

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ESTRUTURAS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ESTRUTURAS

**CÁLCULO ESTRUTURAL DE UM GALPÃO EM PERFIS
DE AÇO FORMADOS A FRIO**

LUCAS FIGUEIREDO GRILO

ÍNDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>FOLHA</u>
1	INTRODUÇÃO	4
2	OBJETIVO	4
3	PROGRAMAS UTILIZADOS	4
4	DESENVOLVIMENTO	5
5	CONCLUSÃO	37
6	NORMAS / BIBLIOGRAFIA ADOTADAS	38
7	ANEXO I – COLUNA – PRIMEIRA ANÁLISE	39
8	ANEXO II – VIGA – PRIMEIRA ANÁLISE	60
9	ANEXO III – COLUNA – PRIMEIRA ITERAÇÃO	81
10	ANEXO IV – VIGA – PRIMEIRA ITERAÇÃO	102
11	ANEXO V – COLUNA – SEGUNDA ITERAÇÃO	123
12	ANEXO VI – VIGA – SEGUNDA ITERAÇÃO	144
13	ANEXO VII – BANZO SUPERIOR	165
14	ANEXO VIII – BANZO INFERIOR	174

15	ANEXO IX – DIAGONAIS DA TESOURA	183
16	ANEXO X MONTANTE CENTRAL DA TESOURA	192
17	ANEXO XI – MONTANTES EXTERNOS DA TESOURA	195
18	ANEXO XII – CONTRAVENTAMENTOS HORIZONTAIS	204
19	ANEXO XIII – CONTRAVENTAMENTOS VERTICAIS	205

1 INTRODUÇÃO

A utilização de perfis formados a frio na engenharia de estruturas é tem sido crescente no Brasil. Os perfis formados a frio podem proporcionar estruturas com peso muito reduzido quando comparado com outros sistemas estruturais.

A facilidade de transporte e montagem das estruturas é uma grande vantagem desse tipo de construção, na qual chega a ser possível transporta toda a estrutura de um prédio em apenas um caminhão.

2 OBJETIVO

Esse trabalho tem como objetivo desenvolver o cálculo de um galpão em perfis formados a frio.

3 PROGRAMAS UTILIZADOS

Foram utilizados os seguintes programas nesse trabalho:

- SAP2000 v14
- Microsoft Excel

4 DESENVOLVIMENTO

O galpão que será calculado é composto por sete pórticos espaçados de sete metros cada, conforme figura a seguir:

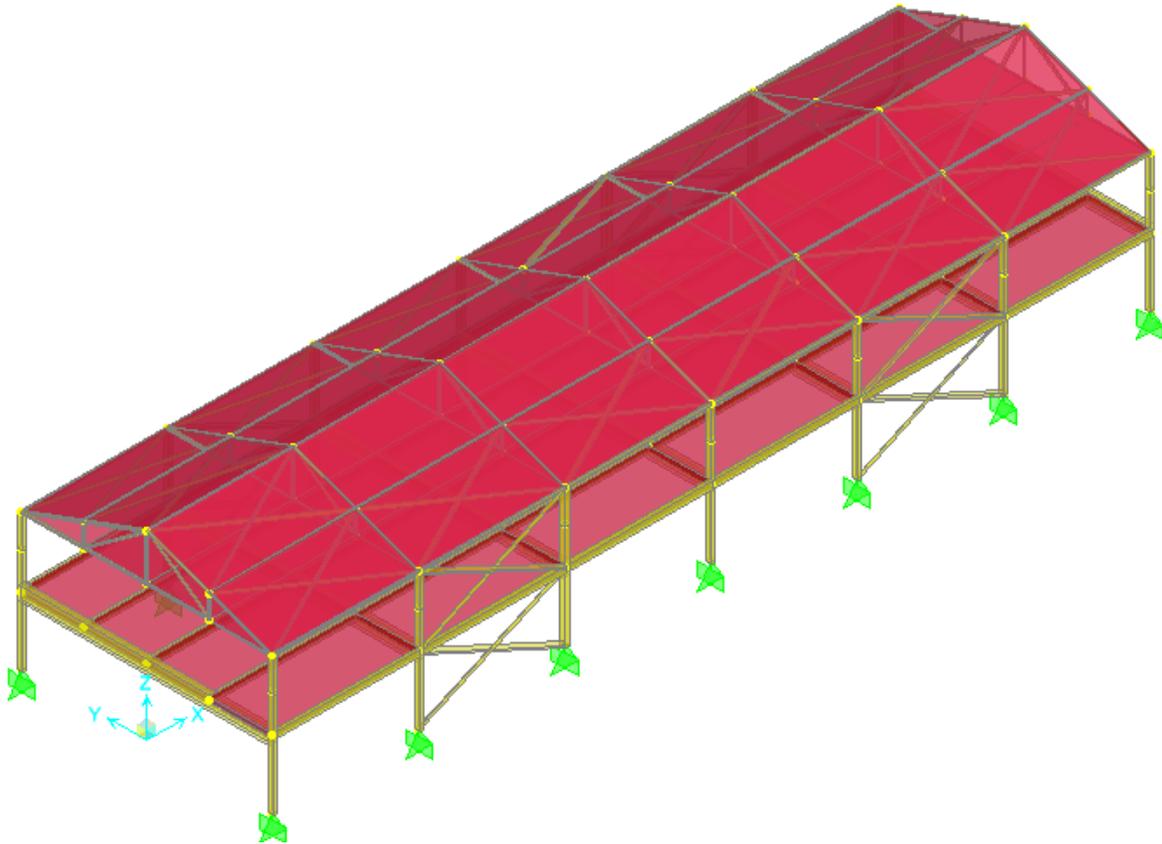


Figura 1 - Galpão

- Nesse trabalho serão calculados os seguintes elementos:
- Banzos das tesouras;
- Diagonais e Montantes das tesouras
- Colunas dos pórticos
- Contraventamentos horizontais na cobertura
- Contraventamentos verticais
- Vigas de interligação dos pórticos

4.1 Cargas Atuantes

4.1.1 Cargas permanentes

As cargas devido ao peso próprio da estrutura metálica foram aplicadas automaticamente pelo programa SAP2000.

As cargas no segundo piso do pavimento consideradas foram:

Q_1	0,20 kN/m ²	CARGA DEVIDO AO FORRO
Q_2	2,50 kN/m ²	CARGA DEVIDO À LAJE
Q_3	0,50 kN/m ²	CARGA DEVIDO AO REVESTIMENTO DA LAJE
Tot	3,20 kN/m ²	CARGA TOTAL DA LAJE $Q_1+Q_2+Q_3$ (CP_LAJE)

A carga foi aplicada ao modelo de forma a ser distribuída continuamente nas vigas de apoio longitudinais.

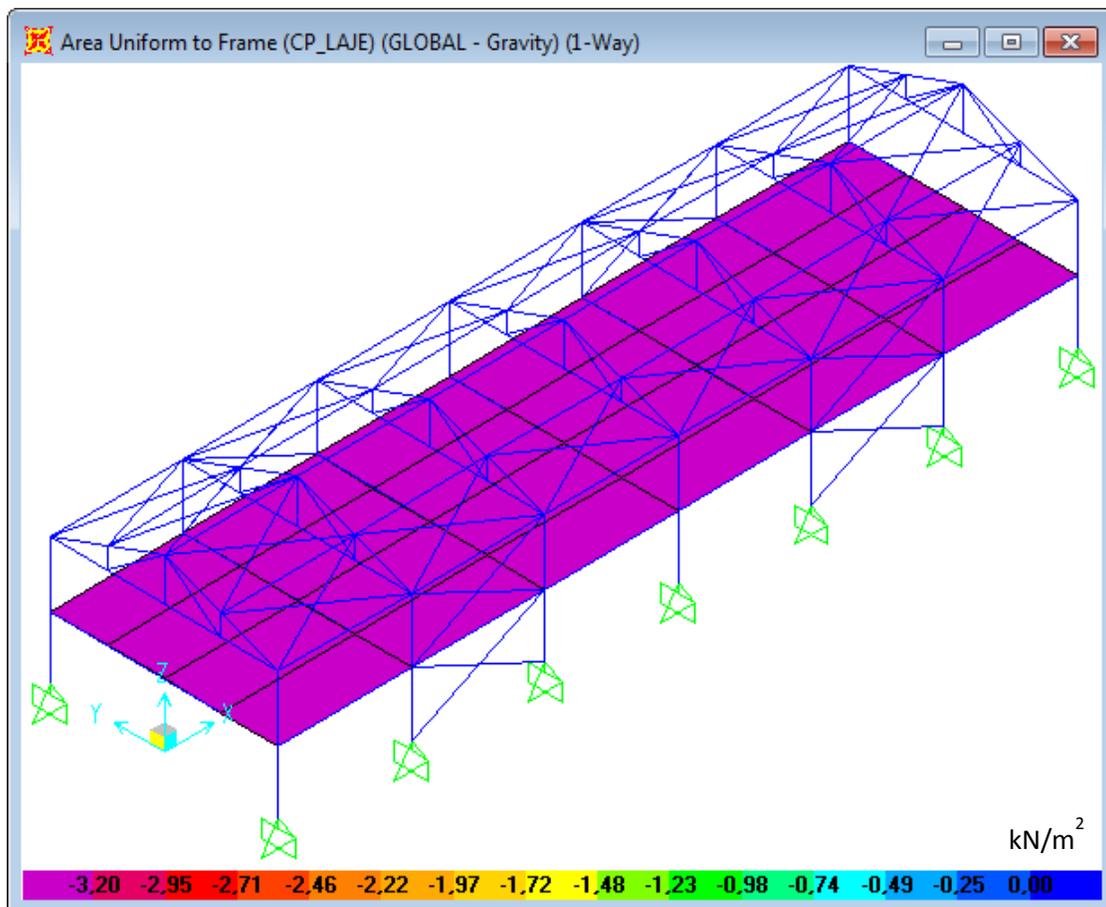


Figura 2 – Carga permanente no segundo pavimento

As cargas de paredes e janelas sobre as vigas V1 foram:

- PJ₁ 6,60 kN/m CARGAS NOS EIXOS 2-3 E 5-6
PJ₂ 1,32 kN/m CARGAS DO TAPAMENTO NOS PÓRTICOS EXTERNOS

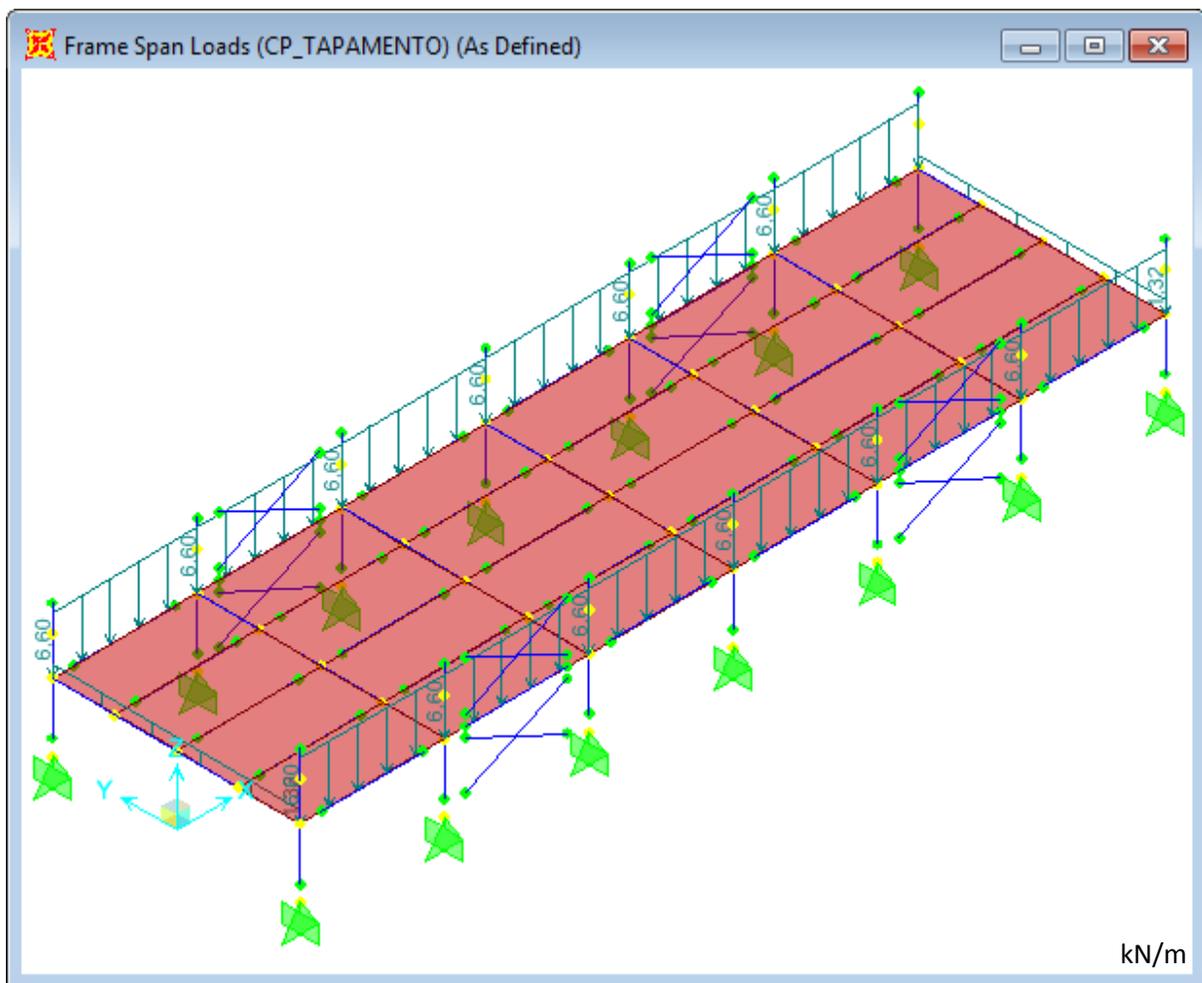


Figura 3 – Cargas de paredes e janelas

As cargas na cobertura foram:

Q_4 $0,070 \text{ kN/m}^2$ CARGA DEVIDO ÀS TELHAS (CP_TELHAS)

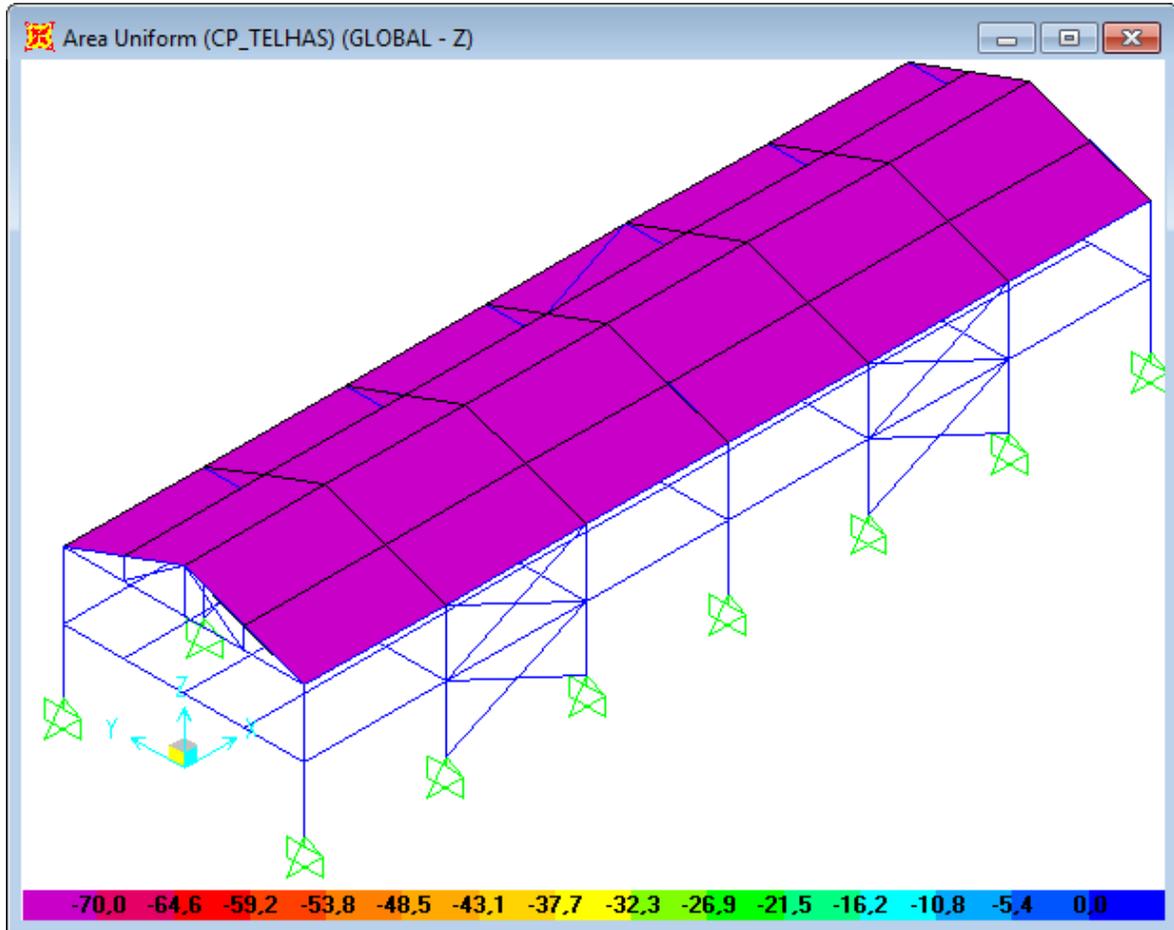


Figura 4 – Cargas na cobertura

As cargas devido ao peso do forro sob as tesouras foram:

Q_5 0,200 kN/m² CARGA DEVIDO AO FORRO (CP_FORRO)

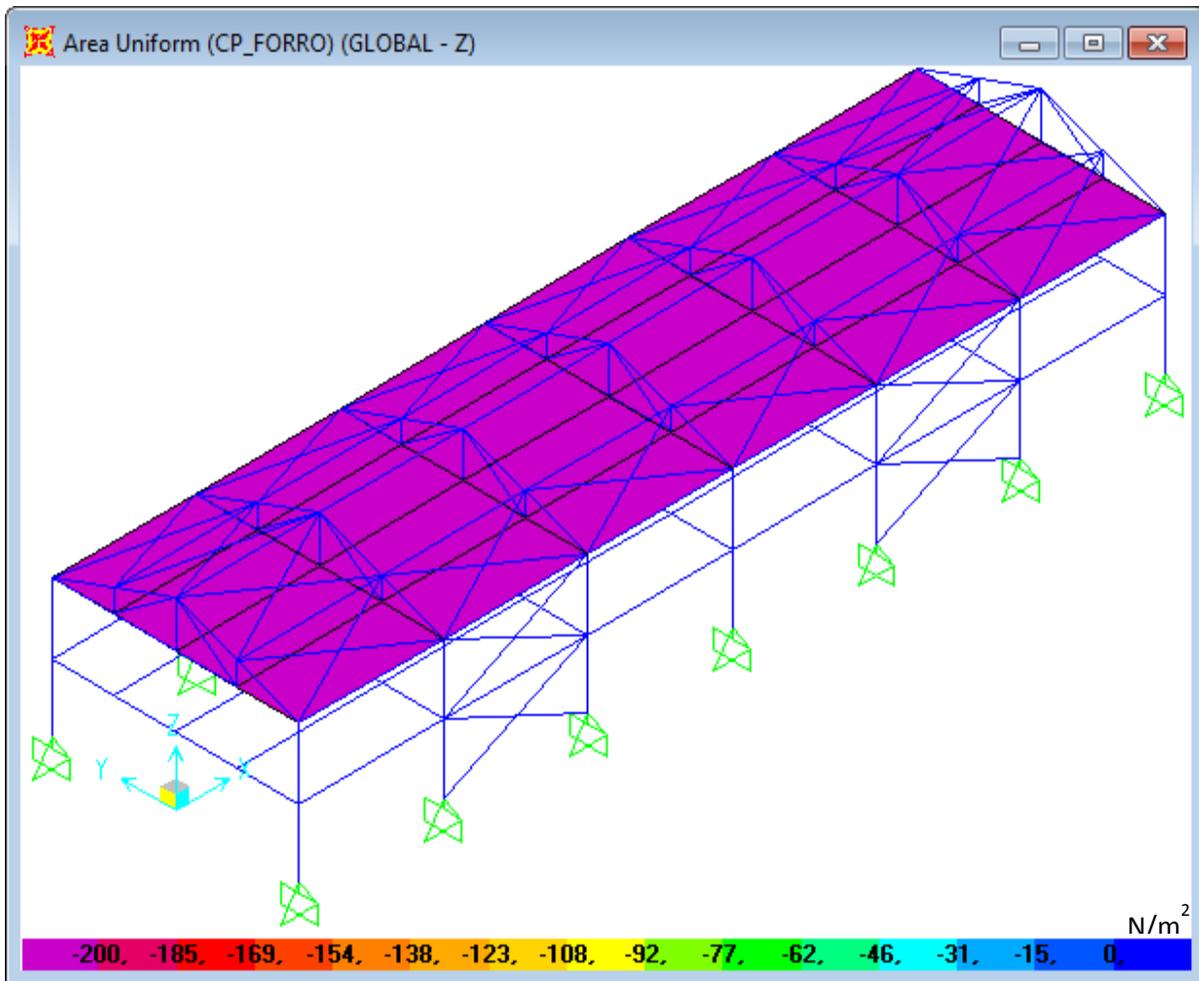
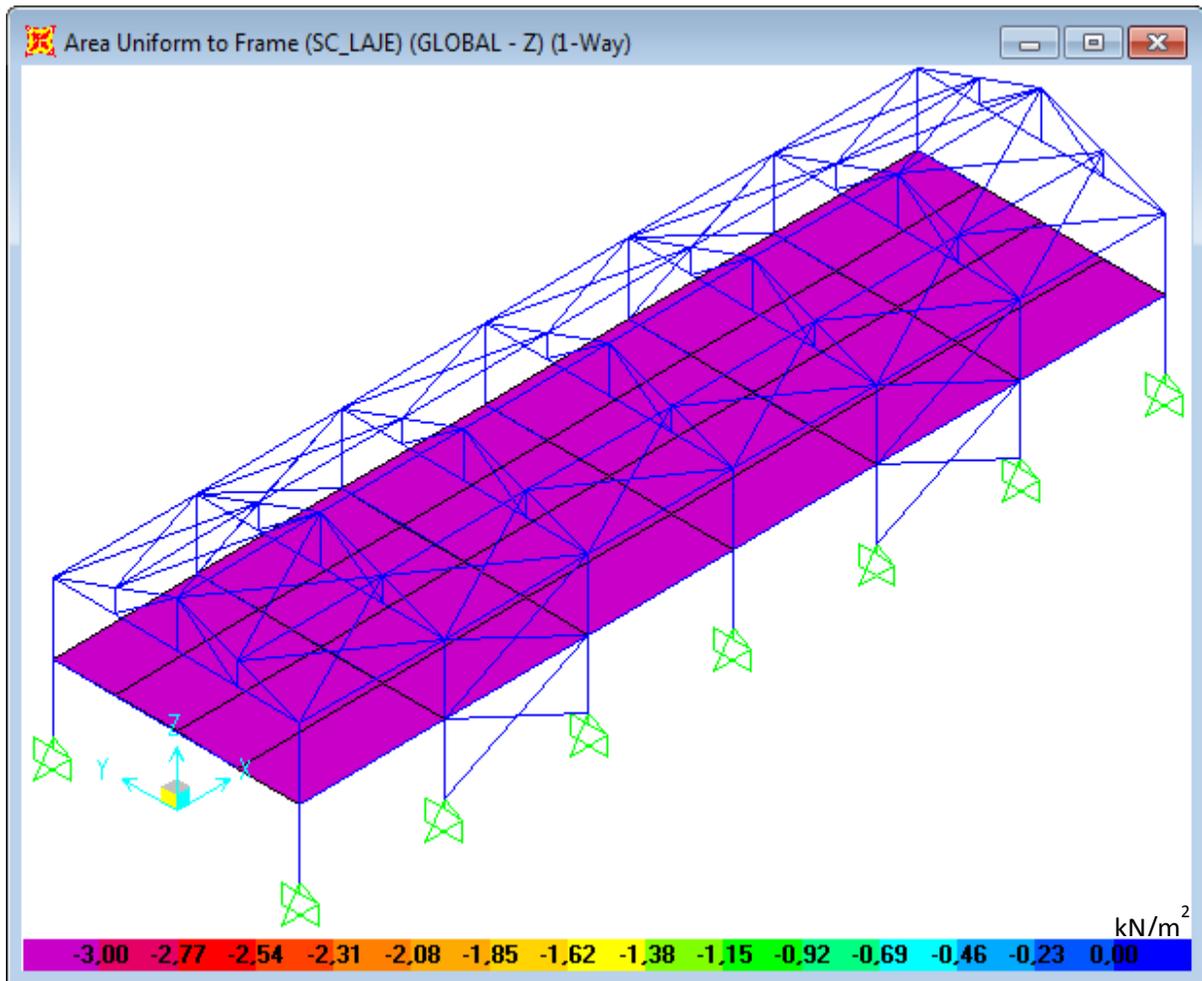


Figura 5 – Cargas do peso do forro

4.1.2 Sobrecargas

A sobrecarga considerada na laje do segundo piso foi:

Q_6 $3,00 \text{ kN/m}^2$ SOBRECARGA DO 2º PISO (SC_LAJE)



A sobrecarga de telhado considerada foi:

Q_7 $0,25 \text{ kN/m}^2$ SOBRECARGA NO TELHADO (SC_TELHAS)

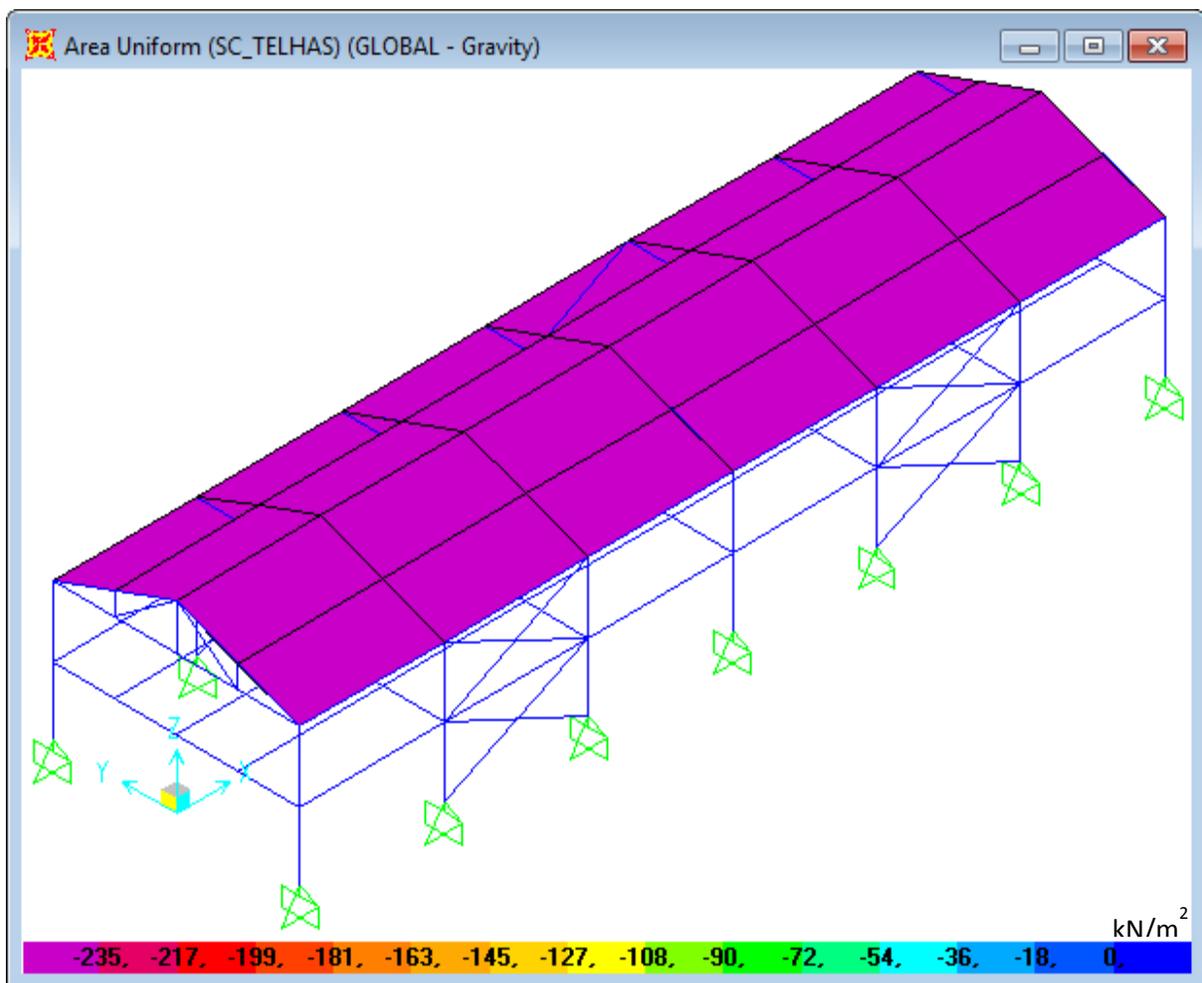


Figura 7 – Sobrecarga na cobertura

4.1.3 Carga devido ao vento

Foram consideradas as seguintes cargas devido ao vento:

$V_k = V_0 + S_1 + S_2 + S_3$		VELOCIDADE CARACTERÍSTICA
$q = 0,613 \cdot V_k^2$		PRESSÃO DINÂMICA
V_0	35,0 [m/s]	VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO
S_1	1,00	FATOR TOPOGRÁFICO
$S_{2.1}$	0,76	FATOR S_2 (PARA ALTURAS ATÉ 5m)
$S_{2.2}$	0,83	FATOR S_2 (PARA ALTURAS ACIMA DE 5m)
S_3	1,00	FATOR ESTATÍSTICO
V_{k1}	26,60 [m/s]	VELOCIDADE CARACTERÍSTICA PARA ALTURAS ATÉ 5m
V_{k2}	29,05 [m/s]	VELOCIDADE CARACTERÍSTICA PARA ALTURAS ACIMA DE 5m
q_1	434 [N/m ²]	PRESSÃO DINÂMICA PARA ALTURAS ATÉ 5m
q_2	517 [N/m ²]	PRESSÃO DINÂMICA PARA ALTURAS ACIMA DE 5m

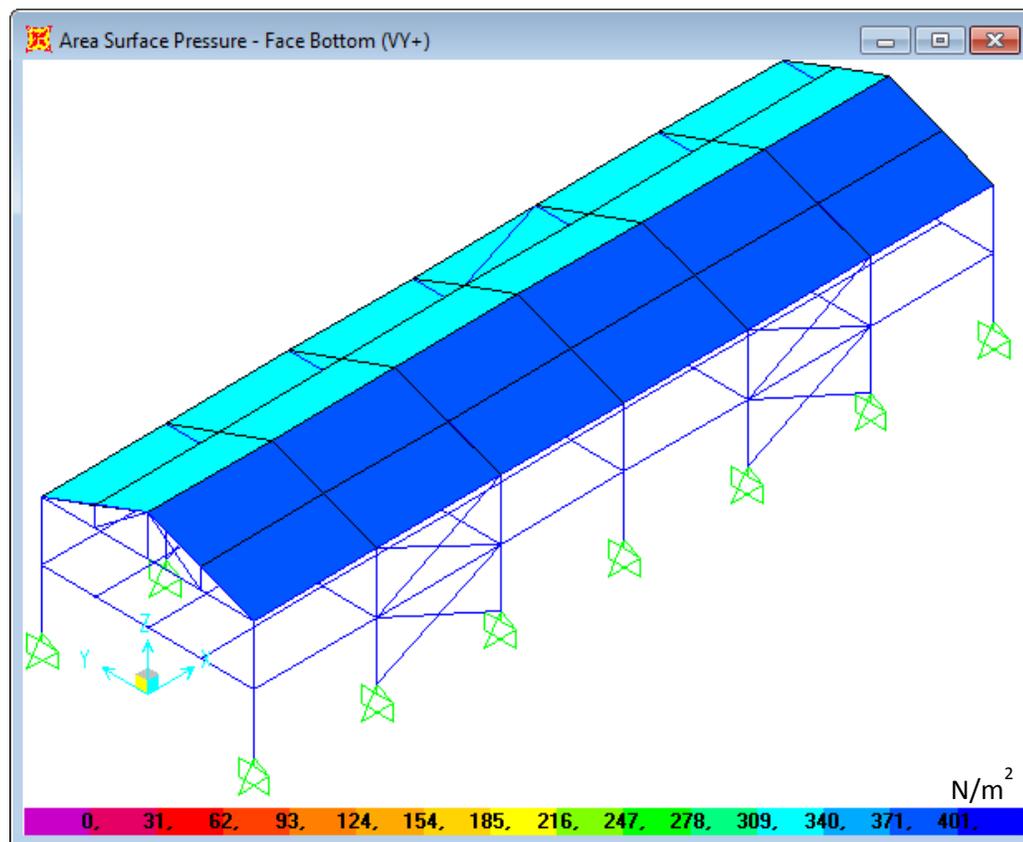


Figura 8 – Carga de vento na cobertura telhado

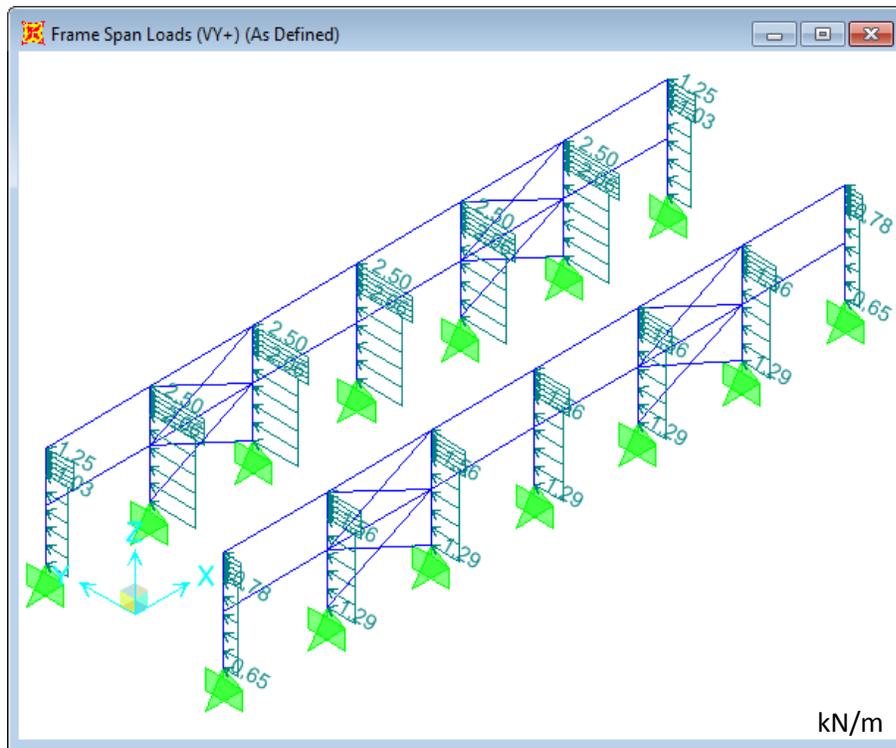


Figura 9 – Carga de vento transversal nas colunas

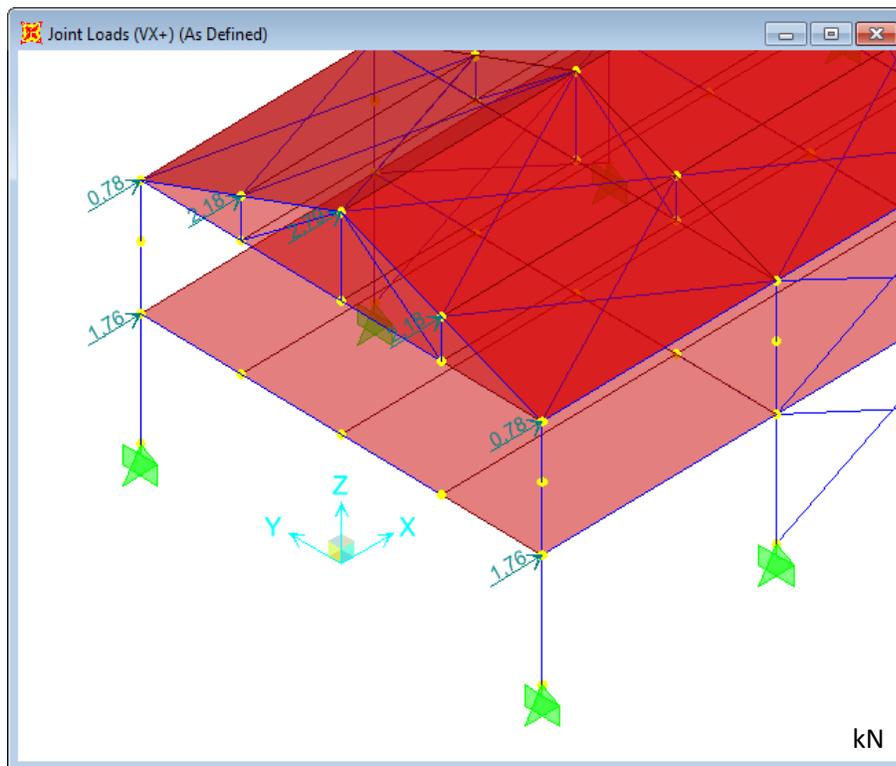


Figura 10 – Carga de vento longitudinal das colunas

4.1.4 Cargas nocionais

As cargas nocionais foram aplicadas automaticamente pelo programa SAP2000, considerando 0,2% das cargas gravitacionais.

4.2 Combinações analisadas

Foram analisadas as seguintes combinações para os estados limites últimos, com seus respectivos valores de majoração das ações:

COMB1: 1,4 (PP+SC+NOT)

COMB2: 1,4 (PP+SC+0.6VX)

COMB3: 1,4 (PP+SC+0.6VY)

COMB4: 1,4 (PP+1.4VX)

COMB5: 1,4 (PP+1.4VY)

Onde:

PP é o peso próprio das estruturas

SC é a sobrecarga de uso e ocupação

NOT é a carga nocional

VX é o vento em X

VY é o vento em Y

Para análise dos estados limites de serviço foram analisadas as seguintes combinações:

COMB6: PP+0,6SC

COMB7: PP+0,6SC+0,3VY

COMB8: PP+0,6SC+0,3VX

4.3 Critérios de análise:

Foi realizada análise não linear de toda a estrutura, considerando o efeito do p-delta. O módulo de elasticidade foi considerado com redução de 20% para considerar o efeito de imperfeições geométricas na estrutura.

4.4 Dimensionamento:

4.4.1 Colunas e Vigas

Foi realizada uma análise inicial para o dimensionamento da seção transversal do galpão, e foram utilizados os seguintes materiais:

Colunas: Cx250x85x25x2,00

Vigas entre pórticos: Ie 300x85x25x2,65

Banzo inferior e superior das tesouras: Ue250x85x25x3

Diagonais e Montantes das Tesouras: Ue75x40x15x3

Contraventamentos Horizontais da Cobertura: BAR \varnothing 30mm

Contraventamentos Verticais: BAR \varnothing 30mm

A combinação de esforços críticos está mostrada abaixo. Para facilitar a visualização algumas barras foram suprimidas. Inicialmente serão analisadas somente as colunas e vigas de interligação dos pórticos.

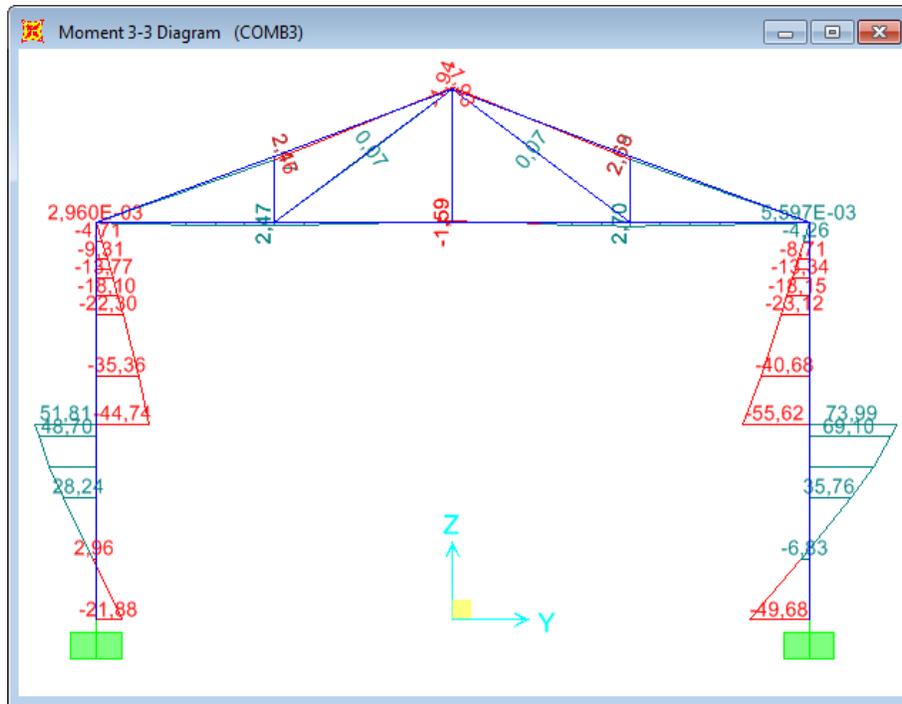


Figura 11 – Análise inicial – Diagrama de Momentos

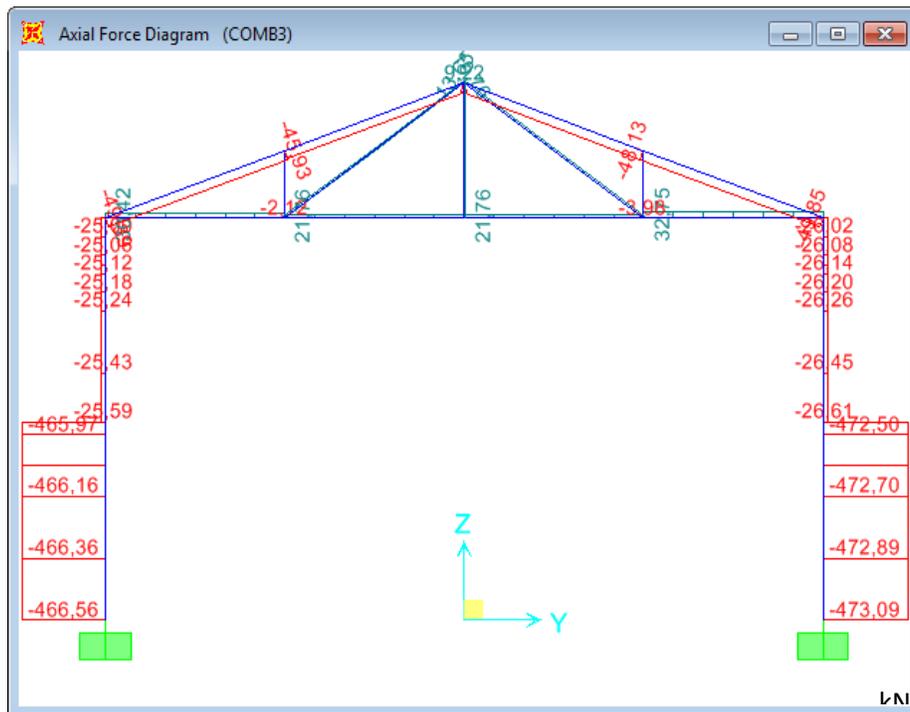


Figura 12 – Análise inicial – Diagrama de Carga Axial

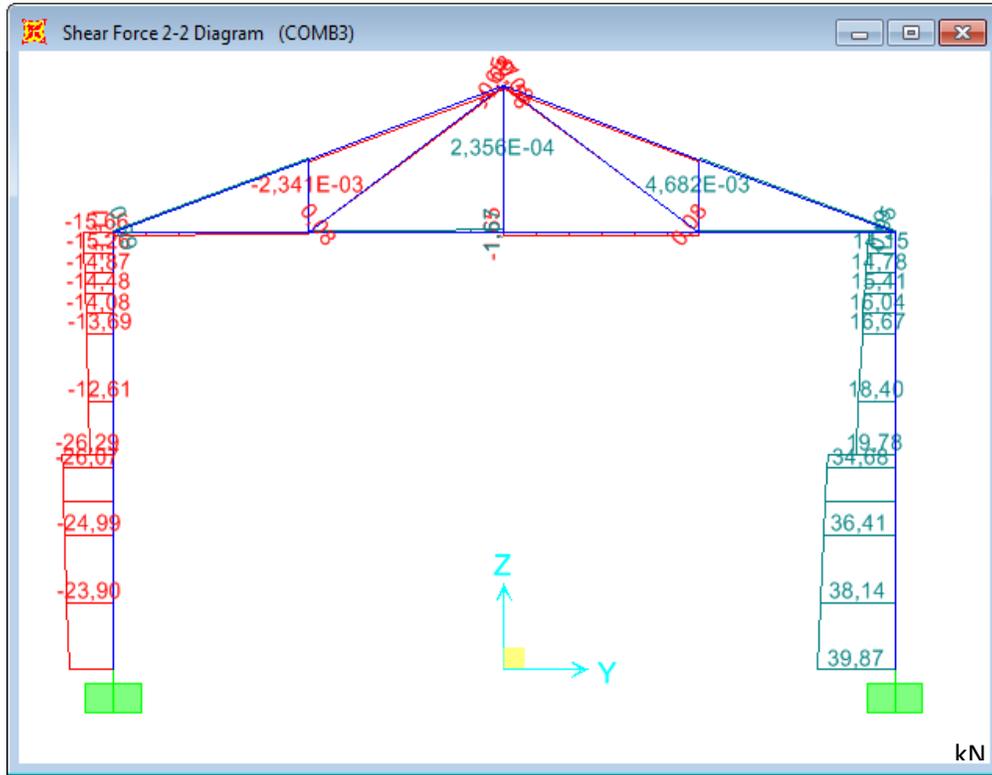


Figura 13 – Análise inicial – Diagrama de Cortante

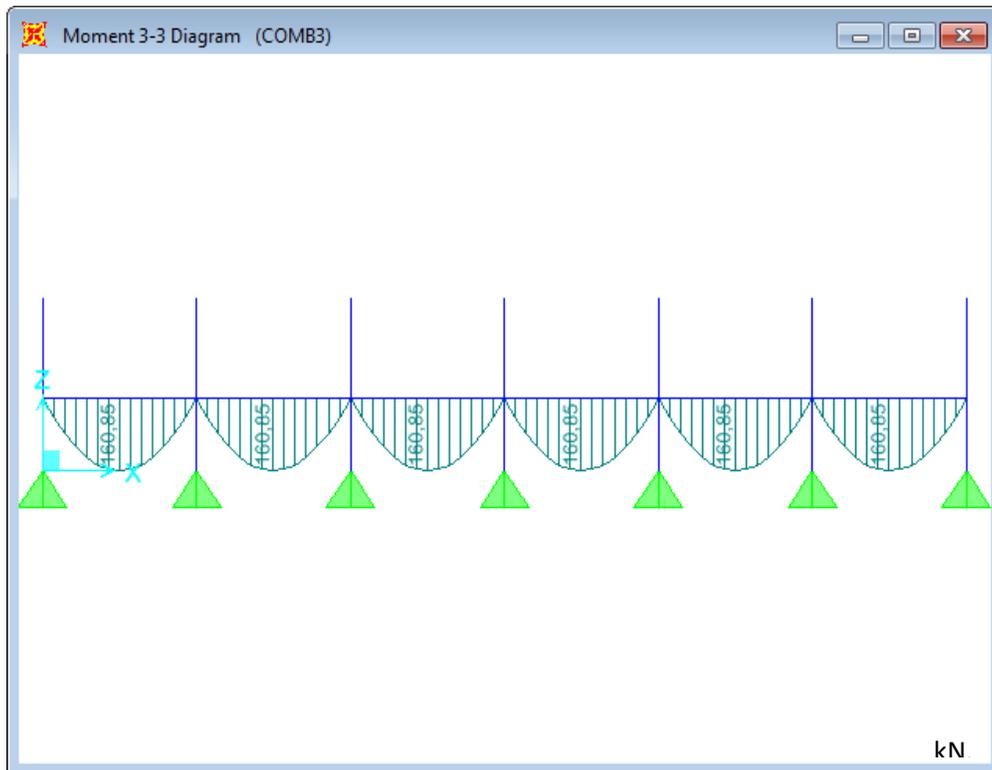


Figura 14 – Análise inicial – Diagrama de Momento (Vigas Longitudinais)

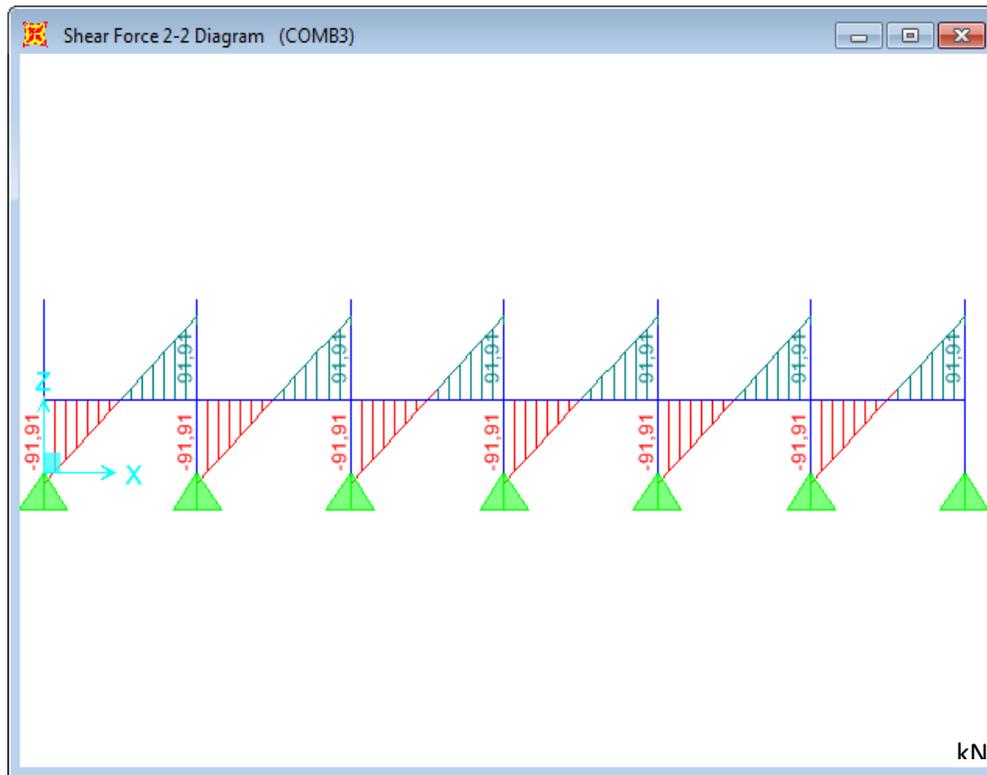


Figura 15 – Análise inicial – Diagrama de Cortantes (Vigas Longitudinais)

O resumos dos resultados encontrados está mostrados abaixo. O cálculo detalhado da coluna se encontra no Anexo 1, e o das vigas no Anexo 2.

Colunas: Cx250x85x25x2,00 (Anexo 1)

N_{Sd}	-472,5 kN	CARGA AXIAL SOLICITANTE (POSITIVO TRAÇÃO/NEGATIVO COMPRESSÃO)
M_{Sd}	73,990 kN.m	MOMENTO FLETOR SOLICITANTE
V_{Sd}	34,680 kN	FORÇA CORTANTE SOLICITANTE

	ESFORÇOS RESISTENTES			VERIFICAÇÕES*	
	N_{Rd} [kN]	M_{Rd} [kN.m]	V_{Rd} [kN]	N+M < 1	V < 1
M.L.E.	299,8	37,5	27,7	6,37	1,25
M.S.E.	254,3	39,1	27,7	7,03	1,25
M.R.D.	257,7	32,5	27,7	8,55	1,25

* VERIFICAÇÃO DOS ESFORÇOS COMBINADOS

O perfil está subdimensionado para os esforços atuantes.

Vigas entre pórticos: Ie 300x85x25x2,65 (Anexo 2)

N_{Sd} -6,2 kN CARGA AXIAL SOLICITANTE (POSITIVO TRAÇÃO/NEGATIVO COMPRESSÃO)

M_{Sd} 160,849 kN.m MOMENTO FLETOR SOLICITANTE

V_{Sd} 91,910 kN FORÇA CORTANTE SOLICITANTE

	ESFORÇOS RESISTENTES			VERIFICAÇÕES*	
	N_{Rd}	M_{Rd}	V_{Rd}	N+M	V
	[kN]	[kN.m]	[kN]	< 1	< 1
M.L.E.	425,0	65,8	52,9	5,97	1,74
M.S.E.	368,8	71,6	52,9	5,04	1,74
M.R.D.	376,6	58,8	52,9	7,48	1,74

* VERIFICAÇÃO DOS ESFORÇOS COMBINADOS

O perfil está subdimensionado para os esforços atuantes.

A primeira iteração foi realizada para o dimensionamento da seção transversal do galpão, e foram utilizados os seguintes materiais:

Colunas: Cx402x202x25x3,35

Vigas entre pórticos: Ie 402x202x25x3,75

Banzo inferior e superior das tesouras: Ue250x85x25x3

Diagonais e Montantes das Tesouras: Ue75x40x15x3

Contraventamentos Horizontais da Cobertura: BAR \varnothing 30mm

Contraventamentos Verticais: BAR \varnothing 30mm

O modelo foi analisado novamente, devido às variações de esforços advindas da hiperestaticidade e da não linearidade do método de cálculo adotado.

A combinação de esforços críticos está mostrada abaixo. Para facilitar a visualização algumas barras foram suprimidas. Inicialmente serão analisadas somente as colunas e vigas de interligação dos pórticos.

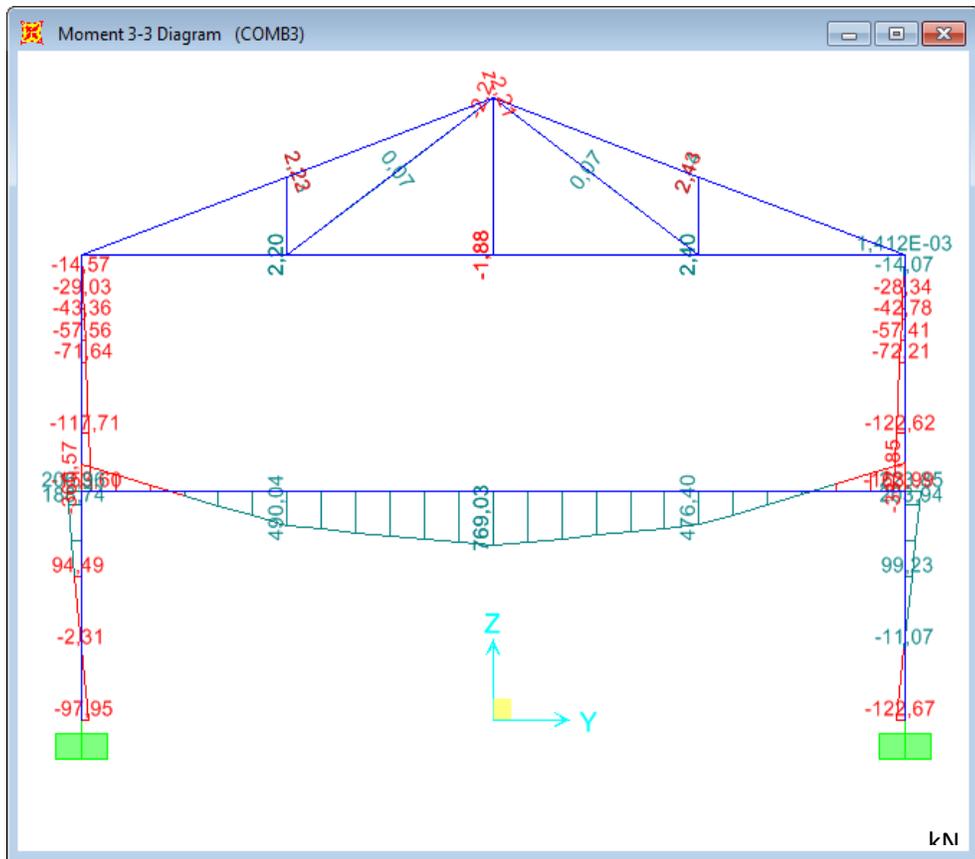


Figura 16 – Primeira Iteração – Diagrama de Momentos

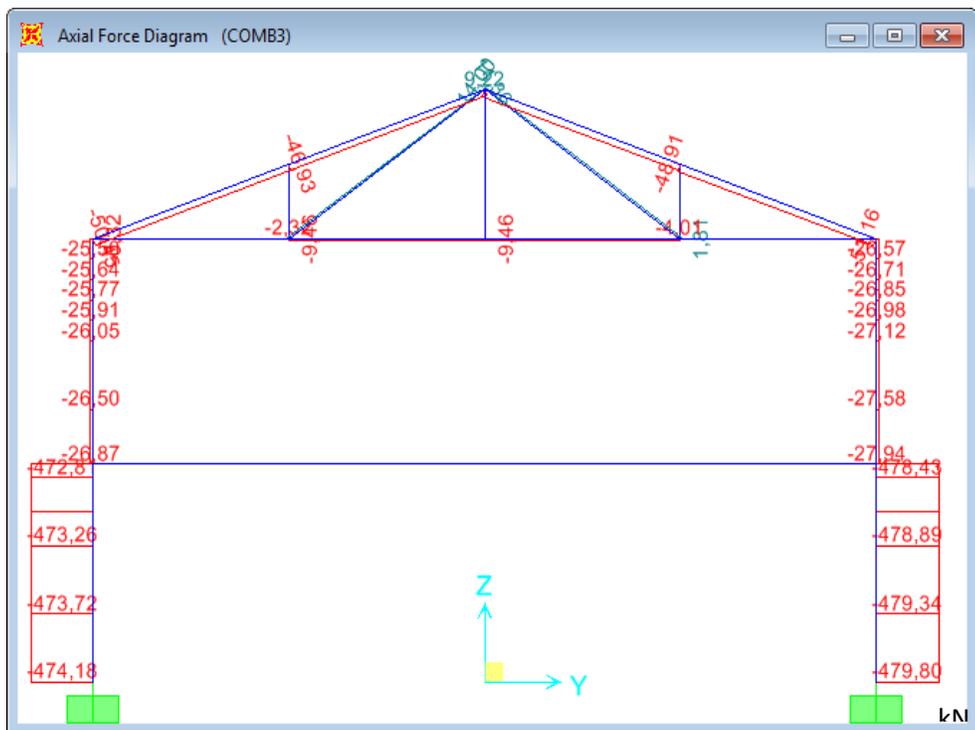


Figura 17 – Primeira Iteração – Diagrama de Carga Axial

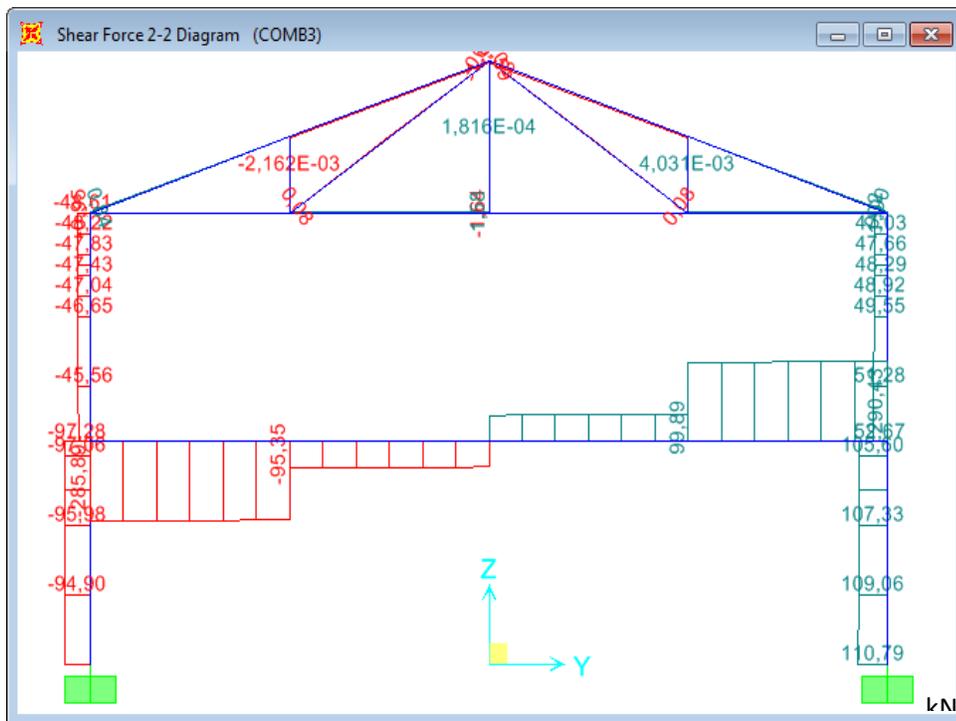


Figura 18 – Primeira Iteração – Diagrama de Cortante

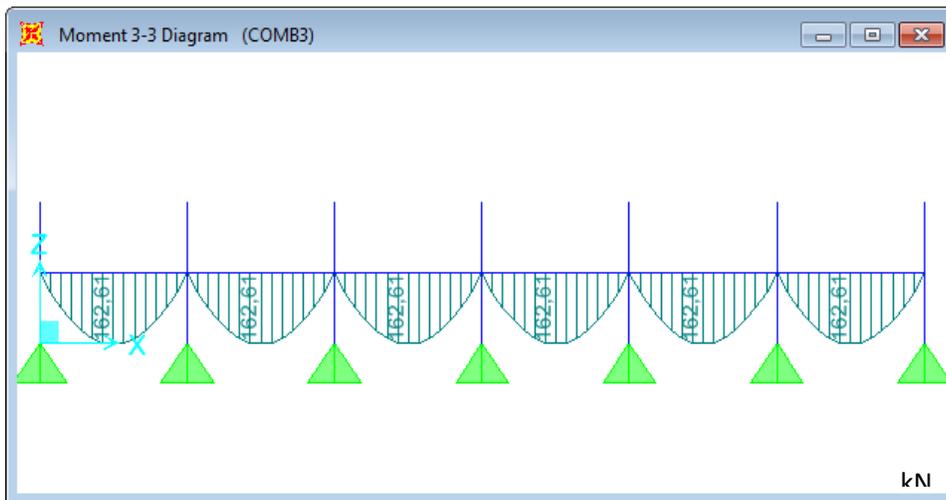


Figura 19 – Primeira Iteração – Diagrama de Momento (Vigas Longitudinais)

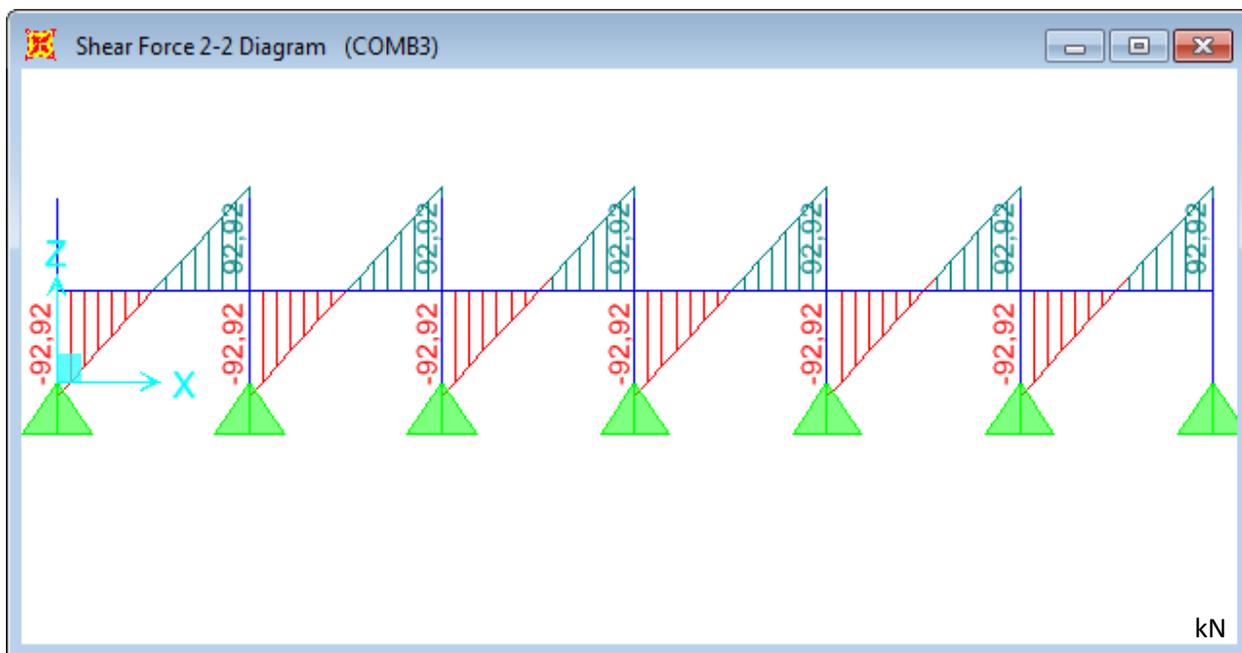


Figura 20 – Primeira Iteração – Diagrama de Cortantes (Vigas Longitudinais)

Como podemos observar, o aumento da rigidez das colunas causou o aumento do momento atuante nas mesmas, devido à ligação com a viga transversal. O resumos dos resultados encontrados estão mostrados abaixo. O cálculo detalhado da coluna se encontra no Anexo 3, e o das vigas no Anexo 4.

Colunas: Cx402x202x25x3,35 (Anexo 3)

N_{sd} -491,5 kN CARGA AXIAL SOLICITANTE (POSITIVO TRAÇÃO/NEGATIVO COMPRESSÃO)

M_{sd} 215,236 kN.m MOMENTO FLETOR SOLICITANTE

V_{sd} 101,600 kN FORÇA CORTANTE SOLICITANTE

	ESFORÇOS RESISTENTES			VERIFICAÇÕES*	
	N_{Rd}	M_{Rd}	V_{Rd}	N+M	V
	[kN]	[kN.m]	[kN]	< 1	< 1
M.L.E.	718,5	132,0	79,9	3,1	1,3
M.S.E.	648,8	143,5	79,9	2,8	1,3
M.R.D.	654,3	113,5	79,9	4,2	1,3

* VERIFICAÇÃO DOS ESFORÇOS COMBINADOS

O perfil está subdimensionado para os esforços atuantes.

Vigas entre pórticos: Ie 402x202x25x3,75 (Anexo 4)

N_{sd} -6,2 kN CARGA AXIAL SOLICITANTE (POSITIVO TRAÇÃO/NEGATIVO COMPRESSÃO)

M_{sd} 162,600 kN.m MOMENTO FLETOR SOLICITANTE

V_{sd} 91,910 kN FORÇA CORTANTE SOLICITANTE

	ESFORÇOS RESISTENTES			VERIFICAÇÕES*	
	N_{Rd}	M_{Rd}	V_{Rd}	N+M	V
	[kN]	[kN.m]	[kN]	< 1	< 1
M.L.E.	838,1	157,3	112,1	1,07	0,82
M.S.E.	755,5	171,5	112,1	0,90	0,82
M.R.D.	762,4	134,1	112,1	1,47	0,82

* VERIFICAÇÃO DOS ESFORÇOS COMBINADOS

O perfil está subdimensionado para os esforços atuantes, dependendo do método de análise. Para ficarmos a favor da segurança, iremos considerar que os perfis estão inaptos para as cargas atuantes.

A segunda iteração foi realizada para o dimensionamento da seção transversal do galpão, e foram utilizados os seguintes materiais:

Colunas: Cx402x202x25x6,3

Vigas entre pórticos: Ie 402x202x25x4,75

Banzo inferior e superior das tesouras: Ue250x85x25x3

Diagonais e Montantes das Tesouras: Ue75x40x15x3

Contraventamentos Horizontais da Cobertura: BAR \varnothing 30mm

Contraventamentos Verticais: BAR \varnothing 30mm

O modelo foi analisado novamente, devido às variações de esforços advindas da hiperstaticidade e da não linearidade do método de cálculo adotado.

A combinação de esforços críticos está mostrada abaixo. Para facilitar a visualização algumas barras foram suprimidas. Inicialmente serão analisadas somente as colunas e vigas de interligação dos pórticos.

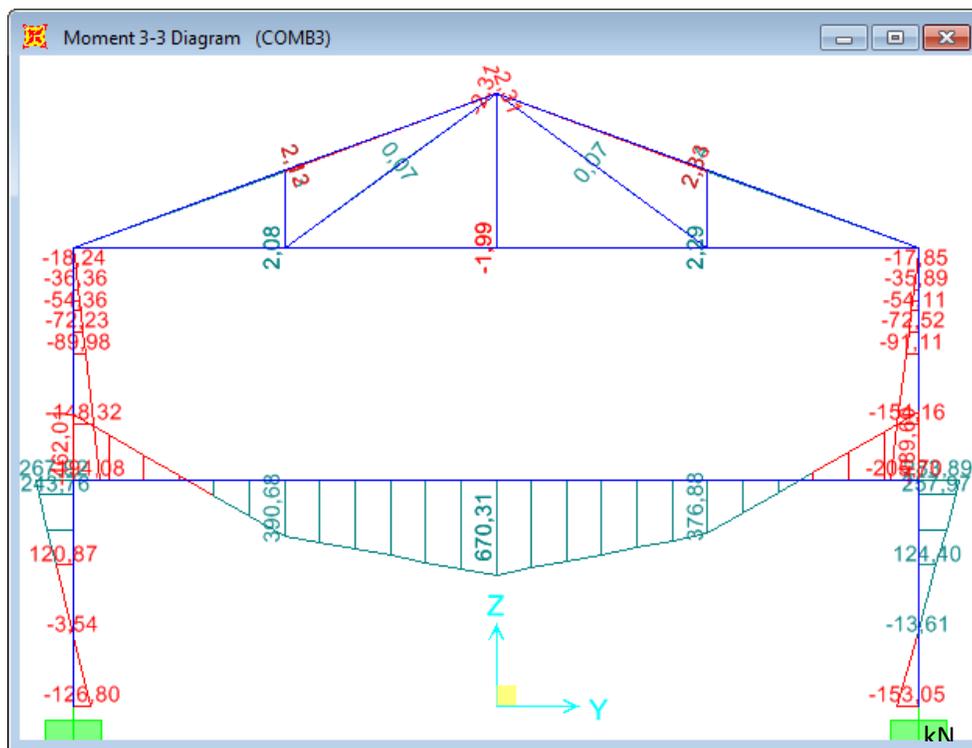


Figura 21 – Segunda Iteração – Diagrama de Momentos

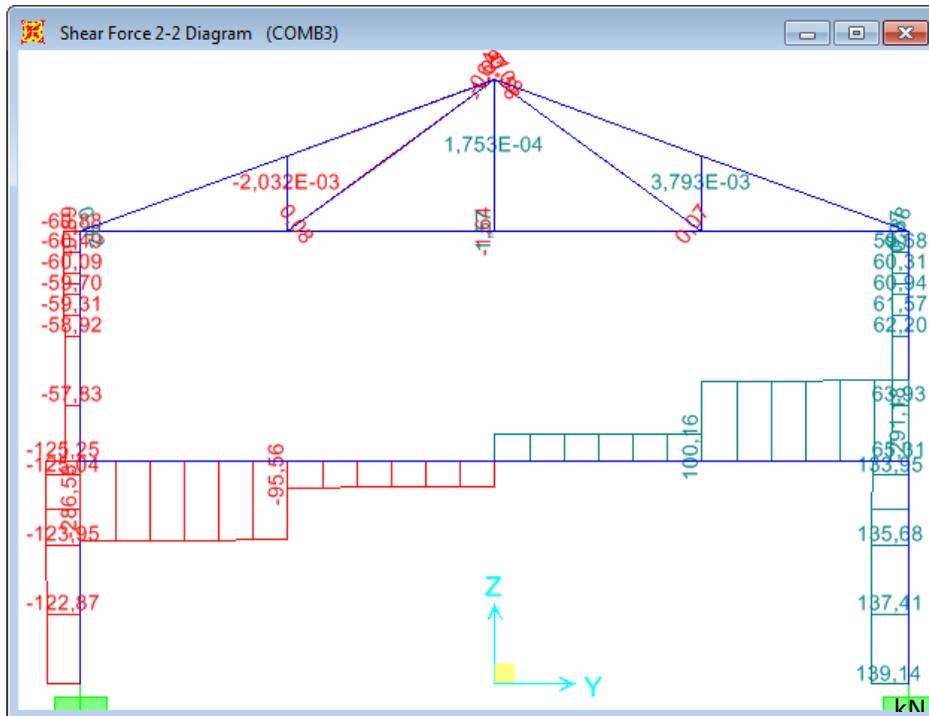


Figura 22 – Segunda Iteração – Diagrama de Cortante

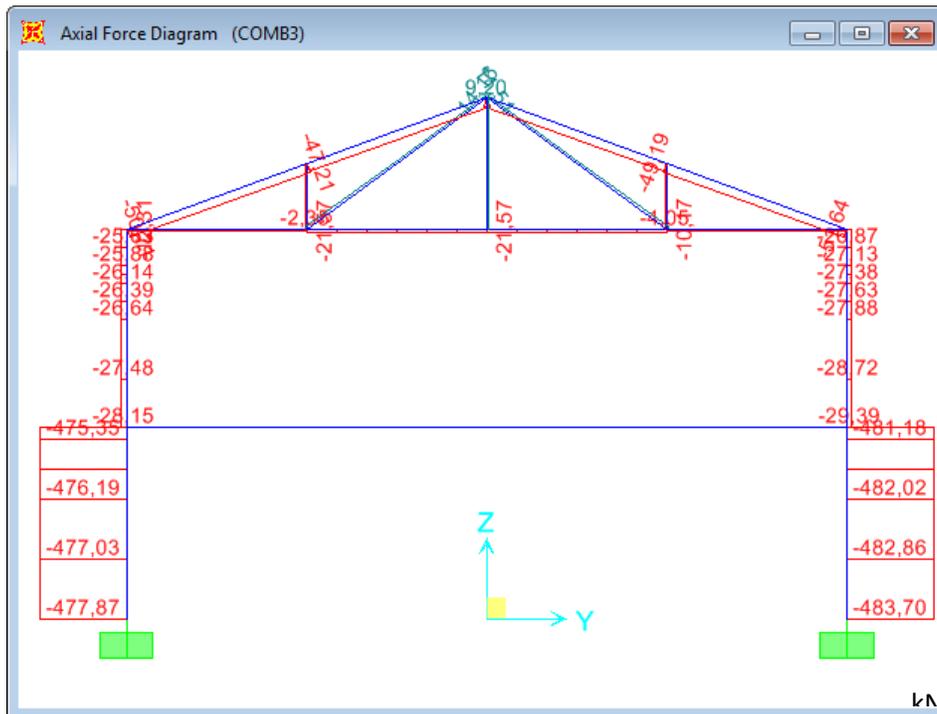


Figura 23 – Segunda Iteração – Diagrama de Carga Axial

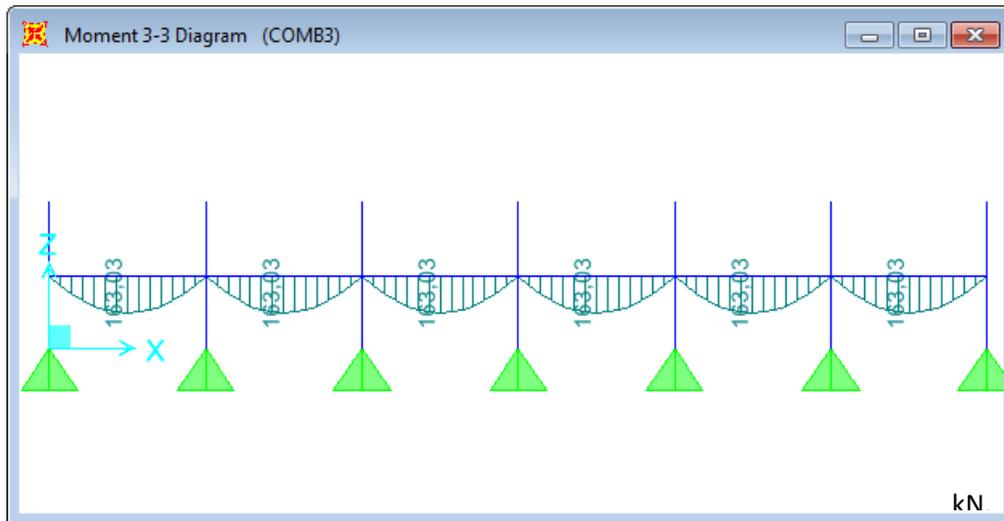


Figura 24 – Segunda Iteração – Diagrama de Momento (Vigas Longitudinais)

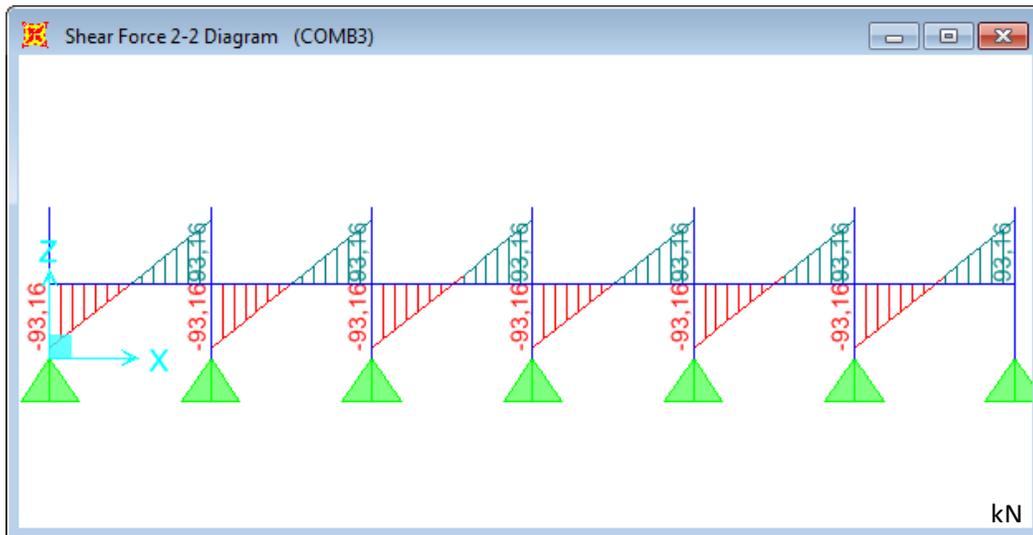


Figura 25 – Segunda Iteração – Diagrama de Cortantes (Vigas Longitudinais)

Como podemos observar, o aumento da rigidez das colunas causou o aumento do momento atuante nas mesmas, devido à ligação com a viga transversal.

O resumos dos resultados encontrados está mostrados abaixo. O cálculo detalhado da coluna se encontra no Anexo 5, e o das vigas no Anexo 6.

Colunas: Cx402x202x25x6,3 (Anexo 5)

N_{Sd}	-482,5 kN	CARGA AXIAL SOLICITANTE (POSITIVO TRAÇÃO/NEGATIVO COMPRESSÃO)
M_{Sd}	283,2 kN.m	MOMENTO FLETOR SOLICITANTE
V_{Sd}	138,8 kN	FORÇA CORTANTE SOLICITANTE

	ESFORÇOS RESISTENTES			VERIFICAÇÕES*	
	N_{Rd}	M_{Rd}	V_{Rd}	N+M	V
	[kN]	[kN.m]	[kN]	< 1	< 1
M.L.E.	1899,2	344,6	497,5	0,7	0,3
M.S.E.	1856,0	350,6	497,5	0,7	0,3
M.R.D.	1460,0	350,6	497,5	0,8	0,3

* VERIFICAÇÃO DOS ESFORÇOS COMBINADOS

O perfil selecionado suporta os esforços atuantes.

Vigas entre pórticos: Ie 402x202x25x4,25 (Anexo 6)

N_{Sd}	-6,2 kN	CARGA AXIAL SOLICITANTE (POSITIVO TRAÇÃO/NEGATIVO COMPRESSÃO)
M_{Sd}	163,0 kN.m	MOMENTO FLETOR SOLICITANTE
V_{Sd}	93,2 kN	FORÇA CORTANTE SOLICITANTE

	ESFORÇOS RESISTENTES			VERIFICAÇÕES*	
	N_{Rd}	M_{Rd}	V_{Rd}	N+M	V
	[kN]	[kN.m]	[kN]	< 1	< 1
M.L.E.	1013,4	191,8	164,0	0,7	0,6
M.S.E.	938,0	213,9	164,0	0,6	0,6
M.R.D.	943,5	164,4	164,0	1,0	0,6

* VERIFICAÇÃO DOS ESFORÇOS COMBINADOS

O perfil selecionado suporta os esforços atuantes. Contudo, conforme podemos observar na figura a seguir, o deslocamento está acima do admissível para as combinações de estado de serviço.

O deslocamento vertical da viga é de 24,83mm, o que é maior que o admissível ($L/350 = 7000/350 = 20\text{mm}$). Para diminuir o deslocamento a espessura do perfil da viga foi alterada para 6,3mm. O deslocamento encontrado está mostrado a seguir. Como o perfil não teve

alteração na geometria, apenas na espessura, não é necessária uma nova verificação da resistência.

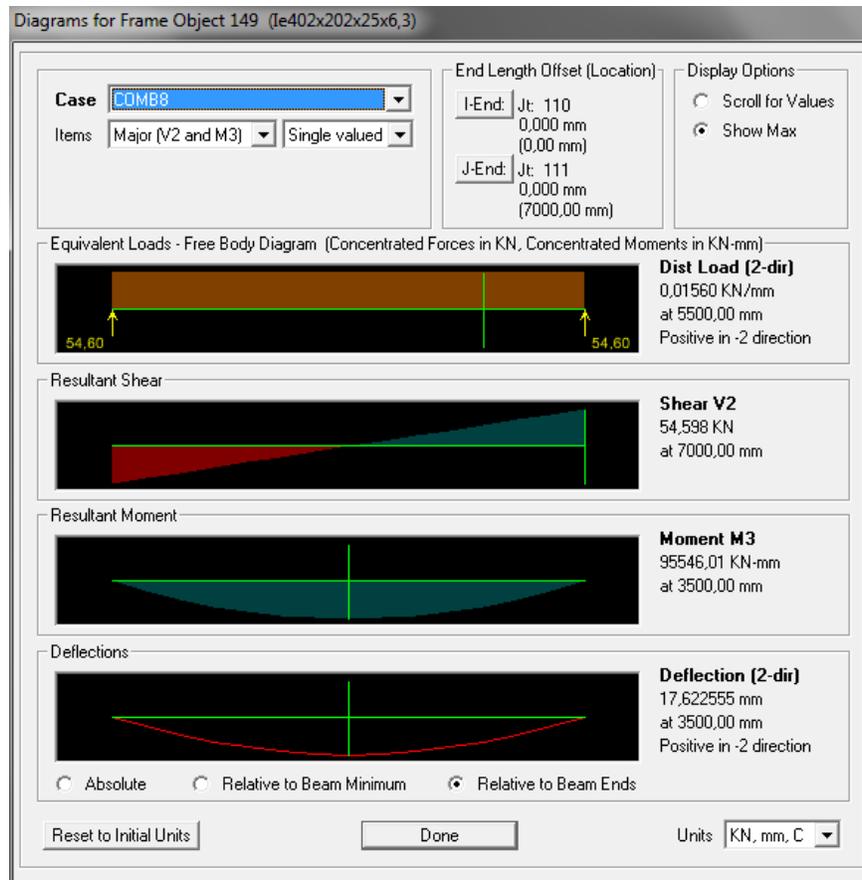


Figura 26 – Deslocamento das Colunas

O deslocamento vertical da viga é de 17,62mm, o que é inferior ao limite admissível ($L/350 = 7000/350 = 20\text{mm}$) O perfil está corretamente dimensionado para as cargas atuantes.

4.4.2 Banzos das Tesouras

A combinação de esforços críticos estão mostras abaixo. Para facilitar a visualização algumas barras foram suprimidas.

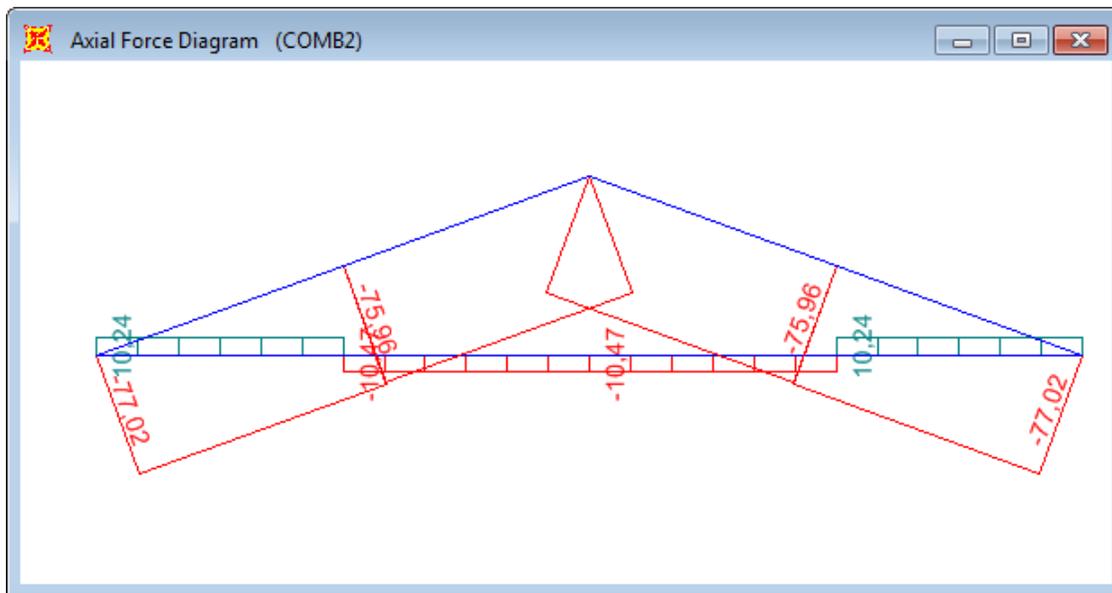


Figura 27 - Banzos - Combinação 2

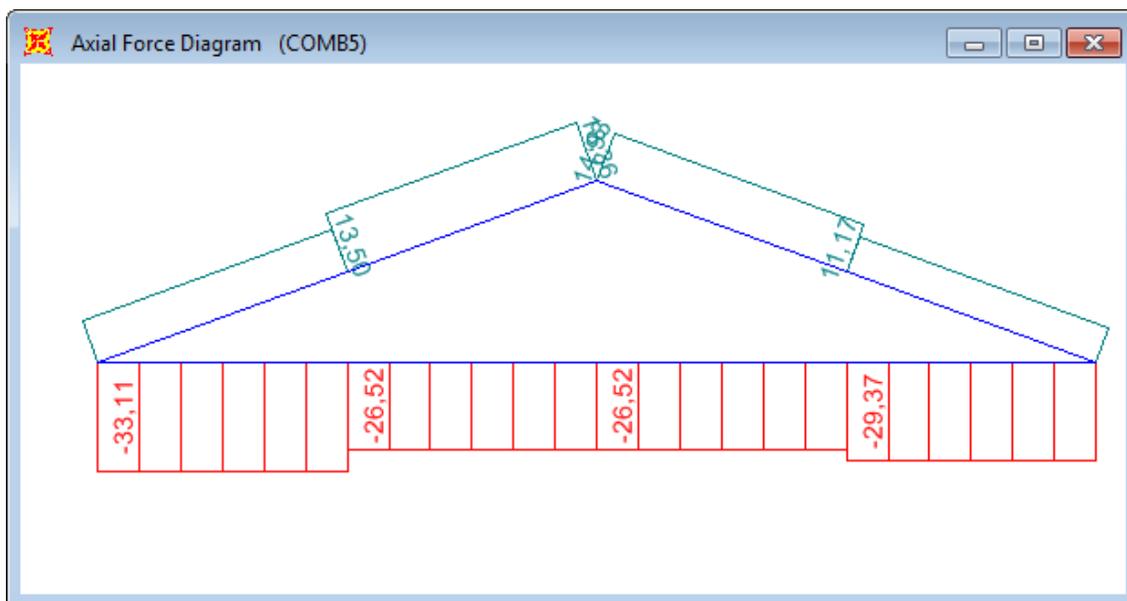


Figura 28 – Banzos – Combinação 5

O resumos dos resultados encontrados está mostrados abaixo. O cálculo detalhado dos banzos superiores se encontra no Anexo 7, e o dos banzos inferiores no Anexo 8.

Banzos Superiores: Ue200x75x20x2,65 (Anexo 7)

N_{Sd} **-77,0** kN CARGA AXIAL SOLICITANTE (POSITIVO TRAÇÃO/NEGATIVO COMPRESSÃO)

	M.L.E.	M.S.E.	M.R.D.
	[kN]	[kN]	[kN]
N_{Rd}	91,018	96,067	97,217
$N_{c,Sd}$	77,02	77,02	77,02
VER	0,846	0,802	0,792
	O.K.	O.K.	O.K.

Banzos Inferiores Ue150x60x20x2 (Anexo 8)

Os banzos inferiores foram considerados travados pelas vigas de suportaço do forro, nos nós da treliça.

N_{Sd} **-33,1** kN CARGA AXIAL SOLICITANTE (POSITIVO TRAÇÃO/NEGATIVO COMPRESSÃO)

	M.L.E.	M.S.E.	M.R.D.
	[kN]	[kN]	[kN]
N_{Rd}	40,042	41,487	41,487
$N_{c,Sd}$	33,11	33,11	33,11
VER	0,827	0,798	0,798
	O.K.	O.K.	O.K.

4.4.3 Montantes e diagonais das Tesouras

A combinação de esforços críticos estão mostras abaixo. Para facilitar a visualização algumas barras foram suprimidas.

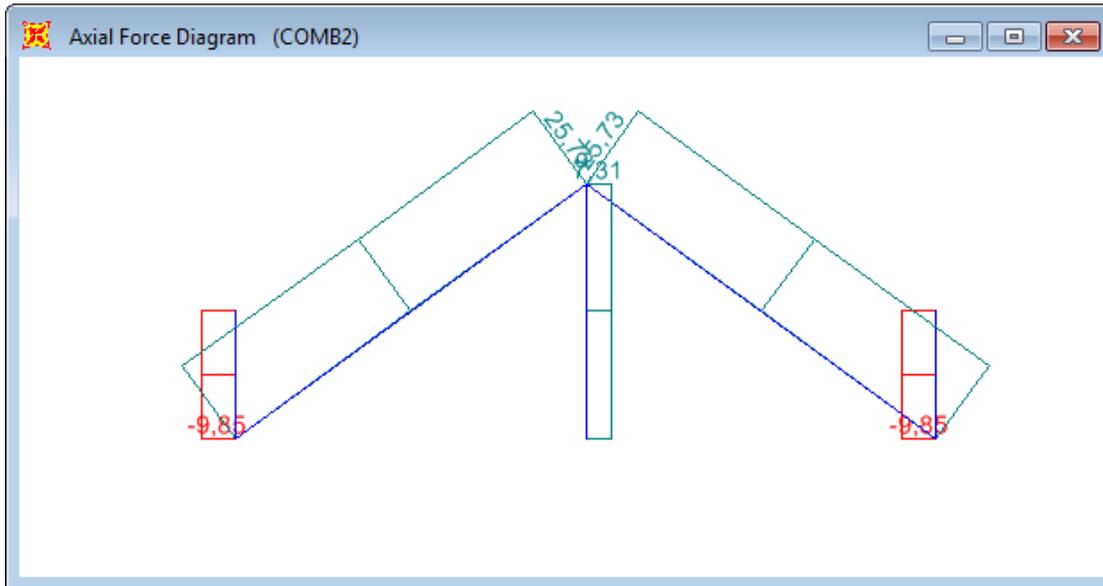


Figura 29 – Montantes e diagonais – Combinação 2

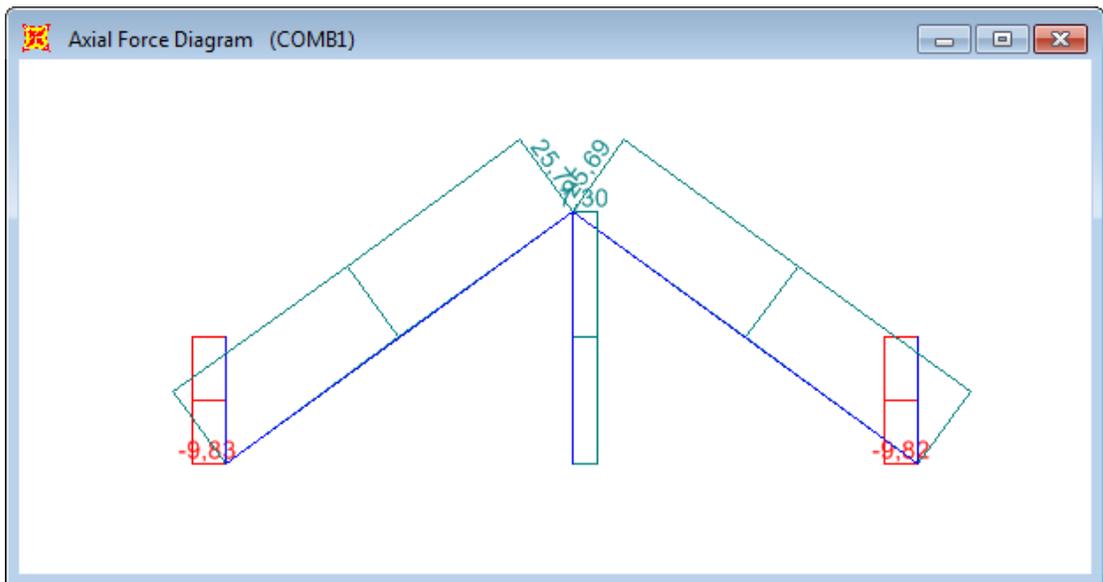


Figura 30 - Montantes e diagonais – Combinação 1

O resumos dos resultados encontrados está mostrados abaixo. O cálculo detalhado dos banzos superiores se encontra no Anexo 7, e o dos banzos inferiores no Anexo 8.

Diagonais: Ue100x50x17x2 (Anexo 9)

N_{Sd} -9,9 kN CARGA AXIAL SOLICITANTE (POSITIVO TRAÇÃO/NEGATIVO COMPRESSÃO)

	M.L.E.	M.S.E.	M.R.D.
	[kN]	[kN]	[kN]
N_{Rd}	16,049	16,049	16,049
$N_{c,Sd}$	9,85	9,85	9,85
VER	0,614	0,614	0,614
	O.K.	O.K.	O.K.

Montante Central Ue150x60x20x2 (Anexo 10)

N_{Sd} 7,4 kN CARGA AXIAL SOLICITANTE (POSITIVO TRAÇÃO/NEGATIVO COMPRESSÃO)
 N_{Rd} 177,2 kN FORÇA RESISTENTE DA BARRA
 O.K.

Montantes das extremidades Ue150x60x20x2 (Anexo 11)

N_{Sd} -9,8 kN CARGA AXIAL SOLICITANTE (POSITIVO TRAÇÃO/NEGATIVO COMPRESSÃO)

	M.L.E.	M.S.E.	M.R.D.
	[kN]	[kN]	[kN]
N_{Rd}	16,05	16,05	16,049
$N_{c,Sd}$	9,82	9,82	9,82
VER	0,612	0,612	0,612
	O.K.	O.K.	O.K.

Os perfis selecionados suportam os esforços atuantes.

4.4.4 Contraventamentos horizontais da cobertura

A combinação de esforços críticos estão mostras abaixo.

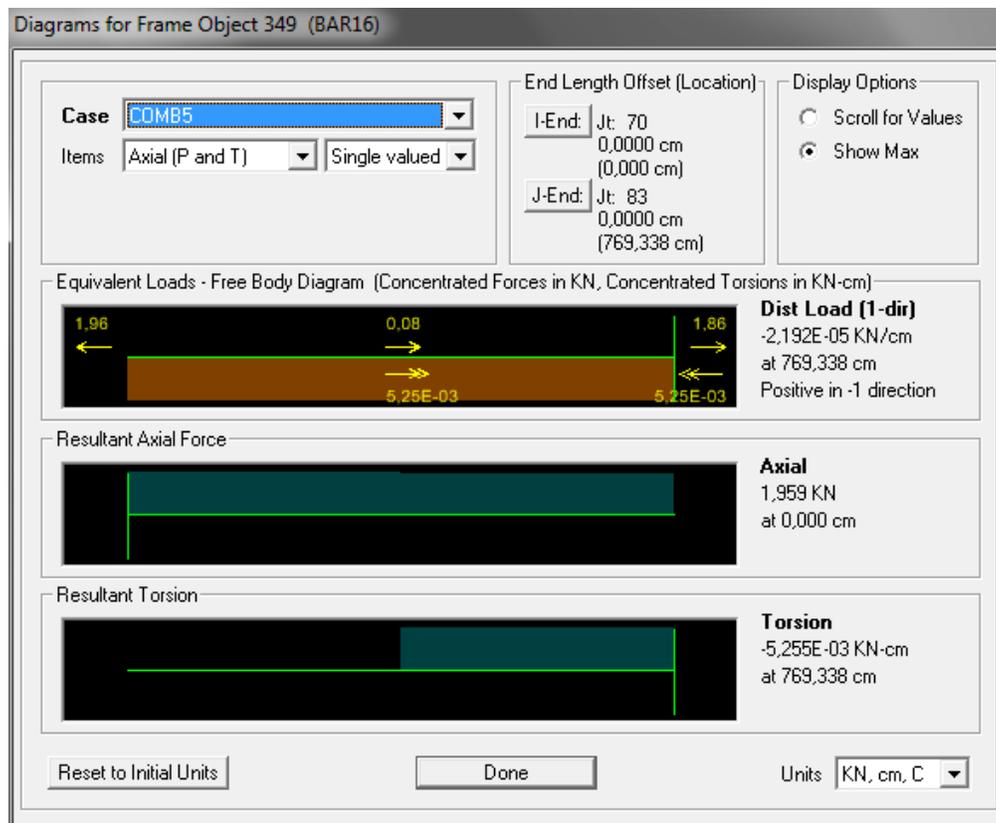


Figura 31 – Contraventamentos horizontais – Cobertura

Perfil Utilizado BAR \varnothing 16mm (Anexo 12)

N_{Sd}	2,0 kN	CARGA AXIAL SOLICITANTE (POSITIVO TRAÇÃO/NEGATIVO COMPRESSÃO)
N_{Rd}	45,7 kN	FORÇA RESISTENTE DA BARRA
		O.K.

Os perfil selecionado suporta os esforços atuantes.

4.4.5 Contraventamentos verticais

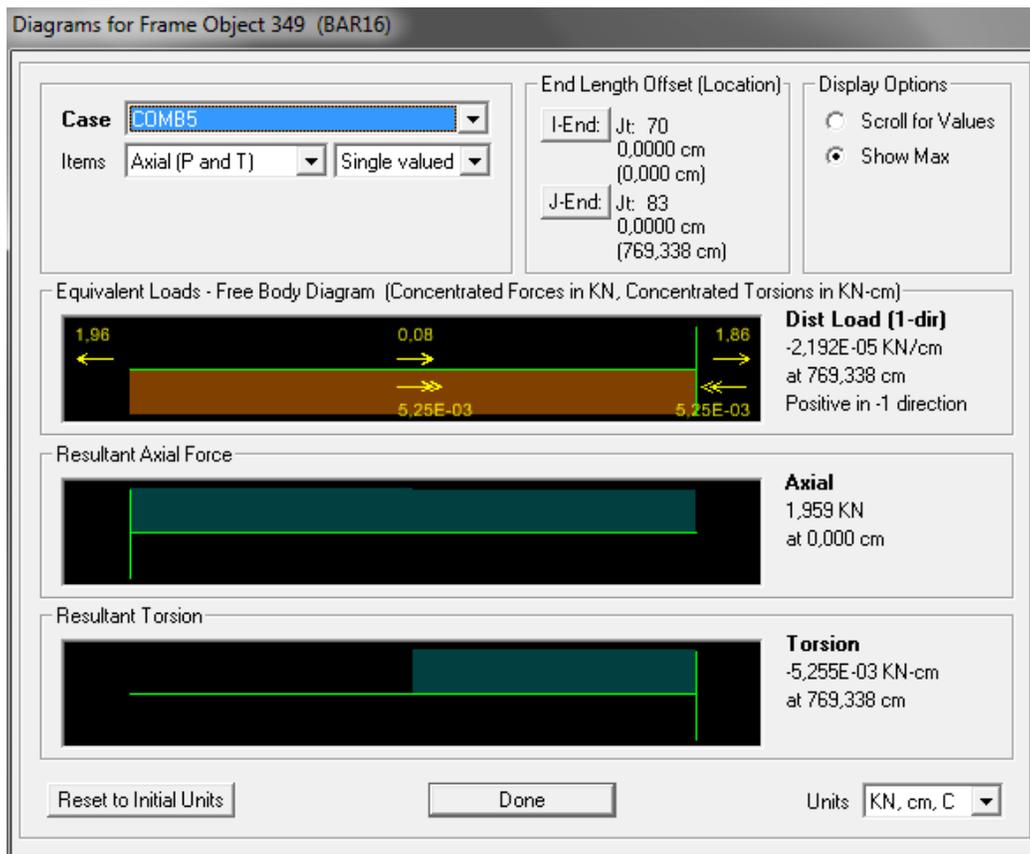


Figura 32 – Contraventamentos verticais – Esforços

Perfil Utilizado BAR \varnothing 16mm (Anexo 13)

N_{Sd}	4,8 kN	CARGA AXIAL SOLICITANTE (POSITIVO TRAÇÃO/NEGATIVO COMPRESSÃO)
N_{Rd}	45,7 kN	FORÇA RESISTENTE DA BARRA
		O.K.

Os perfil selecionado suporta os esforços atuantes.

4.5 Deslocamentos

Os deslocamentos estão mostrados nas figuras a seguir, nas combinações críticas, em centímetros:

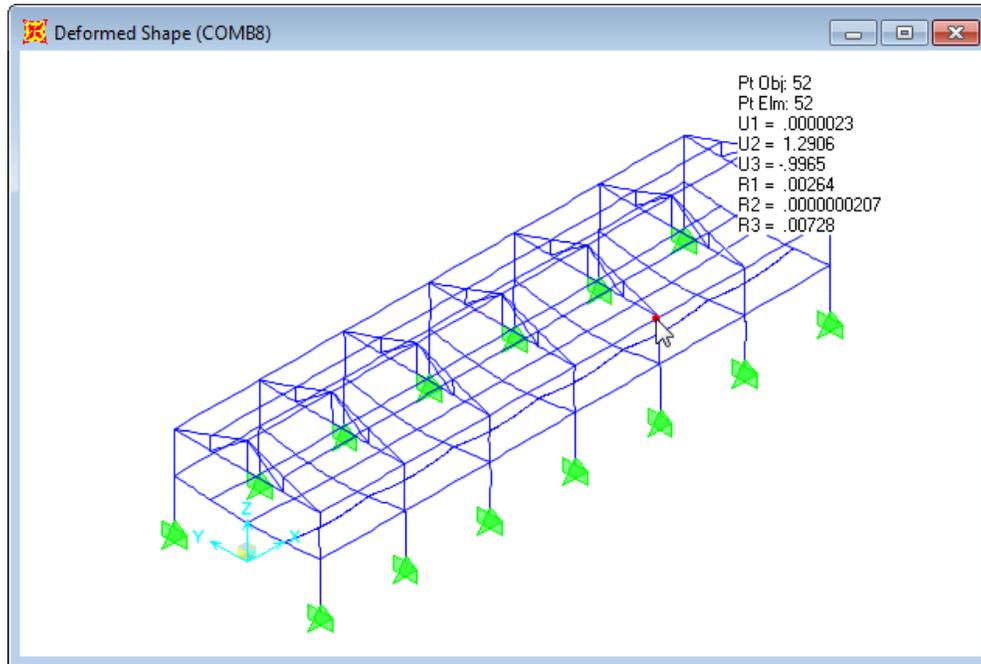


Figura 33 – Topo de coluna

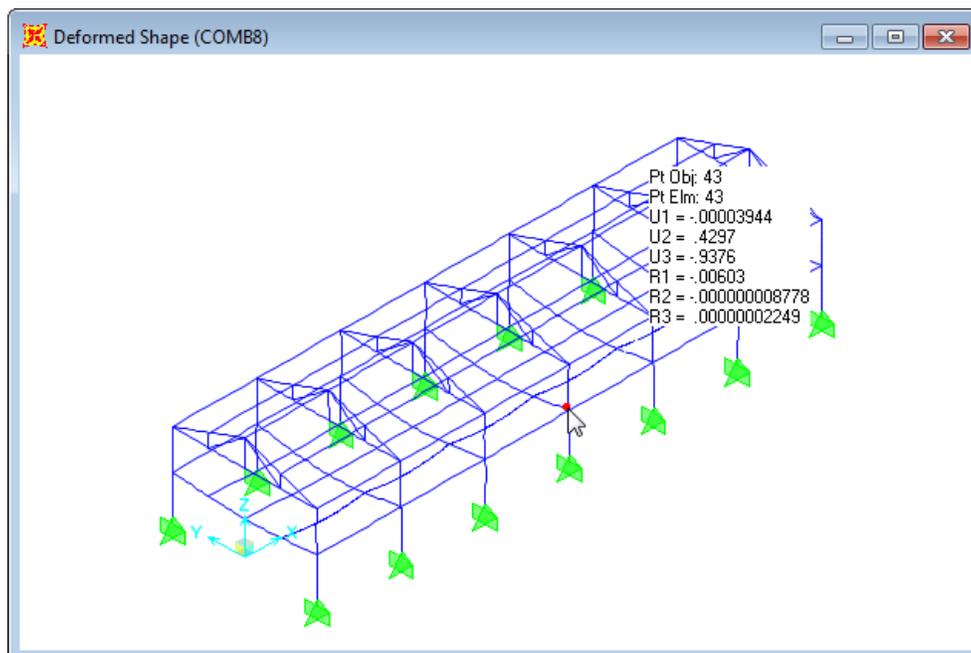


Figura 34 – Elevação do segundo piso

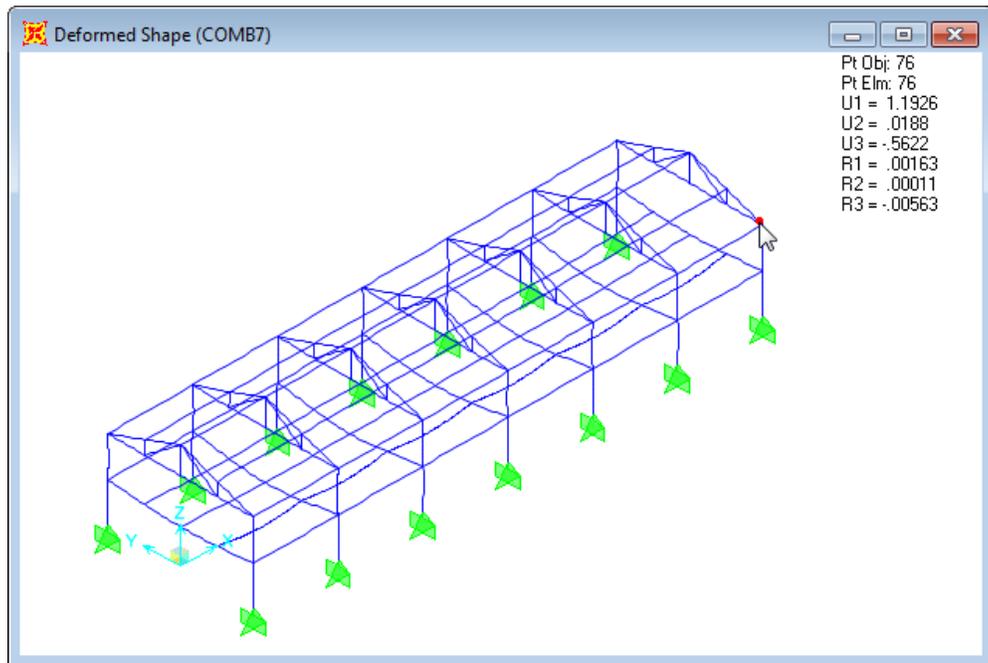


Figura 35 – Topo de coluna

5 CONCLUSÃO

O galpão proposto foi dimensionado com os seguintes perfis:

Colunas: Cx 402x202x25x6,3

Vigas entre pórticos: Ie 402x202x25x6,3

Banzo superior das tesouras: Ue 200x75x20x2,65

Banzo inferior das tesouras: Ue 150x60x20x2

Diagonais e Montantes das Tesouras: Ue 100x50x17x2

Contraventamentos Horizontais da Cobertura: BAR \varnothing 16mm

Contraventamentos Verticais: BAR \varnothing 16mm

Os diferentes métodos de cálculo (M.L.E., M.S.E. e M.R.D.) apresentaram diferenças significativas, principalmente nas barras sujeitas à momento, chegando a cerca de 30% no limite de resistência em barras compostas. Essa comparação pode ser observada na tabela a seguir:

ESFORÇO	PERFIL	M.S.E./M.L.E.	M.S.E./M.R.D.
COMPRESSÃO	Cx250x85x25x2,00 (Anexo 1)	85%	99%
	Ie 300x85x25x2,65 (Anexo 2)	87%	98%
	Cx402x202x25x3,35 (Anexo 3)	90%	109%
	Ie 402x202x25x3,75 (Anexo 4)	90%	99%
	Cx402x202x25x6,3 (Anexo 5)	98%	127%
	Ie 402x202x25x4,25 (Anexo 6)	93%	99%
	Ue200x75x20x2,65 (Anexo 7)	106%	99%
	Ue150x60x20x2 (Anexo 8)	104%	100%
	Ue100x50x17x2 (Anexo 9)	100%	100%
	Ue150x60x20x2 (Anexo 11)	100%	100%
	MOMENTO	Cx250x85x25x2,00 (Anexo 1)	104%
Ie 300x85x25x2,65 (Anexo 2)		109%	122%
Cx402x202x25x3,35 (Anexo 3)		99%	126%
Ie 402x202x25x3,75 (Anexo 4)		109%	128%
Cx402x202x25x6,3 (Anexo 5)		102%	100%
Ie 402x202x25x4,25 (Anexo 6)		112%	130%

6 NORMAS / BIBLIOGRAFIA ADOTADAS

- ABNT NBR 6355 / 2003 – Perfis estruturais de aço formados a frio – Padronização
- ABNT NBR 14762 / 2010 – Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio
- Steel Framing: Engenharia / Francisco Carlos Rodrigues – IBS/CBCA, 2006
- Apostila do curso de especialização em estruturas – Projeto de Estruturas de Aço com Perfis Formados a Frio – Volume 5