4	6,7	0	0,4	15	306,68	319,60	314,38	1,04	1,03
PL2027	600	150	9,4	6,7	0	0,4	18	299,34	288,60	293,56	0,96	0,98
PL2028	600	150	9,4	6,7	0,1	0,4	12	282,93	275,86	257,97	0,97	0,91
PL2029	600	150	9,4	6,7	0,1	0,4	15	257,55	269,69	265,29	1,05	1,03
PL2030	600	150	9,4	6,7	0,1	0,4	18	249,53	243,53	247,72	0,98	0,99
PL2031	600	150	9,4	6,7	0,2	0,4	12	243,17	236,36	221,03	0,97	0,91
PL2032	600	150	9,4	6,7	0,2	0,4	15	221,84	231,08	227,30	1,04	1,02
PL2033	600	150	9,4	6,7	0,2	0,4	18	213,83	208,67	212,25	0,98	0,99
PL2034	600	150	9,4	6,7	0,3	0,4	12	213,09	205,81	192,46	0,97	0,90
PL2035	600	150	9,4	6,7	0,3	0,4	15	194,76	201,21	197,92	1,03	1,02
PL2036	600	150	9,4	6,7	0,3	0,4	18	187,02	181,69	184,81	0,97	0,99
PL2037	600	150	9,4	6,7	0,4	0,4	12	189,57	182,16	170,35	0,96	0,90
PL2038	600	150	9,4	6,7	0,4	0,4	15	173,54	178,09	175,18	1,03	1,01
PL2039	600	150	9,4	6,7	0,4	0,4	18	166,16	160,82	163,58	0,97	0,98
PL2040	600	150	9,4	6,7	0,5	0,4	12	170,69	163,87	153,25	0,96	0,90
PL2041	600	150	9,4	6,7	0,5	0,4	15	156,47	160,21	157,59	1,02	1,01
PL2042	600	150	9,4	6,7	0,5	0,4	18	149,47	144,67	147,16	0,97	0,98
PL2043	600	200	16,7	12,0	0	0,4	12	1662,03	1668,51	1606,65	1,00	0,97
PL2044	600	200	16,7	12,0	0	0,4	15	1550,94	1544,10	1558,19	1,00	1,00
PL2045	600	200	16,7	12,0	0	0,4	18	1483,28	1485,44	1542,81	1,00	1,04
PL2046	600	200	16,7	12,0	0,1	0,4	12	1388,85	1405,12	1353,02	1,01	0,97
PL2047	600	200	16,7	12,0	0,1	0,4	15	1299,49	1300,34	1312,21	1,00	1,01
PL2048	600	200	16,7	12,0	0,1	0,4	18	1235,67	1250,95	1299,26	1,01	1,05
PL2049	600	200	16,7	12,0	0,2	0,4	12	1191,92	1201,98	1157,42	1,01	0,97
PL2050	600	200	16,7	12,0	0,2	0,4	15	1117,67	1112,35	1122,51	1,00	1,00
PL2051	600	200	16,7	12,0	0,2	0,4	18	1058,57	1070,10	1111,43	1,01	1,05
PL2052	600	200	16,7	12,0	0,3	0,4	12	1043,48	1045,32	1006,57	1,00	0,96
PL2053	600	200	16,7	12,0	0,3	0,4	15	980,22	967,38	976,20	0,99	1,00
PL2054	600	200	16,7	12,0	0,3	0,4	18	925,71	930,63	966,57	1,01	1,04
PL2055	600	200	16,7	12,0	0,4	0,4	12	927,71	924,50	890,23	1,00	0,96
PL2056	600	200	16,7	12,0	0,4	0,4	15	872,75	855,57	863,38	0,98	0,99
PL2057	600	200	16,7	12,0	0,4	0,4	18	822,39	823,07	854,85	1,00	1,04
PL2058	600	200	16,7	12,0	0,5	0,4	12	834,94	831,33	800,50	1,00	0,96
PL2059	600	200	16,7	12,0	0,5	0,4	15	786,43	769,34	776,36	0,98	0,99
PL2060	600	200	16,7	12,0	0,5	0,4	18	739,77	740,11	768,70	1,00	1,04
PL2061	600	200	12,5	12,0	0	0,4	12	1339,62	1405,68	1384,23	1,05	1,03
PL2062	600	200	12,5	12,0	0	0,4	15	1266,01	1249,67	1285,32	0,99	1,02
PL2063	600	200	12,5	12,0	0	0,4	18	1227,72	1226,19	1293,13	1,00	1,05
PL2064	600	200	12,5	12,0	0,1	0,4	12	1120,69	1185,16	1167,07	1,06	1,04
PL2065	600	200	12,5	12,0	0,1	0,4	15	1060,98	1053,62	1083,68	0,99	1,02
PL2066	600	200	12,5	12,0	0,1	0,4	18	1021,88	1033,83	1090,26	1,01	1,07
PL2067	600	200	12,5	12,0	0,2	0,4	12	962,67	1014,77	999,29	1,05	1,04
PL2068	600	200	12,5	12,0	0,2	0,4	15	912,74	902,15	927,89	0,99	1,02

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL2069	600	200	12,5	12,0	0,2	0,4	18	874,93	885,20	933,52	1,01	1,07
PL2070	600	200	12,5	12,0	0,3	0,4	12	843,43	883,13	869,65	1,05	1,03
PL2071	600	200	12,5	12,0	0,3	0,4	15	800,68	785,11	807,51	0,98	1,01
PL2072	600	200	12,5	12,0	0,3	0,4	18	764,83	770,36	812,41	1,01	1,06
PL2073	600	200	12,5	12,0	0,4	0,4	12	750,32	781,41	769,49	1,04	1,03
PL2074	600	200	12,5	12,0	0,4	0,4	15	713,02	694,69	714,51	0,97	1,00
PL2075	600	200	12,5	12,0	0,4	0,4	18	679,29	681,63	718,84	1,00	1,06
PL2076	600	200	12,5	12,0	0,5	0,4	12	675,65	702,82	692,10	1,04	1,02
PL2077	600	200	12,5	12,0	0,5	0,4	15	642,62	624,82	642,65	0,97	1,00
PL2078	600	200	12,5	12,0	0,5	0,4	18	610,92	613,08	646,55	1,00	1,06
PL2079	600	200	16,7	8,6	0	0,4	12	1149,31	1158,20	1022,60	1,01	0,89
PL2080	600	200	16,7	8,6	0	0,4	15	1046,46	1043,69	973,30	1,00	0,93
PL2081	600	200	16,7	8,6	0	0,4	18	977,31	1011,56	981,97	1,04	1,00
PL2082	600	200	16,7	8,6	0,1	0,4	12	967,79	975,36	861,17	1,01	0,89
PL2083	600	200	16,7	8,6	0,1	0,4	15	881,12	878,93	819,65	1,00	0,93
PL2084	600	200	16,7	8,6	0,1	0,4	18	818,61	851,88	826,95	1,04	1,01
PL2085	600	200	16,7	8,6	0,2	0,4	12	834,22	834,36	736,67	1,00	0,88
PL2086	600	200	16,7	8,6	0,2	0,4	15	760,07	751,87	701,16	0,99	0,92
PL2087	600	200	16,7	8,6	0,2	0,4	18	703,71	728,72	707,40	1,04	1,01
PL2088	600	200	16,7	8,6	0,3	0,4	12	732,36	725,61	640,66	0,99	0,87
PL2089	600	200	16,7	8,6	0,3	0,4	15	667,86	653,87	609,77	0,98	0,91
PL2090	600	200	16,7	8,6	0,3	0,4	18	616,84	633,75	615,20	1,03	1,00
PL2091	600	200	16,7	8,6	0,4	0,4	12	652,32	641,75	566,61	0,98	0,87
PL2092	600	200	16,7	8,6	0,4	0,4	15	595,40	578,30	539,30	0,97	0,91
PL2093	600	200	16,7	8,6	0,4	0,4	18	548,94	560,50	544,10	1,02	0,99
PL2094	600	200	16,7	8,6	0,5	0,4	12	587,86	577,07	509,50	0,98	0,87
PL2095	600	200	16,7	8,6	0,5	0,4	15	537,01	520,02	484,94	0,97	0,90
PL2096	600	200	16,7	8,6	0,5	0,4	18	494,42	504,01	489,26	1,02	0,99
PL2097	600	200	12,5	8,6	0	0,4	12	901,78	892,77	807,40	0,99	0,90
PL2098	600	200	12,5	8,6	0	0,4	15	828,00	847,65	808,64	1,02	0,98
PL2099	600	200	12,5	8,6	0	0,4	18	788,99	782,65	775,32	0,99	0,98
PL2100	600	200	12,5	8,6	0,1	0,4	12	758,14	752,71	680,73	0,99	0,90
PL2101	600	200	12,5	8,6	0,1	0,4	15	697,08	714,67	681,78	1,03	0,98
PL2102	600	200	12,5	8,6	0,1	0,4	18	660,26	659,87	653,68	1,00	0,99
PL2103	600	200	12,5	8,6	0,2	0,4	12	653,10	644,50	582,87	0,99	0,89
PL2104	600	200	12,5	8,6	0,2	0,4	15	601,40	611,93	583,76	1,02	0,97
PL2105	600	200	12,5	8,6	0,2	0,4	18	567,32	565,00	559,71	1,00	0,99
PL2106	600	200	12,5	8,6	0,3	0,4	12	573,23	560,89	507,25	0,98	0,88
PL2107	600	200	12,5	8,6	0,3	0,4	15	528,57	532,54	508,03	1,01	0,96
PL2108	600	200	12,5	8,6	0,3	0,4	18	497,16	491,71	487,10	0,99	0,98
PL2109	600	200	12,5	8,6	0,4	0,4	12	510,55	496,29	448,83	0,97	0,88
PL2110	600	200	12,5	8,6	0,4	0,4	15	471,35	471,21	449,52	1,00	0,95
PL2111	600	200	12,5	8,6	0,4	0,4	18	442,36	435,07	430,99	0,98	0,97
PL2112	600	200	12,5	8,6	0,5	0,4	12	460,11	446,38	403,69	0,97	0,88
PL2113	600	200	12,5	8,6	0,5	0,4	15	425,23	423,82	404,31	1,00	0,95
PL2114	600	200	12,5	8,6	0,5	0,4	18	398,40	391,32	387,65	0,98	0,97
PL2115	600	200	16,7	6,7	0	0,4	15	800,79	812,10	709,76	1,01	0,89

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL2116	600	200	16,7	6,7	0	0,4	18	735,28	752,89	688,00	1,02	0,94
PL2117	600	200	16,7	6,7	0,1	0,4	15	680,62	683,90	597,72	1,00	0,88
PL2118	600	200	16,7	6,7	0,1	0,4	18	619,62	634,04	579,39	1,02	0,94
PL2119	600	200	16,7	6,7	0,2	0,4	12	669,56	736,54	608,93	1,10	0,91
PL2120	600	200	16,7	6,7	0,2	0,4	15	590,03	585,03	511,31	0,99	0,87
PL2121	600	200	16,7	6,7	0,2	0,4	18	534,54	542,38	495,63	1,01	0,93
PL2122	600	200	16,7	6,7	0,3	0,4	12	592,21	640,54	529,57	1,08	0,89
PL2123	600	200	16,7	6,7	0,3	0,4	15	519,99	508,78	444,66	0,98	0,86
PL2124	600	200	16,7	6,7	0,3	0,4	18	469,60	471,69	431,03	1,00	0,92
PL2125	600	200	16,7	6,7	0,4	0,4	12	529,89	566,51	468,36	1,07	0,88
PL2126	600	200	16,7	6,7	0,4	0,4	15	464,45	449,97	393,27	0,97	0,85
PL2127	600	200	16,7	6,7	0,4	0,4	18	418,53	417,17	381,22	1,00	0,91
PL2128	600	200	16,7	6,7	0,5	0,4	12	478,98	509,41	421,15	1,06	0,88
PL2129	600	200	16,7	6,7	0,5	0,4	15	419,44	404,62	353,63	0,96	0,84
PL2130	600	200	16,7	6,7	0,5	0,4	18	377,37	375,12	342,79	0,99	0,91
PL2131	600	200	12,5	6,7	0	0,4	12	698,21	746,79	632,27	1,07	0,91
PL2132	600	200	12,5	6,7	0	0,4	15	623,09	612,70	548,45	0,98	0,88
PL2133	600	200	12,5	6,7	0	0,4	18	582,33	592,56	553,96	1,02	0,95
PL2134	600	200	12,5	6,7	0,1	0,4	12	594,05	629,63	533,08	1,06	0,90
PL2135	600	200	12,5	6,7	0,1	0,4	15	527,02	516,58	462,41	0,98	0,88
PL2136	600	200	12,5	6,7	0,1	0,4	18	489,69	499,60	467,06	1,02	0,95
PL2137	600	200	12,5	6,7	0,2	0,4	12	514,89	539,11	456,44	1,05	0,89
PL2138	600	200	12,5	6,7	0,2	0,4	15	455,86	442,31	395,93	0,97	0,87
PL2139	600	200	12,5	6,7	0,2	0,4	18	422,03	427,78	399,91	1,01	0,95
PL2140	600	200	12,5	6,7	0,3	0,4	12	453,56	469,17	397,22	1,03	0,88
PL2141	600	200	12,5	6,7	0,3	0,4	15	401,28	384,93	344,57	0,96	0,86
PL2142	600	200	12,5	6,7	0,3	0,4	18	370,59	372,28	348,03	1,00	0,94
PL2143	600	200	12,5	6,7	0,4	0,4	12	404,91	415,14	351,47	1,03	0,87
PL2144	600	200	12,5	6,7	0,4	0,4	15	358,19	340,60	304,88	0,95	0,85
PL2145	600	200	12,5	6,7	0,4	0,4	18	330,21	329,40	307,95	1,00	0,93
PL2146	600	200	12,5	6,7	0,5	0,4	12	365,49	373,39	316,13	1,02	0,86
PL2147	600	200	12,5	6,7	0,5	0,4	15	323,36	306,34	274,22	0,95	0,85
PL2148	600	200	12,5	6,7	0,5	0,4	18	297,70	296,27	276,97	1,00	0,93
PL2149	900	225	18,8	18,0	0	0,4	18	2877,33	2842,06	2983,22	0,99	1,04
PL2150	900	225	18,8	18,0	0	0,4	22,5	2762,45	2729,35	2951,11	0,99	1,07
PL2151	900	225	18,8	18,0	0	0,4	27	2674,83	2661,69	2912,16	1,00	1,09
PL2152	900	225	18,8	18,0	0,1	0,4	18	2395,62	2396,20	2515,21	1,00	1,05
PL2153	900	225	18,8	18,0	0,1	0,4	22,5	2305,18	2301,16	2488,14	1,00	1,08
PL2154	900	225	18,8	18,0	0,1	0,4	27	2217,55	2244,12	2455,30	1,01	1,11
PL2155	900	225	18,8	18,0	0,2	0,4	18	2051,36	2051,70	2153,61	1,00	1,05
PL2156	900	225	18,8	18,0	0,2	0,4	22,5	1977,40	1970,34	2130,43	1,00	1,08
PL2157	900	225	18,8	18,0	0,2	0,4	27	1893,54	1921,49	2102,31	1,01	1,11
PL2158	900	225	18,8	18,0	0,3	0,4	18	1793,28	1785,54	1874,22	1,00	1,05
PL2159	900	225	18,8	18,0	0,3	0,4	22,5	1731,05	1714,72	1854,05	0,99	1,07
PL2160	900	225	18,8	18,0	0,3	0,4	27	1652,02	1672,22	1829,58	1,01	1,11
PL2161	900	225	18,8	18,0	0,4	0,4	18	1592,70	1579,89	1658,36	0,99	1,04
PL2162	900	225	18,8	18,0	0,4	0,4	22,5	1539,18	1517,23	1640,51	0,99	1,07

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL2163	900	225	18,8	18,0	0,4	0,4	27	1465,08	1479,62	1618,86	1,01	1,10
PL2164	900	225	18,8	18,0	0,5	0,4	18	1432,38	1420,99	1491,57	0,99	1,04
PL2165	900	225	18,8	18,0	0,5	0,4	22,5	1385,54	1364,64	1475,52	0,98	1,06
PL2166	900	225	18,8	18,0	0,5	0,4	27	1316,11	1330,81	1456,04	1,01	1,11
PL2167	900	225	14,1	18,0	0	0,4	18	2447,72	2394,36	2559,05	0,98	1,05
PL2168	900	225	14,1	18,0	0	0,4	22,5	2340,96	2275,75	2492,96	0,97	1,06
PL2169	900	225	14,1	18,0	0	0,4	27	2241,22	2228,97	2460,60	0,99	1,10
PL2170	900	225	14,1	18,0	0,1	0,4	18	2032,69	2020,47	2159,44	0,99	1,06
PL2171	900	225	14,1	18,0	0,1	0,4	22,5	1949,49	1920,38	2103,68	0,99	1,08
PL2172	900	225	14,1	18,0	0,1	0,4	27	1856,95	1880,91	2076,37	1,01	1,12
PL2173	900	225	14,1	18,0	0,2	0,4	18	1737,47	1731,20	1850,28	1,00	1,06
PL2174	900	225	14,1	18,0	0,2	0,4	22,5	1669,93	1645,44	1802,50	0,99	1,08
PL2175	900	225	14,1	18,0	0,2	0,4	27	1585,00	1611,62	1779,10	1,02	1,12
PL2176	900	225	14,1	18,0	0,3	0,4	18	1516,89	1507,39	1611,07	0,99	1,06
PL2177	900	225	14,1	18,0	0,3	0,4	22,5	1460,37	1432,72	1569,47	0,98	1,07
PL2178	900	225	14,1	18,0	0,3	0,4	27	1382,44	1403,27	1549,10	1,02	1,12
PL2179	900	225	14,1	18,0	0,4	0,4	18	1345,87	1334,24	1426,01	0,99	1,06
PL2180	900	225	14,1	18,0	0,4	0,4	22,5	1297,47	1268,14	1389,18	0,98	1,07
PL2181	900	225	14,1	18,0	0,4	0,4	27	1225,75	1242,07	1371,15	1,01	1,12
PL2182	900	225	14,1	18,0	0,5	0,4	18	1209,44	1200,26	1282,82	0,99	1,06
PL2183	900	225	14,1	18,0	0,5	0,4	22,5	1167,23	1140,80	1249,69	0,98	1,07
PL2184	900	225	14,1	18,0	0,5	0,4	27	1100,94	1117,36	1233,47	1,01	1,12
PL2185	900	225	18,8	12,9	0	0,4	18	1872,73	1905,65	1854,49	1,02	0,99
PL2186	900	225	18,8	12,9	0	0,4	22,5	1756,47	1732,93	1764,77	0,99	1,00
PL2187	900	225	18,8	12,9	0	0,4	27	1721,59	1701,87	1780,80	0,99	1,03
PL2188	900	225	18,8	12,9	0,1	0,4	18	1566,30	1606,69	1563,56	1,03	1,00
PL2189	900	225	18,8	12,9	0,1	0,4	22,5	1473,25	1461,06	1487,91	0,99	1,01
PL2190	900	225	18,8	12,9	0,1	0,4	27	1431,95	1434,88	1501,43	1,00	1,05
PL2191	900	225	18,8	12,9	0,2	0,4	18	1345,12	1375,70	1338,77	1,02	1,00
PL2192	900	225	18,8	12,9	0,2	0,4	22,5	1268,12	1251,01	1274,00	0,99	1,00
PL2193	900	225	18,8	12,9	0,2	0,4	27	1225,36	1228,59	1285,58	1,00	1,05
PL2194	900	225	18,8	12,9	0,3	0,4	18	1178,24	1197,23	1165,09	1,02	0,99
PL2195	900	225	18,8	12,9	0,3	0,4	22,5	1112,86	1088,72	1108,72	0,98	1,00
PL2196	900	225	18,8	12,9	0,3	0,4	27	1070,69	1069,21	1118,80	1,00	1,04
PL2197	900	225	18,8	12,9	0,4	0,4	18	1047,96	1059,34	1030,90	1,01	0,98
PL2198	900	225	18,8	12,9	0,4	0,4	22,5	991,32	963,33	981,03	0,97	0,99
PL2199	900	225	18,8	12,9	0,4	0,4	27	950,59	946,06	989,94	1,00	1,04
PL2200	900	225	18,8	12,9	0,5	0,4	18	943,49	952,80	927,22	1,01	0,98
PL2201	900	225	18,8	12,9	0,5	0,4	22,5	893,64	866,44	882,36	0,97	0,99
PL2202	900	225	18,8	12,9	0,5	0,4	27	854,67	850,91	890,38	1,00	1,04
PL2203	900	225	14,1	12,9	0	0,4	18	1549,12	1625,33	1617,37	1,05	1,04
PL2204	900	225	14,1	12,9	0	0,4	22,5	1466,15	1419,07	1472,33	0,97	1,00
PL2205	900	225	14,1	12,9	0	0,4	27	1419,32	1378,56	1463,82	0,97	1,03
PL2206	900	225	14,1	12,9	0,1	0,4	18	1292,53	1371,53	1364,81	1,06	1,06
PL2207	900	225	14,1	12,9	0,1	0,4	22,5	1227,05	1197,48	1242,42	0,98	1,01
PL2208	900	225	14,1	12,9	0,1	0,4	27	1179,89	1163,30	1235,24	0,99	1,05
PL2209	900	225	14,1	12,9	0,2	0,4	18	1108,20	1175,17	1169,41	1,06	1,06

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL2210	900	225	14,1	12,9	0,2	0,4	22,5	1054,62	1026,03	1064,54	0,97	1,01
PL2211	900	225	14,1	12,9	0,2	0,4	27	1009,36	996,75	1058,39	0,99	1,05
PL2212	900	225	14,1	12,9	0,3	0,4	18	969,57	1023,24	1018,23	1,06	1,05
PL2213	900	225	14,1	12,9	0,3	0,4	22,5	924,49	893,39	926,92	0,97	1,00
PL2214	900	225	14,1	12,9	0,3	0,4	27	881,79	867,89	921,56	0,98	1,05
PL2215	900	225	14,1	12,9	0,4	0,4	18	861,60	905,70	901,26	1,05	1,05
PL2216	900	225	14,1	12,9	0,4	0,4	22,5	822,85	790,76	820,44	0,96	1,00
PL2217	900	225	14,1	12,9	0,4	0,4	27	782,79	768,19	815,70	0,98	1,04
PL2218	900	225	14,1	12,9	0,5	0,4	18	775,17	814,76	810,77	1,05	1,05
PL2219	900	225	14,1	12,9	0,5	0,4	22,5	741,28	711,36	738,06	0,96	1,00
PL2220	900	225	14,1	12,9	0,5	0,4	27	703,75	691,06	733,80	0,98	1,04
PL2221	900	225	18,8	10,0	0	0,4	18	1409,87	1383,82	1263,43	0,98	0,90
PL2222	900	225	18,8	10,0	0	0,4	22,5	1288,72	1340,64	1290,25	1,04	1,00
PL2223	900	225	18,8	10,0	0	0,4	27	1251,05	1215,33	1213,22	0,97	0,97
PL2224	900	225	18,8	10,0	0,1	0,4	18	1183,71	1166,73	1065,22	0,99	0,90
PL2225	900	225	18,8	10,0	0,1	0,4	22,5	1085,20	1130,32	1087,83	1,04	1,00
PL2226	900	225	18,8	10,0	0,1	0,4	27	1044,70	1024,67	1022,89	0,98	0,98
PL2227	900	225	18,8	10,0	0,2	0,4	18	1018,79	998,99	912,08	0,98	0,90
PL2228	900	225	18,8	10,0	0,2	0,4	22,5	936,46	967,82	931,44	1,03	0,99
PL2229	900	225	18,8	10,0	0,2	0,4	27	896,26	877,35	875,84	0,98	0,98
PL2230	900	225	18,8	10,0	0,3	0,4	18	893,61	869,39	793,75	0,97	0,89
PL2231	900	225	18,8	10,0	0,3	0,4	22,5	823,24	842,26	810,60	1,02	0,98
PL2232	900	225	18,8	10,0	0,3	0,4	27	784,51	763,54	762,21	0,97	0,97
PL2233	900	225	18,8	10,0	0,4	0,4	18	795,51	769,26	702,33	0,97	0,88
PL2234	900	225	18,8	10,0	0,4	0,4	22,5	734,25	745,26	717,24	1,01	0,98
PL2235	900	225	18,8	10,0	0,4	0,4	27	697,41	675,60	674,43	0,97	0,97
PL2236	900	225	18,8	10,0	0,5	0,4	18	716,65	691,89	631,70	0,97	0,88
PL2237	900	225	18,8	10,0	0,5	0,4	22,5	662,52	670,30	645,11	1,01	0,97
PL2238	900	225	18,8	10,0	0,5	0,4	27	627,64	607,65	606,60	0,97	0,97
PL2239	900	225	14,1	10,0	0	0,4	18	1139,44	1103,30	1031,75	0,97	0,91
PL2240	900	225	14,1	10,0	0	0,4	22,5	1051,54	1078,64	1061,02	1,03	1,01
PL2241	900	225	14,1	10,0	0	0,4	27	1013,49	974,02	990,75	0,96	0,98
PL2242	900	225	14,1	10,0	0,1	0,4	18	953,56	931,02	870,64	0,98	0,91
PL2243	900	225	14,1	10,0	0,1	0,4	22,5	883,81	910,20	895,34	1,03	1,01
PL2244	900	225	14,1	10,0	0,1	0,4	27	845,84	821,93	836,04	0,97	0,99
PL2245	900	225	14,1	10,0	0,2	0,4	18	818,99	797,73	745,99	0,97	0,91
PL2246	900	225	14,1	10,0	0,2	0,4	22,5	761,74	779,89	767,15	1,02	1,01
PL2247	900	225	14,1	10,0	0,2	0,4	27	725,48	704,25	716,35	0,97	0,99
PL2248	900	225	14,1	10,0	0,3	0,4	18	717,32	694,60	649,55	0,97	0,91
PL2249	900	225	14,1	10,0	0,3	0,4	22,5	669,07	679,07	667,98	1,01	1,00
PL2250	900	225	14,1	10,0	0,3	0,4	27	634,97	613,21	623,74	0,97	0,98
PL2251	900	225	14,1	10,0	0,4	0,4	18	637,90	614,81	574,93	0,96	0,90
PL2252	900	225	14,1	10,0	0,4	0,4	22,5	596,38	601,06	591,24	1,01	0,99
PL2253	900	225	14,1	10,0	0,4	0,4	27	564,45	542,77	552,09	0,96	0,98
PL2254	900	225	14,1	10,0	0,5	0,4	18	574,19	553,07	517,20	0,96	0,90
PL2255	900	225	14,1	10,0	0,5	0,4	22,5	537,86	540,71	531,88	1,01	0,99
PL2256	900	225	14,1	10,0	0,5	0,4	27	507,99	488,27	496,65	0,96	0,98

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL2257	900	300	25,0	18,0	0	0,4	18	5568,72	5631,23	5422,44	1,01	0,97
PL2258	900	300	25,0	18,0	0	0,4	22,5	5274,89	5211,32	5258,88	0,99	1,00
PL2259	900	300	25,0	18,0	0	0,4	27	5076,86	5013,37	5206,97	0,99	1,03
PL2260	900	300	25,0	18,0	0,1	0,4	18	4657,22	4742,27	4566,44	1,02	0,98
PL2261	900	300	25,0	18,0	0,1	0,4	22,5	4417,74	4388,65	4428,70	0,99	1,00
PL2262	900	300	25,0	18,0	0,1	0,4	27	4237,39	4221,94	4384,99	1,00	1,03
PL2263	900	300	25,0	18,0	0,2	0,4	18	3999,36	4056,69	3906,28	1,01	0,98
PL2264	900	300	25,0	18,0	0,2	0,4	22,5	3798,57	3754,20	3788,46	0,99	1,00
PL2265	900	300	25,0	18,0	0,2	0,4	27	3635,05	3611,59	3751,06	0,99	1,03
PL2266	900	300	25,0	18,0	0,3	0,4	18	3503,02	3527,97	3397,16	1,01	0,97
PL2267	900	300	25,0	18,0	0,3	0,4	22,5	3330,83	3264,89	3294,69	0,98	0,99
PL2268	900	300	25,0	18,0	0,3	0,4	27	3182,13	3140,88	3262,17	0,99	1,03
PL2269	900	300	25,0	18,0	0,4	0,4	18	3115,58	3120,20	3004,52	1,00	0,96
PL2270	900	300	25,0	18,0	0,4	0,4	22,5	2965,24	2887,54	2913,89	0,97	0,98
PL2271	900	300	25,0	18,0	0,4	0,4	27	2829,30	2777,85	2885,13	0,98	1,02
PL2272	900	300	25,0	18,0	0,5	0,4	18	2804,92	2805,73	2701,70	1,00	0,96
PL2273	900	300	25,0	18,0	0,5	0,4	22,5	2671,73	2596,52	2620,21	0,97	0,98
PL2274	900	300	25,0	18,0	0,5	0,4	27	2546,75	2497,89	2594,35	0,98	1,02
PL2275	900	300	18,8	18,0	0	0,4	18	4558,12	4744,18	4671,78	1,04	1,02
PL2276	900	300	18,8	18,0	0	0,4	22,5	4326,72	4217,65	4337,97	0,97	1,00
PL2277	900	300	18,8	18,0	0	0,4	27	4204,87	4138,40	4364,30	0,98	1,04
PL2278	900	300	18,8	18,0	0,1	0,4	18	3809,48	3999,91	3938,87	1,05	1,03
PL2279	900	300	18,8	18,0	0,1	0,4	22,5	3622,14	3555,98	3657,43	0,98	1,01
PL2280	900	300	18,8	18,0	0,1	0,4	27	3507,58	3489,16	3679,62	0,99	1,05
PL2281	900	300	18,8	18,0	0,2	0,4	18	3270,08	3424,86	3372,59	1,05	1,03
PL2282	900	300	18,8	18,0	0,2	0,4	22,5	3113,74	3044,75	3131,61	0,98	1,01
PL2283	900	300	18,8	18,0	0,2	0,4	27	3007,89	2987,54	3150,62	0,99	1,05
PL2284	900	300	18,8	18,0	0,3	0,4	18	2863,54	2980,55	2935,07	1,04	1,02
PL2285	900	300	18,8	18,0	0,3	0,4	22,5	2729,93	2649,76	2725,35	0,97	1,00
PL2286	900	300	18,8	18,0	0,3	0,4	27	2632,45	2599,97	2741,89	0,99	1,04
PL2287	900	300	18,8	18,0	0,4	0,4	18	2546,40	2637,27	2597,02	1,04	1,02
PL2288	900	300	18,8	18,0	0,4	0,4	22,5	2430,05	2344,57	2411,46	0,96	0,99
PL2289	900	300	18,8	18,0	0,4	0,4	27	2340,14	2300,52	2426,09	0,98	1,04
PL2290	900	300	18,8	18,0	0,5	0,4	18	2292,23	2372,03	2335,83	1,03	1,02
PL2291	900	300	18,8	18,0	0,5	0,4	22,5	2189,37	2108,77	2168,93	0,96	0,99
PL2292	900	300	18,8	18,0	0,5	0,4	27	2106,15	2069,15	2182,10	0,98	1,04
PL2293	900	300	25,0	12,9	0	0,4	18	3864,96	3908,92	3451,27	1,01	0,89
PL2294	900	300	25,0	12,9	0	0,4	22,5	3547,05	3522,47	3284,89	0,99	0,93
PL2295	900	300	25,0	12,9	0	0,4	27	3342,56	3414,03	3314,13	1,02	0,99
PL2296	900	300	25,0	12,9	0,1	0,4	18	3257,10	3291,85	2906,44	1,01	0,89
PL2297	900	300	25,0	12,9	0,1	0,4	22,5	2987,29	2966,40	2766,33	0,99	0,93
PL2298	900	300	25,0	12,9	0,1	0,4	27	2804,40	2875,08	2790,96	1,03	1,00
PL2299	900	300	25,0	12,9	0,2	0,4	18	2809,24	2815,95	2486,27	1,00	0,89
PL2300	900	300	25,0	12,9	0,2	0,4	22,5	2577,52	2537,56	2366,41	0,98	0,92
PL2301	900	300	25,0	12,9	0,2	0,4	27	2413,76	2459,44	2387,47	1,02	0,99
PL2302	900	300	25,0	12,9	0,3	0,4	18	2467,33	2448,94	2162,22	0,99	0,88
PL2303	900	300	25,0	12,9	0,3	0,4	22,5	2265,38	2206,83	2057,98	0,97	0,91

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL2304	900	300	25,0	12,9	0,3	0,4	27	2117,81	2138,89	2076,30	1,01	0,98
PL2305	900	300	25,0	12,9	0,4	0,4	18	2198,46	2165,89	1912,31	0,99	0,87
PL2306	900	300	25,0	12,9	0,4	0,4	22,5	2020,02	1951,76	1820,12	0,97	0,90
PL2307	900	300	25,0	12,9	0,4	0,4	27	1886,08	1891,68	1836,33	1,00	0,97
PL2308	900	300	25,0	12,9	0,5	0,4	18	1981,77	1947,60	1719,58	0,98	0,87
PL2309	900	300	25,0	12,9	0,5	0,4	22,5	1822,26	1755,05	1636,68	0,96	0,90
PL2310	900	300	25,0	12,9	0,5	0,4	27	1699,81	1701,02	1651,25	1,00	0,97
PL2311	900	300	18,8	12,9	0	0,4	18	3059,41	3013,11	2724,97	0,98	0,89
PL2312	900	300	18,8	12,9	0	0,4	22,5	2836,70	2860,83	2729,16	1,01	0,96
PL2313	900	300	18,8	12,9	0	0,4	27	2701,96	2641,45	2616,69	0,98	0,97
PL2314	900	300	18,8	12,9	0,1	0,4	18	2570,85	2540,41	2297,47	0,99	0,89
PL2315	900	300	18,8	12,9	0,1	0,4	22,5	2385,72	2412,02	2301,01	1,01	0,96
PL2316	900	300	18,8	12,9	0,1	0,4	27	2266,00	2227,06	2206,18	0,98	0,97
PL2317	900	300	18,8	12,9	0,2	0,4	18	2213,92	2175,18	1967,17	0,98	0,89
PL2318	900	300	18,8	12,9	0,2	0,4	22,5	2056,80	2065,26	1970,20	1,00	0,96
PL2319	900	300	18,8	12,9	0,2	0,4	27	1950,04	1906,88	1889,01	0,98	0,97
PL2320	900	300	18,8	12,9	0,3	0,4	18	1942,67	1893,00	1711,97	0,97	0,88
PL2321	900	300	18,8	12,9	0,3	0,4	22,5	1806,79	1797,33	1714,61	0,99	0,95
PL2322	900	300	18,8	12,9	0,3	0,4	27	1710,85	1659,50	1643,95	0,97	0,96
PL2323	900	300	18,8	12,9	0,4	0,4	18	1729,94	1674,97	1514,80	0,97	0,88
PL2324	900	300	18,8	12,9	0,4	0,4	22,5	1610,54	1590,32	1517,13	0,99	0,94
PL2325	900	300	18,8	12,9	0,4	0,4	27	1523,64	1468,37	1454,61	0,96	0,95
PL2326	900	300	18,8	12,9	0,5	0,4	18	1558,80	1506,52	1362,45	0,97	0,87
PL2327	900	300	18,8	12,9	0,5	0,4	22,5	1452,50	1430,38	1364,55	0,98	0,94
PL2328	900	300	18,8	12,9	0,5	0,4	27	1373,20	1320,69	1308,31	0,96	0,95
PL2329	900	300	25,0	10,0	0	0,4	22,5	2702,17	2740,83	2395,44	1,01	0,89
PL2330	900	300	25,0	10,0	0	0,4	27	2510,21	2541,01	2322,01	1,01	0,93
PL2331	900	300	25,0	10,0	0,1	0,4	22,5	2298,32	2308,16	2017,29	1,00	0,88
PL2332	900	300	25,0	10,0	0,1	0,4	27	2118,88	2139,88	1955,45	1,01	0,92
PL2333	900	300	25,0	10,0	0,2	0,4	18	2256,59	2485,82	2055,14	1,10	0,91
PL2334	900	300	25,0	10,0	0,2	0,4	22,5	1993,92	1974,47	1725,66	0,99	0,87
PL2335	900	300	25,0	10,0	0,2	0,4	27	1830,18	1830,52	1672,76	1,00	0,91
PL2336	900	300	25,0	10,0	0,3	0,4	18	1997,35	2161,83	1787,28	1,08	0,89
PL2337	900	300	25,0	10,0	0,3	0,4	22,5	1758,40	1717,13	1500,74	0,98	0,85
PL2338	900	300	25,0	10,0	0,3	0,4	27	1609,40	1591,94	1454,74	0,99	0,90
PL2339	900	300	25,0	10,0	0,4	0,4	18	1788,06	1911,97	1580,71	1,07	0,88
PL2340	900	300	25,0	10,0	0,4	0,4	22,5	1571,51	1518,66	1327,29	0,97	0,84
PL2341	900	300	25,0	10,0	0,4	0,4	27	1435,47	1407,95	1286,60	0,98	0,90
PL2342	900	300	25,0	10,0	0,5	0,4	18	1616,85	1719,27	1421,40	1,06	0,88
PL2343	900	300	25,0	10,0	0,5	0,4	22,5	1419,92	1365,61	1193,52	0,96	0,84
PL2344	900	300	25,0	10,0	0,5	0,4	27	1295,09	1266,05	1156,93	0,98	0,89
PL2345	900	300	18,8	10,0	0	0,4	18	2361,31	2520,41	2133,90	1,07	0,90
PL2346	900	300	18,8	10,0	0	0,4	22,5	2136,98	2067,86	1851,03	0,97	0,87
PL2347	900	300	18,8	10,0	0	0,4	27	1990,95	1999,90	1869,63	1,00	0,94
PL2348	900	300	18,8	10,0	0,1	0,4	18	2008,84	2125,01	1799,13	1,06	0,90
PL2349	900	300	18,8	10,0	0,1	0,4	22,5	1806,46	1743,45	1560,64	0,97	0,86
PL2350	900	300	18,8	10,0	0,1	0,4	27	1677,80	1686,15	1576,32	1,00	0,94

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL2351	900	300	18,8	10,0	0,2	0,4	18	1740,91	1819,51	1540,48	1,05	0,88
PL2352	900	300	18,8	10,0	0,2	0,4	22,5	1561,91	1492,80	1336,27	0,96	0,86
PL2353	900	300	18,8	10,0	0,2	0,4	27	1448,20	1443,74	1349,70	1,00	0,93
PL2354	900	300	18,8	10,0	0,3	0,4	18	1533,36	1583,46	1340,63	1,03	0,87
PL2355	900	300	18,8	10,0	0,3	0,4	22,5	1374,50	1299,14	1162,92	0,95	0,85
PL2356	900	300	18,8	10,0	0,3	0,4	27	1273,13	1256,45	1174,60	0,99	0,92
PL2357	900	300	18,8	10,0	0,4	0,4	18	1368,78	1401,09	1186,23	1,02	0,87
PL2358	900	300	18,8	10,0	0,4	0,4	22,5	1226,63	1149,51	1028,98	0,94	0,84
PL2359	900	300	18,8	10,0	0,4	0,4	27	1135,43	1111,73	1039,32	0,98	0,92
PL2360	900	300	18,8	10,0	0,5	0,4	18	1235,44	1260,18	1066,92	1,02	0,86
PL2361	900	300	18,8	10,0	0,5	0,4	22,5	1107,14	1033,91	925,49	0,93	0,84
PL2362	900	300	18,8	10,0	0,5	0,4	27	1024,39	999,93	934,79	0,98	0,91
PL2363	1200	300	25,0	24,0	0	0,4	24	6846,22	6736,74	7071,33	0,98	1,03
PL2364	1200	300	25,0	24,0	0	0,4	30	6517,65	6469,56	6995,23	0,99	1,07
PL2365	1200	300	25,0	24,0	0	0,4	36	6325,69	6309,19	6902,90	1,00	1,09
PL2366	1200	300	25,0	24,0	0,1	0,4	24	5715,27	5679,87	5961,97	0,99	1,04
PL2367	1200	300	25,0	24,0	0,1	0,4	30	5435,61	5454,61	5897,81	1,00	1,09
PL2368	1200	300	25,0	24,0	0,1	0,4	36	5249,07	5319,40	5819,97	1,01	1,11
PL2369	1200	300	25,0	24,0	0,2	0,4	24	4903,19	4863,30	5104,84	0,99	1,04
PL2370	1200	300	25,0	24,0	0,2	0,4	30	4660,75	4670,43	5049,91	1,00	1,08
PL2371	1200	300	25,0	24,0	0,2	0,4	36	4485,04	4554,65	4983,26	1,02	1,11
PL2372	1200	300	25,0	24,0	0,3	0,4	24	4292,33	4232,39	4442,59	0,99	1,04
PL2373	1200	300	25,0	24,0	0,3	0,4	30	4078,81	4064,53	4394,79	1,00	1,08
PL2374	1200	300	25,0	24,0	0,3	0,4	36	3914,90	3963,77	4336,78	1,01	1,11
PL2375	1200	300	25,0	24,0	0,4	0,4	24	3816,36	3744,92	3930,92	0,98	1,03
PL2376	1200	300	25,0	24,0	0,4	0,4	30	3625,82	3596,40	3888,62	0,99	1,07
PL2377	1200	300	25,0	24,0	0,4	0,4	36	3473,21	3507,25	3837,29	1,01	1,10
PL2378	1200	300	25,0	24,0	0,5	0,4	24	3435,16	3368,28	3535,58	0,98	1,03
PL2379	1200	300	25,0	24,0	0,5	0,4	30	3263,26	3234,70	3497,53	0,99	1,07
PL2380	1200	300	25,0	24,0	0,5	0,4	36	3121,01	3154,51	3451,36	1,01	1,11
PL2381	1200	300	18,8	24,0	0	0,4	24	5728,04	5675,52	6065,89	0,99	1,06
PL2382	1200	300	18,8	24,0	0	0,4	30	5511,39	5394,36	5909,25	0,98	1,07
PL2383	1200	300	18,8	24,0	0	0,4	36	5307,15	5283,48	5832,54	1,00	1,10
PL2384	1200	300	18,8	24,0	0,1	0,4	24	4769,43	4789,27	5118,68	1,00	1,07
PL2385	1200	300	18,8	24,0	0,1	0,4	30	4591,54	4552,02	4986,50	0,99	1,09
PL2386	1200	300	18,8	24,0	0,1	0,4	36	4404,37	4458,45	4921,77	1,01	1,12
PL2387	1200	300	18,8	24,0	0,2	0,4	24	4084,42	4103,59	4385,84	1,00	1,07
PL2388	1200	300	18,8	24,0	0,2	0,4	30	3934,19	3900,30	4272,58	0,99	1,09
PL2389	1200	300	18,8	24,0	0,2	0,4	36	3763,68	3820,13	4217,12	1,01	1,12
PL2390	1200	300	18,8	24,0	0,3	0,4	24	3570,88	3573,08	3818,84	1,00	1,07
PL2391	1200	300	18,8	24,0	0,3	0,4	30	3441,18	3396,08	3720,23	0,99	1,08
PL2392	1200	300	18,8	24,0	0,3	0,4	36	3285,52	3326,27	3671,93	1,01	1,12
PL2393	1200	300	18,8	24,0	0,4	0,4	24	3171,74	3162,63	3380,16	1,00	1,07
PL2394	1200	300	18,8	24,0	0,4	0,4	30	3057,81	3005,96	3292,88	0,98	1,08
PL2395	1200	300	18,8	24,0	0,4	0,4	36	2915,07	2944,17	3250,13	1,01	1,11
PL2396	1200	300	18,8	24,0	0,5	0,4	24	2852,68	2845,07	3040,76	1,00	1,07
PL2397	1200	300	18,8	24,0	0,5	0,4	30	2751,21	2704,13	2962,24	0,98	1,08

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL2398	1200	300	18,8	24,0	0,5	0,4	36	2619,63	2648,55	2923,78	1,01	1,12
PL2399	1200	300	25,0	17,1	0	0,4	24	4463,58	4517,09	4395,84	1,01	0,98
PL2400	1200	300	25,0	17,1	0	0,4	30	4155,63	4107,68	4183,15	0,99	1,01
PL2401	1200	300	25,0	17,1	0	0,4	36	4059,18	4034,06	4221,17	0,99	1,04
PL2402	1200	300	25,0	17,1	0,1	0,4	24	3742,85	3808,44	3706,21	1,02	0,99
PL2403	1200	300	25,0	17,1	0,1	0,4	30	3483,46	3463,26	3526,90	0,99	1,01
PL2404	1200	300	25,0	17,1	0,1	0,4	36	3381,07	3401,19	3558,95	1,01	1,05
PL2405	1200	300	25,0	17,1	0,2	0,4	24	3220,21	3260,92	3173,39	1,01	0,99
PL2406	1200	300	25,0	17,1	0,2	0,4	30	2997,11	2965,36	3019,85	0,99	1,01
PL2407	1200	300	25,0	17,1	0,2	0,4	36	2896,19	2912,22	3047,29	1,01	1,05
PL2408	1200	300	25,0	17,1	0,3	0,4	24	2824,53	2837,88	2761,70	1,00	0,98
PL2409	1200	300	25,0	17,1	0,3	0,4	30	2629,28	2580,67	2628,08	0,98	1,00
PL2410	1200	300	25,0	17,1	0,3	0,4	36	2532,52	2534,42	2651,97	1,00	1,05
PL2411	1200	300	25,0	17,1	0,4	0,4	24	2514,86	2511,03	2443,62	1,00	0,97
PL2412	1200	300	25,0	17,1	0,4	0,4	30	2341,53	2283,44	2325,39	0,98	0,99
PL2413	1200	300	25,0	17,1	0,4	0,4	36	2249,76	2242,51	2346,53	1,00	1,04
PL2414	1200	300	25,0	17,1	0,5	0,4	24	2266,06	2258,49	2197,86	1,00	0,97
PL2415	1200	300	25,0	17,1	0,5	0,4	30	2110,35	2053,79	2091,52	0,97	0,99
PL2416	1200	300	25,0	17,1	0,5	0,4	36	2023,68	2016,98	2110,53	1,00	1,04
PL2417	1200	300	18,8	17,1	0	0,4	24	3614,86	3852,63	3833,76	1,07	1,06
PL2418	1200	300	18,8	17,1	0	0,4	30	3455,64	3363,71	3489,96	0,97	1,01
PL2419	1200	300	18,8	17,1	0	0,4	36	3351,80	3267,70	3469,80	0,97	1,04
PL2420	1200	300	18,8	17,1	0,1	0,4	24	3023,53	3251,03	3235,11	1,08	1,07
PL2421	1200	300	18,8	17,1	0,1	0,4	30	2893,04	2838,46	2945,00	0,98	1,02
PL2422	1200	300	18,8	17,1	0,1	0,4	36	2791,01	2757,44	2927,98	0,99	1,05
PL2423	1200	300	18,8	17,1	0,2	0,4	24	2596,91	2785,58	2771,94	1,07	1,07
PL2424	1200	300	18,8	17,1	0,2	0,4	30	2487,09	2432,08	2523,36	0,98	1,01
PL2425	1200	300	18,8	17,1	0,2	0,4	36	2390,40	2362,66	2508,78	0,99	1,05
PL2426	1200	300	18,8	17,1	0,3	0,4	24	2275,06	2425,46	2413,58	1,07	1,06
PL2427	1200	300	18,8	17,1	0,3	0,4	30	2180,62	2117,66	2197,14	0,97	1,01
PL2428	1200	300	18,8	17,1	0,3	0,4	36	2090,09	2057,22	2184,45	0,98	1,05
PL2429	1200	300	18,8	17,1	0,4	0,4	24	2023,79	2146,84	2136,33	1,06	1,06
PL2430	1200	300	18,8	17,1	0,4	0,4	30	1941,16	1874,40	1944,75	0,97	1,00
PL2431	1200	300	18,8	17,1	0,4	0,4	36	1856,67	1820,90	1933,51	0,98	1,04
PL2432	1200	300	18,8	17,1	0,5	0,4	24	1822,28	1931,28	1921,82	1,06	1,05
PL2433	1200	300	18,8	17,1	0,5	0,4	30	1748,97	1686,19	1749,48	0,96	1,00
PL2434	1200	300	18,8	17,1	0,5	0,4	36	1670,07	1638,06	1739,37	0,98	1,04
PL2435	1200	300	25,0	13,3	0	0,4	24	3375,28	3280,17	2994,79	0,97	0,89
PL2436	1200	300	25,0	13,3	0	0,4	30	3053,98	3177,82	3058,37	1,04	1,00
PL2437	1200	300	25,0	13,3	0	0,4	36	2940,50	2880,78	2875,79	0,98	0,98
PL2438	1200	300	25,0	13,3	0,1	0,4	24	2840,49	2765,57	2524,96	0,97	0,89
PL2439	1200	300	25,0	13,3	0,1	0,4	30	2570,28	2679,28	2578,57	1,04	1,00
PL2440	1200	300	25,0	13,3	0,1	0,4	36	2459,95	2428,84	2424,63	0,99	0,99
PL2441	1200	300	25,0	13,3	0,2	0,4	24	2448,76	2367,98	2161,96	0,97	0,88
PL2442	1200	300	25,0	13,3	0,2	0,4	30	2217,14	2294,09	2207,86	1,03	1,00
PL2443	1200	300	25,0	13,3	0,2	0,4	36	2113,14	2079,66	2076,05	0,98	0,98
PL2444	1200	300	25,0	13,3	0,3	0,4	24	2150,46	2060,78	1881,49	0,96	0,87

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL2445	1200	300	25,0	13,3	0,3	0,4	30	1948,49	1996,48	1921,43	1,02	0,99
PL2446	1200	300	25,0	13,3	0,3	0,4	36	1851,44	1809,86	1806,73	0,98	0,98
PL2447	1200	300	25,0	13,3	0,4	0,4	24	1916,15	1823,43	1664,79	0,95	0,87
PL2448	1200	300	25,0	13,3	0,4	0,4	30	1737,47	1766,53	1700,13	1,02	0,98
PL2449	1200	300	25,0	13,3	0,4	0,4	36	1647,10	1601,41	1598,64	0,97	0,97
PL2450	1200	300	25,0	13,3	0,5	0,4	24	1727,43	1640,04	1497,36	0,95	0,87
PL2451	1200	300	25,0	13,3	0,5	0,4	30	1567,44	1588,87	1529,14	1,01	0,98
PL2452	1200	300	25,0	13,3	0,5	0,4	36	1483,20	1440,35	1437,86	0,97	0,97
PL2453	1200	300	18,8	13,3	0	0,4	24	2658,60	2615,24	2445,62	0,98	0,92
PL2454	1200	300	18,8	13,3	0	0,4	30	2484,75	2556,77	2515,01	1,03	1,01
PL2455	1200	300	18,8	13,3	0	0,4	36	2381,57	2308,80	2348,45	0,97	0,99
PL2456	1200	300	18,8	13,3	0,1	0,4	24	2230,16	2206,86	2063,73	0,99	0,93
PL2457	1200	300	18,8	13,3	0,1	0,4	30	2088,92	2157,52	2122,28	1,03	1,02
PL2458	1200	300	18,8	13,3	0,1	0,4	36	1991,20	1948,27	1981,73	0,98	1,00
PL2459	1200	300	18,8	13,3	0,2	0,4	24	1918,74	1890,91	1768,27	0,99	0,92
PL2460	1200	300	18,8	13,3	0,2	0,4	30	1800,78	1848,63	1818,43	1,03	1,01
PL2461	1200	300	18,8	13,3	0,2	0,4	36	1709,98	1669,34	1698,00	0,98	0,99
PL2462	1200	300	18,8	13,3	0,3	0,4	24	1682,73	1646,45	1539,67	0,98	0,91
PL2463	1200	300	18,8	13,3	0,3	0,4	30	1581,97	1609,64	1583,35	1,02	1,00
PL2464	1200	300	18,8	13,3	0,3	0,4	36	1497,98	1453,53	1478,49	0,97	0,99
PL2465	1200	300	18,8	13,3	0,4	0,4	24	1497,93	1457,32	1362,80	0,97	0,91
PL2466	1200	300	18,8	13,3	0,4	0,4	30	1410,28	1424,74	1401,47	1,01	0,99
PL2467	1200	300	18,8	13,3	0,4	0,4	36	1332,55	1286,56	1308,65	0,97	0,98
PL2468	1200	300	18,8	13,3	0,5	0,4	24	1349,44	1310,99	1225,96	0,97	0,91
PL2469	1200	300	18,8	13,3	0,5	0,4	30	1272,05	1281,68	1260,74	1,01	0,99
PL2470	1200	300	18,8	13,3	0,5	0,4	36	1199,91	1157,37	1177,25	0,96	0,98
PL2471	1200	400	33,3	24,0	0	0,4	24	13231,26	13348,10	12853,19	1,01	0,97
PL2472	1200	400	33,3	24,0	0	0,4	30	12361,79	12352,76	12465,50	1,00	1,01
PL2473	1200	400	33,3	24,0	0	0,4	36	11859,47	11883,53	12342,46	1,00	1,04
PL2474	1200	400	33,3	24,0	0,1	0,4	24	11066,89	11240,94	10824,15	1,02	0,98
PL2475	1200	400	33,3	24,0	0,1	0,4	30	10364,51	10402,73	10497,67	1,00	1,01
PL2476	1200	400	33,3	24,0	0,1	0,4	36	9882,40	10007,57	10394,05	1,01	1,05
PL2477	1200	400	33,3	24,0	0,2	0,4	24	9504,25	9615,86	9259,33	1,01	0,97
PL2478	1200	400	33,3	24,0	0,2	0,4	30	8918,86	8898,83	8980,05	1,00	1,01
PL2479	1200	400	33,3	24,0	0,2	0,4	36	8467,67	8560,81	8891,41	1,01	1,05
PL2480	1200	400	33,3	24,0	0,3	0,4	24	8325,07	8362,59	8052,52	1,00	0,97
PL2481	1200	400	33,3	24,0	0,3	0,4	30	7825,19	7739,01	7809,64	0,99	1,00
PL2482	1200	400	33,3	24,0	0,3	0,4	36	7406,00	7445,04	7732,55	1,01	1,04
PL2483	1200	400	33,3	24,0	0,4	0,4	24	7404,50	7396,04	7121,82	1,00	0,96
PL2484	1200	400	33,3	24,0	0,4	0,4	30	6969,43	6844,54	6907,00	0,98	0,99
PL2485	1200	400	33,3	24,0	0,4	0,4	36	6580,25	6584,54	6838,83	1,00	1,04
PL2486	1200	400	33,3	24,0	0,5	0,4	24	6666,29	6650,63	6404,04	1,00	0,96
PL2487	1200	400	33,3	24,0	0,5	0,4	30	6281,81	6154,71	6210,88	0,98	0,99
PL2488	1200	400	33,3	24,0	0,5	0,4	36	5919,79	5920,91	6149,57	1,00	1,04
PL2489	1200	400	25,0	24,0	0	0,4	24	10844,10	11245,47	11073,85	1,04	1,02
PL2490	1200	400	25,0	24,0	0	0,4	30	10191,07	9997,39	10282,60	0,98	1,01
PL2491	1200	400	25,0	24,0	0	0,4	36	9848,89	9809,54	10345,01	1,00	1,05

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL2492	1200	400	25,0	24,0	0,1	0,4	24	9056,42	9481,27	9336,57	1,05	1,03
PL2493	1200	400	25,0	24,0	0,1	0,4	30	8540,95	8428,99	8669,45	0,99	1,02
PL2494	1200	400	25,0	24,0	0,1	0,4	36	8187,00	8270,61	8722,07	1,01	1,07
PL2495	1200	400	25,0	24,0	0,2	0,4	24	7770,33	8118,19	7994,29	1,04	1,03
PL2496	1200	400	25,0	24,0	0,2	0,4	30	7347,93	7217,19	7423,08	0,98	1,01
PL2497	1200	400	25,0	24,0	0,2	0,4	36	7003,25	7081,58	7468,14	1,01	1,07
PL2498	1200	400	25,0	24,0	0,3	0,4	24	6802,01	7065,02	6957,19	1,04	1,02
PL2499	1200	400	25,0	24,0	0,3	0,4	30	6446,01	6280,91	6460,09	0,97	1,00
PL2500	1200	400	25,0	24,0	0,3	0,4	36	6117,75	6162,89	6499,30	1,01	1,06
PL2501	1200	400	25,0	24,0	0,4	0,4	24	6047,18	6251,30	6155,90	1,03	1,02
PL2502	1200	400	25,0	24,0	0,4	0,4	30	5740,57	5557,50	5716,04	0,97	1,00
PL2503	1200	400	25,0	24,0	0,4	0,4	36	5430,62	5453,07	5750,74	1,00	1,06
PL2504	1200	400	25,0	24,0	0,5	0,4	24	5442,53	5622,59	5536,78	1,03	1,02
PL2505	1200	400	25,0	24,0	0,5	0,4	30	5173,90	4998,57	5141,17	0,97	0,99
PL2506	1200	400	25,0	24,0	0,5	0,4	36	4882,00	4904,65	5172,37	1,00	1,06
PL2507	1200	400	33,3	17,1	0	0,4	24	9179,32	9265,58	8180,79	1,01	0,89
PL2508	1200	400	33,3	17,1	0	0,4	30	8324,37	8349,55	7786,41	1,00	0,94
PL2509	1200	400	33,3	17,1	0	0,4	36	7813,20	8092,52	7855,72	1,04	1,01
PL2510	1200	400	33,3	17,1	0,1	0,4	24	7735,95	7802,90	6889,35	1,01	0,89
PL2511	1200	400	33,3	17,1	0,1	0,4	30	7014,12	7031,47	6557,23	1,00	0,93
PL2512	1200	400	33,3	17,1	0,1	0,4	36	6548,33	6815,01	6615,60	1,04	1,01
PL2513	1200	400	33,3	17,1	0,2	0,4	24	6672,34	6674,85	5893,38	1,00	0,88
PL2514	1200	400	33,3	17,1	0,2	0,4	30	6053,91	6014,95	5609,27	0,99	0,93
PL2515	1200	400	33,3	17,1	0,2	0,4	36	5631,78	5829,78	5659,20	1,04	1,00
PL2516	1200	400	33,3	17,1	0,3	0,4	24	5860,33	5804,89	5125,27	0,99	0,87
PL2517	1200	400	33,3	17,1	0,3	0,4	30	5321,93	5231,00	4878,19	0,98	0,92
PL2518	1200	400	33,3	17,1	0,3	0,4	36	4938,33	5069,96	4921,61	1,03	1,00
PL2519	1200	400	33,3	17,1	0,4	0,4	24	5221,71	5133,96	4532,89	0,98	0,87
PL2520	1200	400	33,3	17,1	0,4	0,4	30	4746,28	4626,40	4314,37	0,97	0,91
PL2521	1200	400	33,3	17,1	0,4	0,4	36	4395,90	4483,98	4352,77	1,02	0,99
PL2522	1200	400	33,3	17,1	0,5	0,4	24	4707,05	4616,53	4076,04	0,98	0,87
PL2523	1200	400	33,3	17,1	0,5	0,4	30	4282,10	4160,13	3879,54	0,97	0,91
PL2524	1200	400	33,3	17,1	0,5	0,4	36	3960,26	4032,06	3914,08	1,02	0,99
PL2525	1200	400	25,0	17,1	0	0,4	24	7290,76	7142,18	6459,19	0,98	0,89
PL2526	1200	400	25,0	17,1	0	0,4	30	6640,48	6781,24	6469,13	1,02	0,97
PL2527	1200	400	25,0	17,1	0	0,4	36	6334,52	6261,22	6202,53	0,99	0,98
PL2528	1200	400	25,0	17,1	0,1	0,4	24	6123,34	6021,71	5445,86	0,98	0,89
PL2529	1200	400	25,0	17,1	0,1	0,4	30	5592,98	5717,39	5454,24	1,02	0,98
PL2530	1200	400	25,0	17,1	0,1	0,4	36	5293,30	5278,96	5229,47	1,00	0,99
PL2531	1200	400	25,0	17,1	0,2	0,4	24	5271,57	5155,99	4662,93	0,98	0,88
PL2532	1200	400	25,0	17,1	0,2	0,4	30	4827,11	4895,42	4670,11	1,01	0,97
PL2533	1200	400	25,0	17,1	0,2	0,4	36	4543,40	4520,02	4477,65	0,99	0,99
PL2534	1200	400	25,0	17,1	0,3	0,4	24	4624,74	4487,11	4058,01	0,97	0,88
PL2535	1200	400	25,0	17,1	0,3	0,4	30	4243,87	4260,34	4064,26	1,00	0,96
PL2536	1200	400	25,0	17,1	0,3	0,4	36	3978,36	3933,64	3896,77	0,99	0,98
PL2537	1200	400	25,0	17,1	0,4	0,4	24	4117,71	3970,30	3590,63	0,96	0,87
PL2538	1200	400	25,0	17,1	0,4	0,4	30	3785,39	3769,66	3596,15	1,00	0,95

(continua)

Tabela B.32 – Modelos numéricos para análise da variação da linha neutra do momento não uniforme de vãos desiguais.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	L_1/L	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PL2539	1200	400	25,0	17,1	0,4	0,4	36	3537,65	3480,58	3447,95	0,98	0,97
PL2540	1200	400	25,0	17,1	0,5	0,4	24	3709,97	3571,00	3229,51	0,96	0,87
PL2541	1200	400	25,0	17,1	0,5	0,4	30	3415,75	3390,53	3234,48	0,99	0,95
PL2542	1200	400	25,0	17,1	0,5	0,4	36	3184,47	3130,53	3101,19	0,98	0,97
PL2543	1200	400	33,3	13,3	0	0,4	24	7011,32	8179,32	6762,21	1,17	0,96
PL2544	1200	400	33,3	13,3	0	0,4	30	6370,73	6496,78	5678,08	1,02	0,89
PL2545	1200	400	33,3	13,3	0	0,4	36	5882,17	6023,14	5504,02	1,02	0,94
PL2546	1200	400	33,3	13,3	0,1	0,4	24	6123,63	6888,12	5694,71	1,12	0,93
PL2547	1200	400	33,3	13,3	0,1	0,4	30	5417,62	5471,18	4781,73	1,01	0,88
PL2548	1200	400	33,3	13,3	0,1	0,4	36	4960,88	5072,31	4635,14	1,02	0,93
PL2549	1200	400	33,3	13,3	0,2	0,4	24	5358,17	5892,32	4871,44	1,10	0,91
PL2550	1200	400	33,3	13,3	0,2	0,4	30	4699,11	4680,23	4090,44	1,00	0,87
PL2551	1200	400	33,3	13,3	0,2	0,4	36	4282,24	4339,02	3965,05	1,01	0,93
PL2552	1200	400	33,3	13,3	0,3	0,4	24	4741,79	5124,35	4236,53	1,08	0,89
PL2553	1200	400	33,3	13,3	0,3	0,4	30	4143,24	4070,23	3557,32	0,98	0,86
PL2554	1200	400	33,3	13,3	0,3	0,4	36	3763,81	3773,50	3448,27	1,00	0,92
PL2555	1200	400	33,3	13,3	0,4	0,4	24	4244,53	4532,08	3746,87	1,07	0,88
PL2556	1200	400	33,3	13,3	0,4	0,4	30	3702,21	3599,80	3146,16	0,97	0,85
PL2557	1200	400	33,3	13,3	0,4	0,4	36	3355,77	3337,36	3049,72	0,99	0,91
PL2558	1200	400	33,3	13,3	0,5	0,4	24	3837,86	4075,31	3369,24	1,06	0,88
PL2559	1200	400	33,3	13,3	0,5	0,4	30	3344,52	3236,99	2829,08	0,97	0,85
PL2560	1200	400	33,3	13,3	0,5	0,4	36	3026,66	3001,00	2742,35	0,99	0,91
PL2561	1200	400	25,0	13,3	0	0,4	24	5640,99	5974,32	5058,14	1,06	0,90
PL2562	1200	400	25,0	13,3	0	0,4	30	4975,22	4901,60	4387,63	0,99	0,88
PL2563	1200	400	25,0	13,3	0	0,4	36	4675,81	4740,51	4431,71	1,01	0,95
PL2564	1200	400	25,0	13,3	0,1	0,4	24	4795,54	5037,06	4264,61	1,05	0,89
PL2565	1200	400	25,0	13,3	0,1	0,4	30	4211,24	4132,63	3699,29	0,98	0,88
PL2566	1200	400	25,0	13,3	0,1	0,4	36	3925,83	3996,81	3736,46	1,02	0,95
PL2567	1200	400	25,0	13,3	0,2	0,4	24	4154,27	4312,90	3651,51	1,04	0,88
PL2568	1200	400	25,0	13,3	0,2	0,4	30	3644,97	3538,50	3167,46	0,97	0,87
PL2569	1200	400	25,0	13,3	0,2	0,4	36	3379,47	3422,20	3199,28	1,01	0,95
PL2570	1200	400	25,0	13,3	0,3	0,4	24	3658,12	3753,39	3177,80	1,03	0,87
PL2571	1200	400	25,0	13,3	0,3	0,4	30	3210,30	3079,45	2756,55	0,96	0,86
PL2572	1200	400	25,0	13,3	0,3	0,4	36	2964,88	2978,24	2784,24	1,00	0,94
PL2573	1200	400	25,0	13,3	0,4	0,4	24	3264,95	3321,09	2811,79	1,02	0,86
PL2574	1200	400	25,0	13,3	0,4	0,4	30	2866,89	2724,77	2439,06	0,95	0,85
PL2575	1200	400	25,0	13,3	0,4	0,4	36	2640,00	2635,22	2463,56	1,00	0,93
PL2576	1200	400	25,0	13,3	0,5	0,4	24	2946,56	2987,08	2529,01	1,01	0,86
PL2577	1200	400	25,0	13,3	0,5	0,4	30	2589,08	2450,74	2193,76	0,95	0,85
PL2578	1200	400	25,0	13,3	0,5	0,4	36	2378,77	2370,19	2215,80	1,00	0,93
Média											0,99	0,98
Coef. de variação											3,0%	7,8%

Tabela B.33 – Modelos numéricos para avaliação do momento fletor não uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_o	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PR1	300	75	6,3	6,0	0,1	1000	6,2	89,1	86,9	91,2	0,98	1,02
PR2	300	75	6,3	6,0	0,1	2000	6,2	89,6	87,3	91,7	0,97	1,02
PR3	300	75	6,3	6,0	0,1	1000	7,5	84,6	85,3	90,7	1,01	1,07
PR4	300	75	6,3	6,0	0,1	2000	7,5	85,1	85,6	91,1	1,01	1,07
PR5	300	75	6,3	6,0	0,1	1000	9,2	80,9	83,3	89,5	1,03	1,11
PR6	300	75	6,3	6,0	0,1	2000	9,2	81,3	83,5	89,8	1,03	1,10
PR7	300	75	6,3	6,0	0,2	1000	6,2	76,2	74,4	77,9	0,98	1,02
PR8	300	75	6,3	6,0	0,2	2000	6,2	76,7	74,7	78,2	0,97	1,02
PR9	300	75	6,3	6,0	0,2	1000	7,5	72,5	73,0	77,4	1,01	1,07
PR10	300	75	6,3	6,0	0,2	2000	7,5	72,9	73,3	77,7	1,01	1,07
PR11	300	75	6,3	6,0	0,2	1000	9,2	69,1	71,3	76,4	1,03	1,10
PR12	300	75	6,3	6,0	0,2	2000	9,2	69,5	71,5	76,6	1,03	1,10
PR13	300	75	6,3	6,0	0,3	1000	6,2	66,6	64,8	68,0	0,97	1,02
PR14	300	75	6,3	6,0	0,3	2000	6,2	67,0	65,0	68,3	0,97	1,02
PR15	300	75	6,3	6,0	0,3	1000	7,5	63,4	63,5	67,6	1,00	1,07
PR16	300	75	6,3	6,0	0,3	2000	7,5	63,8	63,8	67,9	1,00	1,06
PR17	300	75	6,3	6,0	0,3	1000	9,2	60,3	62,0	66,7	1,03	1,10
PR18	300	75	6,3	6,0	0,3	2000	9,2	60,6	62,2	66,9	1,03	1,10
PR19	300	75	4,7	6,0	0,1	1000	6,2	74,0	74,2	78,9	1,00	1,07
PR20	300	75	4,7	6,0	0,1	2000	6,2	74,4	74,5	79,3	1,00	1,06
PR21	300	75	4,7	6,0	0,1	1000	7,5	71,0	71,2	76,6	1,00	1,08
PR22	300	75	4,7	6,0	0,1	2000	7,5	71,4	71,5	77,0	1,00	1,08
PR23	300	75	4,7	6,0	0,1	1000	9,2	67,2	69,3	75,2	1,03	1,12
PR24	300	75	4,7	6,0	0,1	2000	9,2	67,6	69,6	75,6	1,03	1,12
PR25	300	75	4,7	6,0	0,2	1000	6,2	63,2	63,6	67,3	1,00	1,06
PR26	300	75	4,7	6,0	0,2	2000	6,2	63,6	63,9	67,7	1,00	1,06
PR27	300	75	4,7	6,0	0,2	1000	7,5	60,8	61,0	65,4	1,00	1,08
PR28	300	75	4,7	6,0	0,2	2000	7,5	61,1	61,3	65,7	1,00	1,08
PR29	300	75	4,7	6,0	0,2	1000	9,2	57,3	59,4	64,2	1,04	1,12
PR30	300	75	4,7	6,0	0,2	2000	9,2	57,6	59,7	64,5	1,04	1,12
PR31	300	75	4,7	6,0	0,3	1000	6,2	55,2	55,3	58,8	1,00	1,07
PR32	300	75	4,7	6,0	0,3	2000	6,2	55,5	55,6	59,1	1,00	1,07
PR33	300	75	4,7	6,0	0,3	1000	7,5	53,1	53,1	57,1	1,00	1,08
PR34	300	75	4,7	6,0	0,3	2000	7,5	53,4	53,3	57,4	1,00	1,08
PR35	300	75	4,7	6,0	0,3	1000	9,2	50,0	51,7	56,1	1,04	1,12
PR36	300	75	4,7	6,0	0,3	2000	9,2	50,2	51,9	56,3	1,03	1,12
PR37	300	75	6,3	4,3	0,1	1000	6,2	56,7	57,8	58,0	1,02	1,02
PR38	300	75	6,3	4,3	0,1	2000	6,2	56,9	57,9	58,1	1,02	1,02
PR39	300	75	6,3	4,3	0,1	1000	7,5	55,5	53,5	54,5	0,96	0,98
PR40	300	75	6,3	4,3	0,1	2000	7,5	55,6	53,6	54,6	0,96	0,98
PR41	300	75	6,3	4,3	0,1	1000	9,2	52,9	53,0	54,8	1,00	1,04
PR42	300	75	6,3	4,3	0,1	2000	9,2	53,0	53,1	54,9	1,00	1,04
PR43	300	75	6,3	4,3	0,2	1000	6,2	48,7	49,5	49,5	1,02	1,02
PR44	300	75	6,3	4,3	0,2	2000	6,2	48,9	49,6	49,6	1,01	1,02
PR45	300	75	6,3	4,3	0,2	1000	7,5	47,7	45,8	46,5	0,96	0,98
PR46	300	75	6,3	4,3	0,2	2000	7,5	47,8	45,9	46,6	0,96	0,97
PR47	300	75	6,3	4,3	0,2	1000	9,2	45,3	45,4	46,8	1,00	1,03

(continua)

Tabela B.33 – Modelos numéricos para avaliação do momento fletor não uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PR48	300	75	6,3	4,3	0,2	2000	9,2	45,4	45,4	46,9	1,00	1,03
PR49	300	75	6,3	4,3	0,3	1000	6,2	42,7	43,1	43,2	1,01	1,01
PR50	300	75	6,3	4,3	0,3	2000	6,2	42,8	43,2	43,3	1,01	1,01
PR51	300	75	6,3	4,3	0,3	1000	7,5	41,8	39,9	40,6	0,95	0,97
PR52	300	75	6,3	4,3	0,3	2000	7,5	41,9	39,9	40,7	0,95	0,97
PR53	300	75	6,3	4,3	0,3	1000	9,2	39,6	39,5	40,9	1,00	1,03
PR54	300	75	6,3	4,3	0,3	2000	9,2	39,7	39,5	40,9	1,00	1,03
PR55	300	75	4,7	4,3	0,1	1000	6,2	46,7	48,1	48,9	1,03	1,05
PR56	300	75	4,7	4,3	0,1	2000	6,2	46,9	48,1	48,9	1,03	1,04
PR57	300	75	4,7	4,3	0,1	1000	7,5	45,8	44,1	45,5	0,96	0,99
PR58	300	75	4,7	4,3	0,1	2000	7,5	46,0	44,1	45,6	0,96	0,99
PR59	300	75	4,7	4,3	0,1	1000	9,2	42,9	42,9	44,9	1,00	1,05
PR60	300	75	4,7	4,3	0,1	2000	9,2	43,0	42,9	45,0	1,00	1,05
PR61	300	75	4,7	4,3	0,2	1000	6,2	40,1	41,2	41,7	1,03	1,04
PR62	300	75	4,7	4,3	0,2	2000	6,2	40,2	41,2	41,8	1,03	1,04
PR63	300	75	4,7	4,3	0,2	1000	7,5	39,3	37,8	38,9	0,96	0,99
PR64	300	75	4,7	4,3	0,2	2000	7,5	39,4	37,8	38,9	0,96	0,99
PR65	300	75	4,7	4,3	0,2	1000	9,2	36,7	36,7	38,3	1,00	1,05
PR66	300	75	4,7	4,3	0,2	2000	9,2	36,7	36,8	38,4	1,00	1,05
PR67	300	75	4,7	4,3	0,3	1000	6,2	35,1	35,9	36,4	1,02	1,04
PR68	300	75	4,7	4,3	0,3	2000	6,2	35,2	35,9	36,5	1,02	1,04
PR69	300	75	4,7	4,3	0,3	1000	7,5	34,4	32,9	33,9	0,96	0,99
PR70	300	75	4,7	4,3	0,3	2000	7,5	34,5	32,9	34,0	0,95	0,99
PR71	300	75	4,7	4,3	0,3	1000	9,2	32,0	32,0	33,5	1,00	1,05
PR72	300	75	4,7	4,3	0,3	2000	9,2	32,1	32,0	33,5	1,00	1,05
PR73	300	75	6,3	3,3	0,1	1000	6,2	41,5	40,0	38,8	0,96	0,94
PR74	300	75	6,3	3,3	0,1	2000	6,2	41,5	40,0	38,8	0,96	0,93
PR75	300	75	6,3	3,3	0,1	1000	7,5	40,0	40,5	39,9	1,01	1,00
PR76	300	75	6,3	3,3	0,1	2000	7,5	40,1	40,5	39,9	1,01	1,00
PR77	300	75	6,3	3,3	0,1	1000	9,2	39,1	37,3	37,3	0,95	0,96
PR78	300	75	6,3	3,3	0,1	2000	9,2	39,1	37,3	37,4	0,95	0,95
PR79	300	75	6,3	3,3	0,2	1000	6,2	35,8	34,3	33,1	0,96	0,93
PR80	300	75	6,3	3,3	0,2	2000	6,2	35,8	34,3	33,1	0,96	0,93
PR81	300	75	6,3	3,3	0,2	1000	7,5	34,5	34,7	34,0	1,01	0,99
PR82	300	75	6,3	3,3	0,2	2000	7,5	34,6	34,7	34,1	1,00	0,99
PR83	300	75	6,3	3,3	0,2	1000	9,2	33,5	31,9	31,9	0,95	0,95
PR84	300	75	6,3	3,3	0,2	2000	9,2	33,6	31,9	31,9	0,95	0,95
PR85	300	75	6,3	3,3	0,3	1000	6,2	31,4	29,8	28,9	0,95	0,92
PR86	300	75	6,3	3,3	0,3	2000	6,2	31,4	29,8	28,9	0,95	0,92
PR87	300	75	6,3	3,3	0,3	1000	7,5	30,3	30,2	29,7	1,00	0,98
PR88	300	75	6,3	3,3	0,3	2000	7,5	30,4	30,2	29,8	0,99	0,98
PR89	300	75	6,3	3,3	0,3	1000	9,2	29,4	27,8	27,8	0,95	0,95
PR90	300	75	6,3	3,3	0,3	2000	9,2	29,4	27,8	27,8	0,95	0,95
PR91	300	75	4,7	3,3	0,1	1000	6,2	33,2	32,5	32,0	0,98	0,96
PR92	300	75	4,7	3,3	0,1	2000	6,2	33,2	32,6	32,0	0,98	0,96
PR93	300	75	4,7	3,3	0,1	1000	7,5	32,7	32,9	32,9	1,01	1,01
PR94	300	75	4,7	3,3	0,1	2000	7,5	32,8	33,0	32,9	1,01	1,00

(continua)

Tabela B.33 – Modelos numéricos para avaliação do momento fletor não uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PR95	300	75	4,7	3,3	0,1	1000	9,2	31,2	30,2	30,7	0,97	0,98
PR96	300	75	4,7	3,3	0,1	2000	9,2	31,3	30,3	30,7	0,97	0,98
PR97	300	75	4,7	3,3	0,2	1000	6,2	28,6	27,9	27,3	0,98	0,96
PR98	300	75	4,7	3,3	0,2	2000	6,2	28,6	27,9	27,3	0,98	0,96
PR99	300	75	4,7	3,3	0,2	1000	7,5	28,1	28,2	28,1	1,00	1,00
PR100	300	75	4,7	3,3	0,2	2000	7,5	28,2	28,2	28,1	1,00	1,00
PR101	300	75	4,7	3,3	0,2	1000	9,2	26,8	25,9	26,2	0,97	0,98
PR102	300	75	4,7	3,3	0,2	2000	9,2	26,8	25,9	26,2	0,97	0,98
PR103	300	75	4,7	3,3	0,3	1000	6,2	25,0	24,3	23,8	0,97	0,95
PR104	300	75	4,7	3,3	0,3	2000	6,2	25,1	24,3	23,8	0,97	0,95
PR105	300	75	4,7	3,3	0,3	1000	7,5	24,7	24,6	24,5	1,00	0,99
PR106	300	75	4,7	3,3	0,3	2000	7,5	24,7	24,6	24,5	0,99	0,99
PR107	300	75	4,7	3,3	0,3	1000	9,2	23,4	22,6	22,9	0,96	0,98
PR108	300	75	4,7	3,3	0,3	2000	9,2	23,4	22,6	22,9	0,96	0,98
PR109	300	100	8,3	6,0	0,1	1000	6,2	165,3	168,2	167,6	1,02	1,01
PR110	300	100	8,3	6,0	0,1	2000	6,2	166,4	169,1	168,6	1,02	1,01
PR111	300	100	8,3	6,0	0,1	1000	7,5	162,0	159,5	161,5	0,98	1,00
PR112	300	100	8,3	6,0	0,1	2000	7,5	163,1	160,0	162,1	0,98	0,99
PR113	300	100	8,3	6,0	0,1	1000	9,2	153,8	155,9	160,3	1,01	1,04
PR114	300	100	8,3	6,0	0,1	2000	9,2	154,6	156,7	161,3	1,01	1,04
PR115	300	100	8,3	6,0	0,2	1000	6,2	141,8	143,9	142,9	1,01	1,01
PR116	300	100	8,3	6,0	0,2	2000	6,2	142,7	144,6	143,7	1,01	1,01
PR117	300	100	8,3	6,0	0,2	1000	7,5	139,3	136,4	137,7	0,98	0,99
PR118	300	100	8,3	6,0	0,2	2000	7,5	140,3	136,9	138,2	0,98	0,99
PR119	300	100	8,3	6,0	0,2	1000	9,2	131,7	133,4	136,7	1,01	1,04
PR120	300	100	8,3	6,0	0,2	2000	9,2	132,4	134,1	137,5	1,01	1,04
PR121	300	100	8,3	6,0	0,3	1000	6,2	124,0	125,1	124,6	1,01	1,00
PR122	300	100	8,3	6,0	0,3	2000	6,2	124,8	125,8	125,4	1,01	1,00
PR123	300	100	8,3	6,0	0,3	1000	7,5	122,2	118,7	120,1	0,97	0,98
PR124	300	100	8,3	6,0	0,3	2000	7,5	123,0	119,1	120,6	0,97	0,98
PR125	300	100	8,3	6,0	0,3	1000	9,2	115,1	116,0	119,3	1,01	1,04
PR126	300	100	8,3	6,0	0,3	2000	9,2	115,7	116,6	119,9	1,01	1,04
PR127	300	100	6,3	6,0	0,1	1000	6,2	135,9	144,1	145,5	1,06	1,07
PR128	300	100	6,3	6,0	0,1	2000	6,2	136,9	145,0	146,4	1,06	1,07
PR129	300	100	6,3	6,0	0,1	1000	7,5	132,2	129,9	133,2	0,98	1,01
PR130	300	100	6,3	6,0	0,1	2000	7,5	133,1	130,4	133,8	0,98	1,01
PR131	300	100	6,3	6,0	0,1	1000	9,2	125,6	127,6	132,8	1,02	1,06
PR132	300	100	6,3	6,0	0,1	2000	9,2	126,3	128,0	133,3	1,01	1,06
PR133	300	100	6,3	6,0	0,2	1000	6,2	116,3	123,4	124,1	1,06	1,07
PR134	300	100	6,3	6,0	0,2	2000	6,2	117,2	124,1	125,0	1,06	1,07
PR135	300	100	6,3	6,0	0,2	1000	7,5	113,5	111,2	113,7	0,98	1,00
PR136	300	100	6,3	6,0	0,2	2000	7,5	114,2	111,7	114,2	0,98	1,00
PR137	300	100	6,3	6,0	0,2	1000	9,2	107,4	109,3	113,3	1,02	1,05
PR138	300	100	6,3	6,0	0,2	2000	9,2	108,0	109,6	113,8	1,02	1,05
PR139	300	100	6,3	6,0	0,3	1000	6,2	101,6	107,4	108,3	1,06	1,07
PR140	300	100	6,3	6,0	0,3	2000	6,2	102,4	108,0	109,1	1,06	1,07
PR141	300	100	6,3	6,0	0,3	1000	7,5	99,4	96,8	99,2	0,97	1,00

(continua)

Tabela B.33 – Modelos numéricos para avaliação do momento fletor não uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PR142	300	100	6,3	6,0	0,3	2000	7,5	100,0	97,2	99,7	0,97	1,00
PR143	300	100	6,3	6,0	0,3	1000	9,2	93,8	95,1	98,9	1,01	1,05
PR144	300	100	6,3	6,0	0,3	2000	9,2	94,3	95,4	99,3	1,01	1,05
PR145	300	100	8,3	4,3	0,1	1000	6,2	113,0	109,9	104,7	0,97	0,93
PR146	300	100	8,3	4,3	0,1	2000	6,2	113,2	110,0	104,8	0,97	0,93
PR147	300	100	8,3	4,3	0,1	1000	7,5	106,3	104,7	101,3	0,99	0,95
PR148	300	100	8,3	4,3	0,1	2000	7,5	106,6	104,9	101,5	0,98	0,95
PR149	300	100	8,3	4,3	0,1	1000	9,2	102,3	102,7	101,1	1,00	0,99
PR150	300	100	8,3	4,3	0,1	2000	9,2	102,6	102,8	101,2	1,00	0,99
PR151	300	100	8,3	4,3	0,2	1000	6,2	97,4	94,0	89,3	0,97	0,92
PR152	300	100	8,3	4,3	0,2	2000	6,2	97,5	94,1	89,4	0,97	0,92
PR153	300	100	8,3	4,3	0,2	1000	7,5	91,8	89,6	86,4	0,98	0,94
PR154	300	100	8,3	4,3	0,2	2000	7,5	92,0	89,7	86,5	0,98	0,94
PR155	300	100	8,3	4,3	0,2	1000	9,2	87,9	87,9	86,2	1,00	0,98
PR156	300	100	8,3	4,3	0,2	2000	9,2	88,2	88,0	86,3	1,00	0,98
PR157	300	100	8,3	4,3	0,3	1000	6,2	85,5	81,8	77,9	0,96	0,91
PR158	300	100	8,3	4,3	0,3	2000	6,2	85,6	81,9	78,0	0,96	0,91
PR159	300	100	8,3	4,3	0,3	1000	7,5	80,7	77,9	75,3	0,97	0,93
PR160	300	100	8,3	4,3	0,3	2000	7,5	80,9	78,0	75,5	0,96	0,93
PR161	300	100	8,3	4,3	0,3	1000	9,2	77,0	76,4	75,2	0,99	0,98
PR162	300	100	8,3	4,3	0,3	2000	9,2	77,3	76,5	75,3	0,99	0,97
PR163	300	100	6,3	4,3	0,1	1000	6,2	88,9	86,3	83,3	0,97	0,94
PR164	300	100	6,3	4,3	0,1	2000	6,2	89,0	86,4	83,4	0,97	0,94
PR165	300	100	6,3	4,3	0,1	1000	7,5	84,5	85,9	84,2	1,02	1,00
PR166	300	100	6,3	4,3	0,1	2000	7,5	84,8	86,1	84,4	1,02	1,00
PR167	300	100	6,3	4,3	0,1	1000	9,2	82,5	80,5	80,2	0,98	0,97
PR168	300	100	6,3	4,3	0,1	2000	9,2	82,7	80,6	80,3	0,97	0,97
PR169	300	100	6,3	4,3	0,2	1000	6,2	76,4	73,9	71,1	0,97	0,93
PR170	300	100	6,3	4,3	0,2	2000	6,2	76,5	74,0	71,2	0,97	0,93
PR171	300	100	6,3	4,3	0,2	1000	7,5	72,9	73,6	71,9	1,01	0,99
PR172	300	100	6,3	4,3	0,2	2000	7,5	73,1	73,7	72,0	1,01	0,99
PR173	300	100	6,3	4,3	0,2	1000	9,2	70,7	68,9	68,5	0,97	0,97
PR174	300	100	6,3	4,3	0,2	2000	9,2	70,9	69,0	68,6	0,97	0,97
PR175	300	100	6,3	4,3	0,3	1000	6,2	67,0	64,3	62,0	0,96	0,93
PR176	300	100	6,3	4,3	0,3	2000	6,2	67,1	64,4	62,1	0,96	0,93
PR177	300	100	6,3	4,3	0,3	1000	7,5	64,0	64,0	62,7	1,00	0,98
PR178	300	100	6,3	4,3	0,3	2000	7,5	64,2	64,2	62,9	1,00	0,98
PR179	300	100	6,3	4,3	0,3	1000	9,2	61,9	60,0	59,7	0,97	0,97
PR180	300	100	6,3	4,3	0,3	2000	9,2	62,1	60,0	59,8	0,97	0,96
PR181	300	100	8,3	3,3	0,1	1000	6,2	90,2	92,4	86,1	1,02	0,95
PR182	300	100	8,3	3,3	0,1	2000	6,2	90,3	92,5	86,1	1,02	0,95
PR183	300	100	8,3	3,3	0,1	1000	7,5	81,0	79,2	74,1	0,98	0,91
PR184	300	100	8,3	3,3	0,1	2000	7,5	81,0	79,2	74,1	0,98	0,91
PR185	300	100	8,3	3,3	0,1	1000	9,2	75,2	75,7	72,0	1,01	0,96
PR186	300	100	8,3	3,3	0,1	2000	9,2	75,3	75,8	72,0	1,01	0,96
PR187	300	100	8,3	3,3	0,2	1000	6,2	78,4	79,1	73,4	1,01	0,94
PR188	300	100	8,3	3,3	0,2	2000	6,2	78,5	79,1	73,4	1,01	0,93

(continua)

Tabela B.33 – Modelos numéricos para avaliação do momento fletor não uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PR189	300	100	8,3	3,3	0,2	1000	7,5	70,3	67,8	63,1	0,96	0,90
PR190	300	100	8,3	3,3	0,2	2000	7,5	70,3	67,8	63,2	0,96	0,90
PR191	300	100	8,3	3,3	0,2	1000	9,2	64,9	64,8	61,4	1,00	0,95
PR192	300	100	8,3	3,3	0,2	2000	9,2	65,0	64,8	61,4	1,00	0,95
PR193	300	100	8,3	3,3	0,3	1000	6,2	69,2	68,8	64,0	0,99	0,92
PR194	300	100	8,3	3,3	0,3	2000	6,2	69,3	68,8	64,0	0,99	0,92
PR195	300	100	8,3	3,3	0,3	1000	7,5	62,0	58,9	55,1	0,95	0,89
PR196	300	100	8,3	3,3	0,3	2000	7,5	62,0	59,0	55,1	0,95	0,89
PR197	300	100	8,3	3,3	0,3	1000	9,2	57,0	56,3	53,5	0,99	0,94
PR198	300	100	8,3	3,3	0,3	2000	9,2	57,1	56,4	53,6	0,99	0,94
PR199	300	100	6,3	3,3	0,1	1000	6,2	69,3	68,6	64,1	0,99	0,92
PR200	300	100	6,3	3,3	0,1	2000	6,2	69,4	68,7	64,1	0,99	0,92
PR201	300	100	6,3	3,3	0,1	1000	7,5	62,3	60,5	57,3	0,97	0,92
PR202	300	100	6,3	3,3	0,1	2000	7,5	62,3	60,5	57,3	0,97	0,92
PR203	300	100	6,3	3,3	0,1	1000	9,2	59,3	60,6	58,3	1,02	0,98
PR204	300	100	6,3	3,3	0,1	2000	9,2	59,4	60,6	58,4	1,02	0,98
PR205	300	100	6,3	3,3	0,2	1000	6,2	59,9	58,8	54,7	0,98	0,91
PR206	300	100	6,3	3,3	0,2	2000	6,2	60,0	58,8	54,7	0,98	0,91
PR207	300	100	6,3	3,3	0,2	1000	7,5	53,9	51,8	48,9	0,96	0,91
PR208	300	100	6,3	3,3	0,2	2000	7,5	53,9	51,8	48,9	0,96	0,91
PR209	300	100	6,3	3,3	0,2	1000	9,2	51,0	51,9	49,8	1,02	0,98
PR210	300	100	6,3	3,3	0,2	2000	9,2	51,1	51,9	49,8	1,02	0,98
PR211	300	100	6,3	3,3	0,3	1000	6,2	52,7	51,1	47,7	0,97	0,91
PR212	300	100	6,3	3,3	0,3	2000	6,2	52,8	51,2	47,8	0,97	0,90
PR213	300	100	6,3	3,3	0,3	1000	7,5	47,4	45,1	42,7	0,95	0,90
PR214	300	100	6,3	3,3	0,3	2000	7,5	47,5	45,1	42,7	0,95	0,90
PR215	300	100	6,3	3,3	0,3	1000	9,2	44,7	45,1	43,4	1,01	0,97
PR216	300	100	6,3	3,3	0,3	2000	9,2	44,8	45,2	43,5	1,01	0,97
PR217	600	150	12,5	12,0	0,1	1000	12,2	690,4	681,3	712,5	0,99	1,03
PR218	600	150	12,5	12,0	0,1	2000	12,2	705,2	691,7	724,7	0,98	1,03
PR219	600	150	12,5	12,0	0,1	1000	15	662,3	669,3	710,5	1,01	1,07
PR220	600	150	12,5	12,0	0,1	2000	15	674,3	677,8	720,6	1,01	1,07
PR221	600	150	12,5	12,0	0,1	1000	18,3	621,9	647,5	694,3	1,04	1,12
PR222	600	150	12,5	12,0	0,1	2000	18,3	633,6	660,4	709,1	1,04	1,12
PR223	600	150	12,5	12,0	0,2	1000	12,2	590,3	583,4	608,1	0,99	1,03
PR224	600	150	12,5	12,0	0,2	2000	12,2	603,0	592,3	618,5	0,98	1,03
PR225	600	150	12,5	12,0	0,2	1000	15	567,4	573,1	606,3	1,01	1,07
PR226	600	150	12,5	12,0	0,2	2000	15	577,8	580,3	615,0	1,00	1,06
PR227	600	150	12,5	12,0	0,2	1000	18,3	530,9	554,4	592,6	1,04	1,12
PR228	600	150	12,5	12,0	0,2	2000	18,3	540,9	565,5	605,2	1,05	1,12
PR229	600	150	12,5	12,0	0,3	1000	12,2	515,4	507,7	530,7	0,98	1,03
PR230	600	150	12,5	12,0	0,3	2000	12,2	526,6	515,4	539,8	0,98	1,02
PR231	600	150	12,5	12,0	0,3	1000	15	496,3	498,8	529,2	1,00	1,07
PR232	600	150	12,5	12,0	0,3	2000	15	505,4	505,0	536,7	1,00	1,06
PR233	600	150	12,5	12,0	0,3	1000	18,3	463,1	482,5	517,2	1,04	1,12
PR234	600	150	12,5	12,0	0,3	2000	18,3	471,9	492,1	528,2	1,04	1,12
PR235	600	150	9,4	12,0	0,1	1000	12,2	579,2	577,0	611,0	1,00	1,06

(continua)

Tabela B.33 – Modelos numéricos para avaliação do momento fletor não uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_o	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PR236	600	150	9,4	12,0	0,1	2000	12,2	591,0	587,2	623,0	0,99	1,05
PR237	600	150	9,4	12,0	0,1	1000	15	554,0	556,7	597,7	1,01	1,08
PR238	600	150	9,4	12,0	0,1	2000	15	564,1	565,2	607,7	1,00	1,08
PR239	600	150	9,4	12,0	0,1	1000	18,3	526,5	543,5	588,4	1,03	1,12
PR240	600	150	9,4	12,0	0,1	2000	18,3	536,5	551,4	597,7	1,03	1,11
PR241	600	150	9,4	12,0	0,2	1000	12,2	494,6	494,4	521,8	1,00	1,06
PR242	600	150	9,4	12,0	0,2	2000	12,2	504,8	503,2	532,1	1,00	1,05
PR243	600	150	9,4	12,0	0,2	1000	15	473,9	477,0	510,5	1,01	1,08
PR244	600	150	9,4	12,0	0,2	2000	15	482,6	484,3	519,0	1,00	1,08
PR245	600	150	9,4	12,0	0,2	1000	18,3	449,4	465,7	502,5	1,04	1,12
PR246	600	150	9,4	12,0	0,2	2000	18,3	458,0	472,4	510,4	1,03	1,11
PR247	600	150	9,4	12,0	0,3	1000	12,2	431,5	430,4	455,6	1,00	1,06
PR248	600	150	9,4	12,0	0,3	2000	12,2	440,4	438,1	464,6	0,99	1,05
PR249	600	150	9,4	12,0	0,3	1000	15	414,0	415,4	445,7	1,00	1,08
PR250	600	150	9,4	12,0	0,3	2000	15	421,7	421,7	453,2	1,00	1,07
PR251	600	150	9,4	12,0	0,3	1000	18,3	392,0	405,5	438,7	1,03	1,12
PR252	600	150	9,4	12,0	0,3	2000	18,3	399,5	411,4	445,7	1,03	1,12
PR253	600	150	12,5	8,6	0,1	1000	12,2	448,8	454,3	454,7	1,01	1,01
PR254	600	150	12,5	8,6	0,1	2000	12,2	452,9	457,9	458,6	1,01	1,01
PR255	600	150	12,5	8,6	0,1	1000	15	438,9	424,4	432,2	0,97	0,98
PR256	600	150	12,5	8,6	0,1	2000	15	443,0	426,7	434,8	0,96	0,98
PR257	600	150	12,5	8,6	0,1	1000	18,3	412,5	422,5	436,7	1,02	1,06
PR258	600	150	12,5	8,6	0,1	2000	18,3	415,6	424,5	439,1	1,02	1,06
PR259	600	150	12,5	8,6	0,2	1000	12,2	385,2	389,0	388,1	1,01	1,01
PR260	600	150	12,5	8,6	0,2	2000	12,2	388,8	392,1	391,4	1,01	1,01
PR261	600	150	12,5	8,6	0,2	1000	15	377,2	363,4	368,9	0,96	0,98
PR262	600	150	12,5	8,6	0,2	2000	15	380,7	365,3	371,1	0,96	0,97
PR263	600	150	12,5	8,6	0,2	1000	18,3	352,9	361,7	372,6	1,02	1,06
PR264	600	150	12,5	8,6	0,2	2000	18,3	355,5	363,5	374,7	1,02	1,05
PR265	600	150	12,5	8,6	0,3	1000	12,2	337,3	338,5	338,7	1,00	1,00
PR266	600	150	12,5	8,6	0,3	2000	12,2	340,4	341,2	341,6	1,00	1,00
PR267	600	150	12,5	8,6	0,3	1000	15	330,6	316,3	322,0	0,96	0,97
PR268	600	150	12,5	8,6	0,3	2000	15	333,7	318,0	323,9	0,95	0,97
PR269	600	150	12,5	8,6	0,3	1000	18,3	308,3	314,8	325,2	1,02	1,05
PR270	600	150	12,5	8,6	0,3	2000	18,3	310,6	316,3	327,1	1,02	1,05
PR271	600	150	9,4	8,6	0,1	1000	12,2	369,7	387,5	393,0	1,05	1,06
PR272	600	150	9,4	8,6	0,1	2000	12,2	373,5	388,9	394,7	1,04	1,06
PR273	600	150	9,4	8,6	0,1	1000	15	362,6	349,2	360,1	0,96	0,99
PR274	600	150	9,4	8,6	0,1	2000	15	365,9	351,4	362,7	0,96	0,99
PR275	600	150	9,4	8,6	0,1	1000	18,3	341,8	341,1	356,7	1,00	1,04
PR276	600	150	9,4	8,6	0,1	2000	18,3	344,2	342,9	358,8	1,00	1,04
PR277	600	150	9,4	8,6	0,2	1000	12,2	316,7	332,0	335,6	1,05	1,06
PR278	600	150	9,4	8,6	0,2	2000	12,2	320,0	333,2	337,1	1,04	1,05
PR279	600	150	9,4	8,6	0,2	1000	15	311,0	299,2	307,6	0,96	0,99
PR280	600	150	9,4	8,6	0,2	2000	15	313,8	301,1	309,7	0,96	0,99
PR281	600	150	9,4	8,6	0,2	1000	18,3	292,4	292,3	304,6	1,00	1,04
PR282	600	150	9,4	8,6	0,2	2000	18,3	294,5	293,8	306,4	1,00	1,04

(continua)

Tabela B.33 – Modelos numéricos para avaliação do momento fletor não uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PR283	600	150	9,4	8,6	0,3	1000	12,2	277,0	289,1	293,0	1,04	1,06
PR284	600	150	9,4	8,6	0,3	2000	12,2	279,8	290,1	294,3	1,04	1,05
PR285	600	150	9,4	8,6	0,3	1000	15	272,2	260,5	268,6	0,96	0,99
PR286	600	150	9,4	8,6	0,3	2000	15	274,6	262,2	270,5	0,95	0,98
PR287	600	150	9,4	8,6	0,3	1000	18,3	255,5	254,5	266,0	1,00	1,04
PR288	600	150	9,4	8,6	0,3	2000	18,3	257,3	255,8	267,5	0,99	1,04
PR289	600	150	12,5	6,7	0,1	1000	12,2	332,9	320,4	310,1	0,96	0,93
PR290	600	150	12,5	6,7	0,1	2000	12,2	334,0	321,2	311,0	0,96	0,93
PR291	600	150	12,5	6,7	0,1	1000	15	317,8	322,2	317,2	1,01	1,00
PR292	600	150	12,5	6,7	0,1	2000	15	319,4	323,4	318,5	1,01	1,00
PR293	600	150	12,5	6,7	0,1	1000	18,3	304,7	297,5	297,8	0,98	0,98
PR294	600	150	12,5	6,7	0,1	2000	18,3	306,2	298,2	298,6	0,97	0,98
PR295	600	150	12,5	6,7	0,2	1000	12,2	286,8	274,3	264,6	0,96	0,92
PR296	600	150	12,5	6,7	0,2	2000	12,2	287,7	275,0	265,4	0,96	0,92
PR297	600	150	12,5	6,7	0,2	1000	15	274,0	275,9	270,7	1,01	0,99
PR298	600	150	12,5	6,7	0,2	2000	15	275,4	276,9	271,8	1,01	0,99
PR299	600	150	12,5	6,7	0,2	1000	18,3	261,4	254,7	254,1	0,97	0,97
PR300	600	150	12,5	6,7	0,2	2000	18,3	262,6	255,4	254,8	0,97	0,97
PR301	600	150	12,5	6,7	0,3	1000	12,2	251,7	238,8	231,0	0,95	0,92
PR302	600	150	12,5	6,7	0,3	2000	12,2	252,5	239,4	231,6	0,95	0,92
PR303	600	150	12,5	6,7	0,3	1000	15	240,7	240,1	236,3	1,00	0,98
PR304	600	150	12,5	6,7	0,3	2000	15	241,9	241,0	237,3	1,00	0,98
PR305	600	150	12,5	6,7	0,3	1000	18,3	228,7	221,7	221,8	0,97	0,97
PR306	600	150	12,5	6,7	0,3	2000	18,3	229,9	222,2	222,4	0,97	0,97
PR307	600	150	9,4	6,7	0,1	1000	12,2	265,7	259,2	254,1	0,98	0,96
PR308	600	150	9,4	6,7	0,1	2000	12,2	266,7	260,1	255,0	0,98	0,96
PR309	600	150	9,4	6,7	0,1	1000	15	259,7	262,8	262,1	1,01	1,01
PR310	600	150	9,4	6,7	0,1	2000	15	261,2	263,3	262,7	1,01	1,01
PR311	600	150	9,4	6,7	0,1	1000	18,3	249,8	240,8	244,0	0,96	0,98
PR312	600	150	9,4	6,7	0,1	2000	18,3	250,9	241,5	244,9	0,96	0,98
PR313	600	150	9,4	6,7	0,2	1000	12,2	228,3	222,1	217,0	0,97	0,95
PR314	600	150	9,4	6,7	0,2	2000	12,2	229,2	222,8	217,8	0,97	0,95
PR315	600	150	9,4	6,7	0,2	1000	15	223,4	225,1	223,8	1,01	1,00
PR316	600	150	9,4	6,7	0,2	2000	15	224,7	225,6	224,3	1,00	1,00
PR317	600	150	9,4	6,7	0,2	1000	18,3	214,2	206,3	208,4	0,96	0,97
PR318	600	150	9,4	6,7	0,2	2000	18,3	215,2	206,9	209,1	0,96	0,97
PR319	600	150	9,4	6,7	0,3	1000	12,2	200,1	193,4	189,5	0,97	0,95
PR320	600	150	9,4	6,7	0,3	2000	12,2	200,9	194,0	190,2	0,97	0,95
PR321	600	150	9,4	6,7	0,3	1000	15	195,9	196,0	195,4	1,00	1,00
PR322	600	150	9,4	6,7	0,3	2000	15	197,0	196,4	195,9	1,00	0,99
PR323	600	150	9,4	6,7	0,3	1000	18,3	187,4	179,6	182,0	0,96	0,97
PR324	600	150	9,4	6,7	0,3	2000	18,3	188,3	180,2	182,6	0,96	0,97
PR325	600	200	16,7	12,0	0,1	1000	12,2	1303,4	1300,9	1290,9	1,00	0,99
PR326	600	200	16,7	12,0	0,1	2000	12,2	1329,0	1326,5	1318,7	1,00	0,99
PR327	600	200	16,7	12,0	0,1	1000	15	1257,7	1251,7	1263,8	1,00	1,00
PR328	600	200	16,7	12,0	0,1	2000	15	1285,0	1267,6	1282,2	0,99	1,00
PR329	600	200	16,7	12,0	0,1	1000	18,3	1201,1	1208,9	1239,6	1,01	1,03

(continua)

Tabela B.33 – Modelos numéricos para avaliação do momento fletor não uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PR330	600	200	16,7	12,0	0,1	2000	18,3	1223,5	1232,9	1266,3	1,01	1,03
PR331	600	200	16,7	12,0	0,2	1000	12,2	1119,0	1112,8	1100,7	0,99	0,98
PR332	600	200	16,7	12,0	0,2	2000	12,2	1141,2	1134,7	1124,4	0,99	0,99
PR333	600	200	16,7	12,0	0,2	1000	15	1080,2	1070,8	1077,6	0,99	1,00
PR334	600	200	16,7	12,0	0,2	2000	15	1103,8	1084,3	1093,3	0,98	0,99
PR335	600	200	16,7	12,0	0,2	1000	18,3	1027,0	1034,2	1056,9	1,01	1,03
PR336	600	200	16,7	12,0	0,2	2000	18,3	1046,4	1054,7	1079,8	1,01	1,03
PR337	600	200	16,7	12,0	0,3	1000	12,2	979,9	967,8	960,1	0,99	0,98
PR338	600	200	16,7	12,0	0,3	2000	12,2	999,5	986,8	980,9	0,99	0,98
PR339	600	200	16,7	12,0	0,3	1000	15	946,3	931,2	940,0	0,98	0,99
PR340	600	200	16,7	12,0	0,3	2000	15	967,2	943,0	953,7	0,97	0,99
PR341	600	200	16,7	12,0	0,3	1000	18,3	896,9	899,4	922,0	1,00	1,03
PR342	600	200	16,7	12,0	0,3	2000	18,3	913,9	917,2	941,9	1,00	1,03
PR343	600	200	12,5	12,0	0,1	1000	12,2	1058,0	1105,3	1111,2	1,04	1,05
PR344	600	200	12,5	12,0	0,1	2000	12,2	1081,1	1130,4	1138,6	1,05	1,05
PR345	600	200	12,5	12,0	0,1	1000	15	1034,3	1014,8	1037,8	0,98	1,00
PR346	600	200	12,5	12,0	0,1	2000	15	1056,6	1030,5	1055,8	0,98	1,00
PR347	600	200	12,5	12,0	0,1	1000	18,3	976,2	1004,6	1042,4	1,03	1,07
PR348	600	200	12,5	12,0	0,1	2000	18,3	993,9	1017,1	1057,2	1,02	1,06
PR349	600	200	12,5	12,0	0,2	1000	12,2	906,5	946,4	948,3	1,04	1,05
PR350	600	200	12,5	12,0	0,2	2000	12,2	926,5	967,9	971,7	1,04	1,05
PR351	600	200	12,5	12,0	0,2	1000	15	888,6	868,9	885,7	0,98	1,00
PR352	600	200	12,5	12,0	0,2	2000	15	907,9	882,4	901,1	0,97	0,99
PR353	600	200	12,5	12,0	0,2	1000	18,3	834,6	860,1	889,6	1,03	1,07
PR354	600	200	12,5	12,0	0,2	2000	18,3	849,8	870,9	902,2	1,02	1,06
PR355	600	200	12,5	12,0	0,3	1000	12,2	792,7	823,6	827,7	1,04	1,04
PR356	600	200	12,5	12,0	0,3	2000	12,2	810,3	842,3	848,1	1,04	1,05
PR357	600	200	12,5	12,0	0,3	1000	15	778,7	756,2	773,1	0,97	0,99
PR358	600	200	12,5	12,0	0,3	2000	15	795,8	767,9	786,5	0,96	0,99
PR359	600	200	12,5	12,0	0,3	1000	18,3	728,7	748,6	776,5	1,03	1,07
PR360	600	200	12,5	12,0	0,3	2000	18,3	742,1	757,9	787,5	1,02	1,06
PR361	600	200	16,7	8,6	0,1	1000	12,2	912,9	882,3	838,5	0,97	0,92
PR362	600	200	16,7	8,6	0,1	2000	12,2	917,9	885,9	842,5	0,97	0,92
PR363	600	200	16,7	8,6	0,1	1000	15	843,2	829,4	801,3	0,98	0,95
PR364	600	200	16,7	8,6	0,1	2000	15	849,7	834,9	807,2	0,98	0,95
PR365	600	200	16,7	8,6	0,1	1000	18,3	809,0	819,5	805,2	1,01	1,00
PR366	600	200	16,7	8,6	0,1	2000	18,3	816,4	822,9	809,0	1,01	0,99
PR367	600	200	16,7	8,6	0,2	1000	12,2	787,9	754,8	715,0	0,96	0,91
PR368	600	200	16,7	8,6	0,2	2000	12,2	792,3	757,8	718,4	0,96	0,91
PR369	600	200	16,7	8,6	0,2	1000	15	727,3	709,5	683,2	0,98	0,94
PR370	600	200	16,7	8,6	0,2	2000	15	733,0	714,2	688,3	0,97	0,94
PR371	600	200	16,7	8,6	0,2	1000	18,3	694,1	701,1	686,5	1,01	0,99
PR372	600	200	16,7	8,6	0,2	2000	18,3	700,6	703,9	689,8	1,00	0,98
PR373	600	200	16,7	8,6	0,3	1000	12,2	692,5	656,4	623,7	0,95	0,90
PR374	600	200	16,7	8,6	0,3	2000	12,2	696,3	659,1	626,6	0,95	0,90
PR375	600	200	16,7	8,6	0,3	1000	15	639,1	617,0	596,0	0,97	0,93
PR376	600	200	16,7	8,6	0,3	2000	15	644,1	621,1	600,4	0,96	0,93

(continua)

Tabela B.33 – Modelos numéricos para avaliação do momento fletor não uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PR377	600	200	16,7	8,6	0,3	1000	18,3	607,6	609,7	598,9	1,00	0,99
PR378	600	200	16,7	8,6	0,3	2000	18,3	613,3	612,2	601,7	1,00	0,98
PR379	600	200	12,5	8,6	0,1	1000	12,2	712,1	689,5	663,5	0,97	0,93
PR380	600	200	12,5	8,6	0,1	2000	12,2	716,4	693,1	667,4	0,97	0,93
PR381	600	200	12,5	8,6	0,1	1000	15	672,6	679,1	664,7	1,01	0,99
PR382	600	200	12,5	8,6	0,1	2000	15	678,7	684,6	670,6	1,01	0,99
PR383	600	200	12,5	8,6	0,1	1000	18,3	647,9	640,2	637,2	0,99	0,98
PR384	600	200	12,5	8,6	0,1	2000	18,3	654,2	643,5	640,9	0,98	0,98
PR385	600	200	12,5	8,6	0,2	1000	12,2	613,1	590,3	566,3	0,96	0,92
PR386	600	200	12,5	8,6	0,2	2000	12,2	616,8	593,4	569,6	0,96	0,92
PR387	600	200	12,5	8,6	0,2	1000	15	580,1	581,5	567,3	1,00	0,98
PR388	600	200	12,5	8,6	0,2	2000	15	585,5	586,2	572,3	1,00	0,98
PR389	600	200	12,5	8,6	0,2	1000	18,3	555,4	548,2	543,8	0,99	0,98
PR390	600	200	12,5	8,6	0,2	2000	18,3	560,9	551,0	547,0	0,98	0,98
PR391	600	200	12,5	8,6	0,3	1000	12,2	537,9	513,8	494,2	0,96	0,92
PR392	600	200	12,5	8,6	0,3	2000	12,2	541,2	516,5	497,2	0,95	0,92
PR393	600	200	12,5	8,6	0,3	1000	15	509,8	506,1	495,2	0,99	0,97
PR394	600	200	12,5	8,6	0,3	2000	15	514,5	510,1	499,5	0,99	0,97
PR395	600	200	12,5	8,6	0,3	1000	18,3	485,9	477,0	474,6	0,98	0,98
PR396	600	200	12,5	8,6	0,3	2000	18,3	490,7	479,5	477,4	0,98	0,97
PR397	600	200	16,7	6,7	0,1	1000	12,2	730,5	751,6	700,3	1,03	0,96
PR398	600	200	16,7	6,7	0,1	2000	12,2	733,2	752,4	701,2	1,03	0,96
PR399	600	200	16,7	6,7	0,1	1000	15	646,7	631,8	590,4	0,98	0,91
PR400	600	200	16,7	6,7	0,1	2000	15	648,4	633,0	591,8	0,98	0,91
PR401	600	200	16,7	6,7	0,1	1000	18,3	599,1	602,7	572,4	1,01	0,96
PR402	600	200	16,7	6,7	0,1	2000	18,3	601,4	604,6	574,3	1,01	0,95
PR403	600	200	16,7	6,7	0,2	1000	12,2	636,7	643,0	597,1	1,01	0,94
PR404	600	200	16,7	6,7	0,2	2000	12,2	639,2	643,6	597,9	1,01	0,94
PR405	600	200	16,7	6,7	0,2	1000	15	560,7	540,4	503,4	0,96	0,90
PR406	600	200	16,7	6,7	0,2	2000	15	562,2	541,5	504,6	0,96	0,90
PR407	600	200	16,7	6,7	0,2	1000	18,3	516,3	515,6	488,0	1,00	0,95
PR408	600	200	16,7	6,7	0,2	2000	18,3	518,3	517,2	489,7	1,00	0,94
PR409	600	200	16,7	6,7	0,3	1000	12,2	562,9	559,2	520,9	0,99	0,93
PR410	600	200	16,7	6,7	0,3	2000	12,2	565,1	559,7	521,5	0,99	0,92
PR411	600	200	16,7	6,7	0,3	1000	15	494,4	470,0	439,1	0,95	0,89
PR412	600	200	16,7	6,7	0,3	2000	15	495,8	470,9	440,1	0,95	0,89
PR413	600	200	16,7	6,7	0,3	1000	18,3	453,3	448,4	425,7	0,99	0,94
PR414	600	200	16,7	6,7	0,3	2000	18,3	455,1	449,8	427,2	0,99	0,94
PR415	600	200	12,5	6,7	0,1	1000	12,2	560,5	556,7	520,4	0,99	0,93
PR416	600	200	12,5	6,7	0,1	2000	12,2	562,2	557,5	521,3	0,99	0,93
PR417	600	200	12,5	6,7	0,1	1000	15	499,2	482,0	456,2	0,97	0,91
PR418	600	200	12,5	6,7	0,1	2000	15	500,7	483,3	457,5	0,97	0,91
PR419	600	200	12,5	6,7	0,1	1000	18,3	469,0	480,9	462,7	1,03	0,99
PR420	600	200	12,5	6,7	0,1	2000	18,3	471,2	482,7	464,6	1,02	0,99
PR421	600	200	12,5	6,7	0,2	1000	12,2	485,3	476,7	444,1	0,98	0,92
PR422	600	200	12,5	6,7	0,2	2000	12,2	486,7	477,4	444,9	0,98	0,91
PR423	600	200	12,5	6,7	0,2	1000	15	432,3	412,7	389,3	0,95	0,90

(continua)

Tabela B.33 – Modelos numéricos para avaliação do momento fletor não uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PR424	600	200	12,5	6,7	0,2	2000	15	433,6	413,8	390,5	0,95	0,90
PR425	600	200	12,5	6,7	0,2	1000	18,3	403,4	411,7	394,8	1,02	0,98
PR426	600	200	12,5	6,7	0,2	2000	18,3	405,4	413,3	396,5	1,02	0,98
PR427	600	200	12,5	6,7	0,3	1000	12,2	427,3	414,9	387,6	0,97	0,91
PR428	600	200	12,5	6,7	0,3	2000	12,2	428,6	415,4	388,3	0,97	0,91
PR429	600	200	12,5	6,7	0,3	1000	15	380,9	359,2	339,8	0,94	0,89
PR430	600	200	12,5	6,7	0,3	2000	15	382,1	360,1	340,8	0,94	0,89
PR431	600	200	12,5	6,7	0,3	1000	18,3	353,7	358,3	344,6	1,01	0,97
PR432	600	200	12,5	6,7	0,3	2000	18,3	355,5	359,7	346,0	1,01	0,97
PR433	900	225	18,8	18,0	0,1	1000	18,3	2210,7	2223,1	2315,0	1,01	1,05
PR434	900	225	18,8	18,0	0,1	2000	18,3	2305,9	2291,1	2395,0	0,99	1,04
PR435	900	225	18,8	18,0	0,1	1000	22,5	2145,5	2197,1	2323,1	1,02	1,08
PR436	900	225	18,8	18,0	0,1	2000	22,5	2226,1	2252,2	2389,7	1,01	1,07
PR437	900	225	18,8	18,0	0,1	1000	27,4	2018,7	2090,2	2233,8	1,04	1,11
PR438	900	225	18,8	18,0	0,1	2000	27,4	2095,4	2174,4	2330,6	1,04	1,11
PR439	900	225	18,8	18,0	0,2	1000	18,3	1890,4	1903,5	1975,7	1,01	1,05
PR440	900	225	18,8	18,0	0,2	2000	18,3	1972,3	1961,7	2043,9	0,99	1,04
PR441	900	225	18,8	18,0	0,2	1000	22,5	1837,2	1881,2	1982,6	1,02	1,08
PR442	900	225	18,8	18,0	0,2	2000	22,5	1906,5	1928,4	2039,4	1,01	1,07
PR443	900	225	18,8	18,0	0,2	1000	27,4	1723,4	1789,7	1906,4	1,04	1,11
PR444	900	225	18,8	18,0	0,2	2000	27,4	1789,1	1861,8	1989,0	1,04	1,11
PR445	900	225	18,8	18,0	0,3	1000	18,3	1650,8	1656,5	1724,4	1,00	1,04
PR446	900	225	18,8	18,0	0,3	2000	18,3	1722,8	1707,3	1783,9	0,99	1,04
PR447	900	225	18,8	18,0	0,3	1000	22,5	1606,3	1637,2	1730,4	1,02	1,08
PR448	900	225	18,8	18,0	0,3	2000	22,5	1666,9	1678,3	1780,0	1,01	1,07
PR449	900	225	18,8	18,0	0,3	1000	27,4	1503,4	1557,5	1663,9	1,04	1,11
PR450	900	225	18,8	18,0	0,3	2000	27,4	1560,7	1620,3	1736,0	1,04	1,11
PR451	900	225	14,1	18,0	0,1	1000	18,3	1888,0	1871,3	1973,7	0,99	1,05
PR452	900	225	14,1	18,0	0,1	2000	18,3	1965,4	1939,0	2052,6	0,99	1,04
PR453	900	225	14,1	18,0	0,1	1000	22,5	1801,0	1817,0	1943,6	1,01	1,08
PR454	900	225	14,1	18,0	0,1	2000	22,5	1868,4	1872,3	2009,3	1,00	1,08
PR455	900	225	14,1	18,0	0,1	1000	27,4	1718,4	1777,3	1918,3	1,03	1,12
PR456	900	225	14,1	18,0	0,1	2000	27,4	1784,5	1829,0	1979,4	1,02	1,11
PR457	900	225	14,1	18,0	0,2	1000	18,3	1612,1	1603,4	1685,5	0,99	1,05
PR458	900	225	14,1	18,0	0,2	2000	18,3	1678,8	1661,4	1752,9	0,99	1,04
PR459	900	225	14,1	18,0	0,2	1000	22,5	1541,2	1556,9	1659,8	1,01	1,08
PR460	900	225	14,1	18,0	0,2	2000	22,5	1599,0	1604,2	1716,0	1,00	1,07
PR461	900	225	14,1	18,0	0,2	1000	27,4	1467,9	1522,9	1638,2	1,04	1,12
PR462	900	225	14,1	18,0	0,2	2000	27,4	1524,6	1567,1	1690,4	1,03	1,11
PR463	900	225	14,1	18,0	0,3	1000	18,3	1406,3	1396,1	1471,8	0,99	1,05
PR464	900	225	14,1	18,0	0,3	2000	18,3	1464,9	1446,6	1530,6	0,99	1,04
PR465	900	225	14,1	18,0	0,3	1000	22,5	1346,7	1355,6	1449,3	1,01	1,08
PR466	900	225	14,1	18,0	0,3	2000	22,5	1397,3	1396,8	1498,3	1,00	1,07
PR467	900	225	14,1	18,0	0,3	1000	27,4	1281,1	1326,0	1430,4	1,04	1,12
PR468	900	225	14,1	18,0	0,3	2000	27,4	1330,6	1364,5	1476,0	1,03	1,11
PR469	900	225	18,8	12,9	0,1	1000	18,3	1466,2	1504,4	1503,2	1,03	1,03
PR470	900	225	18,8	12,9	0,1	2000	18,3	1492,4	1530,2	1531,4	1,03	1,03

(continua)

Tabela B.33 – Modelos numéricos para avaliação do momento fletor não uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PR471	900	225	18,8	12,9	0,1	1000	22,5	1448,6	1414,6	1438,1	0,98	0,99
PR472	900	225	18,8	12,9	0,1	2000	22,5	1475,7	1430,7	1456,7	0,97	0,99
PR473	900	225	18,8	12,9	0,1	1000	27,4	1379,5	1398,0	1442,6	1,01	1,05
PR474	900	225	18,8	12,9	0,1	2000	27,4	1400,8	1422,2	1469,5	1,02	1,05
PR475	900	225	18,8	12,9	0,2	1000	18,3	1259,1	1288,1	1282,9	1,02	1,02
PR476	900	225	18,8	12,9	0,2	2000	18,3	1281,9	1310,2	1307,0	1,02	1,02
PR477	900	225	18,8	12,9	0,2	1000	22,5	1244,3	1211,2	1227,3	0,97	0,99
PR478	900	225	18,8	12,9	0,2	2000	22,5	1267,8	1225,0	1243,1	0,97	0,98
PR479	900	225	18,8	12,9	0,2	1000	27,4	1180,3	1197,0	1231,1	1,01	1,04
PR480	900	225	18,8	12,9	0,2	2000	27,4	1198,7	1217,7	1254,1	1,02	1,05
PR481	900	225	18,8	12,9	0,3	1000	18,3	1102,9	1121,0	1119,7	1,02	1,02
PR482	900	225	18,8	12,9	0,3	2000	18,3	1123,0	1140,3	1140,7	1,02	1,02
PR483	900	225	18,8	12,9	0,3	1000	22,5	1090,3	1054,1	1071,2	0,97	0,98
PR484	900	225	18,8	12,9	0,3	2000	22,5	1111,0	1066,1	1085,0	0,96	0,98
PR485	900	225	18,8	12,9	0,3	1000	27,4	1031,3	1041,7	1074,5	1,01	1,04
PR486	900	225	18,8	12,9	0,3	2000	27,4	1047,4	1059,7	1094,6	1,01	1,05
PR487	900	225	14,1	12,9	0,1	1000	18,3	1238,9	1294,8	1310,9	1,05	1,06
PR488	900	225	14,1	12,9	0,1	2000	18,3	1263,0	1306,6	1324,8	1,03	1,05
PR489	900	225	14,1	12,9	0,1	1000	22,5	1204,4	1160,6	1195,1	0,96	0,99
PR490	900	225	14,1	12,9	0,1	2000	22,5	1226,0	1176,6	1213,4	0,96	0,99
PR491	900	225	14,1	12,9	0,1	1000	27,4	1146,8	1137,8	1188,0	0,99	1,04
PR492	900	225	14,1	12,9	0,1	2000	27,4	1164,0	1150,6	1203,0	0,99	1,03
PR493	900	225	14,1	12,9	0,2	1000	18,3	1061,2	1109,5	1119,5	1,05	1,05
PR494	900	225	14,1	12,9	0,2	2000	18,3	1082,1	1119,5	1131,4	1,03	1,05
PR495	900	225	14,1	12,9	0,2	1000	22,5	1033,5	994,4	1020,6	0,96	0,99
PR496	900	225	14,1	12,9	0,2	2000	22,5	1052,1	1008,2	1036,2	0,96	0,98
PR497	900	225	14,1	12,9	0,2	1000	27,4	982,1	974,9	1014,5	0,99	1,03
PR498	900	225	14,1	12,9	0,2	2000	27,4	996,9	985,9	1027,3	0,99	1,03
PR499	900	225	14,1	12,9	0,3	1000	18,3	927,8	966,0	977,5	1,04	1,05
PR500	900	225	14,1	12,9	0,3	2000	18,3	946,2	974,8	987,9	1,03	1,04
PR501	900	225	14,1	12,9	0,3	1000	22,5	904,8	865,9	891,1	0,96	0,98
PR502	900	225	14,1	12,9	0,3	2000	22,5	921,2	877,8	904,8	0,95	0,98
PR503	900	225	14,1	12,9	0,3	1000	27,4	858,7	848,9	885,9	0,99	1,03
PR504	900	225	14,1	12,9	0,3	2000	27,4	871,7	858,4	897,0	0,98	1,03
PR505	900	225	18,8	10,0	0,1	1000	18,3	1097,3	1074,7	1039,2	0,98	0,95
PR506	900	225	18,8	10,0	0,1	2000	18,3	1104,7	1080,7	1045,8	0,98	0,95
PR507	900	225	18,8	10,0	0,1	1000	22,5	1058,2	1077,3	1059,7	1,02	1,00
PR508	900	225	18,8	10,0	0,1	2000	22,5	1068,3	1086,4	1069,4	1,02	1,00
PR509	900	225	18,8	10,0	0,1	1000	27,4	1029,4	998,4	998,4	0,97	0,97
PR510	900	225	18,8	10,0	0,1	2000	27,4	1039,2	1004,0	1004,7	0,97	0,97
PR511	900	225	18,8	10,0	0,2	1000	18,3	945,8	920,2	886,9	0,97	0,94
PR512	900	225	18,8	10,0	0,2	2000	18,3	952,3	925,3	892,5	0,97	0,94
PR513	900	225	18,8	10,0	0,2	1000	22,5	912,1	922,4	904,4	1,01	0,99
PR514	900	225	18,8	10,0	0,2	2000	22,5	920,9	930,2	912,7	1,01	0,99
PR515	900	225	18,8	10,0	0,2	1000	27,4	882,9	854,9	852,0	0,97	0,96
PR516	900	225	18,8	10,0	0,2	2000	27,4	891,4	859,7	857,4	0,96	0,96
PR517	900	225	18,8	10,0	0,3	1000	18,3	830,6	800,8	774,1	0,96	0,93

(continua)

Tabela B.33 – Modelos numéricos para avaliação do momento fletor não uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PR518	900	225	18,8	10,0	0,3	2000	18,3	836,3	805,3	779,0	0,96	0,93
PR519	900	225	18,8	10,0	0,3	1000	22,5	801,1	802,7	789,3	1,00	0,99
PR520	900	225	18,8	10,0	0,3	2000	22,5	808,9	809,5	796,6	1,00	0,98
PR521	900	225	18,8	10,0	0,3	1000	27,4	772,8	744,0	743,7	0,96	0,96
PR522	900	225	18,8	10,0	0,3	2000	27,4	780,2	748,1	748,4	0,96	0,96
PR523	900	225	14,1	10,0	0,1	1000	18,3	903,2	868,3	850,5	0,96	0,94
PR524	900	225	14,1	10,0	0,1	2000	18,3	910,4	874,3	857,0	0,96	0,94
PR525	900	225	14,1	10,0	0,1	1000	22,5	868,0	882,8	879,8	1,02	1,01
PR526	900	225	14,1	10,0	0,1	2000	22,5	877,3	886,4	884,1	1,01	1,01
PR527	900	225	14,1	10,0	0,1	1000	27,4	843,9	806,5	816,8	0,96	0,97
PR528	900	225	14,1	10,0	0,1	2000	27,4	851,7	812,0	823,0	0,95	0,97
PR529	900	225	14,1	10,0	0,2	1000	18,3	776,2	744,0	726,3	0,96	0,94
PR530	900	225	14,1	10,0	0,2	2000	18,3	782,5	749,1	731,9	0,96	0,94
PR531	900	225	14,1	10,0	0,2	1000	22,5	747,1	756,4	751,4	1,01	1,01
PR532	900	225	14,1	10,0	0,2	2000	22,5	755,2	759,5	755,0	1,01	1,00
PR533	900	225	14,1	10,0	0,2	1000	27,4	724,4	691,0	697,5	0,95	0,96
PR534	900	225	14,1	10,0	0,2	2000	27,4	731,1	695,8	702,8	0,95	0,96
PR535	900	225	14,1	10,0	0,3	1000	18,3	680,2	647,8	634,2	0,95	0,93
PR536	900	225	14,1	10,0	0,3	2000	18,3	685,7	652,3	639,1	0,95	0,93
PR537	900	225	14,1	10,0	0,3	1000	22,5	655,5	658,6	656,1	1,00	1,00
PR538	900	225	14,1	10,0	0,3	2000	22,5	662,8	661,3	659,3	1,00	0,99
PR539	900	225	14,1	10,0	0,3	1000	27,4	634,3	601,7	609,0	0,95	0,96
PR540	900	225	14,1	10,0	0,3	2000	27,4	640,3	605,8	613,7	0,95	0,96
PR541	900	300	25,0	18,0	0,1	1000	18,3	4155,5	4201,7	4151,3	1,01	1,00
PR542	900	300	25,0	18,0	0,1	2000	18,3	4310,3	4369,9	4334,3	1,01	1,01
PR543	900	300	25,0	18,0	0,1	1000	22,5	4037,0	4108,4	4130,3	1,02	1,02
PR544	900	300	25,0	18,0	0,1	2000	22,5	4207,0	4211,9	4250,8	1,00	1,01
PR545	900	300	25,0	18,0	0,1	1000	27,4	3871,9	3903,0	3985,2	1,01	1,03
PR546	900	300	25,0	18,0	0,1	2000	27,4	4020,2	4059,8	4160,4	1,01	1,03
PR547	900	300	25,0	18,0	0,2	1000	18,3	3563,5	3594,2	3539,6	1,01	0,99
PR548	900	300	25,0	18,0	0,2	2000	18,3	3697,2	3738,2	3695,7	1,01	1,00
PR549	900	300	25,0	18,0	0,2	1000	22,5	3472,3	3514,5	3521,7	1,01	1,01
PR550	900	300	25,0	18,0	0,2	2000	22,5	3619,8	3603,0	3624,4	1,00	1,00
PR551	900	300	25,0	18,0	0,2	1000	27,4	3310,3	3338,8	3398,0	1,01	1,03
PR552	900	300	25,0	18,0	0,2	2000	27,4	3437,8	3472,9	3547,4	1,01	1,03
PR553	900	300	25,0	18,0	0,3	1000	18,3	3118,1	3125,8	3087,6	1,00	0,99
PR554	900	300	25,0	18,0	0,3	2000	18,3	3235,6	3251,0	3223,8	1,00	1,00
PR555	900	300	25,0	18,0	0,3	1000	22,5	3045,5	3056,4	3072,0	1,00	1,01
PR556	900	300	25,0	18,0	0,3	2000	22,5	3175,7	3133,4	3161,6	0,99	1,00
PR557	900	300	25,0	18,0	0,3	1000	27,4	2890,6	2903,6	2964,1	1,00	1,03
PR558	900	300	25,0	18,0	0,3	2000	27,4	3002,5	3020,2	3094,4	1,01	1,03
PR559	900	300	18,8	18,0	0,1	1000	18,3	3379,4	3544,9	3548,5	1,05	1,05
PR560	900	300	18,8	18,0	0,1	2000	18,3	3519,2	3710,2	3728,3	1,05	1,06
PR561	900	300	18,8	18,0	0,1	1000	22,5	3362,8	3309,0	3369,9	0,98	1,00
PR562	900	300	18,8	18,0	0,1	2000	22,5	3505,0	3412,3	3488,2	0,97	1,00
PR563	900	300	18,8	18,0	0,1	1000	27,4	3183,3	3294,6	3405,0	1,03	1,07
PR564	900	300	18,8	18,0	0,1	2000	27,4	3302,5	3384,1	3509,7	1,02	1,06

(continua)

Tabela B.33 – Modelos numéricos para avaliação do momento fletor não uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PR565	900	300	18,8	18,0	0,2	1000	18,3	2894,8	3035,3	3028,3	1,05	1,05
PR566	900	300	18,8	18,0	0,2	2000	18,3	3015,4	3176,8	3181,9	1,05	1,06
PR567	900	300	18,8	18,0	0,2	1000	22,5	2888,3	2833,3	2875,9	0,98	1,00
PR568	900	300	18,8	18,0	0,2	2000	22,5	3011,5	2921,7	2976,9	0,97	0,99
PR569	900	300	18,8	18,0	0,2	1000	27,4	2720,5	2820,9	2905,9	1,04	1,07
PR570	900	300	18,8	18,0	0,2	2000	27,4	2822,9	2897,5	2995,3	1,03	1,06
PR571	900	300	18,8	18,0	0,3	1000	18,3	2530,9	2641,5	2643,2	1,04	1,04
PR572	900	300	18,8	18,0	0,3	2000	18,3	2637,0	2764,7	2777,1	1,05	1,05
PR573	900	300	18,8	18,0	0,3	1000	22,5	2530,6	2465,7	2510,1	0,97	0,99
PR574	900	300	18,8	18,0	0,3	2000	22,5	2639,3	2542,7	2598,3	0,96	0,98
PR575	900	300	18,8	18,0	0,3	1000	27,4	2374,9	2455,0	2536,3	1,03	1,07
PR576	900	300	18,8	18,0	0,3	2000	27,4	2464,7	2521,6	2614,3	1,02	1,06
PR577	900	300	25,0	12,9	0,1	1000	18,3	2999,3	2948,9	2797,9	0,98	0,93
PR578	900	300	25,0	12,9	0,1	2000	18,3	3034,0	2974,8	2826,6	0,98	0,93
PR579	900	300	25,0	12,9	0,1	1000	22,5	2784,5	2754,7	2656,9	0,99	0,95
PR580	900	300	25,0	12,9	0,1	2000	22,5	2826,9	2794,5	2699,5	0,99	0,95
PR581	900	300	25,0	12,9	0,1	1000	27,4	2662,6	2742,7	2689,6	1,03	1,01
PR582	900	300	25,0	12,9	0,1	2000	27,4	2710,7	2766,5	2717,1	1,02	1,00
PR583	900	300	25,0	12,9	0,2	1000	18,3	2585,9	2522,6	2385,6	0,98	0,92
PR584	900	300	25,0	12,9	0,2	2000	18,3	2616,3	2544,7	2410,1	0,97	0,92
PR585	900	300	25,0	12,9	0,2	1000	22,5	2406,1	2356,4	2265,5	0,98	0,94
PR586	900	300	25,0	12,9	0,2	2000	22,5	2443,3	2390,5	2301,7	0,98	0,94
PR587	900	300	25,0	12,9	0,2	1000	27,4	2284,3	2346,2	2293,3	1,03	1,00
PR588	900	300	25,0	12,9	0,2	2000	27,4	2326,1	2366,5	2316,8	1,02	1,00
PR589	900	300	25,0	12,9	0,3	1000	18,3	2271,0	2193,8	2081,0	0,97	0,92
PR590	900	300	25,0	12,9	0,3	2000	18,3	2298,0	2213,1	2102,4	0,96	0,91
PR591	900	300	25,0	12,9	0,3	1000	22,5	2117,3	2049,3	1976,2	0,97	0,93
PR592	900	300	25,0	12,9	0,3	2000	22,5	2150,2	2078,9	2007,8	0,97	0,93
PR593	900	300	25,0	12,9	0,3	1000	27,4	1999,4	2040,4	2000,5	1,02	1,00
PR594	900	300	25,0	12,9	0,3	2000	27,4	2036,3	2058,1	2020,9	1,01	0,99
PR595	900	300	18,8	12,9	0,1	1000	18,3	2344,1	2298,1	2207,9	0,98	0,94
PR596	900	300	18,8	12,9	0,1	2000	18,3	2373,5	2324,0	2236,1	0,98	0,94
PR597	900	300	18,8	12,9	0,1	1000	22,5	2244,2	2248,3	2197,0	1,00	0,98
PR598	900	300	18,8	12,9	0,1	2000	22,5	2283,4	2287,5	2238,7	1,00	0,98
PR599	900	300	18,8	12,9	0,1	1000	27,4	2148,6	2135,7	2121,7	0,99	0,99
PR600	900	300	18,8	12,9	0,1	2000	27,4	2189,4	2159,6	2148,7	0,99	0,98
PR601	900	300	18,8	12,9	0,2	1000	18,3	2018,4	1967,7	1884,3	0,97	0,93
PR602	900	300	18,8	12,9	0,2	2000	18,3	2043,8	1989,9	1908,3	0,97	0,93
PR603	900	300	18,8	12,9	0,2	1000	22,5	1935,5	1925,1	1874,9	0,99	0,97
PR604	900	300	18,8	12,9	0,2	2000	22,5	1969,7	1958,6	1910,6	0,99	0,97
PR605	900	300	18,8	12,9	0,2	1000	27,4	1841,1	1828,7	1810,7	0,99	0,98
PR606	900	300	18,8	12,9	0,2	2000	27,4	1876,5	1849,2	1833,7	0,99	0,98
PR607	900	300	18,8	12,9	0,3	1000	18,3	1771,1	1712,4	1644,6	0,97	0,93
PR608	900	300	18,8	12,9	0,3	2000	18,3	1793,6	1731,7	1665,6	0,97	0,93
PR609	900	300	18,8	12,9	0,3	1000	22,5	1700,8	1675,3	1636,5	0,99	0,96
PR610	900	300	18,8	12,9	0,3	2000	22,5	1731,1	1704,6	1667,6	0,98	0,96
PR611	900	300	18,8	12,9	0,3	1000	27,4	1610,2	1591,5	1580,4	0,99	0,98

(continua)

Tabela B.33 – Modelos numéricos para avaliação do momento fletor não uniforme.

Modelo	d_g (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)	t_w (mm)	\bar{y}/h_0	k_1 (kN.m/m)	L (m)	$M_{a,num}$ (kN.m)	$M_{a,prop}$ (kN.m)	$M_{a,OL}$ (kN.m)	$M_{a,prop}/$ $M_{a,num}$	$M_{a,OL}/$ $M_{a,num}$
PR612	900	300	18,8	12,9	0,3	2000	27,4	1641,4	1609,3	1600,5	0,98	0,98
PR613	900	300	25,0	10,0	0,1	1000	18,3	2417,8	2530,5	2355,9	1,05	0,97
PR614	900	300	25,0	10,0	0,1	2000	18,3	2434,3	2536,1	2362,7	1,04	0,97
PR615	900	300	25,0	10,0	0,1	1000	22,5	2157,6	2122,0	1981,6	0,98	0,92
PR616	900	300	25,0	10,0	0,1	2000	22,5	2169,8	2131,1	1991,5	0,98	0,92
PR617	900	300	25,0	10,0	0,1	1000	27,4	1994,0	2018,6	1915,1	1,01	0,96
PR618	900	300	25,0	10,0	0,1	2000	27,4	2009,5	2032,3	1929,6	1,01	0,96
PR619	900	300	25,0	10,0	0,2	1000	18,3	2104,0	2164,7	2008,8	1,03	0,95
PR620	900	300	25,0	10,0	0,2	2000	18,3	2119,3	2169,5	2014,6	1,02	0,95
PR621	900	300	25,0	10,0	0,2	1000	22,5	1874,2	1815,2	1689,6	0,97	0,90
PR622	900	300	25,0	10,0	0,2	2000	22,5	1885,1	1823,0	1698,1	0,97	0,90
PR623	900	300	25,0	10,0	0,2	1000	27,4	1718,0	1726,8	1632,9	1,01	0,95
PR624	900	300	25,0	10,0	0,2	2000	27,4	1731,6	1738,5	1645,3	1,00	0,95
PR625	900	300	25,0	10,0	0,3	1000	18,3	1858,1	1882,5	1752,3	1,01	0,94
PR626	900	300	25,0	10,0	0,3	2000	18,3	1872,2	1886,7	1757,3	1,01	0,94
PR627	900	300	25,0	10,0	0,3	1000	22,5	1654,9	1578,7	1473,8	0,95	0,89
PR628	900	300	25,0	10,0	0,3	2000	22,5	1664,7	1585,4	1481,2	0,95	0,89
PR629	900	300	25,0	10,0	0,3	1000	27,4	1508,1	1501,7	1424,4	1,00	0,94
PR630	900	300	25,0	10,0	0,3	2000	27,4	1520,2	1511,9	1435,2	0,99	0,94
PR631	900	300	18,8	10,0	0,1	1000	18,3	1857,7	1872,6	1748,9	1,01	0,94
PR632	900	300	18,8	10,0	0,1	2000	18,3	1868,9	1878,4	1755,5	1,01	0,94
PR633	900	300	18,8	10,0	0,1	1000	22,5	1683,7	1616,7	1528,9	0,96	0,91
PR634	900	300	18,8	10,0	0,1	2000	22,5	1694,3	1625,8	1538,6	0,96	0,91
PR635	900	300	18,8	10,0	0,1	1000	27,4	1566,6	1606,9	1544,5	1,03	0,99
PR636	900	300	18,8	10,0	0,1	2000	27,4	1581,2	1620,4	1558,7	1,02	0,99
PR637	900	300	18,8	10,0	0,2	1000	18,3	1608,2	1603,4	1492,6	1,00	0,93
PR638	900	300	18,8	10,0	0,2	2000	18,3	1618,3	1608,3	1498,2	0,99	0,93
PR639	900	300	18,8	10,0	0,2	1000	22,5	1458,1	1384,3	1304,8	0,95	0,89
PR640	900	300	18,8	10,0	0,2	2000	22,5	1467,4	1392,1	1313,1	0,95	0,89
PR641	900	300	18,8	10,0	0,2	1000	27,4	1347,2	1375,9	1318,1	1,02	0,98
PR642	900	300	18,8	10,0	0,2	2000	27,4	1359,9	1387,5	1330,2	1,02	0,98
PR643	900	300	18,8	10,0	0,3	1000	18,3	1416,2	1395,4	1302,7	0,99	0,92
PR644	900	300	18,8	10,0	0,3	2000	18,3	1425,3	1399,7	1307,6	0,98	0,92
PR645	900	300	18,8	10,0	0,3	1000	22,5	1284,9	1204,7	1138,8	0,94	0,89
PR646	900	300	18,8	10,0	0,3	2000	22,5	1293,2	1211,5	1146,1	0,94	0,89
PR647	900	300	18,8	10,0	0,3	1000	27,4	1181,1	1197,4	1150,5	1,01	0,97
PR648	900	300	18,8	10,0	0,3	2000	27,4	1192,4	1207,5	1161,0	1,01	0,97
Média											0,99	1,00
Coef. de variação											2,7%	5,7%

C

DESENVOLVIMENTO DO MODELO DE CÁLCULO

Os procedimentos normativos são baseados no método dos estados limites. Incertezas inerentes às ações atuantes na estrutura e à resistência dos materiais são consideradas indiretamente, pelo uso de coeficientes parciais de segurança. A melhor forma de avaliar a segurança da estrutura é por análises probabilísticas, para a calibração dos coeficientes parciais de segurança. Segurança significa que a estrutura não atingirá o colapso, durante sua vida útil (50 anos) de projeto e desempenhará adequadamente as funções as quais foi projetada.

Este apêndice apresenta o procedimento estatístico utilizado para o ajuste dos momentos fletores resistentes característico e de cálculo à FLD, exposto no Capítulo 7. As equações descritas a seguir foram retiradas do anexo D da norma europeia EN 1990:2002. A finalidade do procedimento é controlar e padronizar os riscos em níveis aceitáveis pela sociedade.

Os valores de resistência característicos são os que têm determinada probabilidade de serem ultrapassados, no sentido desfavorável para a segurança. No caso de estados limites últimos, essa probabilidade costuma ser de 5%. Isso significa que, considerando uma distribuição normal, o intervalo de confiança é de 95%, conforme ilustra a Figura C.1. Um projeto é considerado seguro se os estados limites não são alcançados, quando os valores do projeto são introduzidos nos modelos de análise.

A resistência teórica (r_t) de um componente estrutural pode ser representada pela seguinte função:

$$r_t = g_n(\underline{X}) \tag{C.1}$$

em que \underline{X} são as variáveis dependentes da resistência teórica (analítica).

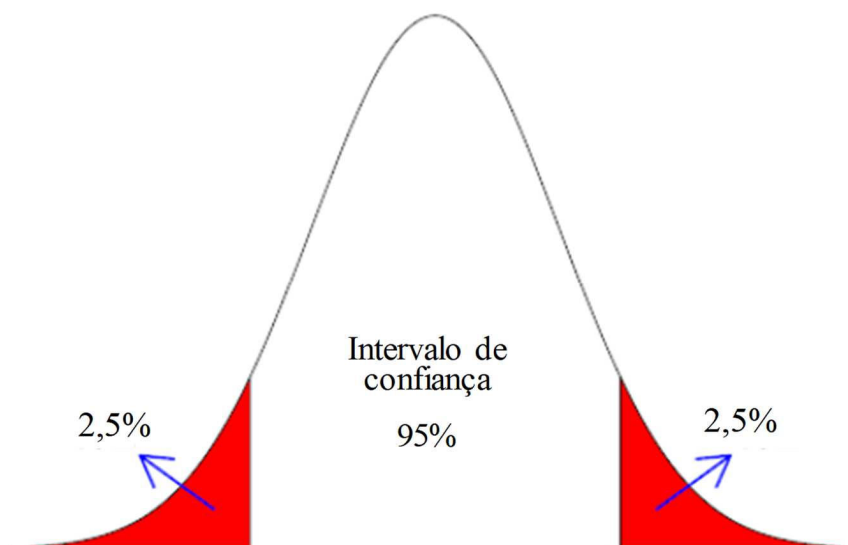


Figura C.1 – Distribuição normal e intervalo de confiança.

Neste estudo foram realizadas análises para o cálculo dos momentos fletores resistentes característico e de cálculo por dois métodos. No “Método 1”, o momento fletor foi calculado com a utilização do índice de esbeltez λ_{dist} , Equação (2.1) e, no “Método 2”, foi utilizado o índice de esbeltez simplificado $\lambda_{dist,prop}$, Equação (7.8).

A Figura C.2 ilustra os valores teóricos (analíticos) *versus* os valores experimentais (numéricos). Se a função teórica for exata e completa, os pontos simulariam uma reta com $\theta = \pi/4$. No entanto, na prática, os pontos mostram uma dispersão em relação a essa reta.

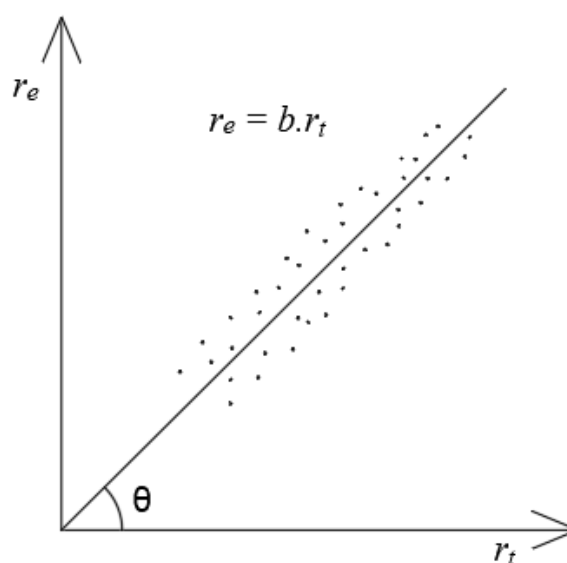


Figura C.2 – Diagrama r_t versus r_e (adaptado do EN 1990:2002).

O fator de correção do valor médio (b), indicado na Figura C.2, pode ser calculado pelo método dos mínimos quadrados, conforme indicado abaixo:

$$b = \frac{\sum r_e r_t}{\sum r_t^2} \quad (\text{C.2})$$

O valor do fator de correção b , obtido pela relação dos valores de momentos numéricos e propostos neste trabalho foi igual a 1,0 para o cálculo segundo “Método 1” e de 0,99 para o “Método 2”. Os valores teóricos corrigidos são chamados de valores médios. Esses valores devem ser ajustados para o nível característico de resistência (tratamento estatístico), incorporando o subíndice “ k ” à sua chamada e, posteriormente, para o nível de resistência de cálculo por meio de coeficiente de ponderação, incorporando o subíndice “ d ” à sua chamada.

O erro de cada valor (δ_i) pode ser obtido pelo fator de correção do valor médio (b) e dos valores experimentais/numéricos (r_{ei}) e valores teóricos/analíticos (r_{ti}), conforme equação:

$$\delta_i = \frac{r_{ei}}{b r_{ti}} \quad (\text{C.3})$$

O valor do coeficiente de variação, V_δ , dos erros δ_i foi de 0,053 para o “Método 1” e de 0,076 para o “Método 2” e pode ser calculado por:

$$V_\delta = \sqrt{e^{s_\Delta^2} - 1} \quad (\text{C.4})$$

no qual

$$s_\Delta^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\Delta_i - \bar{\Delta})^2 \quad (\text{C.5})$$

em que

$$\bar{\Delta} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta_i \quad (\text{C.6})$$

e

$$\Delta_i = \ln(\delta_i) \quad (C.7)$$

O procedimento estatístico da norma europeia EN 1990:2002 considera a influência das incertezas, a partir do coeficiente de variação global, V_r , dado por:

$$V_r^2 = V_\delta^2 + V_{rt}^2 \quad (C.8)$$

O coeficiente de variação do modelo de resistência teórico, V_{rt} , quantifica as incertezas envolvidas em cada umas das variáveis independentes do modelo de resistência teórico e pode ser calculado por:

$$V_{rt}^2 = \frac{\text{VAR} [g_{rt}(X)]}{g_{rt}^2(X_m)} \cong \frac{1}{g_{rt}^2(X_m)} \times \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial g_{rt}}{\partial X_i} \sigma_i \right)^2 \quad (C.9)$$

em que onde X_m é o valor médio das variáveis independentes e σ_i é o desvio-padrão.

O V_{rt} pode ser calculado simplificadaamente por:

$$V_{rt} \cong \sqrt{\sum_{i=1}^n V_{Xi}^2} \quad (C.10)$$

no qual V_{Xi} é o coeficiente de variação das variáveis independentes.

Ellingwood *et al.* (1980) descrevem um coeficiente de variação constante de 0,05, para as propriedades da seção transversal, tais como d , t_f , t_w , b_f , A_g , W e I . A ABNT NBR 14762:2010 também apresenta coeficiente de variação de 0,05 para a geometria. Freitas *et al.* (2007) adotaram coeficiente de variação de 0,02 para d , t_f , t_w , b_f e A_g de forma que os coeficientes de variação de outras propriedades geométricas (I , Z , W e r_y) ficassem limitadas a valores inferiores a 0,06. Para a resistência ao escoamento, Freitas *et al.* (2007) adotaram coeficiente de variação de 0,11, Santos *et al.* (2014) adotaram um valor de 0,08 e Ellingwood *et al.* (1980) utilizaram o valor de 0,10.

A Equação (2.13), utilizada para calcular o momento resistente depende predominantemente da área do perfil de aço (A_g) e da resistência ao escoamento do aço (f_y). Na Seção (7.4), observou-se que essas propriedades foram as que mais influenciaram no momento fletor resistente de

flambagem lateral com distorção. Neste estudo, para o cálculo do coeficiente de variação do modelo de resistência teórico, V_{rt} , optou-se por adotar um coeficiente de variação igual a 0,035, que representa majoritariamente a variação na geometria, considerando que o valor característico da resistência ao escoamento do aço é usualmente um valor mínimo observado na indústria. Portanto, o coeficiente de variação do modelo de resistência teórico é:

$$V_{rt} \cong \sqrt{V_{Ag}^2} \cong \sqrt{0,035^2} \cong 0,035$$

Logo, o coeficiente de variação global, V_r , calculado segundo Equação (C.8), foi de 0,064 para o “Método 1” e de 0,083 para o “Método 2”.

Os valores característicos e de projeto podem ser calculados por:

$$r_k = C_{rk} M_{dist}^{-} = b g_{rt} (\underline{X}_m) e^{(-k_{\infty} \alpha_{rt} Q_{rt} - k_n \alpha_{\delta} Q_{\delta} - 0,5 Q^2)} \quad (C.11)$$

$$r_d = C_{rd} M_{dist}^{-} = b g_{rt} (\underline{X}_m) e^{(-k_{d,\infty} \alpha_{rt} Q_{rt} - k_{d,n} \alpha_{\delta} Q_{\delta} - 0,5 Q^2)} \quad (C.12)$$

em que k_{∞} e $k_{d,\infty}$ são iguais a 1,64 e 3,04, respectivamente, para um conjunto infinito de dados. Para um conjunto finito de dados, k_n e $k_{d,n}$ podem ser obtidos de forma tabular, a partir do tamanho da amostragem pelas Tabelas D.1 e D2 da EN 1990:2002, respectivamente. Adicionalmente, têm-se as seguintes equações complementares: $Q_{rt} = \sqrt{\ln(V_{rt}^2 + 1)}$; $Q_{\delta} = \sqrt{\ln(V_{\delta}^2 + 1)}$; $Q = \sqrt{\ln(V_r^2 + 1)}$; $\alpha_{rt} = Q_{rt}/Q$ e $\alpha_{\delta} = Q_{\delta}/Q$. Os resultados dessas equações foram de 0,035, 0,053, 0,064, 0,550 e 0,836, para o “Método 1” e de 0,035, 0,075, 0,083, 0,421 e 0,908, para o “Método 2”, respectivamente.

O valor de C_{rk} e C_{rd} é igual ao produto de b pelos exponenciais dos valores característicos e de cálculo das equações (C.11) e (C.12), respectivamente. Os valores de C_{rk} e C_{rd} foram de 0,90 e 0,82 para o “Método 1”, e 0,86 e 0,76 para o “Método 2”, respectivamente.

Com a determinação dos valores de resistência característica r_k e de projeto r_d , torna-se possível determinar o coeficiente de ponderação da resistência da amostragem avaliada, que pode ser obtida por:

$$\gamma_M = \frac{r_k}{r_d} \quad (\text{C.13})$$

Os coeficientes de ponderação da resistência calculados conforme equação anterior foram iguais a 1,09 para o “Método 1”, e 1,12 para o “Método 2”. Contudo, tendo em vista que a ABNT NBR 8800:2008 padroniza o valor deste coeficiente em 1,10, é necessário ajustar o coeficiente C_{rk} , chamado aqui de β_{cast} :

$$\beta_{cast} = C_{rk} \frac{1,10}{\gamma_M} \quad (\text{C.14})$$

Logo o momento fletor resistente característico à FLD de vigas cateladas mistas pode ser obtida pela seguinte equação:

$$M_{dist, Rk}^- = \beta_{cast} \chi_{dist, prop} M_{Rk}^- \quad (\text{C.15})$$

em que β_{cast} é igual a 0,90 para o “Método 1” e 0,84 para o “Método 2”, $\chi_{dist, prop}$ é o fator de redução calculado conforme a Equação (7.9) e o M_{Rk}^- é o momento fletor resistente característico na seção de abertura, calculado conforme a Equação (2.13), com uso dos valores característicos de resistência.

O momento fletor resistente de cálculo à FLD de vigas cateladas mistas pode ser obtido por:

$$M_{dist, Rd}^- = \beta_{cast} \chi_{dist, prop} M_{Rd}^- \quad (\text{C.16})$$

no qual o M_{Rd}^- é o momento fletor resistente de cálculo na seção com abertura, calculado conforme a Equação (2.13).