



Centro Brasileiro da Construção em Aço

## Sumário

1. Considerações iniciais: .....	4
2. Normas: .....	4
3. Objetivo: .....	4
4. Metodologia e Cargas estrutura metálica: .....	5
4.1. Método de dimensionamento: .....	5
4.2. Pré-dimensionamento: .....	5
4.2.1. Considerações iniciais: .....	5
4.2.2. Cargas permanentes:.....	6
4.2.3. Cargas acidentais: .....	6
4.2.4. Cargas vento: .....	7
4.4. Combinações de esforços:.....	11
4.5. Resultados Ftools:.....	13
4.5.1. Seções adotadas: .....	13
4.3. Resultado:.....	18
5. Dimensionamento estrutural: .....	19
5.1. Cargas permanentes: .....	19
5.2. Cargas acidentais:.....	19
5.3. Cargas de vento dados gerais:.....	19
5.4. Cargas de vento 0°: .....	20
5.5. Cargas de vento 90°: .....	21
5.6. Cargas de vento 180°: .....	22
5.7. Cargas de vento 270°: .....	23
5.8. Pré-dimensionamento terças telhado e fechamento: .....	24
5.8.1. Espaçamento máximo terças telhado: .....	24
5.8.2. Espaçamento máximo terças fechamento:.....	25
5.9. Barras adotada para o cálculo estrutural: .....	25
.....	26
6. Cálculo da estrutura de aço: .....	26
6.1. Software utilizado: .....	26
6.2. Elemento que vencem os vãos:.....	26
6.3. Resultados: .....	28
6.4. Tabela quantitativo: .....	29
7. Ligações: .....	30

# MEMORIAL DE CÁLCULO CBCA



7.1. Ligação tipo-1:.....	30
7.2. Ligação tipo-2:.....	31
7.3. Ligação tipo-3:.....	32
7.4. Ligação tipo-4:.....	33
7.5. Ligação tipo-5:.....	34
7.6. Ligação tipo-6:.....	35
8. Estimativa de porta paletes:.....	36
9. Cálculo piso concreto com fibras de aço:.....	37
9.1. Cargas permanentes:.....	37
9.2. Cargas acidentais (móvel):.....	38
9.3. Estados de carga:.....	39
9.4. Dimensionamento:.....	39
10. Linha de vida:.....	41
10.1. Cálculo:.....	41
9. Cálculo de incêndio:.....	43
10. Solução tecnológica:.....	44
10.1. Aço:.....	44
10.1. Concreto com adição de fibra:.....	44
10.1.1 Concreto:.....	44
10.1.1 Fibras:.....	45
10.1.2 Embasamento teórico e prático da eficácia das fibras:.....	45
14. Finalização:.....	46

# MEMORIAL DE CÁLCULO CBCA



## 1. Considerações iniciais:

Foram utilizados para desenvolver esse memorial de cálculo Cype3D e Visual Ventos e para o desenvolvimento dos projetos Revit e Autocad.

## 2. Normas:

Foram seguidas normativas vigentes, mas principalmente:

Normas nacionais:

- ❖ NBR 6118:2023
- ❖ NBR 6120:2019
- ❖ NBR 6123:2023
- ❖ NBR 8800:2005
- ❖ NBR 16935:2021
- ❖ NBR 16940:2021
- ❖ NBR 16970:2022
- ❖ NBR 17010:2021

Normas internacionais:

- ❖ ANSIA/AISC 360:16 (normativa de ligações EUA)
- ❖ ACI 360 R:2006 (norma de concreto com fibras EUA)

## 3. Objetivo:

Idealização e dimensionamento de um galpão logístico localizado em Guarulhos-SP atendendo as normativas vigentes e verificações para a integridade estrutural, e tudo isso dentro de padrões de grandes fabricantes e barras disponíveis de fácil aquisição no mercado e os projetos otimizados para a execução da obra.

## 4. Metodologia e Cargas estrutura metálica:

### 4.1. Método de dimensionamento:

Foram utilizados tres softwares, Cype3D para a estrutura e para ligação da placa de base, IDEA STATICA para as demais ligações(a normativa que o software utiliza é americana),Ftools para estudo preliminar e as vezes para auxiliar o entendimento do esforço atuante, além de calculos atraves do excel.

### 4.2. Pré-dimensionamento:

#### 4.2.1. Considerações iniciais:

Para compreender como os esforços que vão atuar na estrutura e na busca de uma melhor velocidade para os calculos, foram adotados os esforços no pior caso dos porticos. E coeficientes de ponderação e fatores de combinações utilizados para cada caso foram determinados pela NBR 6118 e manual para dimencionamento de galpões desenvolvido pelo CBCA.

Tabela 1 — Valores dos coeficientes de ponderação das ações  $\gamma_r = \gamma_{r1} \gamma_{r3}$

Combinações	Ações permanentes ( $\gamma_p$ ) <sup>a,c</sup>					Indiretas
	Diretas					
	Peso próprio de estruturas metálicas	Peso próprio de estruturas pré-moldadas	Peso próprio de estruturas moldadas no local e de elementos construtivos industrializados e empuxos permanentes	Peso próprio de elementos construtivos industrializados com adições <i>in loco</i>	Peso próprio de elementos construtivos em geral e equipamentos	
Normais	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,35 (1,00)	1,40 (1,00)	1,50 (1,00)	1,20 (0)
Especiais ou de construção	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,40 (1,00)	1,20 (0)
Excepcionais	1,10 (1,00)	1,15 (1,00)	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,30 (1,00)	0 (0)
	Ações variáveis ( $\gamma_q$ ) <sup>a,d</sup>				Demais ações variáveis, incluindo as decorrentes do uso e ocupação	
	Efeito da temperatura <sup>b</sup>	Ação do vento	Ações truncadas <sup>e</sup>			
Normais	1,20	1,40	1,20	1,50		
Especiais ou de construção	1,00	1,20	1,10	1,30		
Excepcionais	1,00	1,00	1,00	1,00		

<sup>a</sup> Os valores entre parênteses correspondem aos coeficientes para as ações permanentes favoráveis à segurança; ações variáveis e excepcionais favoráveis à segurança não devem ser incluídas nas combinações.

<sup>b</sup> O efeito de temperatura citado não inclui o gerado por equipamentos, o qual deve ser considerado ação decorrente do uso e ocupação da edificação.

<sup>c</sup> Nas combinações normais, as ações permanentes diretas que não são favoráveis à segurança podem, opcionalmente, ser consideradas todas agrupadas, com coeficiente de ponderação igual a 1,35 quando as ações variáveis decorrentes do uso e ocupação forem superiores a 5 kN/m<sup>2</sup>, ou 1,40 quando isso não ocorrer. Nas combinações especiais ou de construção, os coeficientes de ponderação são respectivamente 1,25 e 1,30, e nas combinações excepcionais, 1,15 e 1,20.

<sup>d</sup> Nas combinações normais, se as ações permanentes diretas que não são favoráveis à segurança forem agrupadas, as ações variáveis que não são favoráveis à segurança podem, opcionalmente, ser consideradas também todas agrupadas, com coeficiente de ponderação igual a 1,50 quando as ações variáveis decorrentes do uso e ocupação forem superiores a 5 kN/m<sup>2</sup>, ou 1,40 quando isso não ocorrer (mesmo nesse caso, o efeito da temperatura pode ser considerado isoladamente, com o seu próprio coeficiente de ponderação). Nas combinações especiais ou de construção, os coeficientes de ponderação são respectivamente 1,30 e 1,20, e nas combinações excepcionais, sempre 1,00.

<sup>e</sup> Ações truncadas são consideradas ações variáveis cuja distribuição de máximos é truncada por um dispositivo físico, de modo que o valor dessa ação não possa superar o limite correspondente. O coeficiente de ponderação mostrado nesta Tabela se aplica a este valor-limite.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

# MEMORIAL DE CÁLCULO CBCA

Tabela 2 — Valores dos fatores de combinação  $\psi_0$  e de redução  $\psi_1$  e  $\psi_2$  para as ações variáveis

Ações		$\gamma_{f2}$ <sup>a</sup>		
		$\psi_0$	$\psi_1$ <sup>d</sup>	$\psi_2$ <sup>e</sup>
Ações variáveis causadas pelo uso e ocupação	Locais em que não há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, nem de elevadas concentrações de pessoas <sup>b)</sup>	0,5	0,4	0,3
	Locais em que há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, ou de elevadas concentrações de pessoas <sup>c</sup>	0,7	0,6	0,4
	Bibliotecas, arquivos, depósitos, oficinas e garagens e sobrecargas em coberturas (ver B.5.1)	0,8	0,7	0,6
Vento	Pressão dinâmica do vento nas estruturas em geral	0,6	0,3	0
Temperatura	Variações uniformes de temperatura em relação à média anual local	0,6	0,5	0,3
Cargas móveis e seus efeitos dinâmicos	Passarelas de pedestres	0,6	0,4	0,3
	Vigas de rolamento de pontes rolantes	1,0	0,8	0,5
	Pilares e outros elementos ou subestruturas que suportam vigas de rolamento de pontes rolantes	0,7	0,6	0,4

<sup>a</sup> Ver alínea c) de 4.7.5.3.  
<sup>b</sup> Edificações residenciais de acesso restrito.  
<sup>c</sup> Edificações comerciais, de escritórios e de acesso público.  
<sup>d</sup> Para estado-limite de fadiga (ver Anexo K), usar  $\psi_1$  igual a 1,0.  
<sup>e</sup> Para combinações excepcionais onde a ação principal for sismo, admite-se adotar para  $\psi_2$  o valor zero.

Além disso os valores foram multiplicados pelos  $\gamma_{f2}$  que os esforços vão atuar.

#### 4.2.2. Cargas permanentes:

Peso próprio 10% o total da carga.

#### 4.2.3. Cargas acidentais:

CARGAS ACIDENTAIS-2		
CARGA UTILIZAÇÃO	0,148	kN/m <sup>2</sup>
CARGA ACIDENTAL	0,246	kN/m <sup>2</sup>
COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO	1	
COEFICIENTE REDUÇÃO	0,8	
CARGAS ACIDENTAIS-2 CORRIGIDAS		
CARGA UTILIZAÇÃO	0,518	kN/m
CARGA ACIDENTAL	0,861	kN/m

# MEMORIAL DE CÁLCULO CBCA

## 4.2.4. Cargas vento:

-Vento a 0°:

CARGAS VENTO 0°		
SUPERFICIE FECHADA		
C	0,81859	Nk/m <sup>2</sup>
A1 e B1	-0,54573	Nk/m <sup>2</sup>
EG	-0,54573	Nk/m <sup>2</sup>
SUPERFICIE ABERTA		
C	0,363818	Nk/m <sup>2</sup>
A1 e B1	-1,0005	Nk/m <sup>2</sup>
EG	-1,0005	Nk/m <sup>2</sup>
COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO	1,4	
CARGAS VENTO 0° CORRIGIDAS		
SUPERFICIE FECHADA		
C	5,013866	kN/m
A1 e B1	-3,34258	kN/m
EG	-3,34258	kN/m
SUPERFICIE ABERTA		
C	2,228385	kN/m
A1 e B1	-6,12806	kN/m
EG	-6,12806	kN/m

# MEMORIAL DE CÁLCULO CBCA

-Vento a 90°:

CARGAS VENTO 90°		
SUPERFICIE FECHADA		
C1 E D1	-0,407476057	Nk/m <sup>2</sup>
C2 E D2	-0,174632596	Nk/m <sup>2</sup>
A	0,523897788	Nk/m <sup>2</sup>
B	-0,174632596	Nk/m <sup>2</sup>
EG	-0,407476057	Nk/m <sup>2</sup>
FH	-0,116421731	Nk/m <sup>2</sup>
SUPERFICIE ABERTA		
C1 E D1	-0,698530384	Nk/m <sup>2</sup>
C2 E D2	-0,465686923	Nk/m <sup>2</sup>
A	0,232843461	Nk/m <sup>2</sup>
B	-0,465686923	Nk/m <sup>2</sup>
EG	-0,698530384	Nk/m <sup>2</sup>
FH	-0,407476057	Nk/m <sup>2</sup>
COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO	1,4	
CARGAS VENTO 90°		
SUPERFICIE FECHADA		
C1 E D1	-2,49579085	kN/m
C2 E D2	-1,06962465	kN/m
A	3,208873951	kN/m
B	-1,06962465	kN/m
EG	-2,49579085	kN/m
FH	-0,7130831	kN/m
SUPERFICIE ABERTA		
C1 E D1	-4,278498601	kN/m
C2 E D2	-2,852332401	kN/m
A	1,4261662	kN/m
B	-2,852332401	kN/m
EG	-4,278498601	kN/m
FH	-2,49579085	kN/m

# MEMORIAL DE CÁLCULO CBCA

-Vento a 180 °:

CARGAS VENTO 180°		
SUPERFICIE FECHADA		
D	-0,05821	Nk/m <sup>2</sup>
A3 e B3	0	Nk/m <sup>2</sup>
IJ	0	Nk/m <sup>2</sup>
SUPERFICIE ABERTA		
D	-0,34927	Nk/m <sup>2</sup>
A3 e B3	-0,29105	Nk/m <sup>2</sup>
IJ	-0,29105	Nk/m <sup>2</sup>
COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO		
	1,4	
CARGAS VENTO 180°		
SUPERFICIE FECHADA		
D	-0,35654	kN/m
A3 e B3	0	kN/m
IJ	0	kN/m
SUPERFICIE ABERTA		
D	-2,13925	kN/m
A3 e B3	-1,78271	kN/m
IJ	-1,78271	kN/m

# MEMORIAL DE CÁLCULO CBCA

-Vento a 270 °:

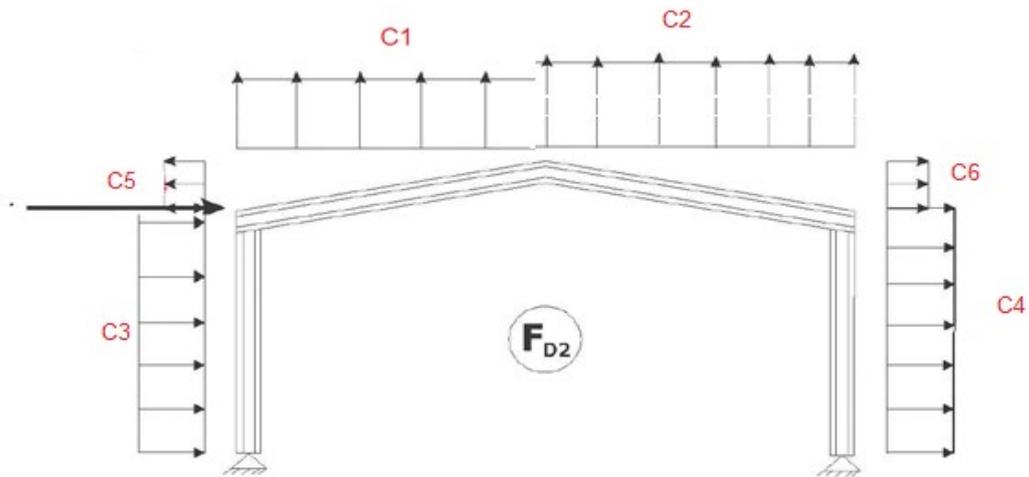
CARGAS VENTO 270°		
SUPERFICIE FECHADA		
C1 E D1	-0,40748	Nk/m <sup>2</sup>
C2 E D2	-0,17463	Nk/m <sup>2</sup>
A	0,523898	Nk/m <sup>2</sup>
B	-0,17463	Nk/m <sup>2</sup>
EG	-0,40748	Nk/m <sup>2</sup>
FH	-0,11642	Nk/m <sup>2</sup>
SUPERFICIE ABERTA		
C1 E D1	-0,69853	Nk/m <sup>2</sup>
C2 E D2	-0,46569	Nk/m <sup>2</sup>
A	0,232843	Nk/m <sup>2</sup>
B	-0,46569	Nk/m <sup>2</sup>
EG	-0,69853	Nk/m <sup>2</sup>
FH	-0,40748	Nk/m <sup>2</sup>
COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO	1,4	
CARGAS VENTO 270°		
SUPERFICIE FECHADA		
C1 E D1	-2,49579	kN/m
C2 E D2	-1,06962	kN/m
A	3,208874	kN/m
B	-1,06962	kN/m
EG	-2,49579	kN/m
FH	-0,71308	kN/m
SUPERFICIE ABERTA		
C1 E D1	-4,2785	kN/m
C2 E D2	-2,85233	kN/m
A	1,426166	kN/m
B	-2,85233	kN/m
EG	-4,2785	kN/m
FH	-2,49579	kN/m

#### 4.4. Combinações de esforços:

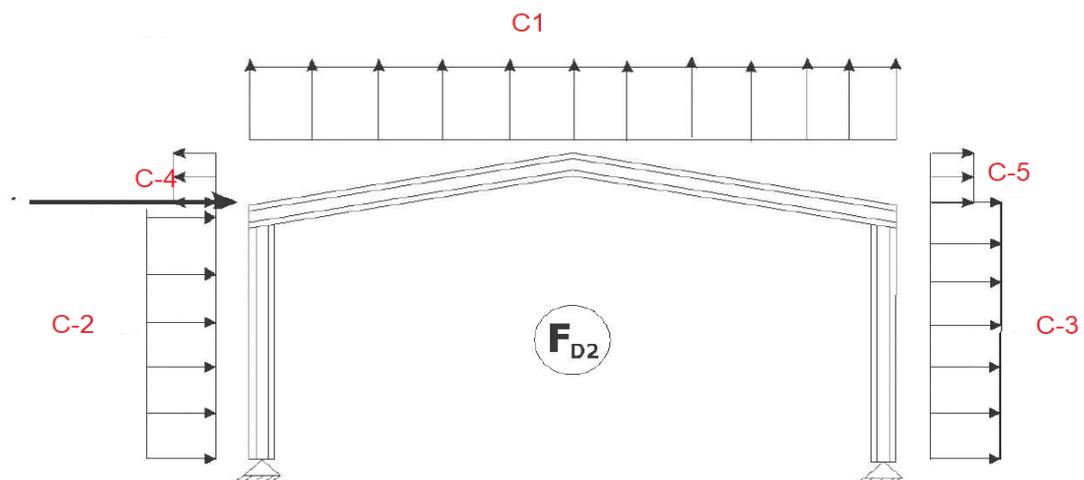
Foi utilizada a formulação a seguir para determinar as hipóteses de carga:

$$F_d = \sum_{i=1}^m (\gamma_{gi} F_{Gi,k}) + \gamma_q \left[ F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n (\psi_{0j} F_{Qj,k}) \right]$$

Direções adotadas:



Análise a 90° e 270°.



Análise a 0° e 180°.

# MEMORIAL DE CÁLCULO CBCA

Assim gerando os seguintes resultados:

HIPÓTESE DE CARGA-1 (SEM VENTO)		
CD-1	-7,11025	kN/m
CP-1	-0,09332	kN

HIPÓTESE DE CARGA-2 (VENTO 0°)		
CD-1	-6,67941	kN/m
CD-2	-3,34258	kN/m
CD-3	-3,34258	kN/m
CD-4	3,205278	kN/m
CP-1	-0,09332	kN

HIPÓTESE DE CARGA-2 (VENTO 90°)		
CD-1	-5,93352	kN/m
CD-2	-6,43921	kN/m
CD-3	-1,06962	kN/m
CD-4	3,208874	kN/m
CD-5	0,683793	kN/m
CD-6	2,393274	kN/m
CP-1	-0,09332	kN

HIPÓTESE DE CARGA-3 (VENTO 180°)		
CD-1	-5,73125	kN/m
CD-2	0	kN/m
CD-3	0	kN/m
CD-4	0	kN/m
CP-1	-0,09332	kN

HIPÓTESE DE CARGA-4 (VENTO 270°)		
CD-1	-5,93352	kN/m
CD-2	-6,43921	kN/m
CD-3	-1,06962	kN/m
CD-4	3,208874	kN/m
CD-5	0,683793	kN/m
CD-6	2,393274	kN/m
CP-1	-0,09332	kN

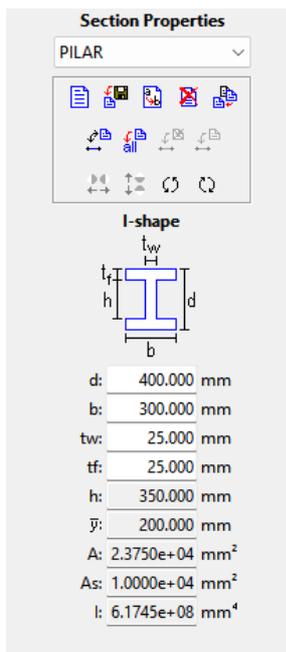
HIPÓTESE PIOR CARGA		
CD-1	-7,11025	kN/m
CD-2	-6,43921	kN/m
CD-3	-3,34258	kN/m
CD-4	3,208874	kN/m
CD-5	0,683793	kN/m
CD-6	2,393274	kN/m
CP-1	-0,09332	kN

## 4.5. Resultados Ftools:

As dimensões da seção nessa etapa eram irrelevantes pois era uma análise somente dos esforços e para ver o comportamento da estrutura frente as hipóteses de carga.

### 4.5.1. Seções adotadas:

-Pilar:



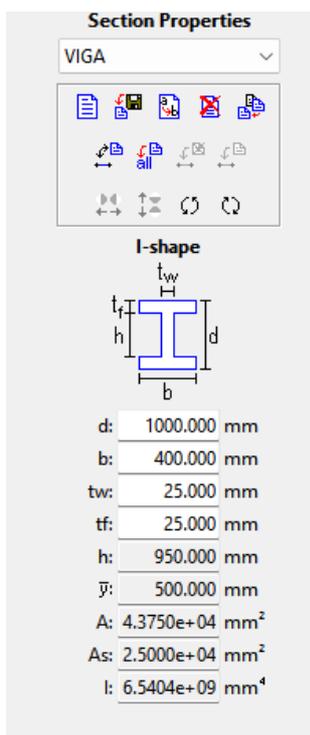
**Section Properties**  
PILAR

**I-shape**

Diagram showing dimensions:  $t_w$ ,  $t_f$ ,  $h$ ,  $d$ ,  $b$ .

d:	400.000 mm
b:	300.000 mm
$t_w$ :	25.000 mm
$t_f$ :	25.000 mm
h:	350.000 mm
$\bar{y}$ :	200.000 mm
A:	2.3750e+04 mm <sup>2</sup>
$A_s$ :	1.0000e+04 mm <sup>2</sup>
I:	6.1745e+08 mm <sup>4</sup>

-Viga:



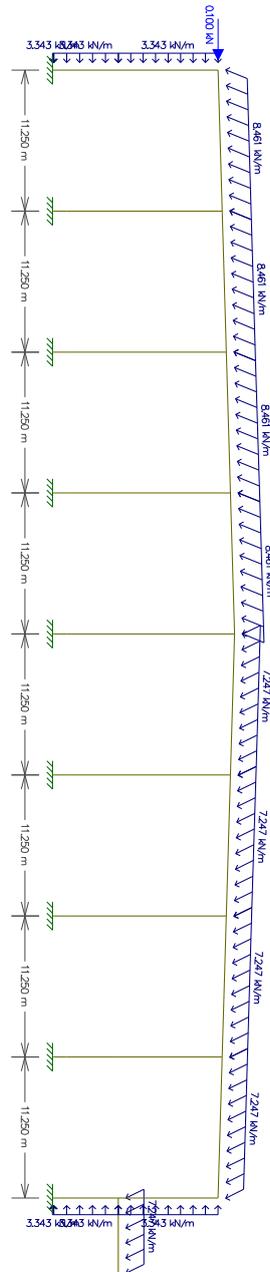
**Section Properties**  
VIGA

**I-shape**

Diagram showing dimensions:  $t_w$ ,  $t_f$ ,  $h$ ,  $d$ ,  $b$ .

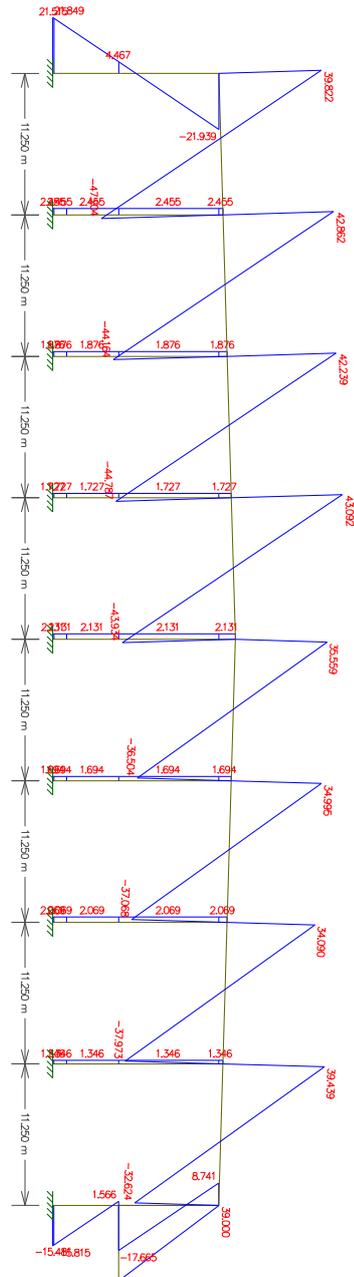
d:	1000.000 mm
b:	400.000 mm
$t_w$ :	25.000 mm
$t_f$ :	25.000 mm
h:	950.000 mm
$\bar{y}$ :	500.000 mm
A:	4.3750e+04 mm <sup>2</sup>
$A_s$ :	2.5000e+04 mm <sup>2</sup>
I:	6.5404e+09 mm <sup>4</sup>

# MEMORIAL DE CÁLCULO CBCA



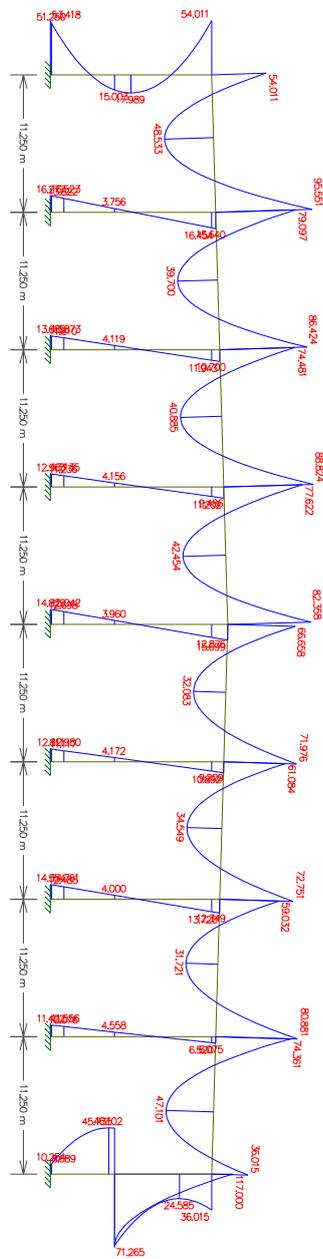
-Carregamentos pior caso.

# MEMORIAL DE CÁLCULO CBCA



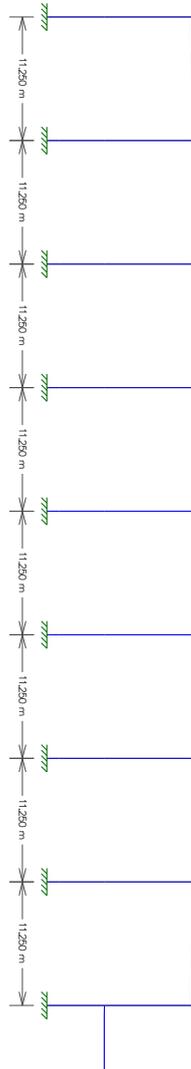
-Gráfico cortante.

# MEMORIAL DE CÁLCULO CBCA



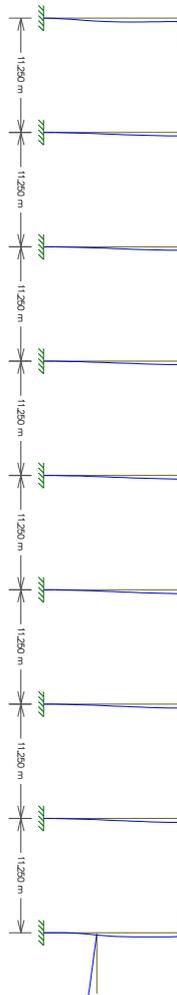
-Gráfico momentos fletores.

# MEMORIAL DE CÁLCULO CBCA



-Gráfico deformação (fator de deformação 1).

# MEMORIAL DE CÁLCULO CBCA



-Gráfico deformação (fator de deformação 100).

#### 4.3. Resultado:

Foram analisados diversos porticos, e optamos por adotar treliças para vencer vãos grandes analisamos que seria a saída mais econômica e viável.

# MEMORIAL DE CÁLCULO CBCA

## 5. Dimensionamento estrutural:

### 5.1. Cargas permanentes:

TELHADO (FORÇA-PERMANENTE)					
TELHA	0,3	kN/m <sup>2</sup>			
PAINEL FOTOVOLTAICOS	15	kg/m <sup>2</sup>	->	0,148	kN/m <sup>2</sup>
FORÇA	0,448	kN/m <sup>2</sup>			
VALOR ADOTADO	0,045	kN/m <sup>2</sup>			

FECHAMENTO (FORÇA-PERMANENTE)		
TELHA FECHAMENTO	0,3	kN/m <sup>2</sup>
ALTURA MAXIMA	2	m
FORÇA	0,6	kN/m
VALOR ADOTADO	0,6	kN/m

### 5.2. Cargas acidentais:

TELHADO (FORÇA-ACIDENTAL)					
CARGA UTILIZAÇÃO	15	kg/m <sup>2</sup>	->	0,148	kN/m <sup>2</sup>
CARGA ACIDENTAL	25	kg/m <sup>2</sup>	->	0,246	kN/m <sup>2</sup>
FORÇA	0,394	kN/m <sup>2</sup>			
VALOR ADOTADO	0,4	kN/m <sup>2</sup>			

### 5.3. Cargas de vento dados gerais:

VENTO DADOS GERAIS		
V0	38	m/s
Cpi1	0,2	
Cpi2	-0,3	
CATEGORIA	IV	N/
z	15	m
γar	1,226	kgf/m <sup>3</sup>
a	210	m
b	90	m
a/b	2,333333333	N/
h	13,5	m
h/b	0,15	N/
θ	5	°

# MEMORIAL DE CÁLCULO

## CBCA

### 5.4. Cargas de vento 0°:

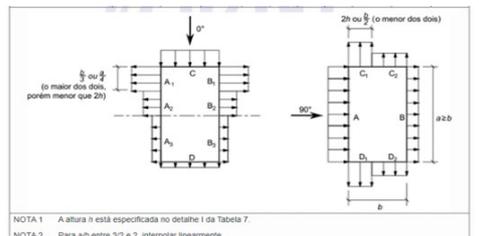
VENTO 0° (FORÇA-4)					
CLASSE	EXEDENTE DE C	N/			
Fr	0,95	N/			
Lt	210	m			
bm	0,8	s			
p	0,16	s			
A	2835	m <sup>2</sup>			
S1	1,25	N/			
S2	0,810939012	N/			
S3	1	N/			
Vt	38,51960308	m/s			
t	40,88827179	s			
Vk	38,51960308	m/s			
q	909,5447706	N/m <sup>2</sup>			
COEFICIENTES Ce					
EDIFICAÇÃO					
A1 e B1	-0,8	N/			
DISTANCIA A1	27	m			
A2 e B2	-0,4	N/			
DISTANCIA A2	78	m			
A3 e B3	-0,2	N/			
C	0,7	N/			
D	-0,3	N/			
TELHADO					
EG	-0,8	N/			
FH	-0,4	N/			
IJ	-0,2	N/			
LANTERNIM	-2	N/			
COEFICIENTE FINAL (Ce+Cf) ESTADO-1					
EDIFICAÇÃO					
A1 e B1	-0,6	N/			
A2 e B2	-0,2	N/			
A3 e B3	0	N/			
C	0,9	N/			
D	-0,1	N/			
TELHADO					
EG	-0,6	N/			
FH	-0,2	N/			
IJ	0	N/			
LANTERNIM	-1,8	N/			
FORÇAS ESTADO-1					
EDIFICAÇÃO					
A1 e B1	-545,7268623	N/m <sup>2</sup>	->	-0,545726862	Nk/m <sup>2</sup>
A2 e B2	-181,9089541	N/m <sup>2</sup>	->	-0,181908954	Nk/m <sup>2</sup>
A3 e B3	0	N/m <sup>2</sup>	->	0	Nk/m <sup>2</sup>
C	818,5902935	N/m <sup>2</sup>	->	0,818590294	Nk/m <sup>2</sup>
D	-90,95447706	N/m <sup>2</sup>	->	-0,090954477	Nk/m <sup>2</sup>
TELHADO					
EG	-545,7268623	N/m <sup>2</sup>	->	-0,545726862	Nk/m <sup>2</sup>
FH	-181,9089541	N/m <sup>2</sup>	->	-0,181908954	Nk/m <sup>2</sup>
IJ	0	N/m <sup>2</sup>	->	0	Nk/m <sup>2</sup>
LANTERNIM	-1637,180587	N/m <sup>2</sup>	->	-1,637180587	Nk/m <sup>2</sup>
FORÇAS ESTADO-2					
EDIFICAÇÃO					
A1 e B1	-1000,5	N/m <sup>2</sup>	->	-1,0005	Nk/m <sup>2</sup>
A2 e B2	-636,681	N/m <sup>2</sup>	->	-0,63668	Nk/m <sup>2</sup>
A3 e B3	-454,772	N/m <sup>2</sup>	->	-0,45477	Nk/m <sup>2</sup>
C	363,8179	N/m <sup>2</sup>	->	0,363818	Nk/m <sup>2</sup>
D	-545,727	N/m <sup>2</sup>	->	-0,54573	Nk/m <sup>2</sup>
TELHADO					
EG	-1000,5	N/m <sup>2</sup>	->	-1,0005	Nk/m <sup>2</sup>
FH	-636,681	N/m <sup>2</sup>	->	-0,63668	Nk/m <sup>2</sup>
IJ	-454,772	N/m <sup>2</sup>	->	-0,45477	Nk/m <sup>2</sup>
LANTERNIM	-1000,5	N/m <sup>2</sup>	->	-1,0005	Nk/m <sup>2</sup>

Tabela 6 - Coeficientes de pressão e de forma, externos, para paredes de edificações de planta retangular a > b, sendo b a menor dimensão

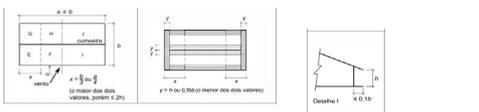
Altura relativa	Valores de C <sub>pe</sub> para						C <sub>pe</sub> médio
	α = 0°	α = 90°	α = 0°	α = 90°	α = 0°	α = 90°	
1/3 ≤ h/a ≤ 2	0,8	-0,8	-0,5	-0,7	-0,4	-0,7	-0,5
2 ≤ h/a ≤ 4	0,8	-0,8	-0,4	-0,7	-0,3	-0,7	-0,5

Tabela 7 - Coeficientes de pressão e de forma, externos, para telhados com duas águas, simétricos, em edificações de planta retangular a > b, sendo b a menor dimensão

Altura Relativa	θ	Valores de C <sub>pe</sub> para				C <sub>pe</sub> médio
		α = 90°	α = 0°	α = 90°	α = 0°	
0°	0°	-0,8	-0,4	-0,8	-0,4	-0,8
0°	45°	-0,8	-0,4	-0,8	-0,4	-0,8
0°	90°	-0,8	-0,4	-0,8	-0,4	-0,8
10°	0°	-1,2	-0,4	-0,8	-0,6	-1,4
10°	45°	-1,2	-0,4	-0,8	-0,6	-1,4
10°	90°	-1,2	-0,4	-0,8	-0,6	-1,4
20°	0°	-1,2	-0,4	-0,8	-0,6	-1,4
20°	45°	-1,2	-0,4	-0,8	-0,6	-1,4
20°	90°	-1,2	-0,4	-0,8	-0,6	-1,4
30°	0°	-1,2	-0,4	-0,8	-0,6	-1,4
30°	45°	-1,2	-0,4	-0,8	-0,6	-1,4
30°	90°	-1,2	-0,4	-0,8	-0,6	-1,4
45°	0°	-1,2	-0,4	-0,8	-0,6	-1,4
45°	45°	-1,2	-0,4	-0,8	-0,6	-1,4
45°	90°	-1,2	-0,4	-0,8	-0,6	-1,4
60°	0°	-1,2	-0,4	-0,8	-0,6	-1,4
60°	45°	-1,2	-0,4	-0,8	-0,6	-1,4
60°	90°	-1,2	-0,4	-0,8	-0,6	-1,4



NOTA 1 A altura h está especificada no detalhe I da Tabela 7.  
 NOTA 2 Para ab entre 3/2 e 2, interpolar linearmente.  
 NOTA 3 Para vento a 0°, nas partes A<sub>1</sub> e B<sub>1</sub> o coeficiente de forma C<sub>pe</sub> tem os seguintes valores:  
 • ab = 1 mesmo valor das partes A<sub>2</sub> e B<sub>2</sub>;  
 • ab ≥ 2 C<sub>pe</sub> = -0,2  
 • 1 < ab < 2 interpolar linearmente.  
 NOTA 4 Para cada uma das duas inclinações do vento (0° ou 90°) o coeficiente de pressão médio externo, C<sub>pe</sub> médio, é aplicado à parte de barlavento das paredes paralelas ao vento (área hachurada nas figuras da Tabela 6), em uma distância igual a 0,2b ou h, considerando-se o menor destes dois valores.  
 NOTA 5 Para determinar o coeficiente de arrasto C<sub>d</sub> recomenda-se o uso do gráfico da Figura 4 (vento de baixa turbulência) ou da Figura 5 (vento de alta turbulência - ver 6.1.3).



Nas zonas em torno de partes de edificações salientes ao telhado (chaminés, reservatórios, torres etc.), deve ser considerado um coeficiente de forma C<sub>pe</sub> = -1,2, até uma distância igual à metade da dimensão da diagonal da saliência vista em planta.  
 NOTA 1 O coeficiente de forma C<sub>pe</sub> na face inferior do beiral é igual ao da parede correspondente.  
 NOTA 2 Nas coberturas de lanternim, C<sub>pe</sub> médio = -2,0.  
 NOTA 3 Para vento a 0°, nas partes I e J o coeficiente de forma C<sub>pe</sub> tem os seguintes valores: ab = 1 mesmo valor das partes F e H, ab ≥ 2 C<sub>pe</sub> = -0,2. Interpolar linearmente para valores intermediários de ab.

4.3.2 Coeficientes de forma  
 A força de vento sobre um elemento plano de edificação, estrutura ou componente de área A atua em direção perpendicular ao mesmo, sendo calculada conforme a seguinte equação:  
 $F = F_d - F_s$   
 onde:  
 F<sub>d</sub> é a força externa aplicada, estrutura ou componente, agindo na superfície plana de área A;  
 F<sub>s</sub> é a força interna à edificação, estrutura ou componente, agindo na superfície plana de área A.  
 Portanto:  $F = qA(C_e - C_i)$   
 onde:  
 C<sub>e</sub> é o coeficiente de forma externo:  $C_e = F_d / (qA)$   
 C<sub>i</sub> é o coeficiente de forma interno:  $C_i = F_s / (qA)$   
 Os valores positivos dos coeficientes de forma externo e interno correspondem a sobresselagens e os valores negativos correspondem a aberturas.  
 Um valor positivo para F indica que essa força atua para o interior e um valor negativo indica que essa força atua para o exterior da edificação.  
 Para os casos previstos nesta Norma, a pressão interna é considerada uniformemente distribuída no interior da edificação. Conseqüentemente, em superfícies internas planas q<sub>i</sub> = 0.  
 4.3.3 Coeficientes de força  
 A força global do vento sobre uma edificação ou parte dela, F<sub>v</sub>, é obtida pela soma vetorial das forças que atuam. F<sub>v</sub> é expressa em forma global como especificado em 4.1.  
 A componente da força global na direção do vento, força de arrasto F<sub>a</sub>, é obtida por:  
 $F_a = C_d F_v$   
 onde:  
 C<sub>d</sub> é o coeficiente de arrasto;  
 A é a área frontal: área de projeção ortogonal da edificação, estrutura, elemento estrutural ou componente sobre um plano perpendicular à direção do vento (veja o detalhe I);  
 V é o fator de vulnerância, especificado em 6.4.

# MEMORIAL DE CÁLCULO CBCA

## 5.5. Cargas de vento 90°:

VENTO 90° (FORÇA-5)				
CLASSE	EXEDENTE DE C	N/		
Fr	0,95	N/		
Lt	90	m		
bm	0,8	s		
p	0,16	s		
A	1215	m <sup>2</sup>		
S1	1	N/		
S2	0,810939012	N/		
S3	1	N/		
Vt	30,81568246	m/s		
t	21,90443132	s		
Vk	30,81568246	m/s		
q	582,1086532	N/m <sup>2</sup>		
<b>COEFICIENTES Ce</b>				
EDIFICAÇÃO				
C1 E D1	-0,9	N/		
DISTANCIA C1	27	m		
C2 E D2	-0,5	N/		
DISTANCIA C2	63	m		
A	0,7	N/		
B	-0,5	N/		
TELHADO				
EG	-0,9	N/		
FH	-0,4	N/		
LANTERNIM	-2	N/		
<b>COEFICIENTE FINAL (Ce+C1) ESTADO-1</b>				
EDIFICAÇÃO				
C1 E D1	-0,7	N/		
C2 E D2	-0,3	N/		
A	0,9	N/		
B	-0,3	N/		
TELHADO				
EG	-0,7	N/		
FH	-0,2	N/		
LANTERNIM	-1,8	N/		
<b>FORÇAS ESTADO-1</b>				
EDIFICAÇÃO				
C1 E D1	-407,4760572	N/m <sup>2</sup>	->	-0,407476057 Nk/m <sup>2</sup>
C2 E D2	-174,632596	N/m <sup>2</sup>	->	-0,174632596 Nk/m <sup>2</sup>
A	523,8977879	N/m <sup>2</sup>	->	0,523897788 Nk/m <sup>2</sup>
B	-174,632596	N/m <sup>2</sup>	->	-0,174632596 Nk/m <sup>2</sup>
TELHADO				
EG	-407,4760572	N/m <sup>2</sup>	->	-0,407476057 Nk/m <sup>2</sup>
FH	-116,4217306	N/m <sup>2</sup>	->	-0,116421731 Nk/m <sup>2</sup>
LANTERNIM	-1047,795576	N/m <sup>2</sup>	->	-1,047795576 Nk/m <sup>2</sup>
<b>COEFICIENTE FINAL (Ce+C1) ESTADO-2</b>				
EDIFICAÇÃO				
C1 E D1	-1,2	N/		
C2 E D2	-0,8	N/		
A	0,4	N/		
B	-0,8	N/		
TELHADO				
EG	-1,2	N/		
FH	-0,7	N/		
LANTERNIM	-1,2	N/		
<b>FORÇAS ESTADO-2</b>				
EDIFICAÇÃO				
C1 E D1	-698,53	N/m <sup>2</sup>	->	-0,69853 Nk/m <sup>2</sup>
C2 E D2	-465,687	N/m <sup>2</sup>	->	-0,46569 Nk/m <sup>2</sup>
A	232,8435	N/m <sup>2</sup>	->	0,232843 Nk/m <sup>2</sup>
B	-465,687	N/m <sup>2</sup>	->	-0,46569 Nk/m <sup>2</sup>
TELHADO				
EG	-698,53	N/m <sup>2</sup>	->	-0,69853 Nk/m <sup>2</sup>
FH	-407,476	N/m <sup>2</sup>	->	-0,40748 Nk/m <sup>2</sup>
LANTERNIM	-698,53	N/m <sup>2</sup>	->	-0,69853 Nk/m <sup>2</sup>

**VENTO 90° (FORÇA-5)**

**Nota 1:** A altura h está especificada no detalhe 1 da Tabela 7.  
**Nota 2:** Para a > entre 3/2 e 2, interpolar linearmente.  
**Nota 3:** Para vento a 0°, nas partes A<sub>1</sub> e B<sub>1</sub>, o coeficiente de forma C<sub>pe</sub> tem os seguintes valores:  
 • a > b = 1 mesmo valor das partes A<sub>2</sub> e B<sub>2</sub>;  
 • a > b = 2 C<sub>pe</sub> = 0,2;  
 • 1 < a/b < 2 Interpolar linearmente.  
**Nota 4:** Para cada uma das duas incidências do vento (0° ou 90°) o coeficiente de pressão médio externo, C<sub>pe</sub> médio, é aplicado à parte do telhado das paredes paralelas ao vento, sendo tabuladas nas Figuras 4 e 5, em uma distância igual a 0,20 de h, considerando-se o menor destes dois valores.  
**Nota 5:** Para determinar o coeficiente de arrasto, C<sub>di</sub>, recomenda-se o uso do gráfico da Figura 4 (vento de base) e da Figura 5 (vento de alta turbulência) - ver 6.1.3).

**Tabela 6 - Coeficientes de pressão e de forma, externos, para paredes de edificações de planta retangular a > b, sendo h a menor dimensão**

Altura relativa	Vento de C <sub>pe</sub> para				C <sub>pe</sub> médio
	0°	90°	0°	90°	
0°	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
1/2	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
1	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
2	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
3	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
5	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
10	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

**Tabela 7 - Coeficientes de pressão e de forma, externos, para telhados com duas águas, simétricos, em edificações de planta retangular a > b, sendo h a menor dimensão**

Altura relativa	Vento de C <sub>pe</sub> para				C <sub>pe</sub> médio
	0°	90°	0°	90°	
0°	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
1/2	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
1	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
2	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
3	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
5	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
10	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

**4.1.2 Coeficientes de forma**  
 A força de vento sobre um elemento plano de edificação, incluindo ou excluindo de área A sua área projetada, é dada por:  
 $F = C_{pe} \cdot A \cdot q$   
 onde:  
 C<sub>pe</sub> = o coeficiente de forma externo, aplicado ao elemento plano de área A;  
 A = a área externa do elemento, incluindo ou excluindo, após a aplicação de área A.  
 Para as áreas projetadas, C<sub>pe</sub> = C<sub>pe</sub> · C<sub>d</sub>  
 onde:  
 C<sub>d</sub> = o coeficiente de forma interno, C<sub>d</sub> = C<sub>d</sub> · C<sub>d</sub>  
 Os valores positivos são utilizados de modo relativo e sempre correspondem a sobressalidos e os negativos correspondem a aberturas.  
 Um valor positivo para F indica uma força atua para o interior e um valor negativo indica que esta força atua para o exterior da edificação.  
 Para as áreas projetadas sobre telhados, a pressão interna é considerada uniformemente distribuída incluindo a edificação. Consequentemente, em qualquer ponto da área A:  
 $F = C_{pe} \cdot A \cdot q$   
**4.1.3 Coeficientes de arrasto**  
 A força de vento sobre um elemento plano de edificação, incluindo ou excluindo de área A sua área projetada, é dada por:  
 $F = C_{di} \cdot A \cdot q$   
 onde:  
 C<sub>di</sub> = o coeficiente de arrasto;  
 A = a área frontal efetiva, área de projeção ortogonal do elemento, incluindo ou excluindo de área A sua área projetada, e sendo de ventos, C<sub>di</sub> = C<sub>di</sub> · C<sub>d</sub>  
 C<sub>d</sub> = o coeficiente de forma interno, C<sub>d</sub> = C<sub>d</sub> · C<sub>d</sub>

# MEMORIAL DE CÁLCULO CBCA

## 5.6. Cargas de vento 180°:

VENTO 180° (FORÇA-6)					
CLASSE	EXEDENTE DE C	N/			
Fr	0,95	N/			
Lt	210	m			
bm	0,8	s			
p	0,16	s			
A	2835	m <sup>2</sup>			
S1	1	N/			
S2	0,810939012	N/			
S3	1	N/			
Vt	30,81568246	m/s			
t	51,11033974	s			
Vk	30,81568246	m/s			
q	582,1086532	N/m <sup>2</sup>			
COEFICIENTES Ce					
EDIFICAÇÃO					
A1 e B1	-0,8	N/			
DISTANCIA A1	27	m			
A2 e B2	-0,4	N/			
DISTANCIA A2	78	m			
A3 e B3	-0,2	N/			
C	0,7	N/			
D	-0,3	N/			
TELHADO					
EG	-0,8	N/			
FH	-0,4	N/			
IJ	-0,2	N/			
LANTERNIM	-2	N/			
COEFICIENTE FINAL (Ce+C) ESTADO-1					
EDIFICAÇÃO					
A1 e B1	-0,6	N/			
A2 e B2	-0,2	N/			
A3 e B3	0	N/			
C	0,9	N/			
D	-0,1	N/			
TELHADO					
EG	-0,6	N/			
FH	-0,2	N/			
IJ	0	N/			
LANTERNIM	-1,8	N/			
FORÇAS ESTADO-1					
EDIFICAÇÃO					
A1 e B1	-349,2651919	N/m <sup>2</sup>	->	-0,349265192	Nk/m <sup>2</sup>
A2 e B2	-116,4217306	N/m <sup>2</sup>	->	-0,116421731	Nk/m <sup>2</sup>
A3 e B3	0	N/m <sup>2</sup>	->	0	Nk/m <sup>2</sup>
C	523,8977879	N/m <sup>2</sup>	->	0,523897788	Nk/m <sup>2</sup>
D	-58,21086532	N/m <sup>2</sup>	->	-0,058210865	Nk/m <sup>2</sup>
TELHADO					
EG	-349,2651919	N/m <sup>2</sup>	->	-0,349265192	Nk/m <sup>2</sup>
FH	-116,4217306	N/m <sup>2</sup>	->	-0,116421731	Nk/m <sup>2</sup>
IJ	0	N/m <sup>2</sup>	->	0	Nk/m <sup>2</sup>
LANTERNIM	-1047,795576	N/m <sup>2</sup>	->	-1,047795576	Nk/m <sup>2</sup>
FORÇAS ESTADO-2					
EDIFICAÇÃO					
A1 e B1	-640,32	N/m <sup>2</sup>	->	-0,64032	Nk/m <sup>2</sup>
A2 e B2	-407,476	N/m <sup>2</sup>	->	-0,40748	Nk/m <sup>2</sup>
A3 e B3	-291,054	N/m <sup>2</sup>	->	-0,29105	Nk/m <sup>2</sup>
C	232,8435	N/m <sup>2</sup>	->	0,232843	Nk/m <sup>2</sup>
D	-349,265	N/m <sup>2</sup>	->	-0,34927	Nk/m <sup>2</sup>
TELHADO					
EG	-640,32	N/m <sup>2</sup>	->	-0,64032	Nk/m <sup>2</sup>
FH	-407,476	N/m <sup>2</sup>	->	-0,40748	Nk/m <sup>2</sup>
IJ	-291,054	N/m <sup>2</sup>	->	-0,29105	Nk/m <sup>2</sup>
LANTERNIM	-640,32	N/m <sup>2</sup>	->	-0,64032	Nk/m <sup>2</sup>

**VENTO 180° (FORÇA-6)**

**Tabela 6 - Coeficientes de pressão e de forma, externos, para paredes de edificações de planta retangular a > b, sendo b a menor dimensão**

Altura relativa	Vento de 90°						Vento de 0°						C <sub>pe</sub> médio
	A1 e B1	A2 e B2	C	D	A	B	C1 e D1	C2 e D2	A	B	C	D	
0°	-0,8	-0,4	0,7	-0,3	-0,7	-0,4	-0,7	-0,4	-0,8	-0,4	-0,9	-0,9	-0,9
15° < β < 30°	-0,8	-0,4	0,7	-0,3	-0,7	-0,4	-0,7	-0,4	-0,8	-0,4	-0,9	-0,9	-0,9
30° < β < 45°	-0,8	-0,4	0,7	-0,3	-0,7	-0,4	-0,7	-0,4	-0,8	-0,4	-0,9	-0,9	-0,9
45° < β < 60°	-0,8	-0,4	0,7	-0,3	-0,7	-0,4	-0,7	-0,4	-0,8	-0,4	-0,9	-0,9	-0,9
60° < β < 90°	-0,8	-0,4	0,7	-0,3	-0,7	-0,4	-0,7	-0,4	-0,8	-0,4	-0,9	-0,9	-0,9

**Tabela 7 - Coeficientes de pressão e de forma, externos, para telhados com duas águas, simétricos, em edificações de planta retangular a > b, sendo b a menor dimensão**

Altura relativa	Vento de 90°				Vento de 0°				C <sub>pe</sub> médio
	EG	FH	IJ	LANTERNIM	EG	FH	IJ	LANTERNIM	
0°	-0,8	-0,4	-0,2	-2,0	-0,8	-0,4	-0,2	-2,0	-0,8
15°	-0,8	-0,4	-0,2	-2,0	-0,8	-0,4	-0,2	-2,0	-0,8
30°	-0,8	-0,4	-0,2	-2,0	-0,8	-0,4	-0,2	-2,0	-0,8
45°	-0,8	-0,4	-0,2	-2,0	-0,8	-0,4	-0,2	-2,0	-0,8
60°	-0,8	-0,4	-0,2	-2,0	-0,8	-0,4	-0,2	-2,0	-0,8

**4.3.2 Coeficientes de forma**

A força de vento sobre uma edificação plana (de edificação, estrutura ou componente de aço) é dada em direção perpendicular ao vento, sendo calculada conforme a seguinte equação:

$$F = C_e \cdot q$$

onde:

- F<sub>v</sub> é a força sobre a edificação, estrutura ou componente sujeito ao vento perpendicular à direção do vento;
- C<sub>e</sub> é o coeficiente de forma externa, calculado conforme a seguinte equação:

$$F_{ext} = q \cdot C_e$$

onde:

- C<sub>e</sub> é o coeficiente de forma externa; C<sub>e</sub> = C<sub>pe</sub> - C<sub>pi</sub>;
- C<sub>pe</sub> é o coeficiente de forma externa; C<sub>pe</sub> = C<sub>pe</sub> + C<sub>pe</sub>;
- C<sub>pi</sub> é o coeficiente de forma interna; C<sub>pi</sub> = C<sub>pi</sub> + C<sub>pi</sub>;

Os valores positivos dos coeficientes de forma externa e interna correspondem a superfícies de vento e os valores negativos correspondem a sotavento.

Para as áreas planas sobre telhados, a pressão interna é considerada uniformemente distribuída no interior da edificação. Consequentemente, em superfícies internas planas:

$$F_{int} = q \cdot C_{pi}$$

**4.3.3 Coeficientes de forma**

A força sobre as áreas planas de uma edificação ou parte dela, F<sub>v</sub>, é dada pela soma vetorial das forças que se exercem e é expressa de forma geral como especificado em 4.1.

Adicionalmente, a força sobre as áreas planas de uma edificação, F<sub>v</sub>, é dada por:

$$F_v = C_{pe} \cdot q \cdot A_{pe}$$

onde:

- C<sub>pe</sub> é o coeficiente de forma;
- A<sub>pe</sub> é a área total efetiva, área de projeção ortogonal da edificação, estrutura, elemento estrutural ou componente de aço, na direção perpendicular à direção do vento (ver o Anexo 1.1);
- q é a pressão de vento, especificada em 4.1.

# MEMORIAL DE CÁLCULO CBCA

## 5.7. Cargas de vento 270°:

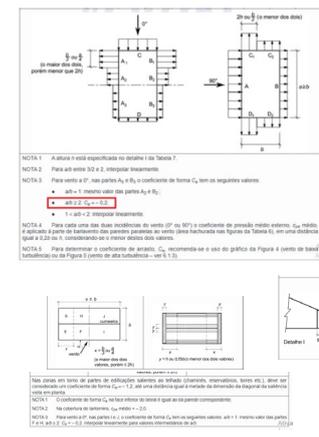
VENTO 270° (FORÇA-7)				
CLASSE	EXEDENTE DE C	N/		
Fr	0,95	N/		
Lt	90	m		
bm	0,8	s		
p	0,16	s		
A	1215	m <sup>2</sup>		
S1	1	N/		
S2	0,810939012	N/		
S3	1	N/		
Vt	30,81568246	m/s		
t	21,90443132	s		
Vk	30,81568246	m/s		
q	582,1086532	N/m <sup>2</sup>		
<b>COEFICIENTES Ce</b>				
EDIFICAÇÃO				
C1 E D1	-0,9	N/		
DISTANCIA C1	27	m		
C2 E D2	-0,5	N/		
DISTANCIA C2	63	m		
A	0,7	N/		
B	-0,5	N/		
TELHADO				
EG	-0,9	N/		
FH	-0,4	N/		
LANTERNIM	-2	N/		
<b>COEFICIENTE FINAL (Ce+Cf) ESTADO-1</b>				
EDIFICAÇÃO				
C1 E D1	-0,7	N/		
C2 E D2	-0,3	N/		
A	0,9	N/		
B	-0,3	N/		
TELHADO				
EG	-0,7	N/		
FH	-0,2	N/		
LANTERNIM	-1,8	N/		
<b>FORÇAS ESTADO-1</b>				
EDIFICAÇÃO				
C1 E D1	-407,4760572	N/m <sup>2</sup>	->	-0,407476057 Nk/m <sup>2</sup>
C2 E D2	-174,632596	N/m <sup>2</sup>	->	-0,174632596 Nk/m <sup>2</sup>
A	523,8977879	N/m <sup>2</sup>	->	0,523897788 Nk/m <sup>2</sup>
B	-174,632596	N/m <sup>2</sup>	->	-0,174632596 Nk/m <sup>2</sup>
TELHADO				
EG	-407,4760572	N/m <sup>2</sup>	->	-0,407476057 Nk/m <sup>2</sup>
FH	-116,4217306	N/m <sup>2</sup>	->	-0,116421731 Nk/m <sup>2</sup>
LANTERNIM	-1047,795576	N/m <sup>2</sup>	->	-1,047795576 Nk/m <sup>2</sup>
<b>FORÇAS ESTADO-2</b>				
EDIFICAÇÃO				
C1 E D1	-698,53	N/m <sup>2</sup>	->	-0,69853 Nk/m <sup>2</sup>
C2 E D2	-465,687	N/m <sup>2</sup>	->	-0,465687 Nk/m <sup>2</sup>
A	232,8435	N/m <sup>2</sup>	->	0,232843 Nk/m <sup>2</sup>
B	-465,687	N/m <sup>2</sup>	->	-0,465687 Nk/m <sup>2</sup>
TELHADO				
EG	-698,53	N/m <sup>2</sup>	->	-0,69853 Nk/m <sup>2</sup>
FH	-407,476	N/m <sup>2</sup>	->	-0,40748 Nk/m <sup>2</sup>
LANTERNIM	-698,53	N/m <sup>2</sup>	->	-0,69853 Nk/m <sup>2</sup>

Tabo 4 - Coeficientes de pressão de forma, externos, para paredes de edificações de planta retangular a - b, sendo b a menor dimensão

Altura relativa	Vento de 0°				Vento de 90°				C <sub>pe</sub> médio
	A	B	C	D	A	B	C	D	
0,00 - 0,10	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
0,10 - 0,20	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
0,20 - 0,30	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
0,30 - 0,40	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
0,40 - 0,50	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
0,50 - 0,60	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
0,60 - 0,70	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
0,70 - 0,80	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
0,80 - 0,90	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
0,90 - 1,00	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

Tabo 7 - Coeficientes de pressão de forma, externos, para telhados com duas águas, simétricos, em edificações de planta retangular a - b, sendo b a menor dimensão

Altura relativa	Vento de 0°				Vento de 90°				C <sub>pe</sub> médio
	A	B	C	D	A	B	C	D	
0,00 - 0,10	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
0,10 - 0,20	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
0,20 - 0,30	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
0,30 - 0,40	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
0,40 - 0,50	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
0,50 - 0,60	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
0,60 - 0,70	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
0,70 - 0,80	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
0,80 - 0,90	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
0,90 - 1,00	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8



**4.1.2 Coeficientes de forma**

A força de vento sobre um elemento plano de edificação, incluindo os componentes de área A, atua em direção perpendicular à superfície externa ou interna segundo equação:

$$F = C_e \cdot q \cdot A$$

onde:

- F<sub>e</sub> é a força externa à edificação, incluindo os componentes, segundo equação acima para a área A;
- F<sub>i</sub> é a força interna à edificação, incluindo os componentes, segundo equação acima para a área A;
- q é o coeficiente de forma externo, C<sub>e</sub> = F<sub>e</sub> / qA;
- q é o coeficiente de forma interno, C<sub>i</sub> = F<sub>i</sub> / qA.

Os valores positivos são indicados de acordo com o sinal correspondente a superfícies externas e negativos correspondente a superfícies internas.

Um valor positivo para F indica uma força atua para o interior e um valor negativo indica que esta força atua para o exterior da edificação.

Para os casos previstos neste Normo, a pressão interna é considerada uniformemente distribuída independentemente da edificação. Consequentemente, em superfícies internas pressões C<sub>i</sub>.

**4.1.3 Coeficientes de vento**

A força de vento sobre um elemento plano de edificação, incluindo os componentes de área A, atua em direção perpendicular à superfície externa ou interna segundo equação:

$$F_w = C_w \cdot q \cdot A$$

onde:

- C<sub>w</sub> é o coeficiente de vento;
- A é a área frontal efetiva, área de projeção ortogonal da edificação, incluindo o elemento estrutural no comprimento efetivo em direção perpendicular à direção do vento; (veja de ventos); e
- q é a taxa de velocidade, especificada em 5.3.

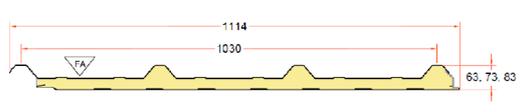
# MEMORIAL DE CÁLCULO CBCA

## 5.8. Pré-dimensionamento terças telhado e fechamento:

Foram utilizados catalogos da ArcelorMittal pra os fechamentos e telhas sanduiches. Todos atende oq o edital requisita, sendo TR 73-TN 40mm PIR para o telhado e Painel TW50-50mm PIR.

### 5.8.1. Espaçamento máximo terças telhado:

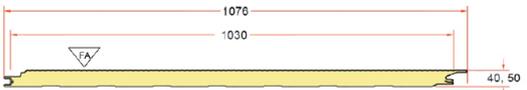
Forama utilizadas tabelas de fabricantes para descombrir o vão máximo entre terças como demonstrado a seguir:

TELHAS											
TIPO	PAINEL DE COBERTURA TERMULOR ROOF										
ISOLAMETNO	POLIISOCIANURATO										
FABRICANTE	ARCELORMITTAL										
ESPECIFICAÇÕES											
Denominação	Face Aparente	Face Interna	Espessura Total								
TR 63-TN	Telha LR 33	Nervurado	33+30 mm PIR								
TR 73-TN	Telha LR 33	Nervurado	33+40 mm PIR								
TR 83-TN	Telha LR 33	Nervurado	33+50 mm PIR								
DIMENÇÕES											
											
SOBRECARGA ADMISSÍVEL											
<b>Especificações</b>	<b>TR 63 - 30 mm PIR</b>		<b>TR 73 - 40 mm PIR</b>			<b>TR 83 - 50 mm PIR</b>					
Espessura Chapa (mm)	0,43+0,43	0,50+0,50	0,65+0,65	0,43+0,43	0,50+0,50	0,65+0,65	0,43+0,43	0,50+0,50	0,65+0,65		
Peso Painel (daN/m²)	8,69	9,08	9,50	9,88	10,27	10,70	12,43	12,82	13,24		
Vão entre Apoios (m)	Sobrecargas Úteis Admissíveis (daN/m²) para dois vãos e três apoios										
2,50	189	220	230	208	242	259	250	290	315		
2,75	167	195	205	185	216	230	223	260	280		
3,00	136	165	180	153	185	197	186	225	235		
3,25	118	140	150	132	157	164	160	190	195		
3,50	104	120	125	117	135	138	143	165	165		
3,75	90	105	110	102	119	121	125	145	145		
4,00	77	90	95	87	102	107	107	125	130		
4,25		75	80		88	95		110	120		
4,50		65	70		76	83		95	105		
SOBRACARGA AD.	208			daN/m²			->			2,08	kN/m²
DISTANCIA ENTRE TERÇAS	2,5			m							
VERIFICAÇÃO DE DESPRENDIMENTO	OK										
MARGEM DE SEGURANÇA	21,29			%							

# MEMORIAL DE CÁLCULO CBCA

## 5.8.2. Espaçamento máximo terças fechamento:

Foram utilizadas tabelas de fabricantes para descobrir o vão máximo entre terças como demonstrado a seguir:

FECHAMENTO						
TIPO	PAINEL DE FACHADA TERMILOR WALL - TW					
ISOLAMENTO	POLIISOCIANURATO					
FABRICANTE	ARCELORMITTAL					
ESPECIFICAÇÕES						
Denominação	Face Aparente	Face Interna	Espessura Total			
TW 40-MN	Micronervurado	Nervurado	40 mm PIR			
TW 50-MN	Micronervurado	Nervurado	50 mm PIR			
DIMENÇÕES						
 <p>Largura útil 1030 mm. FA – Face Aparente - exposta a intempéries.</p>						
SOBRACARGA ADMISSÍVEL						
<b>Especificações</b>	<b>TW 40 - 40 mm PIR</b>			<b>TW 50 - 50 mm PIR</b>		
Espessura Chapa (mm)	0,43+0,43	0,50+0,50	0,65+0,65	0,43+0,43	0,50+0,50	0,65+0,65
Peso Painel (daNm <sup>2</sup> )	8,56	10,08	12,62	8,99	10,50	13,05
Vão entre Apoios (m)	Sobrecargas Úteis Admissíveis (daNm <sup>2</sup> ) para dois vãos e três apoios					
	2,00	105	125	134	147	175
	2,20	94	113	122	127	153
	2,40	83	101	111	109	132
	2,60	61	83	101	78	107
	2,80	63	80	91	80	102
	3,00		74	83		93
	3,20		67	76		84
	3,40		60	68		74
SOBRACARGA AD.	188			daNm <sup>2</sup>		
DISTANCIA ENTRE TERÇAS	2			m		
VERIFICAÇÃO DE DESPRENDIMENTO	OK					
MARGEM DE SEGURANÇA	46,782			%		
				->	1,88	kN/m <sup>2</sup>

## 5.9. Barras adotada para o cálculo estrutural:

TRELIÇAS - PRINCIPAL E SECUNDÁRIA		
PEÇA	TIPO DE PERFIL	DIMEÇÕES
RAMOS PRINCIPAIS	TUBULAR RETANGULAR	290X190X8,8
TEIA-1	L	2 x 4 3/8"
TEIA-2	L	2 x 4 3/8"
PILARES		
PEÇA	TIPO DE PERFIL	DIMEÇÕES
PILARS	CS	450X331

# MEMORIAL DE CÁLCULO CBCA

TERÇAS		
PEÇA	TIPO DE PERFIL	DIMEÇÕES
TELHADO	ZED	300X3
FECHAMENTO	ZED	300X3

SUPORTES		
PEÇA	TIPO DE PERFIL	DIMEÇÕES
TELHADO	L	3 1/2 X 3/8"
FECHAMENTO	L	3 1/2 X 3/8"

MARQUIZE		
PEÇA	TIPO DE PERFIL	DIMEÇÕES
CONTRAVENTAMENO	CIRCULAR	R10
RAMO PRINCIPAL	TUBULAR RETANGULAR	170X120X8,8
TEIA	L	3 1/2 X 3/8"

VIGA SUPLEMENTAR FECHAMENTO		
PEÇA	TIPO DE PERFIL	DIMEÇÕES
RAMOS PRINCIPAIS	TUBULAR RETANGULAR	290X150X7,1

## 6. Cálculo da estrutura de aço:

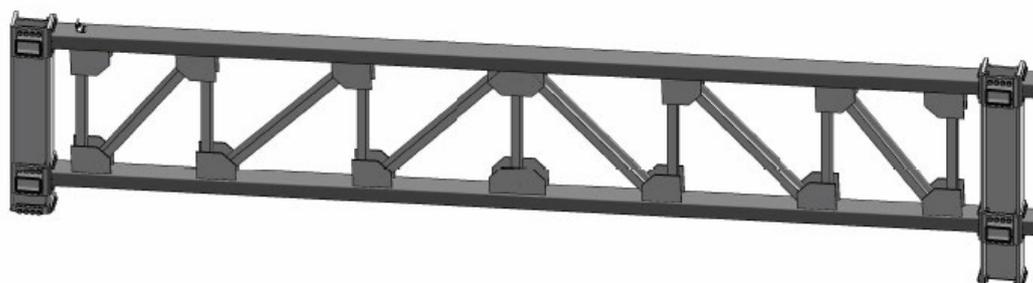
### 6.1. Software utilizado:

Foi utilizado Cype 3D para o dimensionamento estrutural e através dos parâmetros obtidos anteriormente foi modelado no programa e verificado.

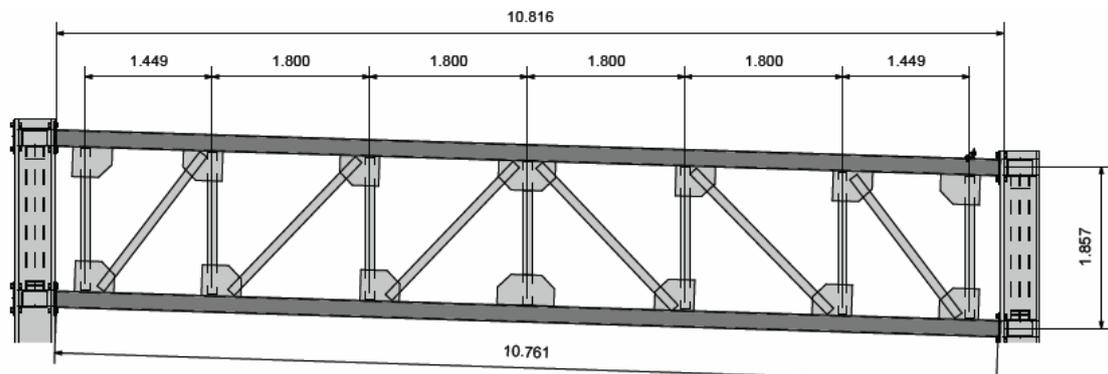
### 6.2. Elemento que vencem os vãos:

Optamos por fazer treliças dois tipos de treliças sendo primaria e secundaria com espaçamento máximo de 1.8 assim atendendo os vãos máximos adotados das terças em ambos os casos.

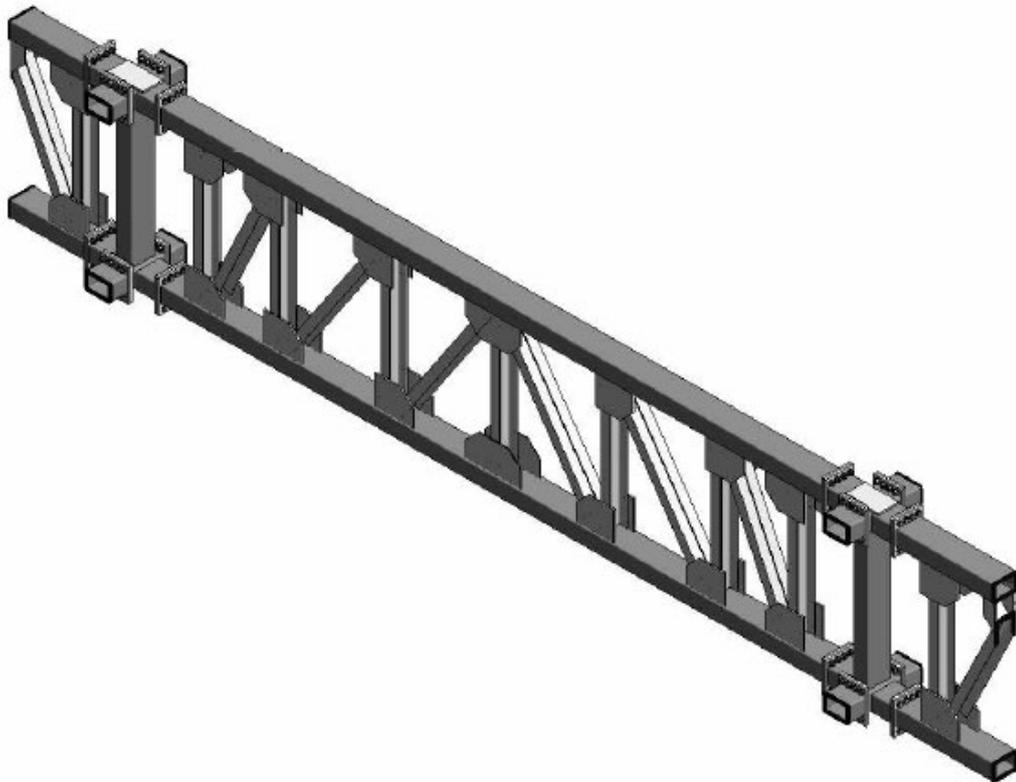
-Primaria:



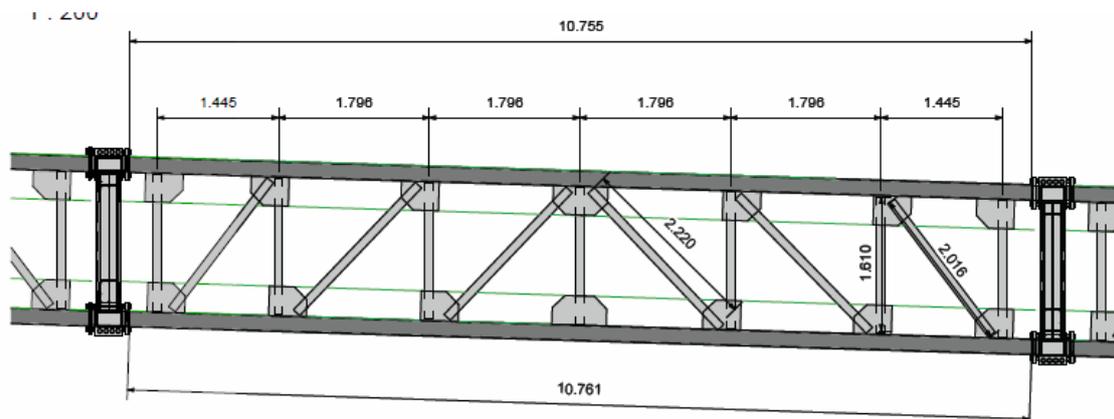
# MEMORIAL DE CÁLCULO CBCA



-Secundária:

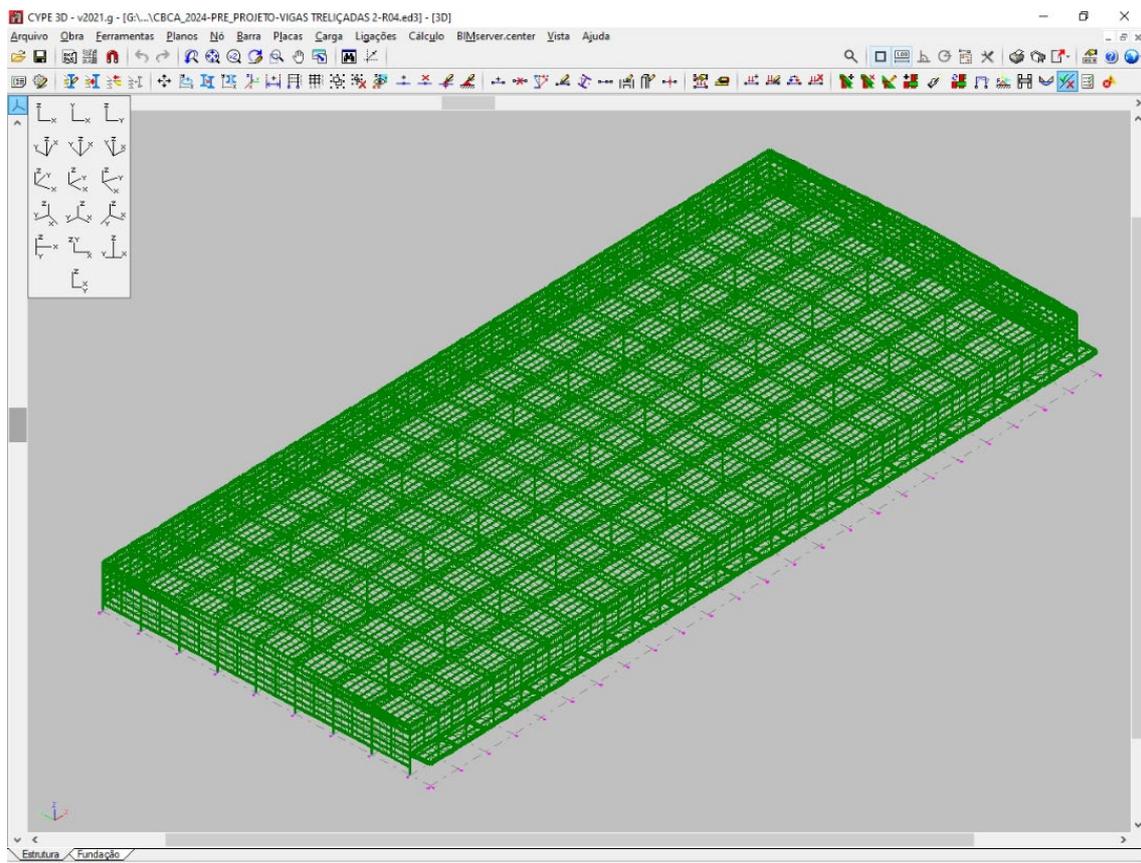


# MEMORIAL DE CÁLCULO CBCA



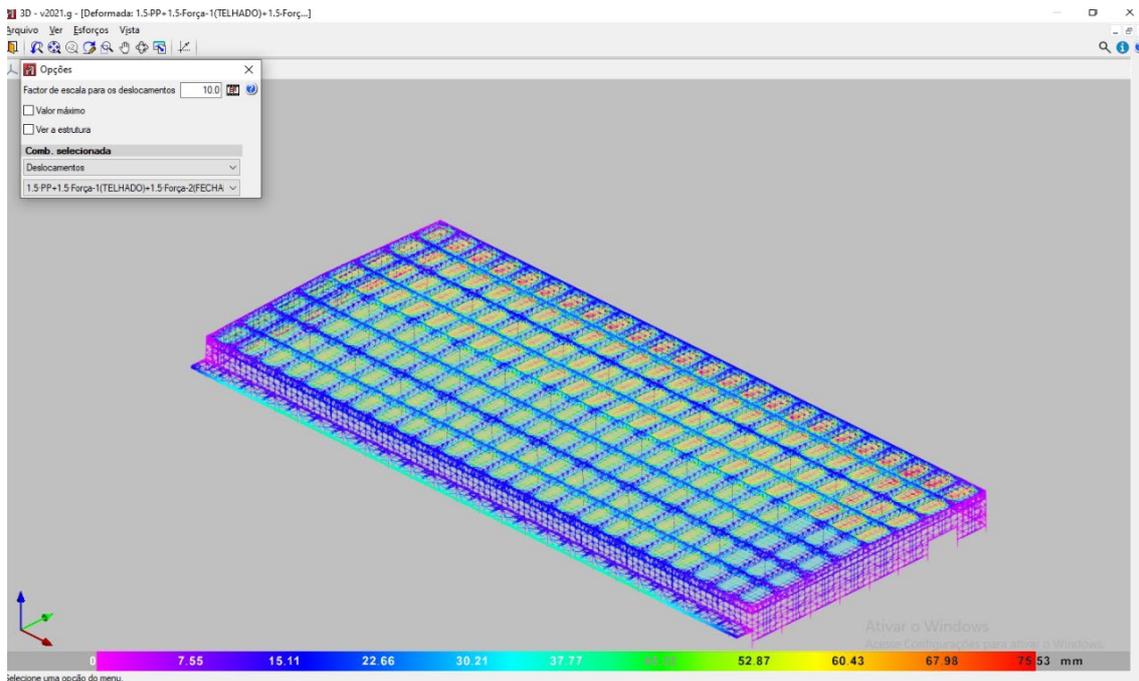
## 6.3. Resultados:

Todas as barras foram verificadas e deram resultados positivos assim estando dentro da normativa vigente e sendo aprovadas nos casos de carga submetidos



Verificações das barras.

# MEMORIAL DE CÁLCULO CBCA



Deformações no pior caso de carga.

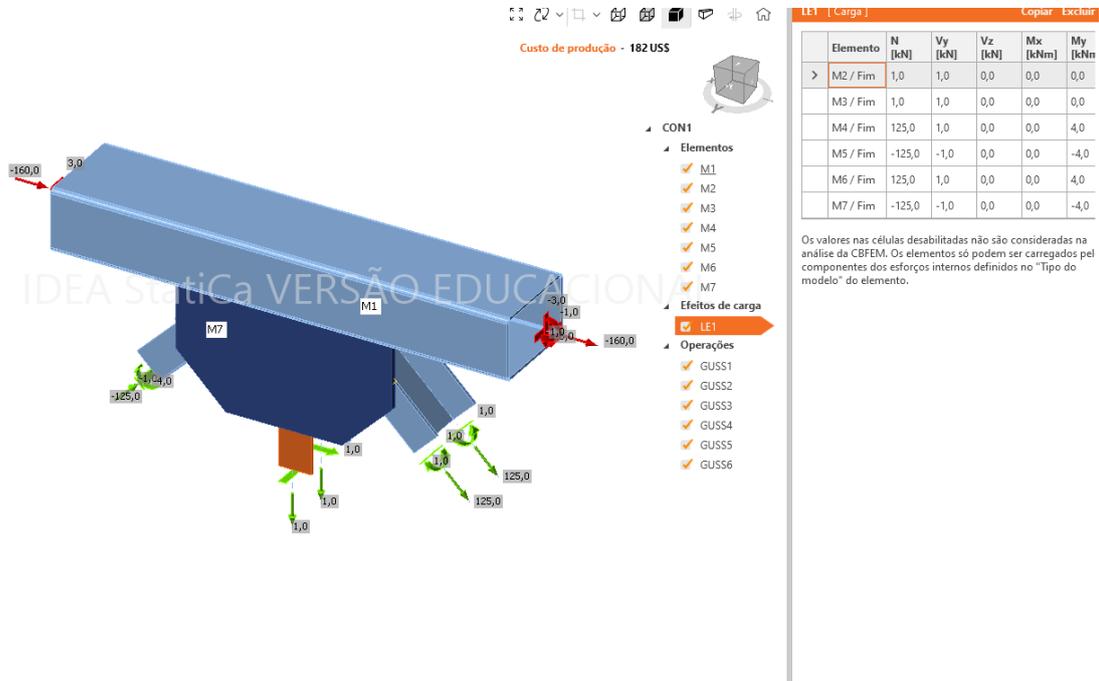
## 6.4. Tabela quantitativo:

Tabela resumo													
Material		Série	Perfil	Comprimento			Volume			Peso			
Tipo	Designação			Perfil (m)	Série (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Série (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Série (kg)	Material (kg)	
Aço laminado	A-36 250Mpa	Tubo Retangular sem costura	170x120x8.8	733.020			3.365			26412.58			
			290x190x8.8	8282.256			65.713			515843.34			
			290x150x7.1	2063.450			12.202			95787.30			
		CS			CS450X331	1313.450	11078.726		55.362	81.279	434591.05	638043.22	
					L 4 x 3/8", Duplo U união genérica	10914.009	1313.450		40.273	55.362	316140.63	434591.05	
					L 3.1/2 x 3/8"	10068.715			16.110		126463.07		
					L 4 x 5/16"	11098.214			17.180		134863.27		
		Cantoneira			L 4 x 1/2"	275.306			0.666		5227.83		
					R 10	509.823	32356.244		0.040	74.229	314.33	582694.81	
					R	509.823			0.040		314.33		
								210.910					
Aço laminado	A-36 250Mpa					45258.243			210.910		1655643.40		
Aço dobrado	ZAR-400	ZED	Z 300x3	15277.590	15277.590		23.814		186937.82	186937.82			
				15277.590			23.814		186937.82		186937.82		

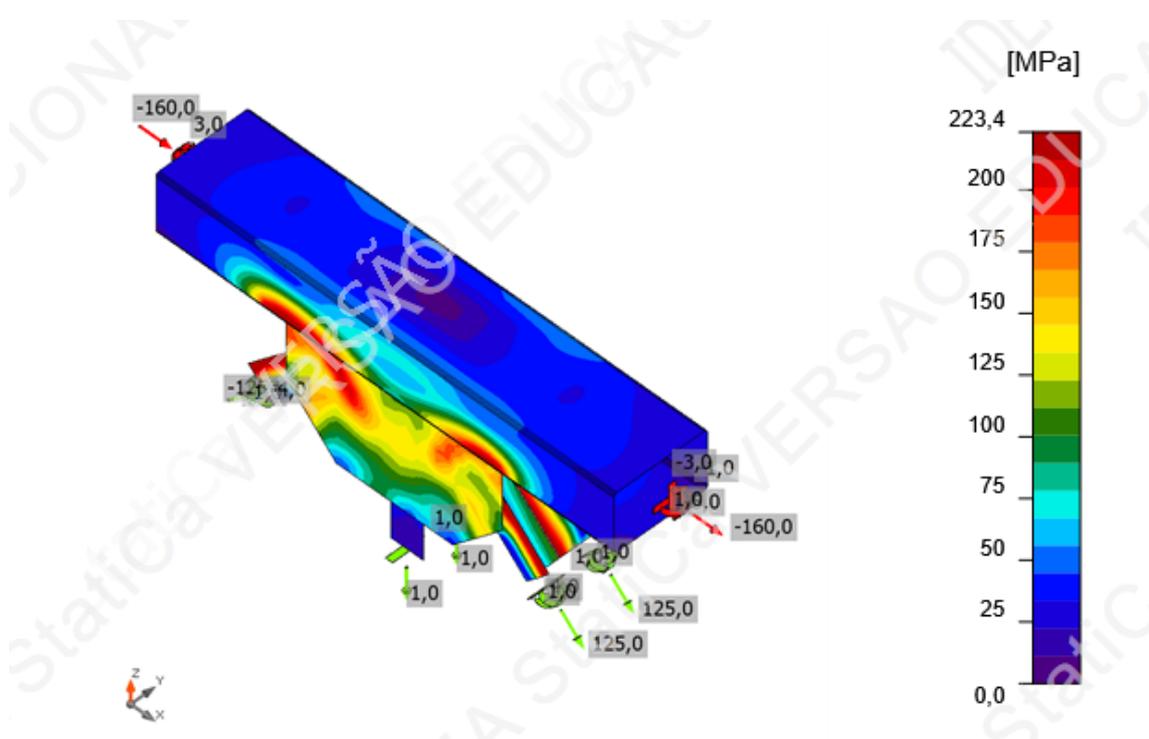
## 7. Ligações:

### 7.1. Ligação tipo-1:

-Forças consideradas: (pior caso de carga)



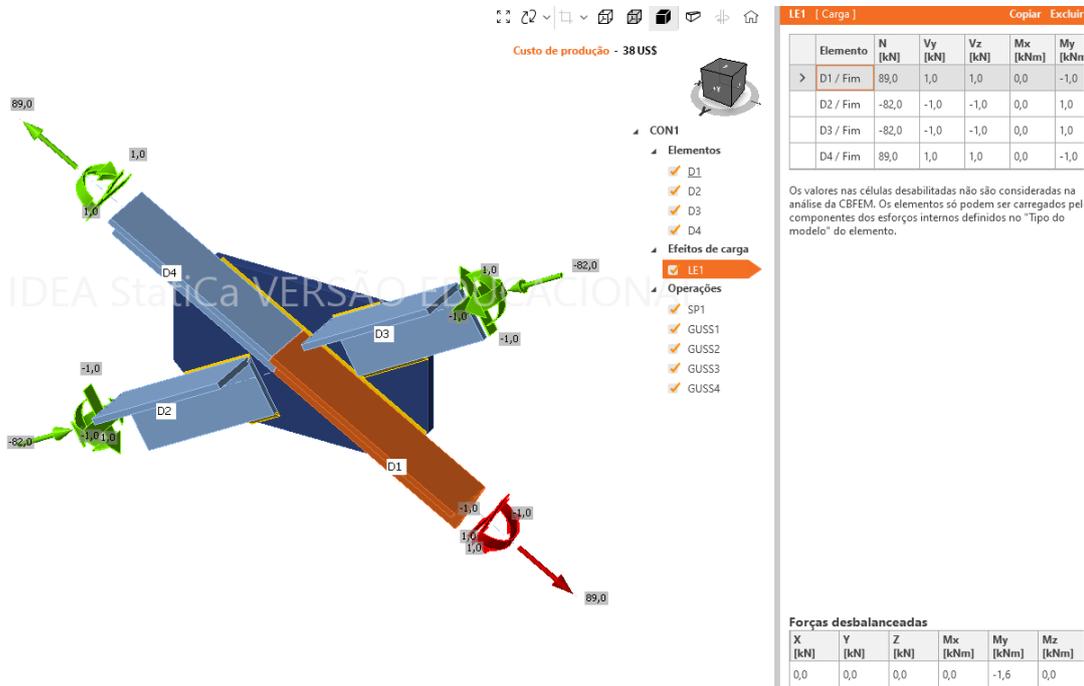
-Tensões distribuídas pela peça:



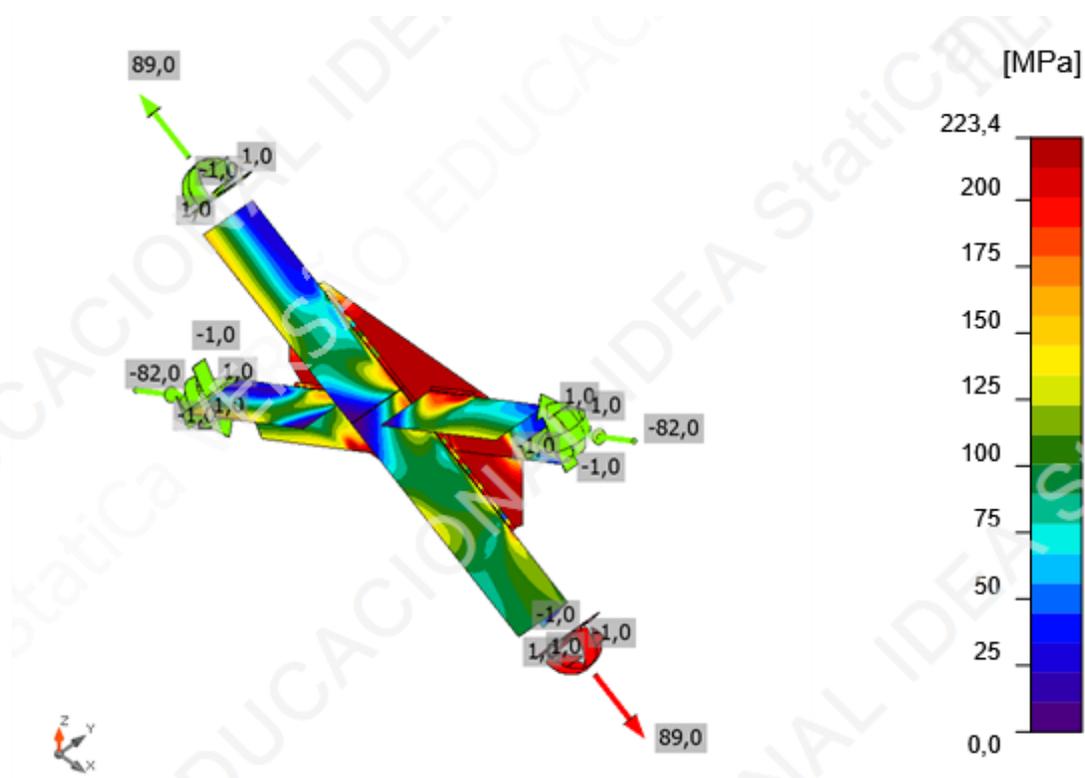
# MEMORIAL DE CÁLCULO CBCA

## 7.2. Ligação tipo-2:

-Forças consideradas: (pioor caso de carga)



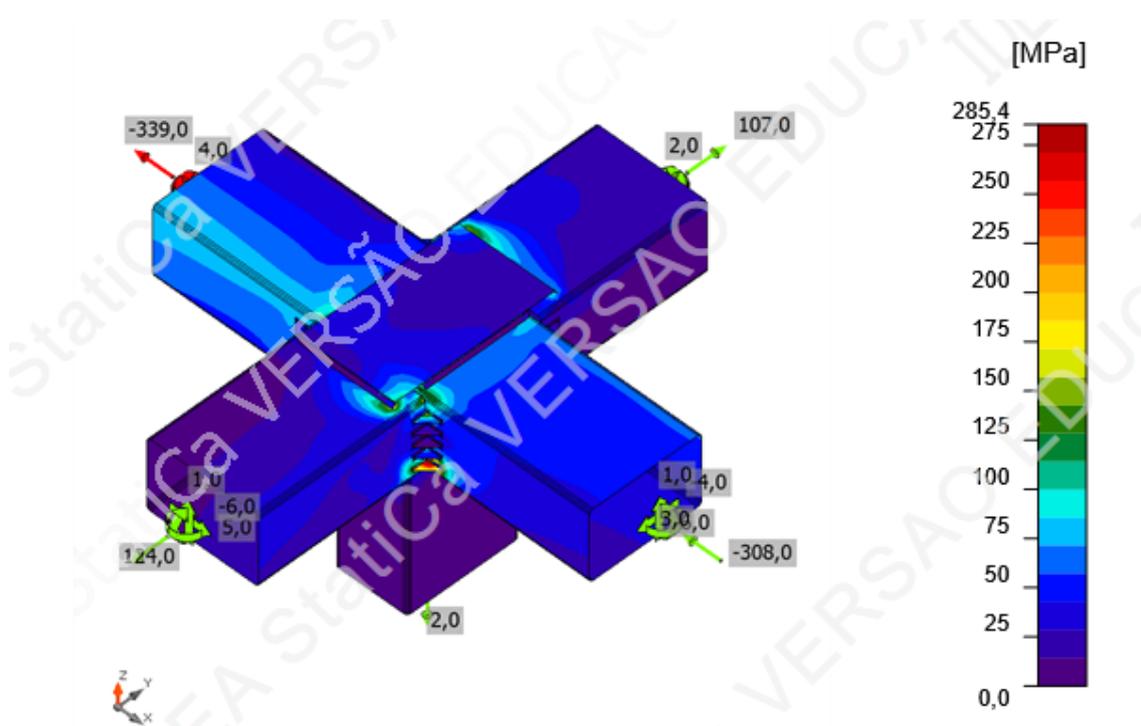
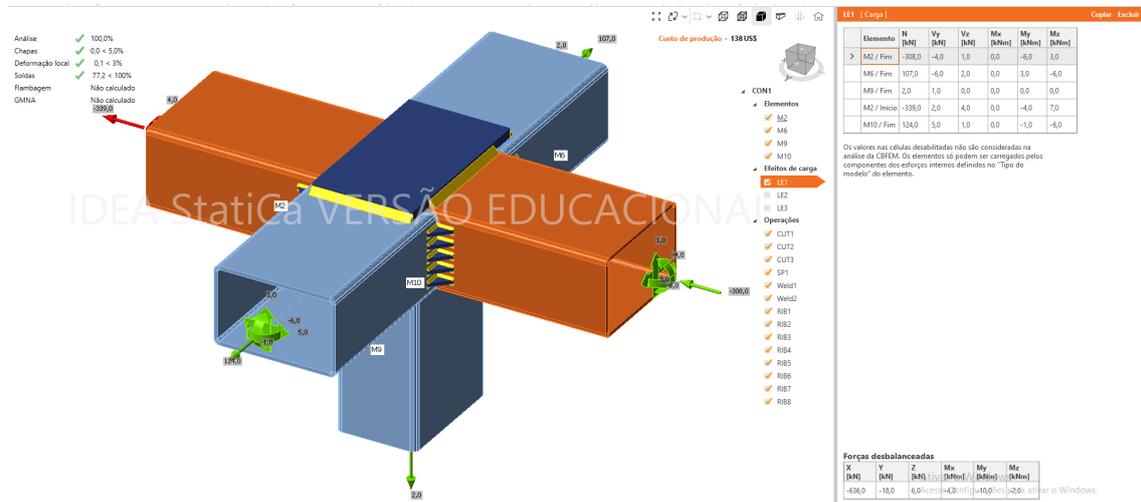
-Tenções distribuídas pela peça:



# MEMORIAL DE CÁLCULO CBCA

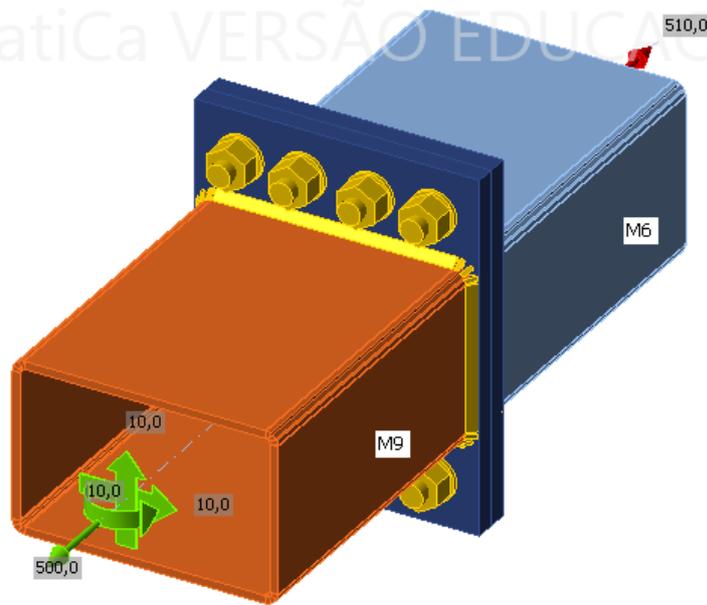
## 7.3. Ligação tipo-3:

-Forças consideradas: (piores caso de carga)

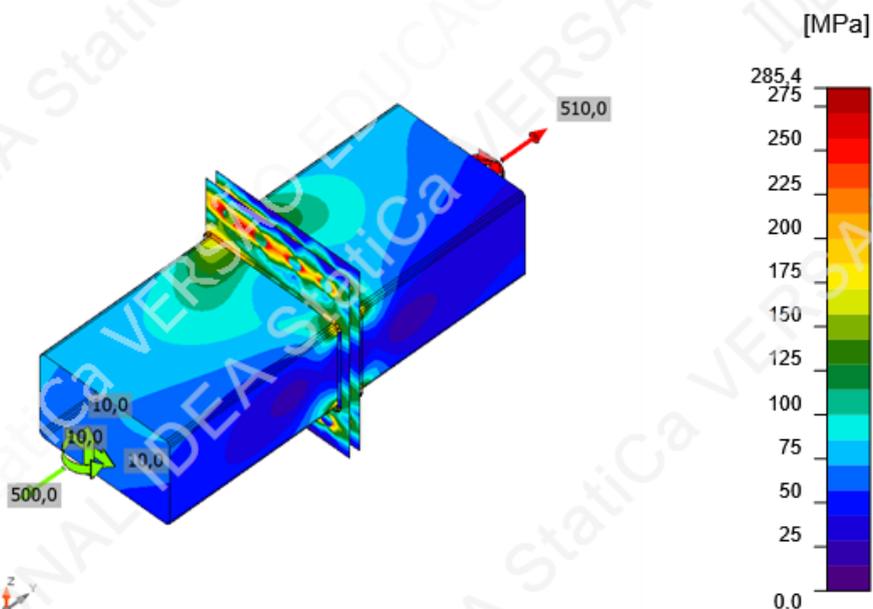


## 7.4. Ligação tipo-4:

-Forças consideradas: (pior caso de carga)



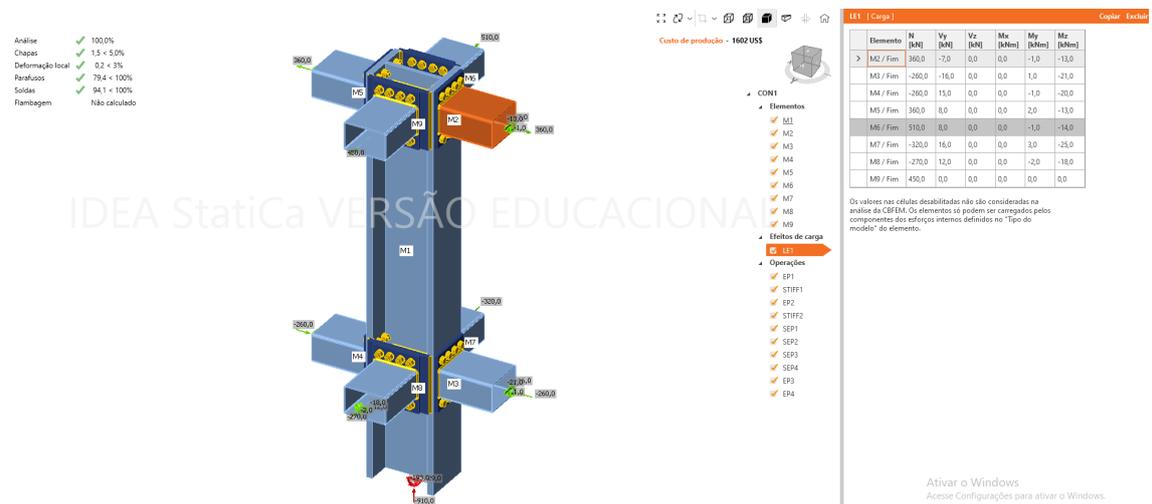
-Tensões distribuídas pela peça:



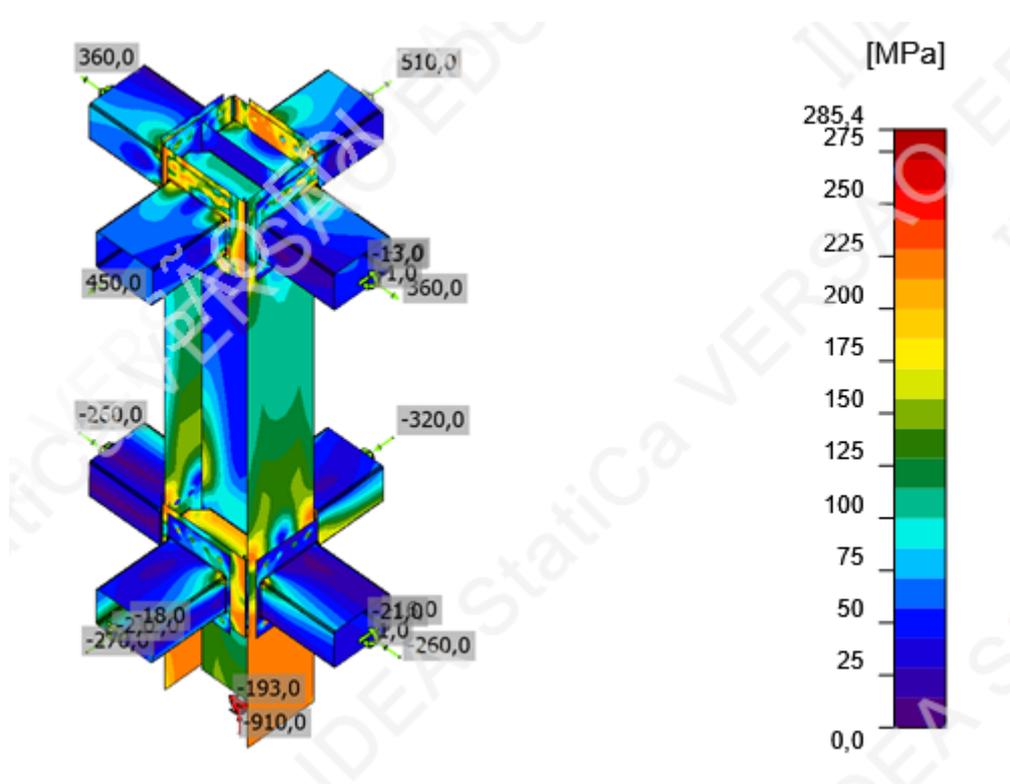
# MEMORIAL DE CÁLCULO CBCA

## 7.5. Ligação tipo-5:

-Forças consideradas: (piores caso de carga)



-Tensões distribuídas pela peça:



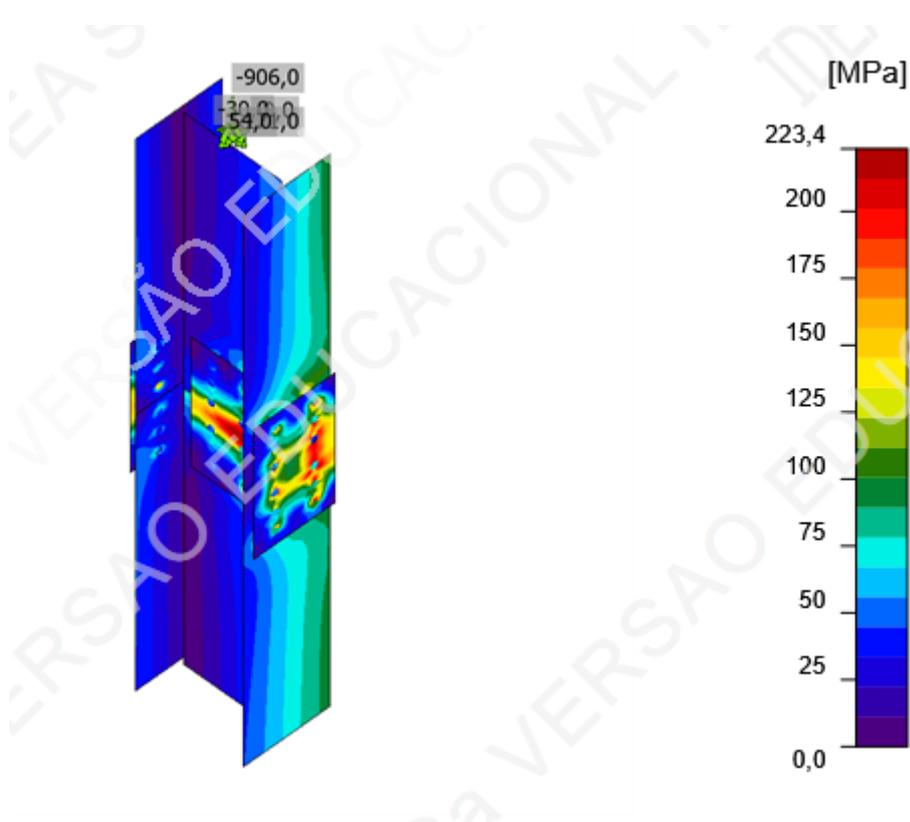
# MEMORIAL DE CÁLCULO CBCA

## 7.6. Ligação tipo-6:

-Forças consideradas: (pioor caso de carga)



-Tenções distribuídas pela peça:



# MEMORIAL DE CÁLCULO CBCA

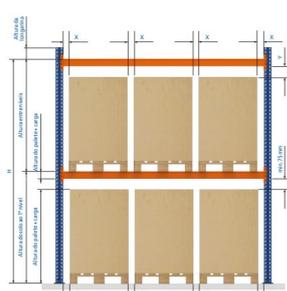
## 8. Estimativa de porta paletes:

Foram utilizados manuais de fabricantes de Porta pallets para chegar no resultado:

CORREDOR		
DISTÂNCIA MÍNIMA	1,4	m
DISTÂNCIA ADOTADA	4	m
VERIFICAÇÃO	OK	
<p><b>Distâncias mínimas</b></p> <p>Stacker: de 2.200 a 2.300 mm</p> <p>Empilhadeiras elétricas: de 3.200 a 3.500 mm</p> <p>Retráteis: de 2.600 a 2.900 mm</p> <p><b>Bilateral: de 1.400 a 1.600 mm</b></p> <p>Trilateral: de 1.700 a 1.900 mm</p> <p>Transelevador trilateral automático: de 1.700 a 1.900 mm</p> <p>Transelevador: de 1.500 a 1.650 mm</p>		

ALTURA MÁXIMA		
DISTÂNCIA MÍNIMA	12,5	m
DISTÂNCIA ADOTADA	12	m
VERIFICAÇÃO	OK	
<p><b>Máxima altura:</b></p> <p>Stacker: 5.200 mm</p> <p>Empilhadeiras elétricas: 7.000 mm</p> <p>Retráteis: 12.000 mm</p> <p><b>Bilateral: 12.500 mm</b></p> <p>Trilateral: 13.500 mm</p> <p>Transelevador trilateral automático: 14.500 mm</p> <p>Transelevadores: 45.000 mm</p>		

PALET		
LARGURA	1,2	m
COMPIMENTO	1,2	m
 <p>Paletes Brasileiros (PBR) e Perimetrais</p>		

FOLGAS																																																												
H	10	m																																																										
X	75	mm	->	0,075	m																																																							
Y	75	mm	->	0,075	m																																																							
ALTURA ENTRE MONTANTES	2,4	m																																																										
QUANTIDADE DE ANDARES PORTA PALETS	4	unit																																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Para níveis compreendidos entre:</th> <th colspan="2">Classe I</th> <th colspan="2">Classe II</th> <th colspan="2">Classe III</th> </tr> <tr> <th>X</th> <th>Y</th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>X</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 &lt; H &lt; 3.000</td> <td>75</td> <td>75</td> <td>75</td> <td>75</td> <td>75</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td>3.000 &lt; H &lt; 6.000</td> <td>75</td> <td>75</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>6.000 &lt; H &lt; 9.000</td> <td>75</td> <td>75</td> <td>100</td> <td>125</td> <td>100</td> <td>125</td> </tr> <tr> <td>9.000 &lt; H &lt; 12.000</td> <td>75</td> <td>75</td> <td>125</td> <td>150</td> <td>125</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td><b>12.000 &lt; H &lt; 13.000</b></td> <td><b>75</b></td> <td><b>75</b></td> <td>125</td> <td>150</td> <td>125</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>13.000 &lt; H &lt; 15.000</td> <td>75</td> <td>75</td> <td>125</td> <td>150</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p>Tabela de folgas no vão ou alveolo, onde:            Classe I: estantes para empilhadeiras trilaterais e bilaterais com operador em cima.            Classe II: estantes para empilhadeiras trilaterais e bilaterais com operador em baixo.            Classe III: estantes para empilhadeiras de carga frontal (empilhadeiras, empilhadeiras elétricas e retráteis).</p> <p>Folgas no vão:            Y = altura entre paletes e parte inferior da longarina para níveis distintos ao de cota +0            X = Folga mínima entre paletes ou cargas            Cotas em mm</p> 						Para níveis compreendidos entre:	Classe I		Classe II		Classe III		X	Y	X	Y	X	Y	0 < H < 3.000	75	75	75	75	75	75	3.000 < H < 6.000	75	75	100	100	100	100	6.000 < H < 9.000	75	75	100	125	100	125	9.000 < H < 12.000	75	75	125	150	125	150	<b>12.000 &lt; H &lt; 13.000</b>	<b>75</b>	<b>75</b>	125	150	125	150	13.000 < H < 15.000	75	75	125	150	-	-
Para níveis compreendidos entre:	Classe I		Classe II		Classe III																																																							
	X	Y	X	Y	X	Y																																																						
0 < H < 3.000	75	75	75	75	75	75																																																						
3.000 < H < 6.000	75	75	100	100	100	100																																																						
6.000 < H < 9.000	75	75	100	125	100	125																																																						
9.000 < H < 12.000	75	75	125	150	125	150																																																						
<b>12.000 &lt; H &lt; 13.000</b>	<b>75</b>	<b>75</b>	125	150	125	150																																																						
13.000 < H < 15.000	75	75	125	150	-	-																																																						

# MEMORIAL DE CÁLCULO CBCA

TAMANHO LONGARINAS	
TAMANHO LONGARINAS ADOTADO	2,7 m



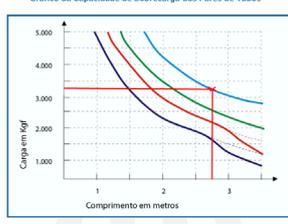
VERIFICAÇÃO DE CARGA LONGARINA					
BARRA ADOTADA	TUBO RECRAVADO DE 150mm				
CARGA MÁXIMA MÉDIA SUPOSTADA	3250	kgf	->	31,872	kN
CARREGAMENTO DISTRIBUÍDO	1203,703704	kgf/m	->	3,1872	kN/m

LONGARINAS TUBULARES



Gráfico da Capacidade de Sobrecarga dos Pares de Tubos



As vigas ensaiadas estavam bi-apoiadas e a carga foi uniformemente distribuída.

LEGENDA:

- Tubo recravado de 100 mm. Carga paletizada ou manual.
- Tubo recravado de 115 mm. Carga paletizada ou manual.
- Tubo recravado de 136 mm. Carga paletizada ou manual.
- Tubo recravado de 150 mm. Carga paletizada ou manual.

LIMITAÇÃO LONGARINA	2600	kgf	->	25,498	kN
CARREGAMENTO DISTRIBUÍDO	962,962963	kgf/m	->	9,443703704	kN/m
DEFORMAÇÃO MÁXIMA ADMITIDA	0,0135	m	->	13,5	mm

CARGA MÉDIA POR PORTA PALLET		
P	20	kN
Qcx	2	Unit
CARAGA MÉDIA POR PÉ PORTA PALET	30	kN

Assim sendo adotado medidas de porta pallets de 1,2x2,7m e altura entre vãos de 2,4m.

## 9. Cálculo piso concreto com fibras de aço:

### 9.1. Cargas permanentes:

VALORES CARACTERÍSTICOS NOMINAIS (CARREGAMENTO PERMANENTE)		
CAR INICIAL	7,5	kN/m <sup>2</sup>
CAR ESTOQUE	3	kN/m <sup>2</sup>
ALTURA MÁXIMA	10	m
$\gamma_f$	1	N/
$\psi_0$	1	N/
VALOR TOTAL CAR	30	kN/m <sup>2</sup>

# MEMORIAL DE CÁLCULO CBCA

CARREGAMENTO ALVENARIA (CARREGAMENTO PERMANENTE)		
ALTURA	1	m
e	21	cm
ALV TAB	13	kN/m <sup>3</sup>
l	300	m
$\gamma_f$	1,35	N/
$\psi_0$	1	N/
ALV CAR	0,043333333	kN/m <sup>2</sup>
ALV CAR adotado	0,3	kN/m <sup>2</sup>

CARREGAMENTO REVESTIMENTO (CARREGAMENTO PERMANENTE)		
$\gamma_f$	1,35	N/
$\psi_0$	1	N/
REVESTIMENTO CAT	2,4	kN/m <sup>2</sup>

CARREGAMENTO VARIÁVEIS PAREDES NÃO DECIDIDAS - (CARREGAMENTO PERMANENTE)		
$\gamma_f$	1,5	N/
$\psi_0$	0,8	N/
CAR VARIÁVEL	1	kN/m <sup>2</sup>

## 9.2. Cargas acidentais (móvel):

CARGA EMPILHADEIRA - (FORÇA ACIDENTAL)		
<b>DIMENSÃO EMPILHADEIRA</b>		
a	1,8	m
b	2,3	m
c	5,1	m
N rodos	2	unt
Q <sub>k</sub>	170	kN/m <sup>2</sup>
lx (roda)	0,2	m
ly (roda)	0,2	m
A (roda)	0,04	m <sup>2</sup>
Área de ocupação	11,73	m <sup>2</sup>
LIV	0	m
Q <sub>k,roda</sub>	85	kN
q <sub>k</sub>	8	kN/m <sup>2</sup>
<b>COEFICIENTE RODAS RÍGIDAS</b>		
Q <sub>k cor.</sub>	170	kN
q <sub>k cor.</sub>	16	kN/m <sup>2</sup>
$\gamma_f$	1,5	N/
$\psi_0$	0,8	N/
<b>CARGA EMPILHADEIRA - ESTADO1</b>		
CPV-1	170	KN
CDV-1	16	kN/m <sup>2</sup>
<b>CARGA EMPILHADEIRA - ESTADO2</b>		
CDV-2	16	kN/m <sup>2</sup>

6.4.2 Empilhadeiras e minicarregadeiras  
As empilhadeiras e minicarregadeiras podem ser classificadas conforme a Tabela 15, dependendo da tara, das dimensões e das cargas de elevação:

Classe	Tara kN	Carga de elevação kN	Carga estática por eixo Q <sub>e</sub> kN	Distância entre rodas a m	Largura total b m	Comprimento total c m
E1	21	10	26	0,85	1,0	2,6
E2	31	16	40	0,95	1,1	3,0
E3	44	25	63	1,0	1,2	3,3
E4	60	40	90	1,2	1,4	4,0
E5	90	60	140	1,5	1,8	4,6
E6	110	80	170	1,8	2,3	5,1

Empilhadeiras trilaterais não se enquadram nas classes da Tabela 15, devendo ser analisadas conforme o caso.  
Para equipamentos cuja tara seja superior a 110 kN, as cargas de projeto devem ser obtidas por meio de análise específica.  
A carga estática por eixo deve ser multiplicada por um coeficiente de impacto vertical, que leva em conta os efeitos de inércia provocados pela aceleração e desaceleração da carga de elevação:  
a) 1,40 para equipamentos com rodas pneumáticas;  
b) 2,00 para equipamentos com rodas rígidas.

A carga estática por eixo definida anteriormente deve ser aplicada conforme a Figura 9. É possível desconsiderar as demais cargas variáveis uniformemente distribuídas em uma distância de 0,5 m ao redor do equipamento, conforme mostrado na Figura 10.

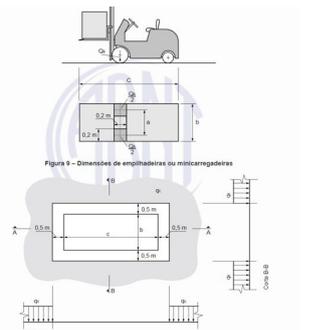


Figura 9 - Dimensões de empilhadeiras ou minicarregadeiras

# MEMORIAL DE CÁLCULO CBCA



## 9.3. Estados de carga:

CARREGAMENTOS ADOTADOS - ESTADO 1		
<i>CARGA EMPILHADEIRA - (FORÇA-1)</i>		
TOTAL_FORÇA-1	204	KN
<i>CARGA EMPILHADEIRA - (FORÇA-2)</i>		
TOTAL_FORÇA-2	19,2	kN/m <sup>2</sup>
<i>CAREGAMENTOS DISTRIBUIDOS LAJE - (FORÇA-3)</i>		
VALORES CARACTERÍSTICOS NOMINAIS	30	kN/m <sup>2</sup>
CARREGAMETNO REVESTIMENTO	3,24	kN/m <sup>2</sup>
CARREGAMETNO VARIÁVEIS PAREDES NÃO DECIDIDAS	1,2	kN/m <sup>2</sup>
TOTAL_FORÇA-3	34,44	kN/m <sup>2</sup>
<i>CARREGAMENTO ALVENARIA - (FORÇA-4)</i>		
TOTAL_FORÇA-4	0,405	kN/m <sup>2</sup>
TOTAL-GERAL-ESTADO1	54,045	kN/m <sup>2</sup>

CARREGAMENTOS ADOTADOS - ESTADO 2		
<i>CARGA EMPILHADEIRA - (FORÇA-5)</i>		
TOTAL_FORÇA-5	19,2	kN/m <sup>2</sup>
<i>CAREGAMENTO GERAL DISTRIBUIDO - (FORÇA-3)</i>		
VALORES CARACTERÍSTICOS NOMINAIS	30	kN/m <sup>2</sup>
CARREGAMETNO REVESTIMENTO	3,24	kN/m <sup>2</sup>
CARREGAMETNO VARIÁVEIS PAREDES NÃO DECIDIDAS	1,2	kN/m <sup>2</sup>
TOTAL_FORÇA-3	34,44	kN/m <sup>2</sup>
<i>CARREGAMENTO ALVENARIA - (FORÇA-4)</i>		
TOTAL_FORÇA-4	0,405	kN/m
TOTAL-GERAL-ESTADO2	54,045	kN/m <sup>2</sup>

## 9.4. Dimensionamento:

Após utilizar formulações utilizadas para dimensionamento de pisos industriais resultou nos seguintes momentos e assim dando o peso de fibra de aço para 1 m<sup>3</sup> de concreto

# MEMORIAL DE CÁLCULO CBCA



MOMENTOS OBTIDOS								
Mb	153.6172864	t <sup>2</sup> cm/m	->	15064.70962	N <sup>2</sup> mm/mm	->	15.08470962	kN <sup>2</sup> m/m
M	71.9633072	t <sup>2</sup> cm/m	->	7057.189665	N <sup>2</sup> mm/mm	->	7.057189665	kN <sup>2</sup> m/m
M <sub>2</sub> -	-76.43054788	t <sup>2</sup> cm/m	->	-7495.276323	N <sup>2</sup> mm/mm	->	-7.495276323	kN <sup>2</sup> m/m
M <sub>2</sub> +	36.85044273	t <sup>2</sup> cm/m	->	3613.783942	N <sup>2</sup> mm/mm	->	3.613793942	kN <sup>2</sup> m/m
M.interno	134.1010295	t <sup>2</sup> cm/m	->	13150.81861	N <sup>2</sup> mm/mm	->	13.15081861	kN <sup>2</sup> m/m
M.borda	67.05051473	t <sup>2</sup> cm/m	->	6575.409303	N <sup>2</sup> mm/mm	->	6.575409303	kN <sup>2</sup> m/m
M0	190.4677292	t <sup>2</sup> cm/m	->	18678.50356	N <sup>2</sup> mm/mm	->	18.67850356	kN <sup>2</sup> m/m
M <sub>r</sub>	134.1010295	t <sup>2</sup> cm/m	->	13150.81861	N <sup>2</sup> mm/mm	->	13.15081861	kN <sup>2</sup> m/m
M	33.52525737	t <sup>2</sup> cm/m	->	3287.704651	N <sup>2</sup> mm/mm	->	3.287704651	kN <sup>2</sup> m/m
M1	434.5245639	t <sup>2</sup> cm/m	->	42612.30314	N <sup>2</sup> mm/mm	->	42.61230314	kN <sup>2</sup> m/m

CÁLCULO DE VOLUME DAS FIBRAS		
Re3	40,11%	%
VOLUME DE FIBRAS	20	kg/m <sup>3</sup>

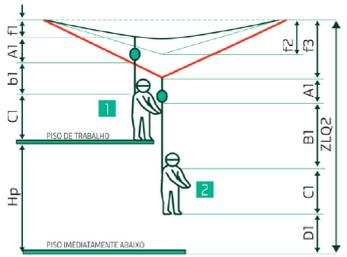
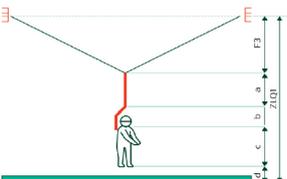
# MEMORIAL DE CÁLCULO CBCA

## 10. Linha de vida:

### 10.1. Cálculo:

CÁLCULOS		
FLECHA (%)	0,03	
L1	6014,4	mm
$L1 = L \left( 1 + \frac{2}{3} \left( \frac{f1}{L/2} \right)^2 \right)$		
ΔL	38,4	mm
$\Delta L = \frac{T L1}{E A_c}$ <p>Onde,</p> <p>ΔL = Alongamento do cabo submetido a uma força T.</p> <p>T = Força inicial adotada para o início do cálculo de iteração.</p> <p>L1 = Comprimento do cabo com a flecha adotada.</p> <p>A<sub>c</sub> = Área metálica do cabo (informação obtida dos catálogos dos fabricantes de cabo de aço).</p> <p>E = Modulo elástico do cabo (retirado do manual técnico CIMAF = 9,5 x 10<sup>5</sup> kgf/cm<sup>2</sup> para o cabo 6x19).</p>		
f1	180	mm
$f1 = 0,03 L$		
f2	208	mm
$f2 = \sqrt{\left(\frac{L1}{2}\right)^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2}$		
f3	398,9	mm
$f3 = \sqrt{\left(\frac{L1 + \Delta L}{2}\right)^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2}$		

# MEMORIAL DE CÁLCULO CBCA

Df	190,9	mm
P	600	kgf
T1	2276,1	kgf
$T1 = \frac{P(L1 + \Delta L)}{4 f3}$		
Fadm	2600	kgf
n	1	unit
ZLQ1	5,7	m
 <p>FIGURA 19 – EXEMPLO DE CÁLCULO DA ZLQ EM UM SPIQ COM TRAVAS QUEDAS RETRÁTEIS. FONTE: ADAPTADO DE BRANCHEIN; SOUZA; SIMON, 2015</p>		
ZLQ2	4,1	m
<p>f3 = Flecha dinâmica de cálculo. a = Comprimento do talabarte. b = Comprimento do absorvedor de energia totalmente aberto. c = Distância do elemento de engate do cintado até o pé da pessoa (1,5m). Adotamos 1,8m para prevenir escorregamento do cintado. d = Distância de segurança (1 metro, determinada nas normas NBR 14626, 14627, 14628, 14629, 15834).</p> <p><math>ZLQ = f3 + a + b + c + d</math></p> 		
Hp	219,8	m
COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO DO CABO	87,6	%
VERIFICAÇÃO	OK	
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Coefficiente de utilização do cabo (&lt;100%)</b> – É o percentual de utilização da resistência líquida do cabo de aço (valor da máxima força permitida no cabo). É a razão entre a força calculada no cabo e a força admissível de trabalho. Deve ser menor do que 100%.</li> </ul>		
FATOR DE SERVIÇO DO CABO	2,3	N/
VERIFICAÇÃO	OK	
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Fator de serviço do cabo (&gt;2)</b> – É o percentual atingido devido à força no cabo com relação à máxima força permitida pelo cabo. É o fator que indica a força admissível multiplicado pelo fator de segurança 2 e dividido pela força calculada. Esse valor deve ser maior do que 2.</li> </ul>		



## 10. Solução tecnológica:

### 10.1. Aço:

Foram idealizadas e calculadas soluções para manter as barras dentro do padrão comercial nos nós suplementares através de uma cruzeta para interligar as treliças utilizadas como demonstra a imagem

### 10.1. Concreto com adição de fibra:

#### 10.1.1 Concreto:

Será utilizado concretos CP-III com alto teor de escoria de alto forno sendo de 75%,

**Tabela 2 – Limites de composição do cimento Portland (porcentagem de massa)**

Designação normalizada	Sigla	Classe de resistência	Sufixo	Clínquer + sulfatos de cálcio	Escória granulada de alto-forno	Material pozolânico	Material carbonático
Cimento Portland comum	CP I	25, 32 ou 40	RS ou BC	95 – 100	0 – 5		
	CP I-S			90 – 94	0	0	6 – 10
Cimento Portland composto com escória granulada de alto-forno	CP II-E			51 – 94	6 – 34	0	0 – 15
Cimento Portland composto com material pozolânico	CP II-Z			71 – 94	0	6 – 14	0 – 15
Cimento Portland composto com material carbonático	CP II-F			75 – 89	0	0	11 – 25
Cimento Portland de alto forno	CP III			25 – 65	35 – 75	0	0 – 10
Cimento Portland pozolânico	CP IV			45 – 85	0	15 – 50	0 – 10
Cimento Portland de alta resistência inicial	CP V <sup>a</sup>	ARI		90 – 100	0	0 – 10	
Cimento Portland branco	Estrutural	CPB	-	75 – 100	-	-	0 – 25
	Não estrutural			-	-	-	26 – 50

<sup>a</sup> No caso de cimento Portland de alta resistência inicial resistente a sulfatos (CP V-ARI RS), podem ser adicionadas escórias granuladas de alto-forno ou materiais pozolânicos.

Pois com a fabricação do aço é gerado e esses resíduos podem ser utilizados para a produção do concreto será empregue na obra assim diminuindo a própria emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera, saindo de um CP-II convencional indo para um CP-III, podemos aproveitar resíduos de alta qualidade gerados pela própria indústria para produção dos pisos e existem alguns estudos com excelentes resultados aumentado a porcentagem de 100% com valores semelhantes ao concretos convencionais chegando a ser uma solução para dejetos gerados pela indústria do aço.

## 10.1.1 Fibras:

O concreto dos piso serão utilizadas fibras conforme catalogo da ArcelorMittal

---

**DRAMIX® 3D 65/35 BG**  
• Geometria



**65**  
80  
65  
45 l/d

Comprimento: 35 mm      Diâmetro: 0,55 mm

14.711 fibras/kg  
Dosagem mínima: 15 kg/m<sup>3</sup> (de acordo com a EN 14889-1)  
Resistência à tração:  
- do arame: valor nominal 1.345 N/mm<sup>2</sup>  
- baixo carbono conforme α: -DIN 17 140-D9 -EN 10016-2 -C9D

Fator de Forma (l/d): 65

---

Assim sendo adotado 20kg/m<sup>3</sup> atendendo as verificações de calculo e do fabricante.

## 10.1.2 Embasamento teórico e prático da eficácia das fibras:

Além da normativa vigente e estrangeira existem estudos que comprovam a eficácia das fibras conforme artigos como:

-Effect of steel fiber hybridization on the fracture behavior

of self-consolidating concretes: Dimas Alan Strauss Rambo, Flávio de Andrade Silva, Romildo Dias Toledo Filho;2014

-Mechanical behavior of hybrid steel-fiber self-consolidating concrete:

Materials and structural aspects:Dimas Alan Strauss Rambo, Flávio de Andrade Silva, Romildo Dias Toledo Filho;2014

Entre outros comprovando a eficiência somente das fibras nas estruturas.

## **14. Finalização:**

Com isso concluímos os cálculos de dimensionamento da estrutura conforme normativa vigente.