

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ENGENHARIA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM
ANÁLISE E DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURAS DE
CONCRETO ARMADO E AÇO

LUCAS MAURÍCIO RODRIGUES

**ANÁLISE DE MODELOS DE CÁLCULO PARA EDIFÍCIOS
EM PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS NO LOCAL –
ESTUDO DE CASO**

BELO HORIZONTE

2017

LUCAS MAURÍCIO RODRIGUES

**“ANÁLISE DE MODELOS DE CÁLCULO PARA EDIFÍCIOS EM PAREDES
DE CONCRETO MOLDADAS NO LOCAL – ESTUDO DE CASO”**

Trabalho Final apresentado ao Departamento de Engenharia de Estruturas da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de "Especialista em Análise e Dimensionamento de Estruturas de Concreto Armado e Aço".

BELO HORIZONTE

2017



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ENGENHARIA
*Curso de Especialização em Análise e Dimensionamento de
Estruturas de Concreto Armado e Aço*

ATA DA DEFESA

**“Análise de Modelos de Cálculo para Edifícios em Paredes de
Concreto Moldadas no Local – Estudo de Caso”**

LUCAS MAURÍCIO RODRIGUES

Trabalho Final defendido perante a banca examinadora, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de “Especialista em Análise e Dimensionamento de Estruturas de Concreto Armado e Aço”

Aprovada em 08 de novembro de 2017

Por:

Prof. Sebastião Salvador Real Pereira

Avaliador 1 – Orientador

Nota: 92

Prof. Dr. Ney Amorim Silva

Avaliador 2

Nota: 90

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por sempre iluminar meu caminho e minha mente.

À família E.Bicalho Engenharia pelas experiências compartilhadas.

Ao meu orientador Prof^o Sebastião, pela disposição em me ajudar nesta reta final de curso.

À minha família, que sempre me apoiou e acreditou em mim.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para meu aprendizado e minha formação profissional e pessoal, muito obrigado!

Resumo

As construtoras brasileiras buscam a cada dia sistemas construtivos mais rápidos e eficazes, de modo que possam acelerar a produção sem prejudicar o bom desempenho das edificações. Assim, o sistema construtivo de paredes de concreto vem sendo potencialmente utilizado no nosso país. A maior rapidez de construção vem fazendo com que este tipo de sistema substitua o sistema de alvenaria estrutural.

Este trabalho tem o intuito de analisar duas formas diferentes de cálculo de “descida de cargas” de um edifício residencial multifamiliar em paredes de concreto moldadas *in loco* e as variações das cargas na fundação. Os modelos de cálculo aqui utilizados, amparados pelas normas brasileiras, assemelham-se aos modelos utilizados em sistemas de alvenaria estrutural. São eles: cálculo de cargas por paredes isoladas e por grupos isolados.

Abstract

Brazilian construction companies are looking for faster and more efficient construction systems every day, so that they can accelerate production without harming the good performance of buildings. Thus, the construction system of concrete walls has been potentially used in our country. The greater speed of construction has made this type of system replace the structural masonry system.

This work aims to analyze two different ways of calculating the “load drop” of a multifamily residential building in cast-in-place concrete walls and the variations of loads on the foundation. The calculation models used here, supported by Brazilian standards, are similar to the models used in structural masonry systems. They are: calculation of loads by insulated walls and by insulated groups.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Condomínio Santa Mônica (MRV), localizado em Guarulhos, SP.....	14
FIGURA 2: Fundação em Radier (Internet).....	15
FIGURA 3: Fundação em Cintamento (Internet).....	16
FIGURA 4: Fundação em Laje Estaqueada (modelo adotado neste trabalho).....	16
FIGURA 5: Modelo 1 – Paredes Isoladas	18
FIGURA 6: Modelo 2 – Grupos de Paredes.....	19
FIGURA 7: Planta baixa da arquitetura	20
FIGURA 8: Carregamento das lajes do TIPO.....	21
FIGURA 9: Carregamento das lajes do FORRO.	22
FIGURA 10: Carregamento da Laje do ELEVADOR.....	22
FIGURA 11: Carregamento da CAIXA D'ÁGUA.	23
FIGURA 12: Mapa de Paredes.....	24
FIGURA 13: Mapa de Grupos e Pontos (Lintéis).....	25
FIGURA 14: Forma da Fundação	28
FIGURA 15: Cargas na Fundação.....	30
FIGURA 16: Diagramas de momentos (Modelo 1)	31
FIGURA 17: Diagramas de momentos (Modelo 2)	32

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Cargas lineares a serem lançadas na fundação.	26
TABELA 2: Cargas lineares a serem lançadas na fundação.	27
TABELA 3: Valores característicos das cargas nos pontos de fundação (Modelo 1).....	29
TABELA 4: Valores característicos das cargas nos pontos de fundação (Modelo 2).....	30

SUMÁRIO

1	OBJETIVO	12
1.1	Objetivo geral	12
1.2	Objetivos específicos	12
2	PAREDE DE CONCRETO ARMADO MOLDADA NO LOCAL	13
2.1	Caracterização do Método	13
2.2	Programa Minha Casa Minha Vida e a Expansão das Construções em Parede de Concreto	14
2.3	Tipos de Fundação para Edifícios em Parede de Concreto	15
3	ESTUDO DE CASO	17
3.1	Motivação Para o Estudo Proposto	17
3.2	Modelos de Cálculo Propostos Para a Descida de Cargas	18
3.3	Projeto Arquitetônico	19
3.4	Cálculo do carregamento	20
3.4.1	Carga das lajes	20
3.4.2	Carga das Paredes	24
3.4.3	Cargas Adicionais	27
3.4.4	Modelo de Fundação	27
4	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	29
4.1	Cargas Nos Pontos de Fundação	29
4.2	Esforços para Dimensionamento	31
5	CONCLUSÃO	33

6	REFERÊNCIAS	34
	APÊNDICE A – PLANTAS DOS MODELOS PROPOSTOS	36

INTRODUÇÃO

Apesar da crise econômica pela qual o país está passando, sabe-se que ainda existe um grande déficit habitacional no Brasil. Alguns programas do governo federal, principalmente o “Minha Casa, Minha Vida” (MCMV), foram criados a fim de se tentar suprir essa demanda.

Impulsionadas pelo incentivo do governo no setor de habitação, as grandes empresas de construção buscam sempre novas alternativas para aumentar sua competitividade no mercado nacional, procurando reduzir perdas, melhorar a qualidade do seu produto final e aumentar a velocidade no processo produtivo.

Uma tecnologia que se pode dizer “nova” no mercado brasileiro e que tem sido cada vez mais adotada pelas construtoras é o sistema de paredes de concreto armado moldadas no local. Tal método vem substituindo o sistema de alvenaria estrutural, por reduzir a mão de obra e acelerar a entrega da edificação.

Diante disso, este trabalho busca comparar dois métodos de cálculo das cargas geradas na fundação por um edifício multifamiliar de quatro pavimentos a ser construído pela construtora MRV Engenharia.

1 OBJETIVO

1.1 Objetivo geral

Realizar um estudo de caso comparativo entre dois métodos de cálculo utilizados por profissionais de engenharia para estimar as cargas nos pontos de fundação, descrevendo detalhadamente estes métodos.

1.2 Objetivos específicos

- Apresentar o projeto que será usado como base para o estudo em questão;
- Apresentar os carregamentos que serão lançados no modelo de fundação (laje de concreto apoiada sobre estacas);
- Fazer a análise comparativa das cargas geradas em cada ponto de fundação;
- Apresentar o método de cálculo mais viável e seguro para o projeto;

2 PAREDE DE CONCRETO ARMADO MOLDADA NO LOCAL

2.1 Caracterização do Método

Resumidamente, após estarem de acordo todos os projetos da estrutura, montam-se as formas do primeiro pavimento sobre a estrutura de fundação. Montadas as formas, a armação das paredes e seus respectivos reforços para aberturas são colocados e, então, concretam-se. Assim que o concreto atinge a resistência para desforma estipulada pelo projeto estrutural, todas as formas são retiradas e levadas para o pavimento superior.

Esse tipo de sistema é recomendado para empreendimentos de alta repetitividade e podem ser utilizados para obras de pequeno, médio e alto padrão de acabamento, visto sua grande versatilidade (Dino, 2010).

A principal característica desse sistema construtivo é sua rapidez de execução. Para que o produto final seja consideravelmente otimizado, segundo Pandolfo (2007), é necessário que haja uma rigorosa coordenação de todos os projetos (arquitetônico, estrutural, hidráulico, elétrico...), uma vez que estrutura e vedação compõem um único sistema.

Uma segunda vantagem do sistema em paredes de concreto é que são usadas formas reaproveitáveis, e as mesmas formas utilizadas no primeiro pavimento são utilizadas nos demais, pois a desforma é rápida. Pode-se dizer também que há vantagem no acabamento, uma vez que feita a desforma, as paredes estão praticamente prontas para receberem a pintura.

Além dos benefícios citados anteriormente, este método reduz consideravelmente os resíduos, os desperdícios, a mão de obra e as etapas de construção. De acordo com D'Ambrósio (2009), no sistema de paredes de concreto o desperdício é mínimo, se comparado ao sistema de alvenaria estrutural, chegando a gerar 80% menos resíduos.

2.2 Programa Minha Casa Minha Vida e a Expansão das Construções em Parede de Concreto

Richter (2007) argumenta que o Governo Federal, preocupado com o alto índice do déficit habitacional brasileiro, lançou o programa piloto de habitação, denominado Minha Casa, Minha Vida I. O objetivo do programa era trazer moradia com preço acessível às classes menos favorecidas, além de fomentar a economia nacional, gerando emprego e renda para grande parte da população (Pimenta, 2016)

De acordo com o site do programa Minha Casa, Minha Vida (2017), mais de 2,7 milhões de famílias já foram beneficiadas, tendo sido investidos cerca de 300 bilhões de reais. Uma das maiores investidoras desse programa é a construtora MRV Engenharia, que possui projetos por todo o país.



FIGURA 1: Condomínio Santa Mônica (MRV), localizado em Guarulhos, SP.

O sistema de paredes de concreto aparece como substituto do modelo de alvenaria estrutural, conseguindo reduzir consideravelmente os custos de obras em grande escala e acelerando a entrega do produto final.

2.3 Tipos de Fundação para Edifícios em Parede de Concreto

Serão listados três tipos mais comuns de estruturas de fundação para edifícios de pequeno porte, construídos em parede de concreto (como o modelo tratado neste trabalho). As cargas predominantes neste tipo de edificação são verticais, uma vez que a estrutura não recebe uma solicitação considerável de esforços horizontais (tais como o vento), podendo ser desprezados.

Para se definir o tipo de fundação mais conveniente para a edificação, o engenheiro responsável analisa o solo que receberá o carregamento, levando em conta o perfil estratigráfico do terreno e terrenos vizinhos e os tipos de fundação passíveis de se realizar, considerando as cargas geradas pelo edifício e a capacidade de carga do solo.

- Radier: é um tipo de fundação rasa. É uma laje de concreto armado em contato direto com o terreno que recebe as cargas oriundas das paredes da superestrutura e descarrega diretamente no solo. Tem como vantagem o baixo custo e rapidez na execução. Porém, o terreno deve possuir uma capacidade de carga considerável na área de abrangência do radier e nas suas proximidades;



FIGURA 2: Fundação em Radier (Internet)

- Cintamento: pode ser feito sobre estacas, tubulões ou sapatas. Sob cada parede do edifício deve haver uma cinta (viga) que recebe o carregamento proveniente da superestrutura e o transfere para a estaca (através do bloco de coroamento), para o tubulão ou para a sapata. Tem como vantagem uma maior flexibilidade de execução em diferentes tipos de solos;



FIGURA 3: Fundação em Cintamento (Internet)

- Laje apoiada sobre estacas ou tubulões: esse tipo de fundação é bastante parecido com o radier, porém a laje não descarrega a carga diretamente sobre o solo. Ela recebe as cargas provenientes da edificação e as transmite às estacas (através de blocos de coroamento) ou aos tubulões. Sua execução é rápida e geralmente é escolhida quando o terreno não suportaria uma fundação em radier.

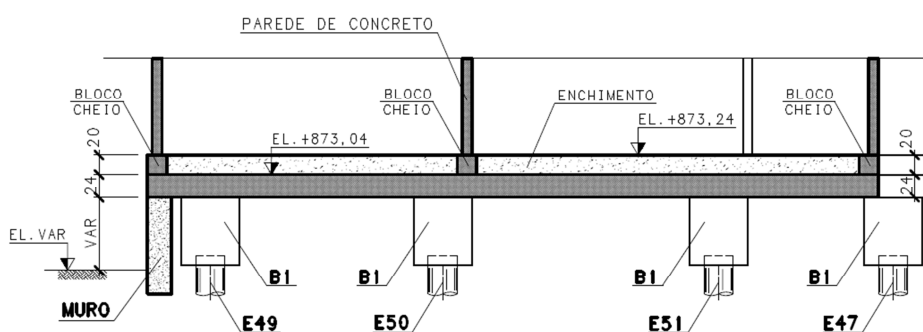


FIGURA 4: Fundação em Laje Estaqueada (modelo adotado neste trabalho)

3 ESTUDO DE CASO

O foco deste trabalho é demonstrar como a edificação tende a transferir seu carregamento para a estrutura de fundação, que por sua vez transfere este carregamento ao solo. O modelo escolhido foi a fundação de laje apoiada sobre estacas (onde a transferência de carga da laje para as estacas é feita através dos blocos de coroamento).

Assim sendo, teremos como resultado final uma carga pontual (em tf – toneladas força) para cada estaca, num total de quarenta estacas. Esta carga foi obtida através do programa de cálculo estrutural CAD TQS, pelo modelo de grelha de lajes planas. Para se chegar a esta carga, foi feita a chamada “descida de cargas” da estrutura, que nada mais é do que o cálculo das cargas geradas pelos componentes da estrutura, tais como lajes, escadas e elevador.

O modelo de edifício utilizado neste estudo faz parte de um empreendimento de cinco blocos, sendo um em alvenaria estrutural (adaptado para portadores de deficiência) e os demais em paredes de concreto. Cada bloco (edifício) possui quatro pavimentos tipo, sem pilotis, contendo quatro apartamentos por andar, elevador e caixa d’água.

O pé-direito livre da edificação é de 2,60 metros, com as paredes e as lajes tendo 10 cm de espessura.

A estrutura de fundação corresponde a um bloco típico isolado.

Os modelos de cálculo adotados e posteriormente comparados são: paredes isoladas e grupos de paredes isolados.

3.1 Motivação Para o Estudo Proposto

A Engenharia Civil não é uma ciência exata, portanto os cálculos realizados são feitos por estimativas, levando-se em conta um fator de segurança considerável.

Os dois métodos de estimativa de cargas na fundação geradas pela edificação apresentados aqui são aceitáveis e amplamente utilizados, porém fazem considerações distintas sobre as

distribuições dos carregamentos, gerando cargas diferentes nas estacas para um mesmo modelo de fundação. Sendo assim, fica em questão o quão diferentes seriam estas cargas e se estariam dentro dos limites de segurança.

3.2 Modelos de Cálculo Propostos Para a Descida de Cargas

- **Método 1:** Cálculo das cargas solicitadas na fundação através do Método de Paredes Isoladas.
- **Método 2:** Cálculo das cargas solicitadas na fundação através do Método de Grupos Isolados de Paredes.

O primeiro método desconsidera as aberturas nas paredes (portas e janelas), fazendo com que as reações de apoio das lajes atuem linearmente nas suas respectivas paredes de apoio. A Figura 5 ilustra o Método 1.

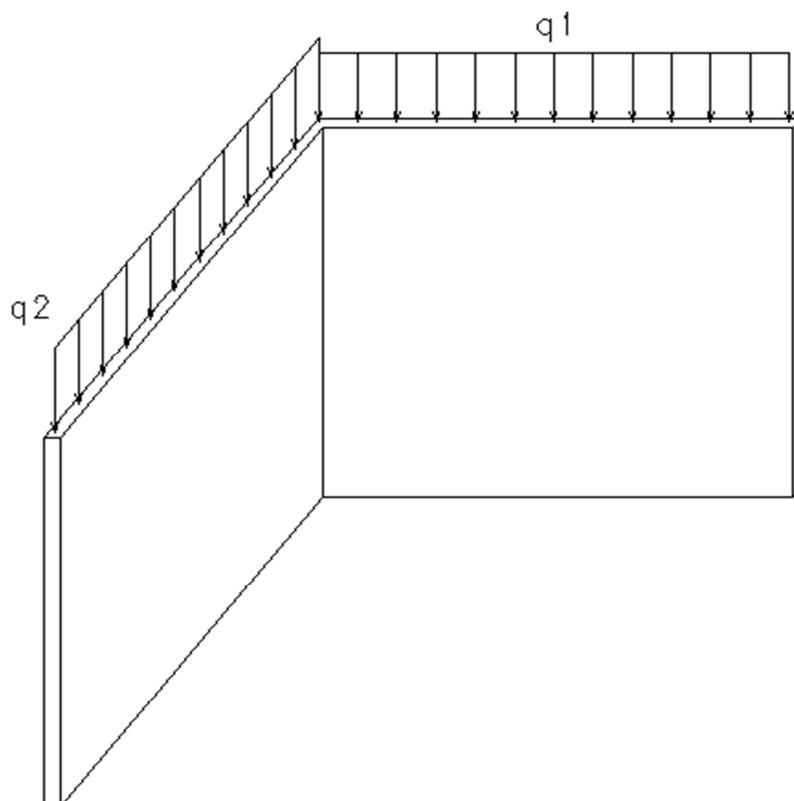


FIGURA 5: Modelo 1 – Paredes Isoladas

Já o segundo método, por sua vez, considera os lintéis (aberturas nas paredes) como solicitantes de cargas pontuais, calcula a carga pontual gerada por cada lintel e a transforma em carga linear, dividindo o valor da reação pelo comprimento do grupo ao qual cada lintel pertence. A Figura 6 ilustra o Método 2.

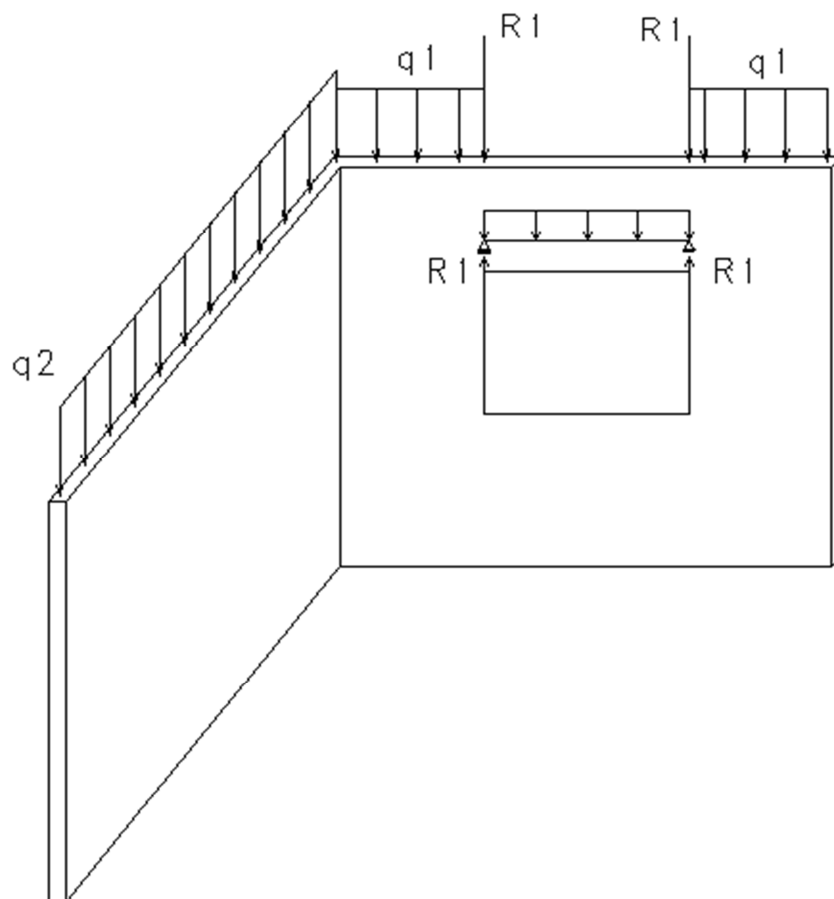


FIGURA 6: Modelo 2 – Grupos de Paredes

3.3 Projeto Arquitetônico

A Figura 7 representa a planta baixa referente ao projeto modelo utilizado neste trabalho.

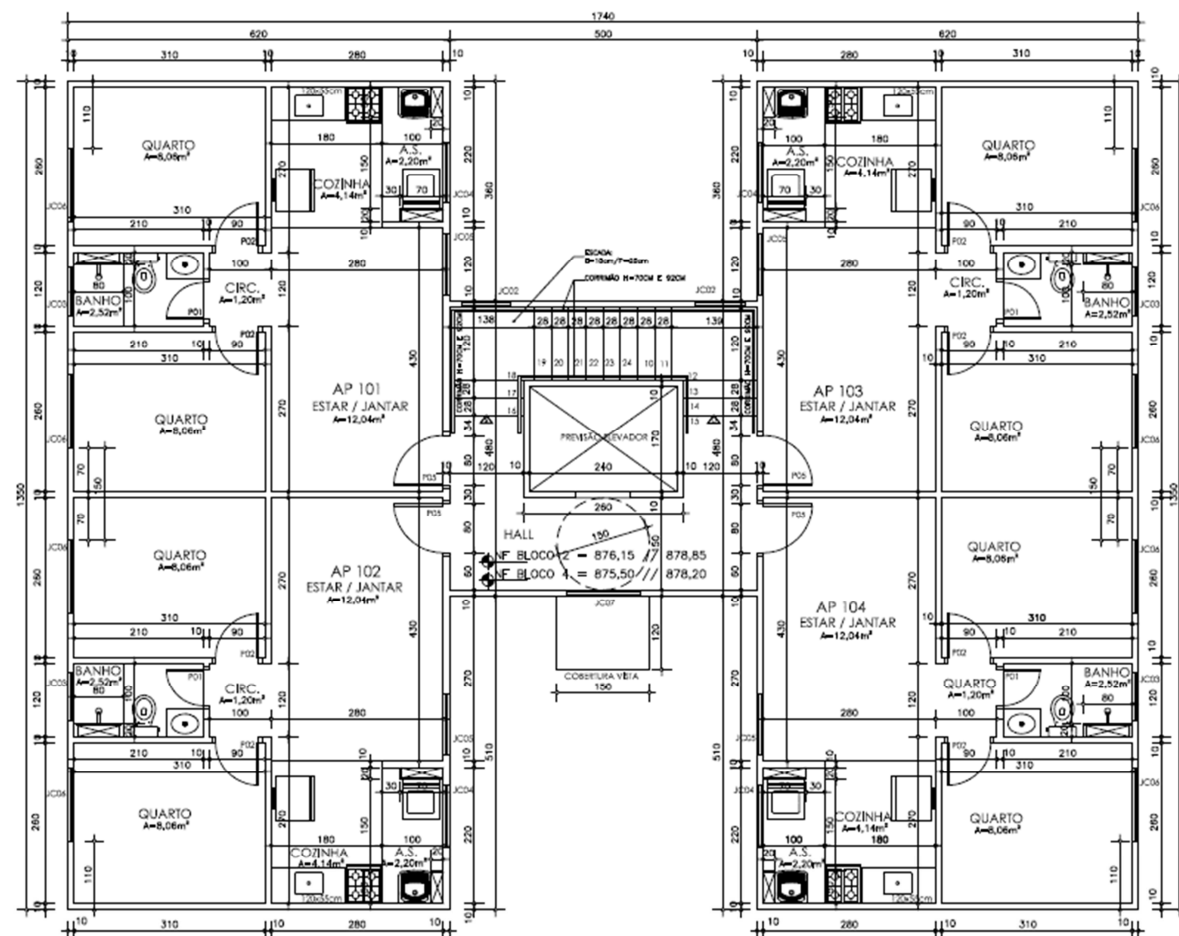


FIGURA 7: Planta baixa da arquitetura

3.4 Cálculo do carregamento

3.4.1 Carga das lajes

As lajes deste projeto possuem 10 cm de espessura e são moldadas no local, juntamente com as paredes. Os carregamentos adotados para as lajes dos apartamentos são os seguintes: peso próprio, sobrecarga e revestimento (de 250 kgf/m² para os pavimentos tipo – 1º, 2º e 3º andares, e de 150 kgf/m² no forro). Existe ainda a laje do hall da escada, solicitada por um carregamento de 400 kgf/m².

Acima do forro, considerou-se uma carga de elevador, que solicita as paredes internas do hall da escada. E por último, tem-se o carregamento gerado pela caixa d'água, atuando sobre a laje superior do hall da escada (carga calculada para uma caixa d'água de 20 m³).

As figuras a seguir ilustram as reações de apoio das lajes que serão resistidas por cada parede dos pavimentos tipo, forro, elevador e caixa d'água, respectivamente. A linha tracejada significa que a laje encontra-se engastada. As cargas são dadas em kgf/m:

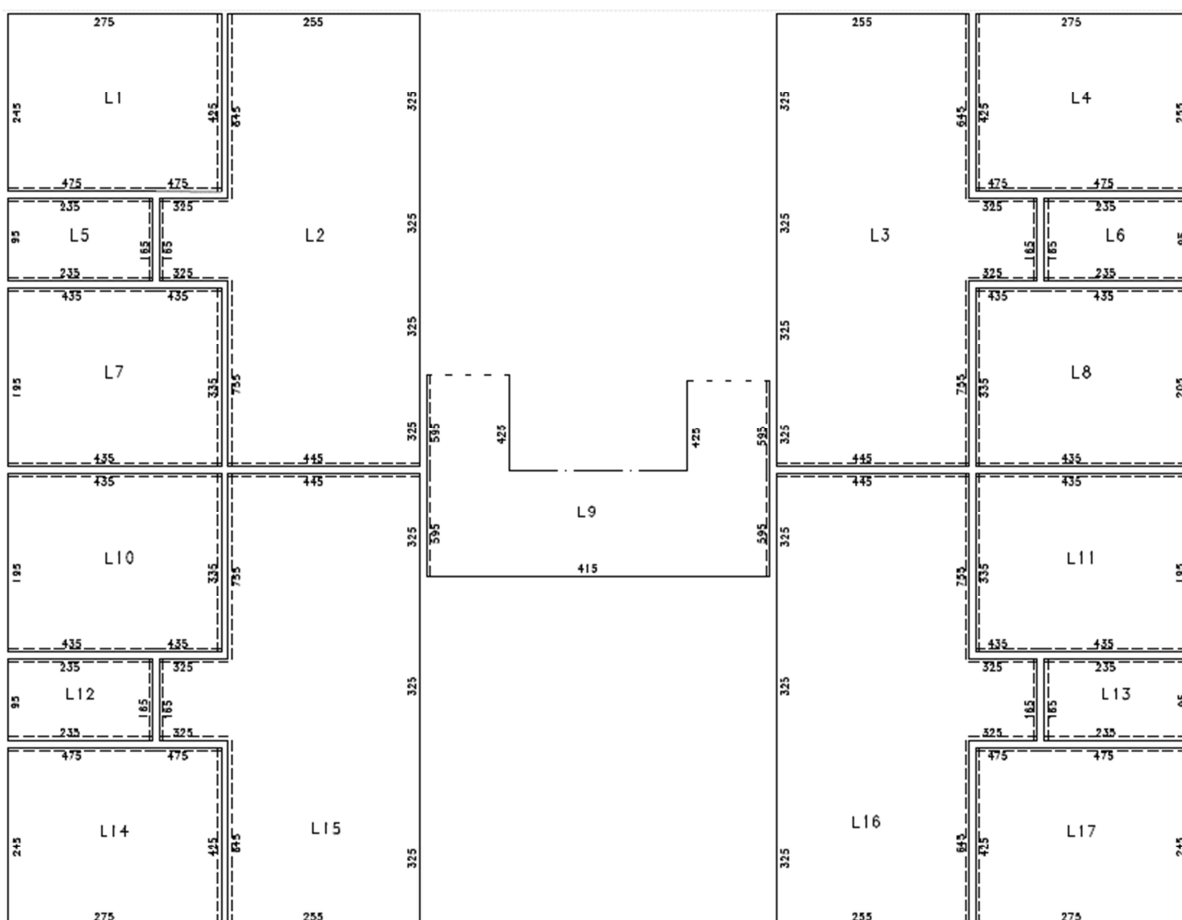


FIGURA 8: Carregamento das lajes do TIPO.

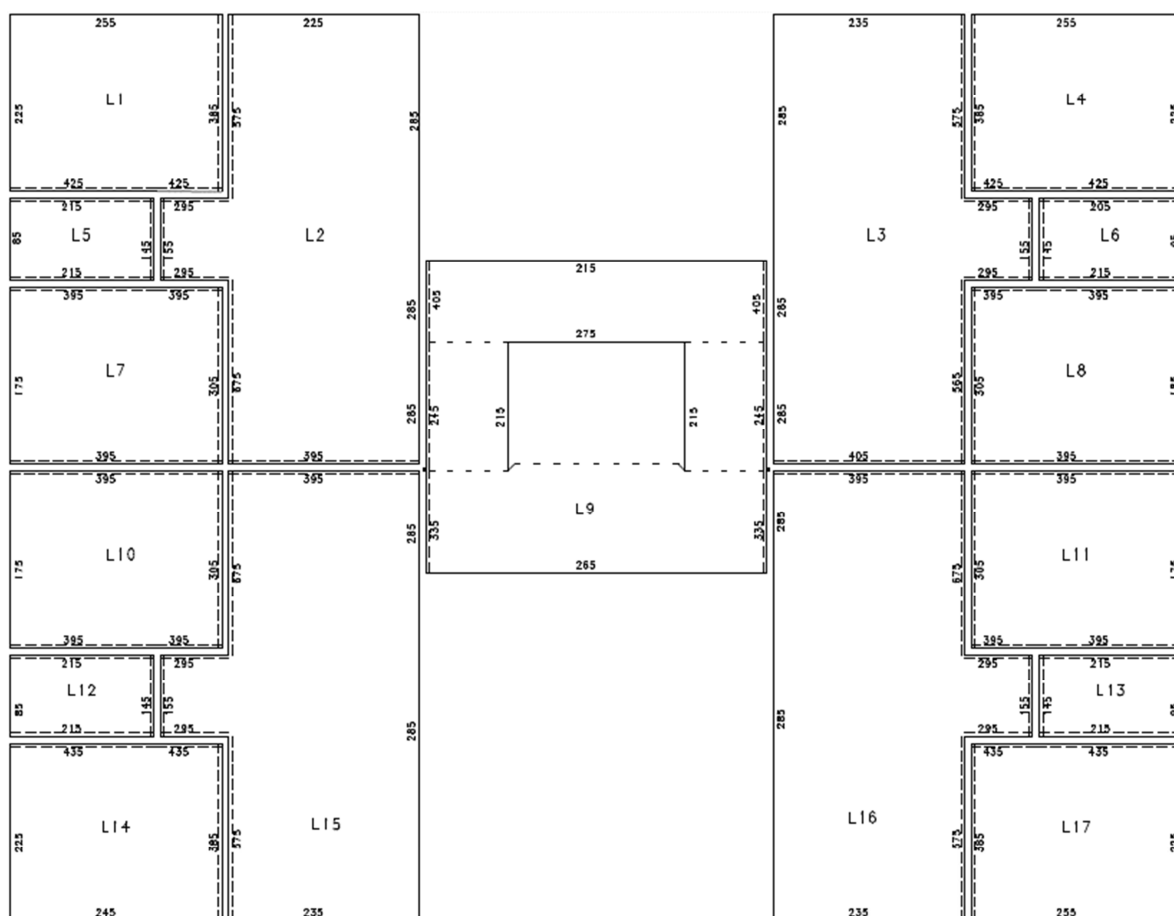


FIGURA 9: Carregamento das lajes do FORRO.



FIGURA 10: Carregamento da Laje do ELEVADOR.

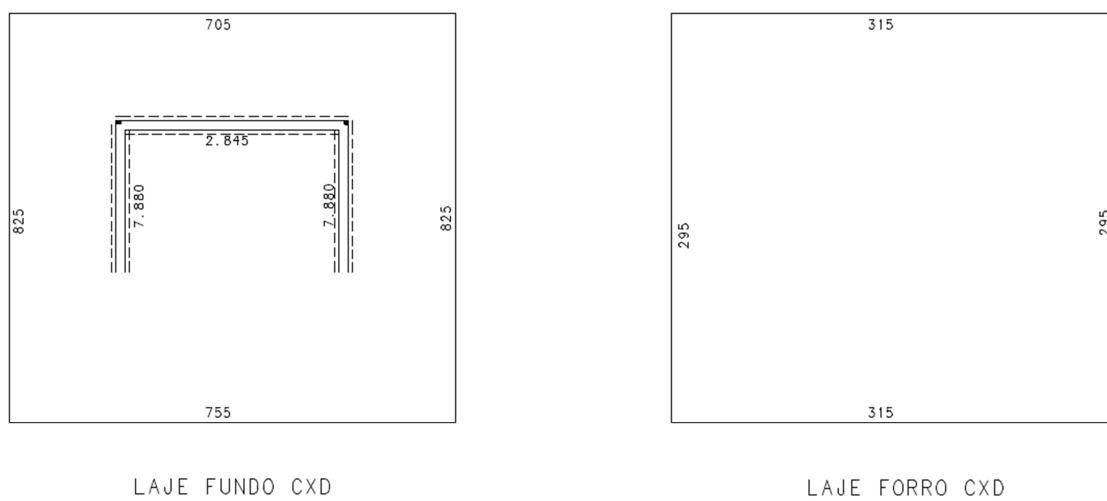


FIGURA 11: Carregamento da CAIXA D'ÁGUA.

3.4.2 Carga das Paredes

As paredes de concreto possuem 10 cm de espessura, devendo resistir às cargas transmitidas pelas lajes, além de seu peso próprio. Carregamentos horizontais, tais como o vento, foram desconsiderados, uma vez que não tem grande expressão devido à altura da edificação. A Figura 12 representa a denominação dada a cada parede.

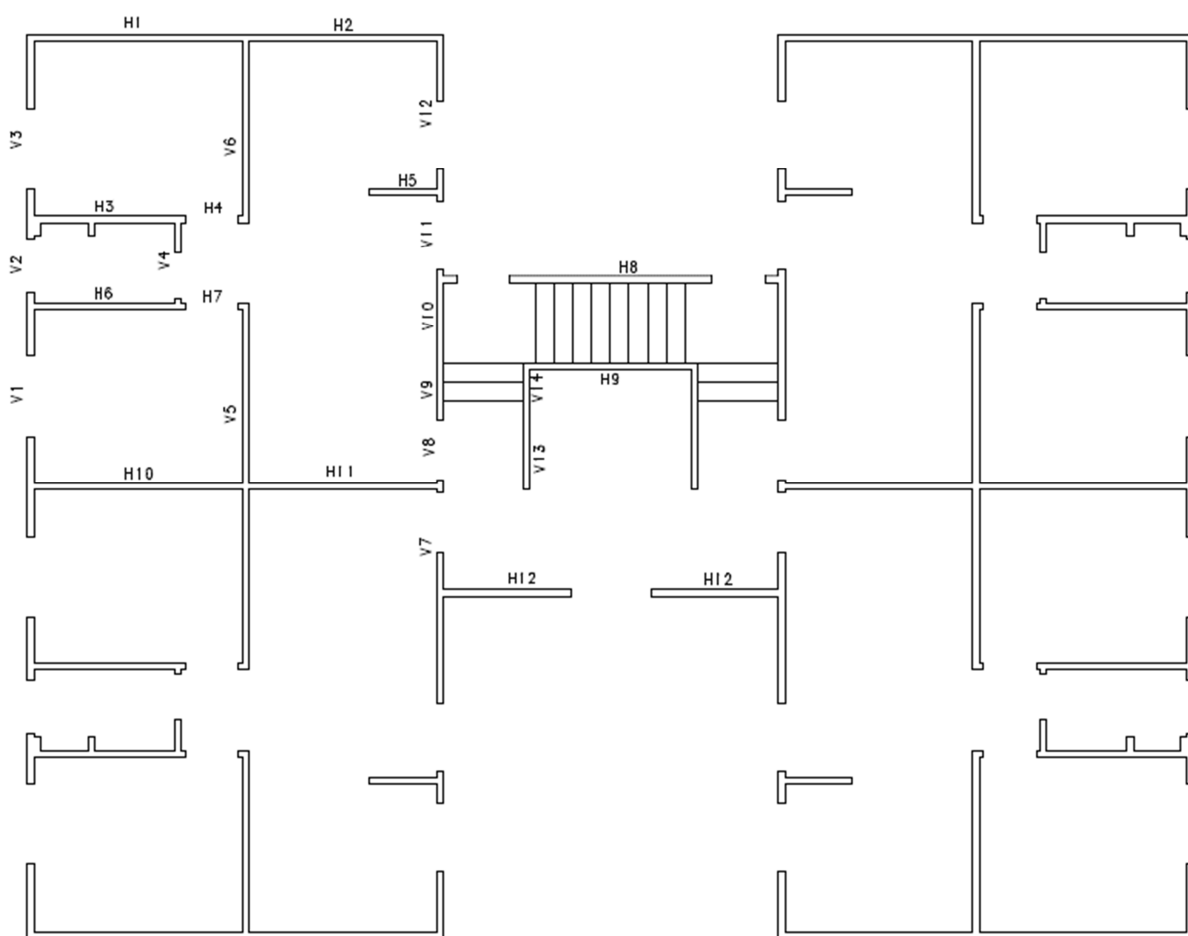


FIGURA 12: Mapa de Paredes

No Método 2, além de distinguir cada parede pelos trechos das reações das lajes (conforme Figura 12), é necessário separá-las em grupos, para o cálculo da carga final a ser lançada. Define-se também os pontos de cargas concentradas (lintéis), cujo valor da reação de cada um será dividido pelo comprimento final do grupo a que pertence, para que se tenha apenas cargas lineares. Estes grupos e pontos estão representados na figura a seguir.

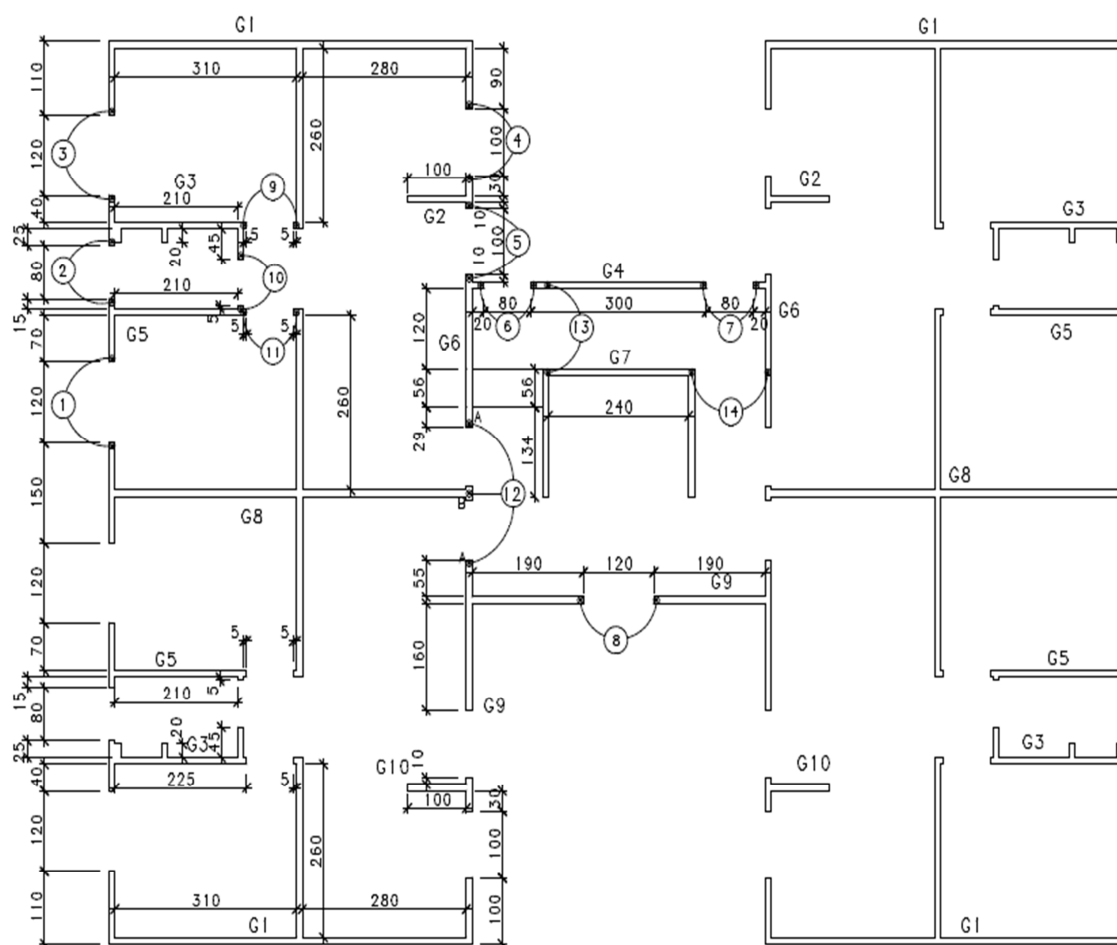


FIGURA 13: Mapa de Grupos e Pontos (Lintéis)

Cada parede isolada (Método 1) ou grupo isolado de paredes (Método 2) irá transmitir uma carga distribuída linear à fundação, de acordo com seu comprimento. A TABELA 1 apresenta os valores das cargas a serem lançadas sobre a laje de fundação para o Método 1, e a TABELA 2, para o Método 2.

TABELA 1: Cargas lineares a serem lançadas na fundação.

PAREDE	CARGA (kgf/m)
H1	3980
H2	3900
H3	5380
H4	5730
H5	7530
H6	5220
H7	5570
H8	6693
H9	9173
H10	6000
H11	6080
H12	6730
V1	3700
V2	3270
V3	3890
V4	3890
V5	6850
V6	6770
V7	8650
V8	8560
V9	8083
V10	8330
V11	4160
V12	4160
V13	14605
V14	14638
Alvenaria (fechamento)	364

TABELA 2: Cargas lineares a serem lançadas na fundação.

GRUPO	CARGA (kgf/m)
G1	5060
G2	7933
G3	6028
G4	8249
G5	5968
G6	10144
G7	12726
G8	7141
G9	7519
G10	7933

3.4.3 Cargas Adicionais

Neste projeto foi considerado um carregamento adicional de 20 cm de solo sobre a laje, correspondente a uma fiada de embasamento constituída por blocos de concreto preenchidos sob cada parede, possibilitando a passagem de tubulação. Poderia ser adotado um modelo cuja laje possuísse furos para a passagem da tubulação, sem a necessidade da fiada extra.

3.4.4 Modelo de Fundação

O modelo adotado, fundação em laje lisa sobre estacas, é o mesmo para ambos os casos e possui 40 estacas que receberão as cargas da edificação. A laje de fundação tem o formato do contorno do prédio, acrescido de 5 centímetros, para servir de apoio para as formas das paredes. A figura a seguir ilustra a forma com seus respectivos blocos de coroamento e estacas. Cada bloco de coroamento possui seção de 60 x 60 cm² e altura também igual a 60 cm. As estacas não serão dimensionadas, porém deverão ter diâmetro máximo de 40 cm.

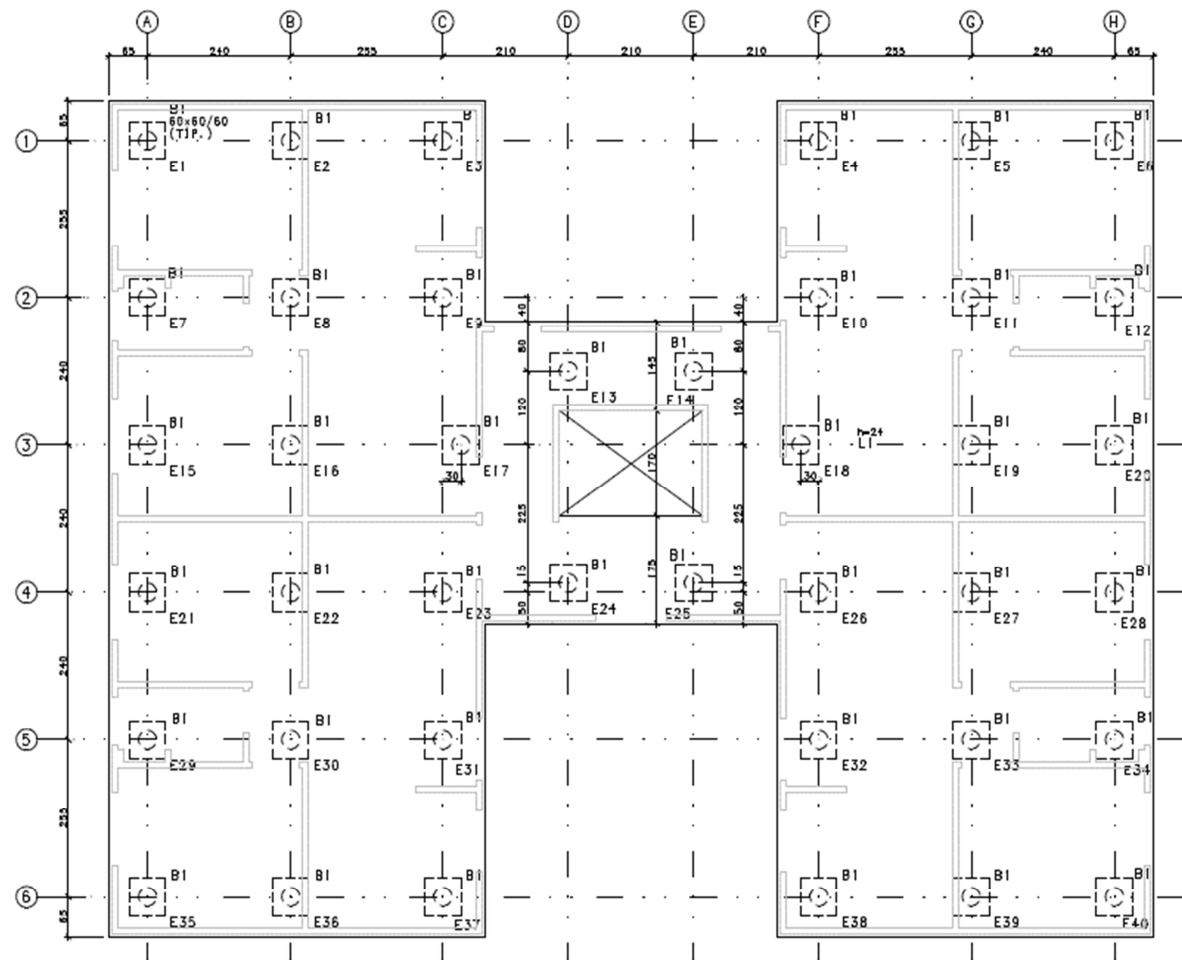


FIGURA 14: Forma da Fundação

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

A laje de fundação foi processada com o auxílio do software CAD-TQS®, através do modelo de Grelha de Lajes Planas. Após o processamento, temos as cargas geradas em cada ponto de fundação e os esforços solicitantes (momentos) para os quais a laje deve ser dimensionada.

4.1 Cargas Nos Pontos de Fundação

As cargas em cada ponto de fundação são dadas nas tabelas a seguir.

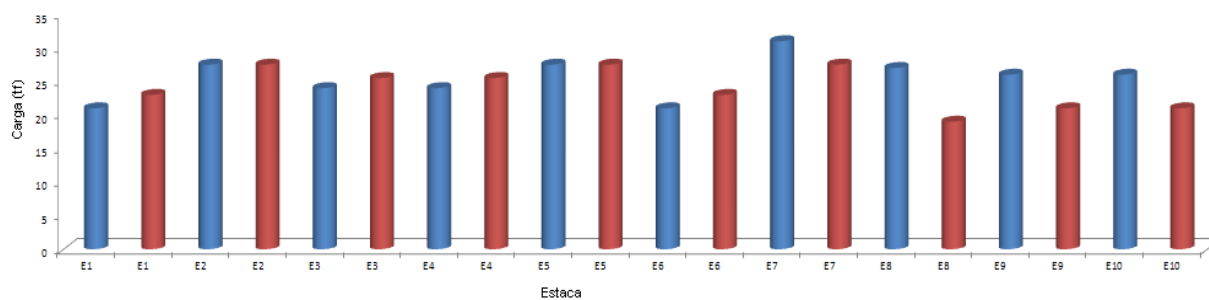
TABELA 3: Valores característicos das cargas nos pontos de fundação (Modelo 1).

PONTO DE FUNDAÇÃO	CARGA (tf)	PONTO DE FUNDAÇÃO	CARGA (tf)
E1	21,0	E21	24,5
E2	27,5	E22	29,5
E3	24,0	E23	33,5
E4	24,0	E24	31,5
E5	27,5	E25	31,5
E6	21,0	E26	33,5
E7	31,0	E27	29,5
E8	27,0	E28	24,5
E9	26,0	E29	31,5
E10	26,0	E30	26,5
E11	27,0	E31	23,5
E12	31,0	E32	23,5
E13	44,0	E33	26,5
E14	44,0	E34	31,5
E15	24,5	E35	21,0
E16	29,5	E36	27,5
E17	44,5	E37	24,0
E18	44,5	E38	24,0
E19	29,5	E39	27,5
E20	24,5	E40	21,0
TOTAL			1144,0

TABELA 4: Valores característicos das cargas nos pontos de fundação (Modelo 2).

PONTO DE FUNDAÇÃO	CARGA (tf)	PONTO DE FUNDAÇÃO	CARGA (tf)
E1	23,0	E21	27,0
E2	27,5	E22	30,5
E3	25,5	E23	31,0
E4	25,5	E24	26,0
E5	27,5	E25	26,0
E6	23,0	E26	31,0
E7	27,5	E27	30,5
E8	19,0	E28	27,0
E9	21,0	E29	28,0
E10	21,0	E30	17,5
E11	19,0	E31	22,0
E12	27,5	E32	22,0
E13	47,0	E33	17,5
E14	47,0	E34	28,0
E15	27,0	E35	23,0
E16	31,0	E36	27,5
E17	38,5	E37	25,5
E18	38,5	E38	25,5
E19	31,0	E39	27,5
E20	27,0	E40	23,0
TOTAL			1090,0

O gráfico a seguir permite uma melhor visualização das diferenças entre as estacas para cada modelo adotado.

**FIGURA 15:** Cargas na Fundação

4.2 Esforços para Dimensionamento

As figuras 16 e 17 apresentam um trecho da laje de fundação com seus respectivos diagramas de momento fletor, para cada modelo de cálculo. Estão indicados apenas valores superiores ao momento correspondente à armação mínima ($3,6 \text{ cm}^2$, correspondente a um momento de $2,24 \text{ tf/m}$). Tais momentos são utilizados para dimensionamento da laje. O Apêndice A contém o mapa completo de diagramas.

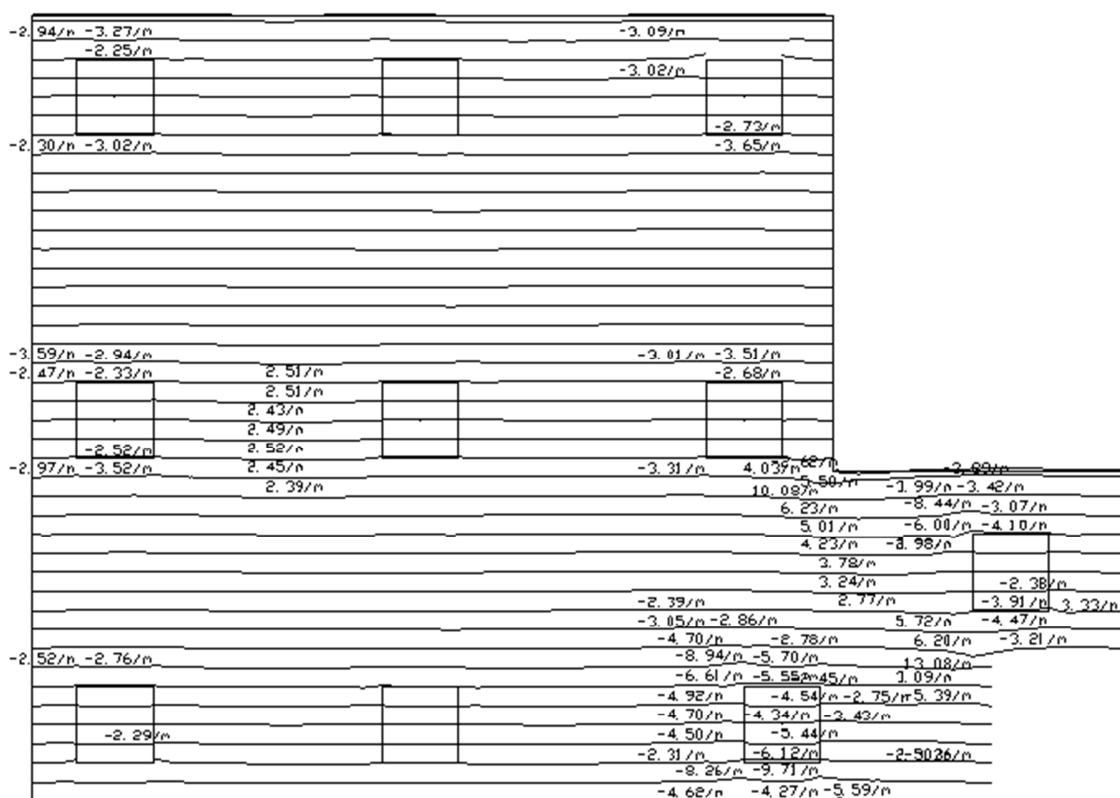


FIGURA 16: Diagramas de momentos (Modelo 1)

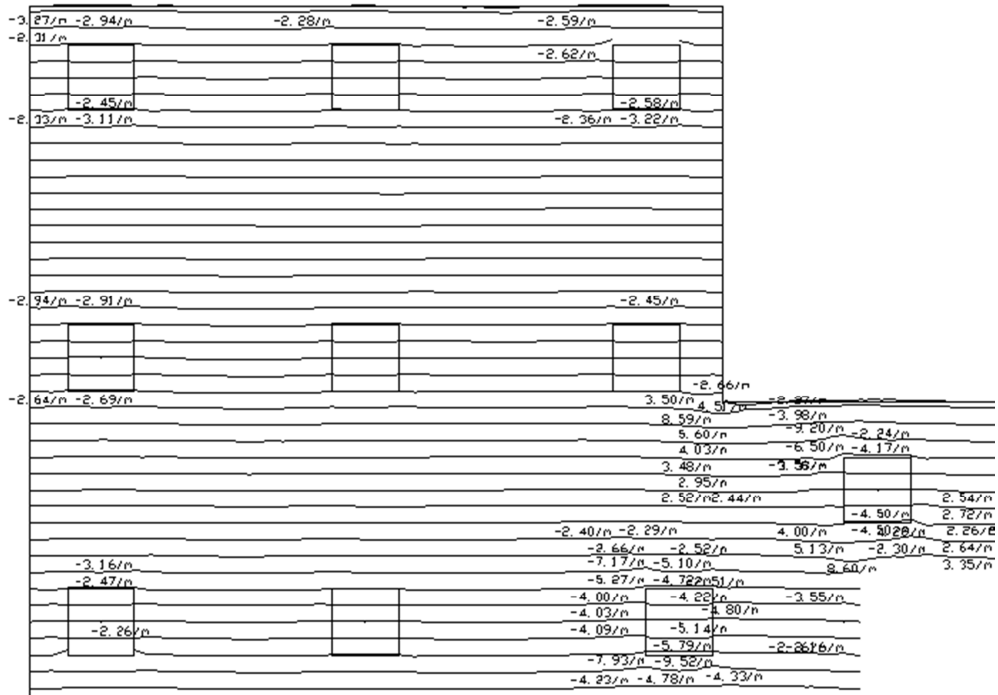


FIGURA 17: Diagramas de momentos (Modelo 2)

5 CONCLUSÃO

Como pode ser observado através das Tabelas 1 e 2 e do gráfico da Figura 15, as estacas 8, 11, 30 e 33 possuem uma diferença considerável entre os dois modelos de cálculo, chegando a ser 50% maior no Modelo I. Assim sendo, o Modelo I mostra-se menos econômico que o Modelo II, já que maiores cargas demandam estacas com maiores profundidades e armações.

Caso as estacas venham a ser dimensionadas para as cargas descritas no segundo modelo e as cargas das paredes atuassem como o que foi suposto no primeiro modelo, elas ainda estariam dentro dos limites de segurança, pois a norma NBR 6122 – Projeto e Execução de Fundações admite um fator de segurança maior ou igual a 1,5.

Da mesma forma, o dimensionamento da laje, em função dos momentos apresentados nas figuras 13 e 14, apresenta significativas diferenças entre os modelos, levando a detalhamentos diferentes e uma maior taxa de armadura para o Modelo I.

Por fim, conclui-se que o Modelo I mostra-se antiquado para os padrões atuais de dimensionamento e cálculo, sendo indicado o Modelo II, uma vez que deseja-se otimizar a execução, reduzindo-se as perdas sem prejudicar a qualidade do produto final.

6 REFERÊNCIAS

PANDOLFO, A. **Edificações com paredes de concreto**. Técnica, São Paulo, n. 118, Janeiro 2007.

D'AMBROSIO D. **Sistema industrial chega à construção**, 17 ago. 2009. Disponível em <<http://www.meujornal.com.br/para/jornal/materias/integra.aspx?id=991006>> acesso em: 15 ago. 2010.

RICHTER, C. *Qualidade da alvenaria estrutural em habitações de baixa renda: Uma análise da confiabilidade e da conformidade*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre- RS, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS. **NBR 6122 – Projeto e Execução de Fundações**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS. **NBR 6118 – Projeto de Estruturas de Concreto**. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS. **NBR 6120 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações – Procedimento**. 1980/2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS. **NBR 14931 – Execução de Estruturas de Concreto – Procedimentos**. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS. **NBR 16055 – Parede de Concreto Moldada no Local para Construção de Edificações – Requisitos e Procedimentos**. 2012.

PIMENTA, C. L. *Análise comparativa de custo de empreendimento de baixa renda entre os métodos construtivos em alvenaria estrutural e parede de concreto moldado in loco*.

Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte-MG, 2016.

BARROS, R. *Análise de blocos de concreto armado sobre duas estacas com cálice totalmente embutido mediante presença de viga de travamento*. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. São Carlos – SP, 2009.

MINHA CASA MINHA VIDA. 2016. Disponível em: www.minhacasaminhavida.gov.br/
Acessado em 14 de novembro de 2016.

BORGES, L. F. *Estudo de caso sobre fundações para edifícios em alvenaria estrutural*. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos – SP, 2012.

PORTO, T. B. *Estudo da interação de paredes de alvenaria estrutural com a estrutura de fundação*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte-MG, 2010.

APÊNDICE A – PLANTAS DOS MODELOS PROPOSTOS