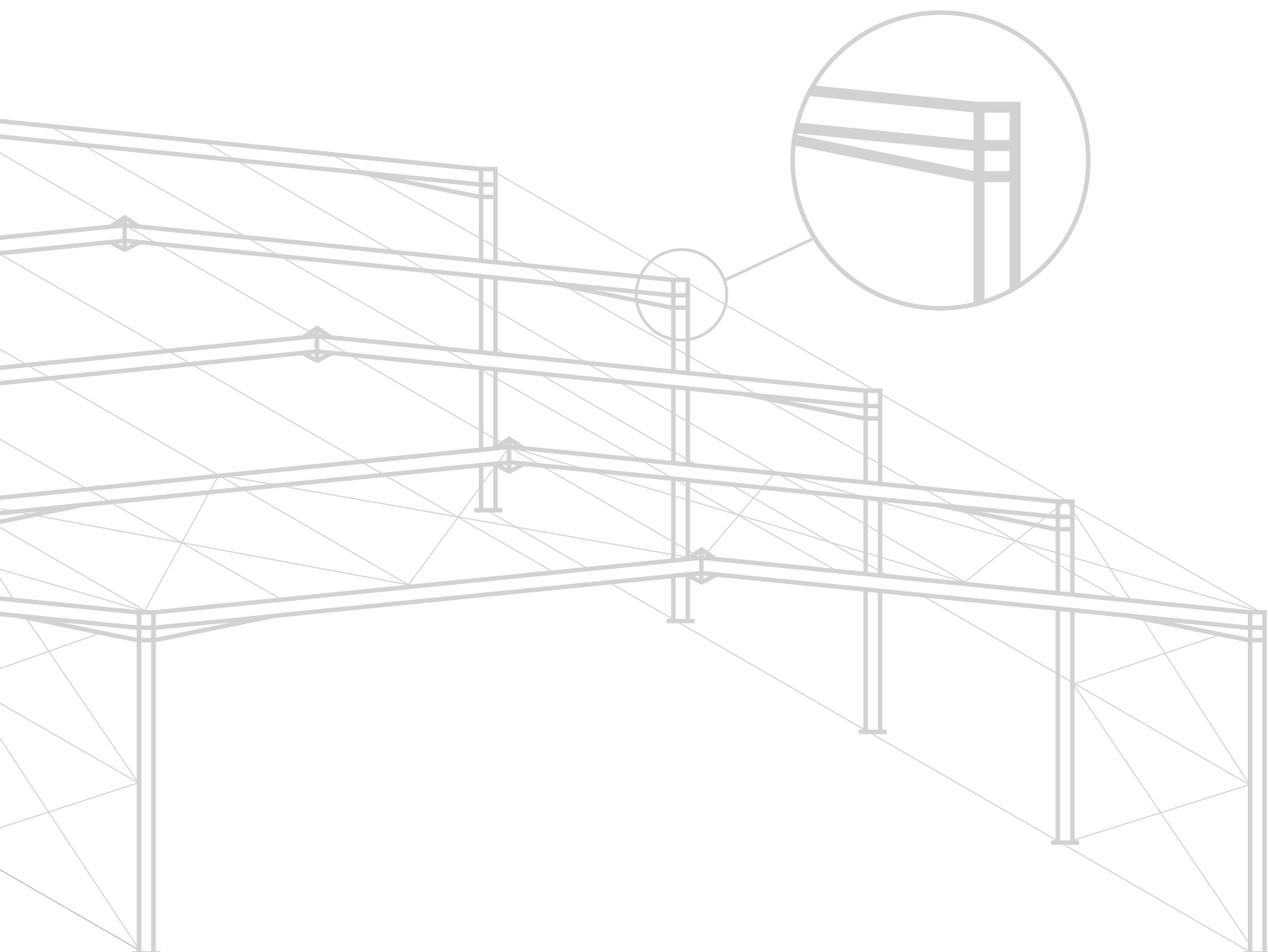


GALPÕES EM PÓRTICOS COM PERFIS ESTRUTURAIS LAMINADOS

GALPÕES EM PÓRTICOS COM PERFIS ESTRUTURAIS LAMINADOS



**7ª Edição
2018**

Flávio D'Alambert

Os setores industrial e comercial lideram a demanda por aço estrutural no Brasil e no mundo. A rapidez e a racionalização são características da construção da construção em aço que trazem benefícios diretos para construtores e investidores através da redução dos prazos de execução das obras, que se traduzem imediatamente em custos financeiros menores. Quanto mais rápida a obra, mais rápido é também o retorno dos investimentos. No mercado brasileiro da construção em aço, um dos segmentos que tem maior demanda é o de galpões. Utilizados tanto para simples armazenagem como para a infraestrutura industrial de uma maneira geral, os galpões estruturados em aço oferecem inúmeras vantagens em relação a outras soluções, atendendo as mais diversas modulações e composições.

No Brasil, mesmo com uma participação já expressiva nesse setor, os galpões do tipo pórtico estruturados com perfis de alma cheia ainda não são utilizados em escala idêntica à de outros países, onde a cultura do aço é mais difundida. Com a disponibilidade de Perfis Estruturais Laminados, produzidos no Brasil pela Gerdau a partir de 2002, os galpões tipo pórtico tornaram-se uma excelente alternativa para quaisquer tipos de projetos dessa natureza, devido à praticidade e rapidez na execução e montagem.

O Manual “GALPÕES EM PÓRTICOS COM PERFIS ESTRUTURAIS LAMINADOS”, desde sua primeira edição, representou uma importante iniciativa da Gerdau para difundir e desenvolver no mercado brasileiro a utilização dos galpões tipo pórtico, estruturados com perfis de alma cheia.

Criado com o objetivo de tornar disponíveis para os profissionais de engenharia e arquitetura, assim como construtores, investidores, e outros interessados, informações mais detalhadas sobre a aplicação de perfis laminados na construção de galpões tipo pórtico e suas vantagens, o Manual tornou-se uma referência no mercado brasileiro da construção metálica.

Nesta edição, revisada e atualizada, o Manual destaca, através de uma abordagem prática, as possibilidades de uso dessa solução para diferentes dimensões de vãos, alturas e espaçamento entre pórticos. Inclui também uma série de tabelas e ábacos para pré-dimensionamento, além de alguns detalhes construtivos, que foram definidos buscando-se alternativas racionais, econômicas e de fácil execução.

Nomenclatura	8
1 Introdução	9
2 Características dos Galpões em Pórticos com Perfis Estruturais Gerdau	13
2.1 - Dimensões Padrão	15
2.2 - Tipologia	16
3 Premissas de Cálculo	19
3.1 - Normas Utilizadas	21
3.2 - Sistema Estrutural	21
3.3 - Parâmetros de Cálculo	21
3.3.1 Tipo de Aço	21
3.3.2 Deslocamentos Máximos	21
3.3.3 Contenção Lateral dos Elementos	22
4 Ações e Carregamentos	25
4.1 - Ações Permanentes	27
4.2 - Ações Variáveis	27
4.2.1 Sobrecarga	27
4.2.2 Vento	27
4.3 - Combinações de Carregamento	28
4.3.1 Para Dimensionamento Estrutural	28
4.3.2 Para Determinação das Reações nas Bases e Deformações	28
5 Detalhes Construtivos	29
5.1 - Nó do Pórtico	31
5.2 - Cumeeira	32
5.3 - Emenda da Viga do Pórtico	33
5.4 - Detalhe das Bases	33
5.5 - Calha para Pavilhão Simples	34
5.6 - Calha Central para Pavilhão Duplo	34
5.7 - Galpão com Fechamento e sem Calha	35
5.8 - Coberturas e Fechamentos	35
6 Tabelas e Ábacos	37
6.1 - Composição dos Estágios de Ações	39
6.2 - Composição Geométrica	40
6.3 - Esforços nos Nós do Pórtico	40
6.4 - Tabelas de Pré-dimensionamento	41
6.5 - Ábacos de Pré-dimensionamento	44
6.6 - Detalhe das Bases	47
6.7 - Tabela de Perfis Estruturais Gerdau	48
7 Exemplos de Utilização	51
7.1 - Consulta Direta Vão Padrão	53
7.2 - Consulta por Interpolação Vão Qualquer	54
7.3 - Projeto de um Galpão com Vão Padrão	54
8 Consumo Aproximado de Aço	61

NOMENCLATURA

Maiúsculas

Designação	Descrição	Unidade
B	Espaçamento entre pórticos	m ou mm
G	Ações permanentes	KN
H	Altura do pórtico	m ou mm
I_x	Momento de inércia no eixo X-X	cm ⁴
I_y	Momento de inércia no eixo Y-Y	cm ⁴
L	Vão livre do pórtico	m ou mm
L_b	Comprimento destravado da viga do pórtico	m ou mm
M_{x1}	Momento fletor no plano do pórtico - permanente + acidental	KNm
M_{x2}	Momento fletor no plano do pórtico devido ao vento	KNm
R_{h1}	Reação horizontal para carga permanente + acidental	KN
R_{h2}	Reação horizontal para carga de vento	KN
R_{v1}	Reação vertical para carga permanente + acidental	KN
R_{v2}	Reação vertical para carga de vento	KN
Q	Ações variáveis	KN
Q_n	Estágios de ação	S/unid.
S	Área da seção transversal do perfil	cm ²
S_1	Fator topográfico	S/unid.
S_2	Fator de rugosidade do terreno	S/unid.
S_3	Fator estatístico	S/unid.
V_0	Velocidade básica do vento	m/seg.
W_x	Módulo resistente elástico no eixo X-X	cm ³
W_y	Módulo resistente elástico no eixo Y-Y	cm ³

Minúsculas

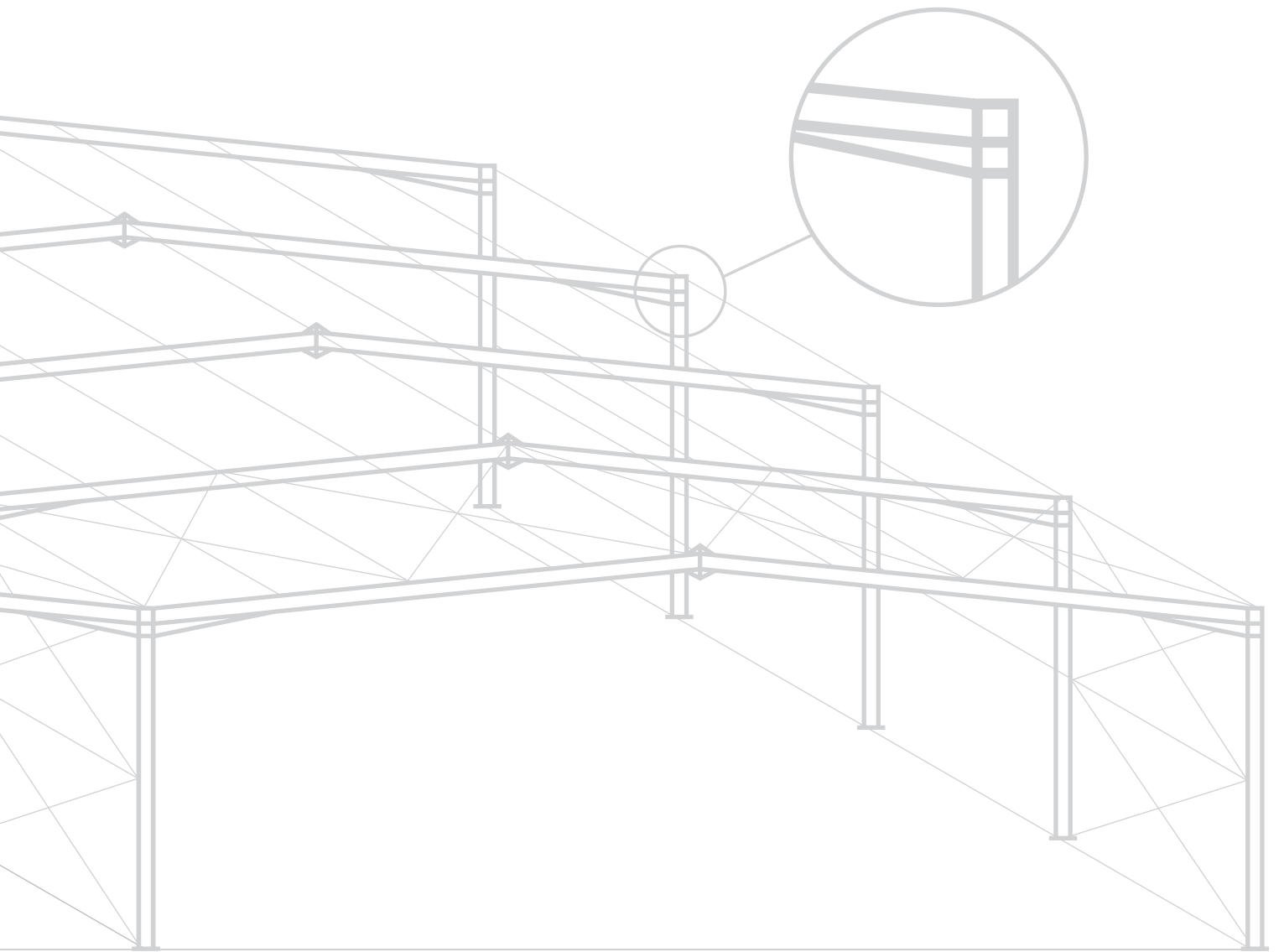
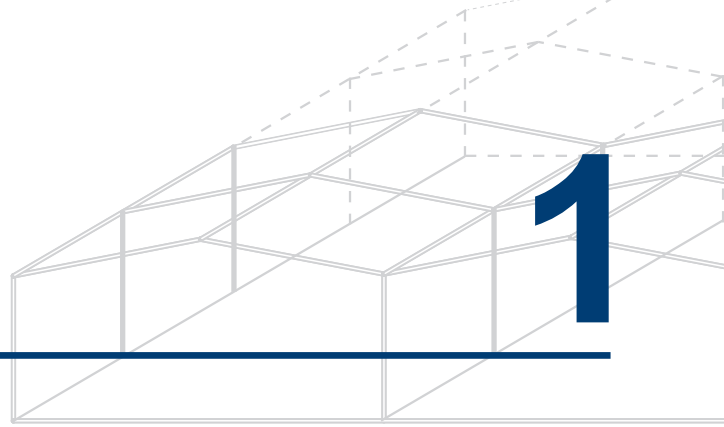
Designação	Descrição	Unidade
b_f	Largura da mesa	mm
d	Altura total do perfil	mm
d'	Altura livre da alma	mm
f_u	Resistência à ruptura à tração	KN/cm ²
f_y	Resistência ao escoamento do aço	KN/cm ²
h	Altura interna do perfil	mm
r_x	Raio de giração no eixo X-X	cm
r_y	Raio de giração no eixo Y-Y	cm
t_f	Espessura da mesa	mm
t_w	Espessura da alma	mm
$h_{tr(máx)}$	Índice de esbeltez máximo	mm

Letras Gregas

Designação	Descrição
γ_g	Coefficientes de ponderação das ações permanentes (NBR 8800)
γ_q	Coefficientes de ponderação das ações variáveis (NBR 8800)
ψ_j	Fatores de combinação
$\Delta_{vert\ lim}$	Deformação vertical limite
$\Delta_{hor\ lim}$	Deformação horizontal limite

INTRODUÇÃO

1



1.1 - Objetivos

- Oferecer as principais diretrizes para elaboração do projeto de um galpão com sistema estrutural em pórtico de alma cheia.
- Facilitar, através da utilização de tabelas e ábacos, o pré-dimensionamento dos pórticos compostos com os Perfis Estruturais Gerdau.

Por pré-dimensionamento entenda-se o estágio em que o calculista das estruturas faz o estudo e a análise preliminar de dimensionamento dos pórticos, obtendo como resultado uma estimativa do peso da estrutura e os perfis que podem ser utilizados. Usando-se as premissas e parâmetros estabelecidos neste estudo é possível obter-se resultados muito próximos do cálculo definitivo.

1.2 - Pórticos Utilizando Perfis Estruturais Gerdau

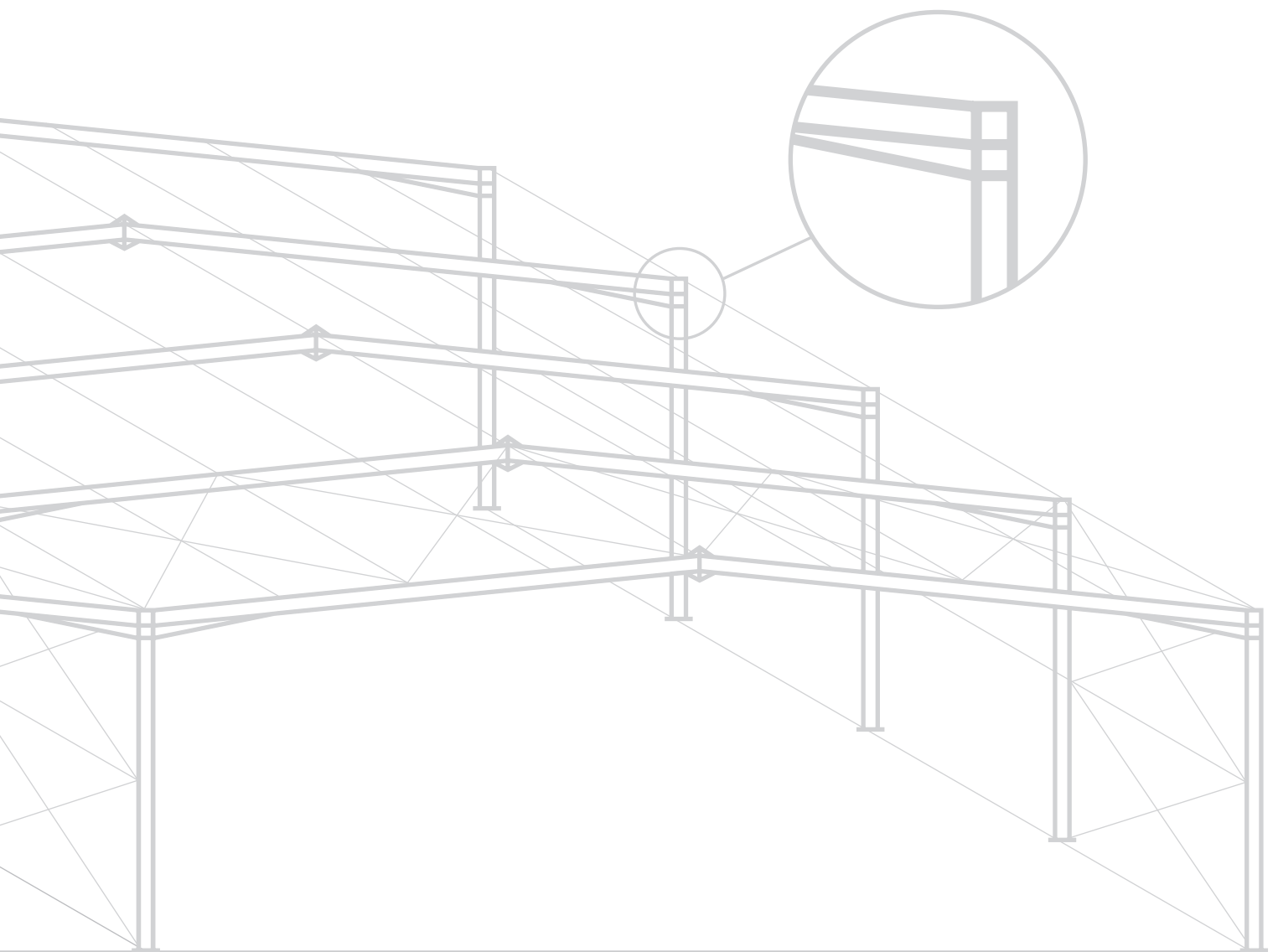
Pórticos estruturados com Perfis Laminados são largamente utilizados na construção de edifícios industriais e comerciais, devido às suas características que possibilitam uma ótima relação entre vão e peso próprio.

Os galpões em sistema do tipo pórtico de alma cheia proporcionam uma série de vantagens ao projeto desde sua concepção até a montagem, sendo algumas das principais, as seguintes:

- Padronização estrutural e construtiva
- Simplicidade de projeto e detalhamento
- Liberdade no projeto arquitetônico
- Facilidade para compor ampliações
- Possibilidade de vencer grandes vãos livres com baixo peso próprio
- Compatibilidade com componentes e outros sistemas construtivos industrializados
- Canteiros organizados
- Rapidez de fabricação e montagem das estruturas
- Menores prazos de execução da obra
- Fácil manutenção

CARACTERÍSTICAS DOS GALPÕES EM PÓRTICOS COM PERFIS ESTRUTURAIS LAMINADOS

2



2 - Características dos Galpões em Pórticos com Perfis Estruturais Laminados

Para elaboração deste manual foram desenvolvidas várias opções, considerando vãos de pórticos entre 15 metros e 45 metros, altura das colunas entre 6 e 12 metros e distância entre pórticos de 6 metros a 12 metros.

Os resultados obtidos estão registrados em tabelas e ábacos que permitem o rápido pré-dimensionamento dos pórticos da estrutura principal, incluindo a interpolação para medidas intermediárias.

IMPORTANTE: É fundamental a avaliação de um profissional habilitado quando da elaboração do projeto executivo.

2.1 - Dimensões Padrão

A seguir, indicam-se os valores usados neste manual para os vãos dos pórticos, a altura das colunas e a distância entre os pórticos (figura 1).

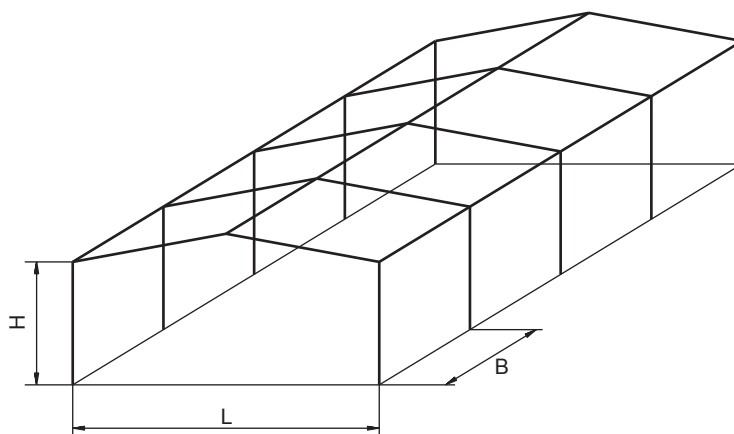
Tabela 1- Tabelas das Dimensões Padrão (m)

Vão dos Pórticos
L 1 = 15,00
L 2 = 20,00
L 3 = 25,00
L 4 = 30,00
L 5 = 35,00
L 6 = 40,00
L 7 = 45,00
L 8 = 50,00

Altura das Colunas
H 1 = 6,0
H 2 = 9,0
H 3 = 12,0

Distância entre Pórticos
B 1 = 6,00
B 2 = 9,00
B 3 = 12,00

Figura 1 - Dimensões Padrão



2.2 - Tipologia

Esses galpões podem ser classificados em dois tipos básicos: os de vão simples (figura 2) e os de vãos múltiplos (figura 3).

Os estudos desenvolvidos prevêm possibilidades de ampliação tanto lateral quanto longitudinal (figura 4), ou seja, são permitidas expansões nos galpões sem alteração do dimensionamento dos pórticos.

Na ampliação lateral (duplicação do pórtico) as cargas verticais no pilar central terão seu valor duplicado. Já os esforços fletores diminuirão, pois as ações horizontais, principalmente devidas ao vento, serão suportadas por um número maior de pilares fazendo com que o perfis utilizados sejam mantidos, mesmo com o aumento dos esforços verticais.

Obedecendo-se os devidos critérios de análise, este sistema também possibilita ampliações do tipo anexo (figura 5).

Figura 2 - Galpão de Vão Simples

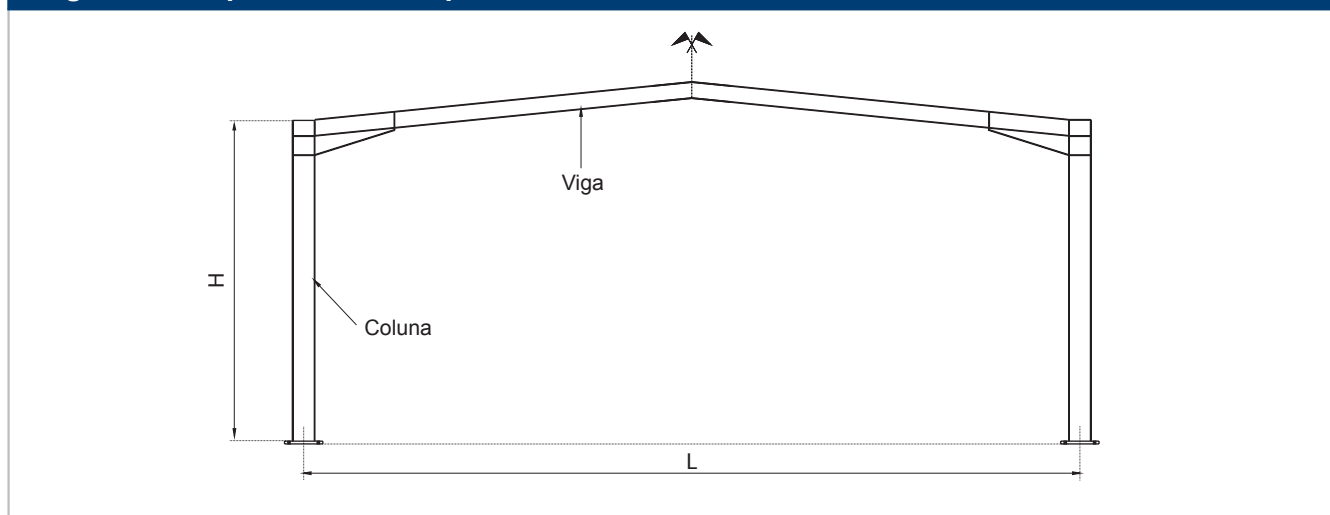


Figura 3 - Galpão de Vãos Múltiplos

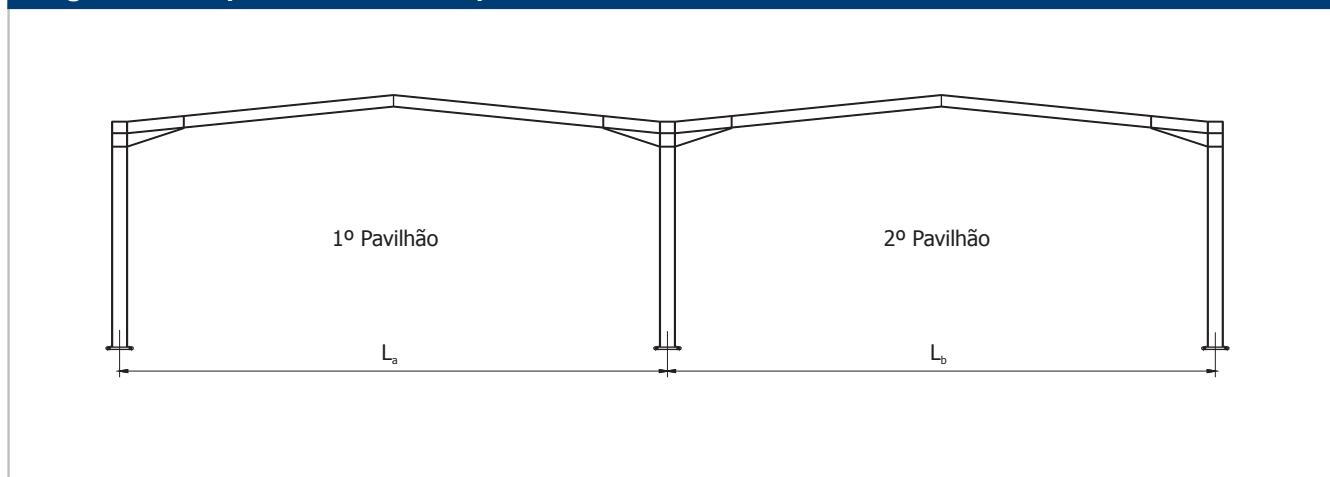


Figura 4 - Possibilidades de Ampliação

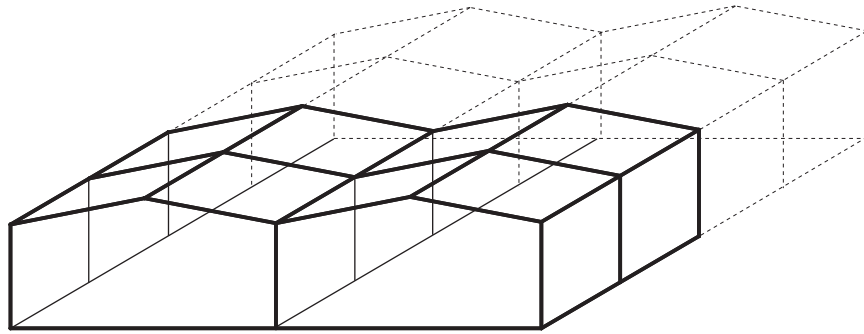
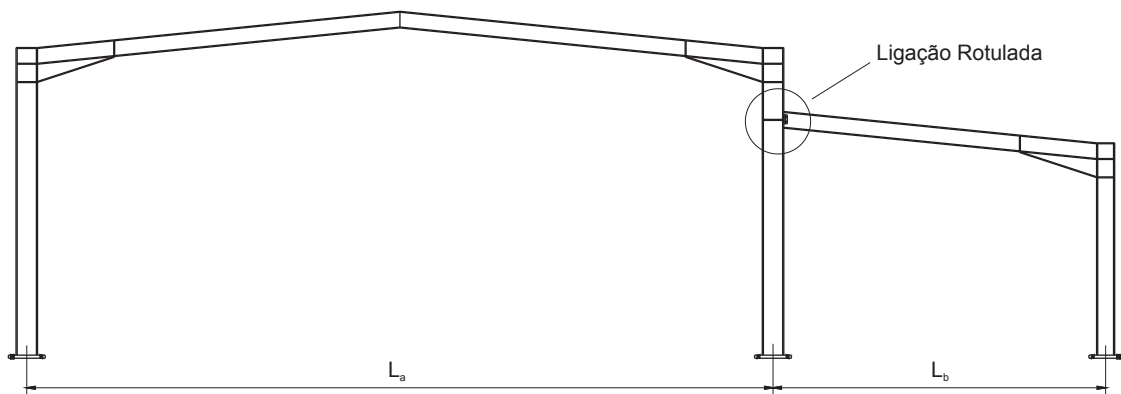
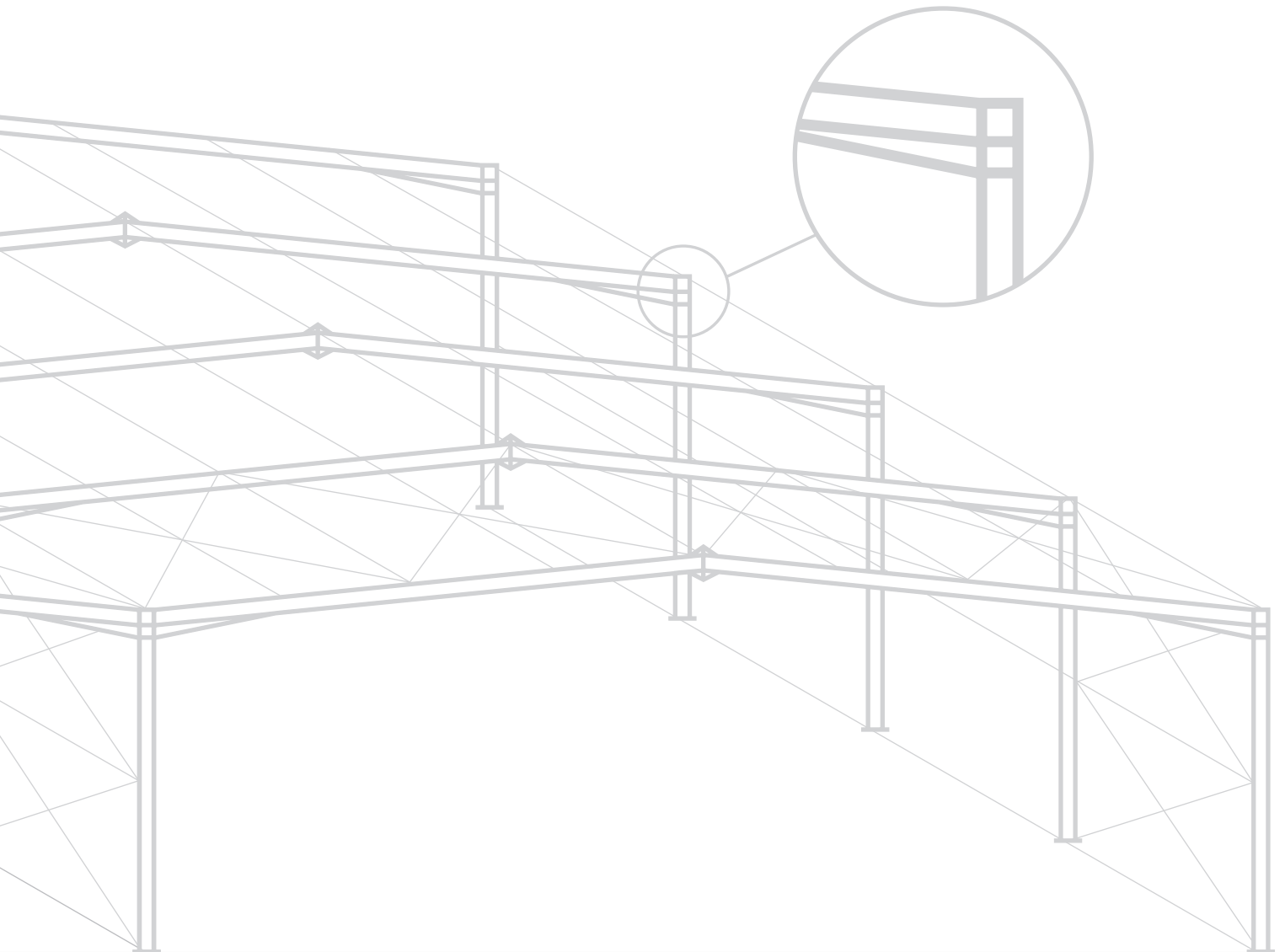
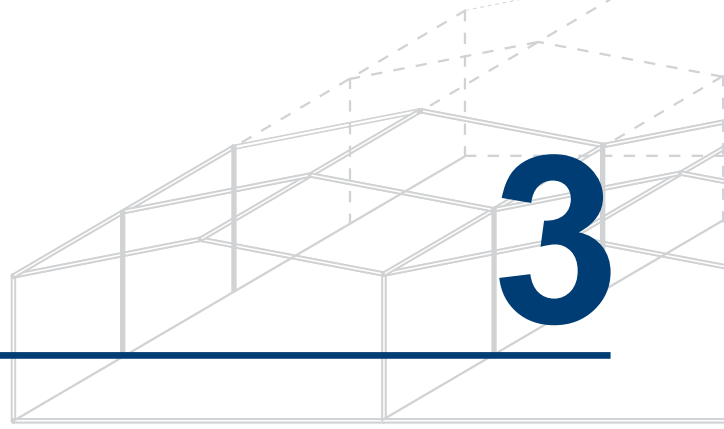


Figura 5 - Ampliação do Tipo Anexo; $L_b \leq (L_a/2)$



PREMISSAS DE CÁLCULO

3



Premissas de Cálculo

Os modelos de Galpões em Pórtico com Perfis Estruturais Gerdau foram desenvolvidos segundo algumas premissas e práticas de cálculo consagradas.

A partir da série de perfis e de carregamentos adequados às condições brasileiras, definiram-se as dimensões mais econômicas para o sistema estrutural adotado.

Com base nessas dimensões definiram-se os estágios de carregamento (Q_n), que representam a associação da distância entre pórticos com a carga de vento.

Esses estágios de carregamento em conjunto com o vão e a altura do pórtico estabelecem toda a base do dimensionamento.

Os resultados obtidos foram organizados em tabelas e ábacos de pré-dimensionamento, tendo em conta as variáveis acima mencionadas, e podem ser vistos no capítulo 6.

3.1 - Normas Utilizadas

- NBR 8800/2008 - Projeto de estrutura de aço e de estrutura mista de aço e concreto de edifícios
- NBR 6123/1988 - Forças devidas ao vento em edificações
- AWS D1.1/1992 - American welding society

3.2 - Sistema Estrutural

- **Transversal** - pórticos rígidos com Perfis Estruturais Gerdau e bases engastadas
- **Longitudinal** - pórticos contraventados verticalmente com bases rotuladas.
- Inclinação da cobertura de 10% (5,71°)

3.3 - Parâmetros de Cálculo

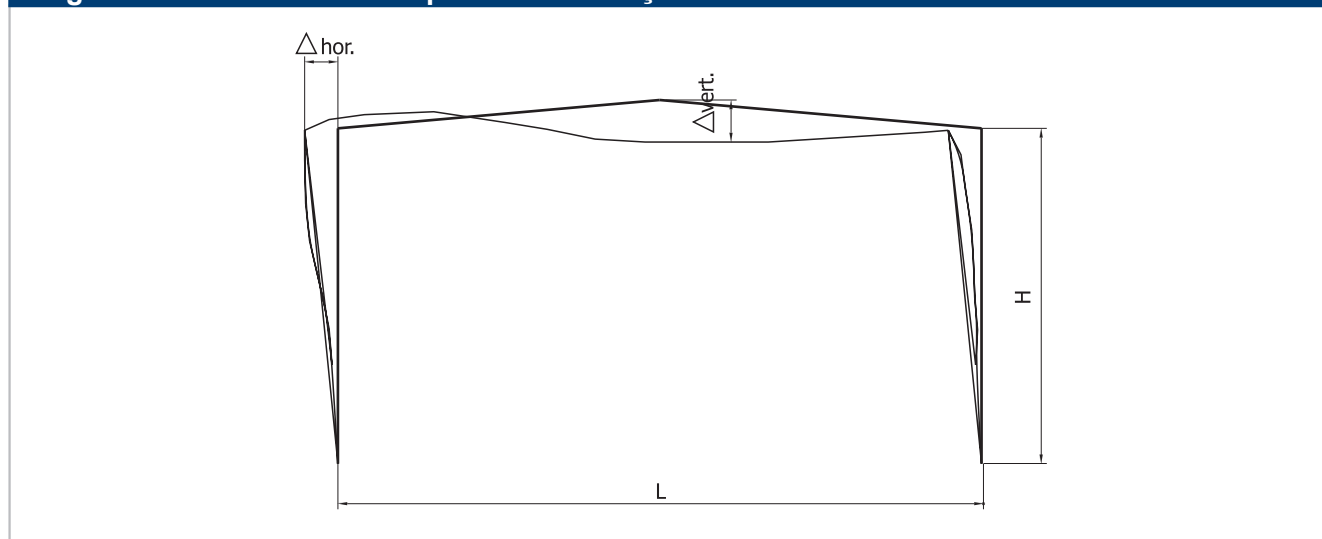
3.3.1 Tipo de Aço

Todos os cálculos demonstrados neste manual consideram o uso de Perfis Estruturais Gerdau em aço ASTM A 572 Grau 50, com $F_y > 345$ Mpa.

3.3.2 Deslocamentos Máximos - Figura 6

- Verticais - L/250
- Horizontais - H/300
- Para terças de cobertura - L/180

Figura 6 - Valores Máximos para a Deformação



3.3.3 Contenção Lateral dos Elementos do Pórtico

- Vigas:

As abas comprimidas da viga do pórtico devem estar contidas no máximo a cada 2,5 m (L_b - figura 7), que é o espaçamento máximo, para efetivo travamento destes elementos, e garantia de sua estabilidade. É usual utilizar-se os elementos secundários da cobertura (terças) para essa finalidade, mas, nesse caso, eles deverão ser calculados e avaliados para que proporcionem a efetiva contenção do pórtico.

- Colunas:

O comprimento efetivo de flambagem, foi definido de modo que o índice de esbeltez seja menor ou igual a 150. Para que isso ocorra o comprimento destravado máximo, h_{ir} , deve atender a tabela 2.

Para que uma contenção possa ser considerada efetiva, fazendo com que o comprimento de flambagem do elemento que está sendo travado seja igual à distância entre os pontos nos quais essas contenções estejam presentes, deve ser avaliada a resistência e a rigidez dos elementos de contenção, considerando-se suas dimensões e propriedades geométricas.

Figura 7 - Identificação de L_b e h_{tr}

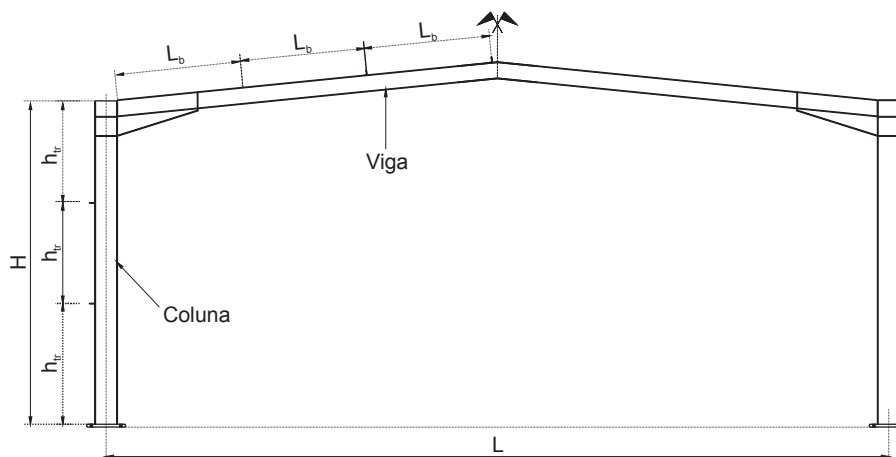
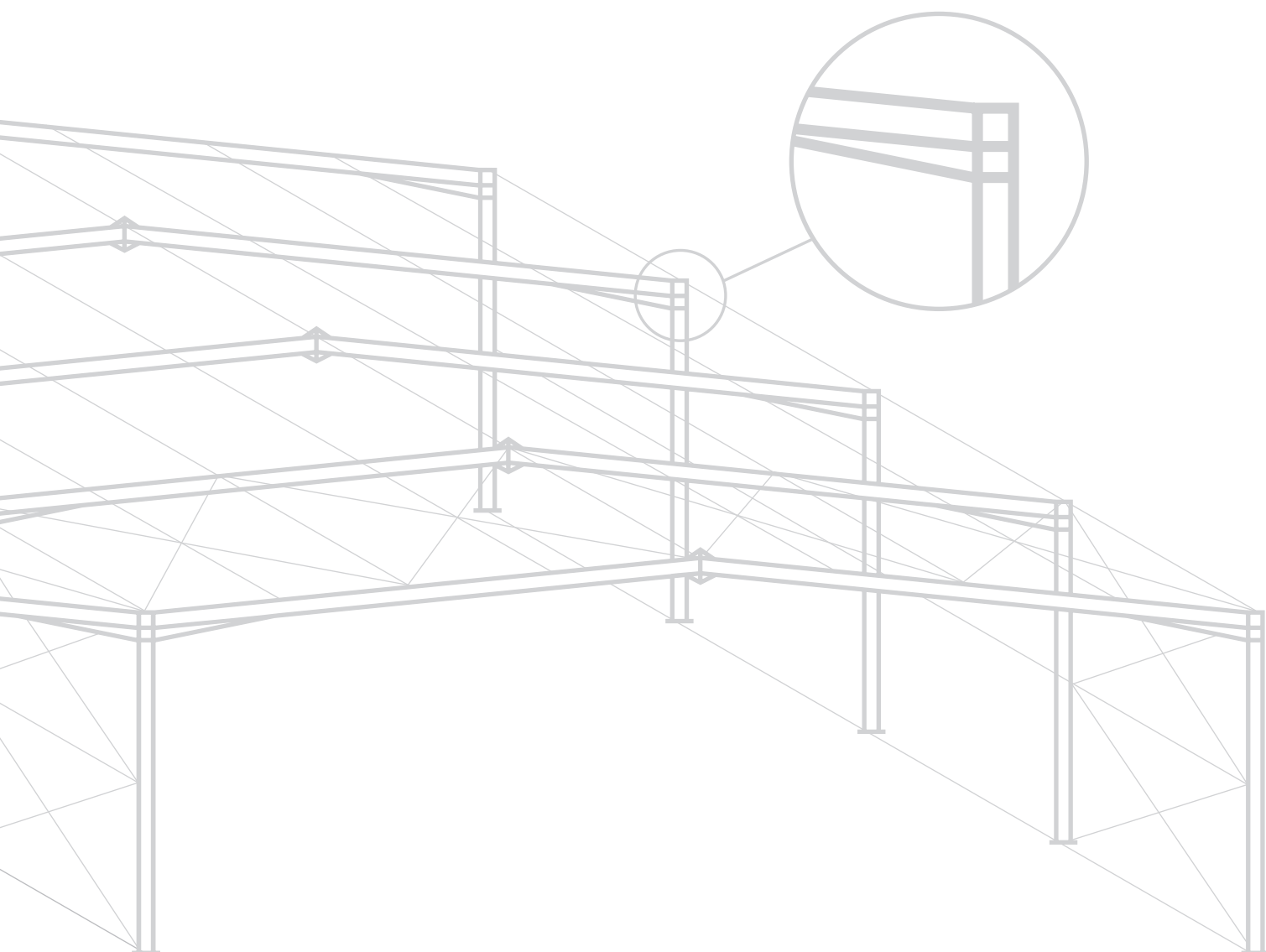


Tabela 2 - Tabela de $h_{tr(max)}$ para $kL/r = 200$

	PERFIS	h_{trx} (mm)	h_{try} (mm)
1	W 150 x 13,0	12.360	4.440
2	W 150 x 18,0	12.680	4.640
3	W 150 x 22,5 (H)	13.020	7.300
4	W 150 x 24,0	13.260	4.820
5	W 150 x 29,8*	13.440	7.600
6	W 150 x 37,1*	13.700	7.680
7	W 200 x 15,0	16.400	4.240
8	W 200 x 19,3	16.380	4.280
9	W 200 x 22,5	16.740	4.440
10	W 200 x 26,6	17.460	6.200
11	W 200 x 31,3	17.720	6.380
12	W 200 x 35,9 (H)	17.340	8.180
13	W 200 x 41,7 (H)	17.540	8.200
14	W 200 x 46,1 (H)	17.620	10.240
15	W 200 x 52,0 (H)	17.800	10.360
16	HP 200 x 53,0 (H)	17.100	9.920
17	W 200 x 59,0 (H)	17.980	10.320
18	W 200 x 71,0 (H)	18.340	10.560
19	W 200 x 86,0 (H)	18.520	10.640
20	W 200 x 100,0 (H)	18.900	10.740
21	W 250 x 17,9	19.920	3.980
22	W 250 x 22,3	20.180	4.120
23	W 250 x 25,3	20.620	4.280
24	W 250 x 28,4	21.020	4.400
25	W 250 x 32,7	21.660	6.700
26	W 250 x 38,5	22.100	6.920
27	W 250 x 44,8	22.300	7.000
28	HP 250 x 62,0 (H)	20.940	12.260
29	W 250 x 73,0 (H)	22.040	12.940
30	W 250 x 80,0 (H)	22.200	13.020
31	HP 250 x 85,0 (H)	21.280	12.480
32	W 250 x 89,0 (H)	22.360	13.040
33	W 250 x 101,0 (H)	22.540	13.140
34	W 250 x 115,0 (H)	22.760	13.240
35	W 250 x 131,0 (H)	23.020	13.320
36	W 250 x 149,0 (H)	23.380	13.460
37	W 250 X 167,0 (H)	23.720	13.580
38	W 310 x 21,0	23.540	3.800
39	W 310 x 23,8	23.780	3.880
40	W 310 x 28,3	24.560	4.160
41	W 310 x 32,7	24.980	4.260
42	W 310 x 38,7	26.280	7.640
43	w 310 x 44,5	26.440	7.740
44	W 310 x 52,0	26.660	7.820
45	W 310 x 60	26.040	9.800
46	W 310 x 67	26.120	9.840
47	W 310 x 74	26.340	9.920
48	HP 310 x 79,0 (H)	25.540	14.500
49	HP 310 x 93,0 (H)	25.700	14.640
50	W 310 x 97,0 (H)	26.860	15.360
51	W 310 x 107,0 (H)	26.980	15.440
52	HP 310 x 110,0 (H)	25.940	14.780
53	W310 x 117,0 (H)	27.120	15.520
54	HP 310 x 125,0 (H)	26.100	14.900
55	W 310 x 129,0 (H)	27.300	15.580
56	HP 310 x 132,0 (H)	26.200	14.960
57	W 310 x 143,0 (H)	27.620	15.720
58	W 310 x 158,0 (H)	27.760	15.760
59	W 310 x 179,0 (H)	27.980	15.880
60	W 310 x 202,0 (H)	28.380	16.020
61	W 360 x 32,9	28.180	5.260
62	W 360 x 39,0	28.700	5.460
63	W 360 x 44,6	29.160	7.540
64	W 360 x 51,0	29.620	7.740
65	W 360 x 58	29.840	7.840
66	W 360 x 64,0	29.600	9.600
67	W 360 x 72,0	29.720	9.680
68	W 360 x 79,0	29.960	9.780
69	W 360 x 91,0 (H)	30.380	12.440
70	W 360 x 101,0 (H)	30.580	12.500
71	W 360 x 110,0 (H)	30.720	12.580
72	W 360 x 122,0 (H)	30.700	12.580
73	W 410 x 38,8	31.880	5.660
74	W 410 x 46,1	32.540	5.900
75	W 410 x 53,0	33.100	7.680
76	W 410 x 60,0	33.760	7.960
77	W 410 x 67,0	33.820	8.000
78	W 410 x 75,0	33.960	8.060
79	W 410 x 85,0	34.140	8.160
80	W 460 x 52,0	35.820	6.180
81	W 460 x 60,0	36.700	6.460
82	W 460 x 68,0	36.920	6.560
83	W 460 x 74,0	37.540	8.360
84	W 460 x 82,0	37.680	8.440
85	W 460 x 89,0	37.960	8.560
86	W 460 x 97,0	38.060	8.600
87	W 460 x 106,0	38.080	8.640
88	W 530 x 66,0	40.920	6.400
89	W 530 x 72,0	41.780	8.400
90	W 530 x 74,0	41.520	6.620
91	W 530 x 82,0	42.680	8.820
92	W 530 x 85,0	42.420	6.840
93	W 530 x 92,0	43.300	9.000
94	W 530 x 101,0	43.740	9.100
95	W 530 x 109,0	43.880	9.200
96	W 530 x 123,0	44.060	9.260
97	W 530 x 138,0	44.260	9.380
98	W 610 x 82,0	46.420	6.780
99	W 610 x 92,0	46.960	6.980
100	W 610 x 101,0	48.620	9.520
101	W 610 x 113,0	49.280	9.720
102	W 610 x 125,0	49.780	9.920
103	W 610 x 140,0	50.120	10.040
104	W 610 x 153,0	50.600	10.080
105	W 610 x 155,0	51.160	14.760
106	W 610 x 174,0	51.500	14.900
107	W 610 x 195,0	51.920	15.100
108	W 610 x 217,0	52.440	15.320

AÇÕES E CARREGAMENTOS

4



4 - Ações e Carregamentos

As ações adotadas nos cálculos dos galpões e seus componentes referem-se a galpões sem ponte rolante.

Nos casos de aplicações específicas da edificação, que exijam carregamentos especiais, deverão ser feitas as verificações pertinentes das estruturas.

4.1 - Ações Permanentes

Peso próprio das estruturas metálicas:

Pórtico	Peso Estimado
Terças e tirantes	0,05 KN/m ² (5 kgf/m ²)
Contraventamentos	0,05 KN/m ² (5 kgf/m ²)
Telhas	0,06 a 0,12 KN/m ² (6 a 12kgf/m ²)

4.2 - Ações Variáveis

4.2.1 Sobrecarga na Cobertura

- 0,25 KN/m² (25 kg/m²) - Segundo NBR 8800/08

4.2.2 Vento NBR6123/88

Foram considerados dois casos de vento:

- Para construção totalmente aberta
- Para construção totalmente fechada, sem aberturas dominantes e com as quatro faces igualmente permeáveis

Deve ser observado, no caso de construção totalmente aberta, se a relação entre a altura e o vão coloca a edificação na condição de cobertura isolada, como estabelece o item 8.2 da Norma. Neste caso, deverão ser feitas verificações necessárias, pois não está previsto neste estudo.

Fatores considerados:

- Velocidades básicas do vento de 30, 35, 40 e 45 m/s
- Fator Topográfico S1 = 1
- Fator de Rugosidade S2 para categoria III e classe B
- Fator estatístico S3 = 1

4.3 - Combinações de Carregamento

A NBR 8800/08 classifica as ações de carregamento basicamente em três categorias:

Ações Permanentes são as decorrentes das características da estrutura, ou seja, o peso próprio da estrutura e dos elementos que a compõem, como telhas, forro, instalações, etc.

Ações Variáveis são as decorrentes do uso e ocupação, tais como equipamentos, sobrecargas em coberturas, vento, temperatura, etc.

Ações Excepcionais são as decorrentes de incêndios, explosões, choques de veículos, efeitos sísmicos, etc.

Com base nessas definições, as combinações de ações para os estados limites últimos, são classificadas em normais e excepcionais. Por ser este um trabalho orientativo, consideram-se apenas as “combinações normais”, que são as que cuidam das ações permanentes e das variáveis.

As combinações de carregamento definidas no item 4.7.7.2.1 da NBR 8800/08 são as seguintes:

$$\Sigma (\gamma_g G) + \gamma_{q1} Q_1 + \Sigma (\gamma_{qj} \psi_j Q_j)$$

G ações permanentes

Q_1 ações variáveis principais (predominante para o efeito analisado)

Q_j demais ações variáveis

γ_g coeficiente de ponderação das ações permanentes

γ_q coeficiente de ponderação das ações variáveis

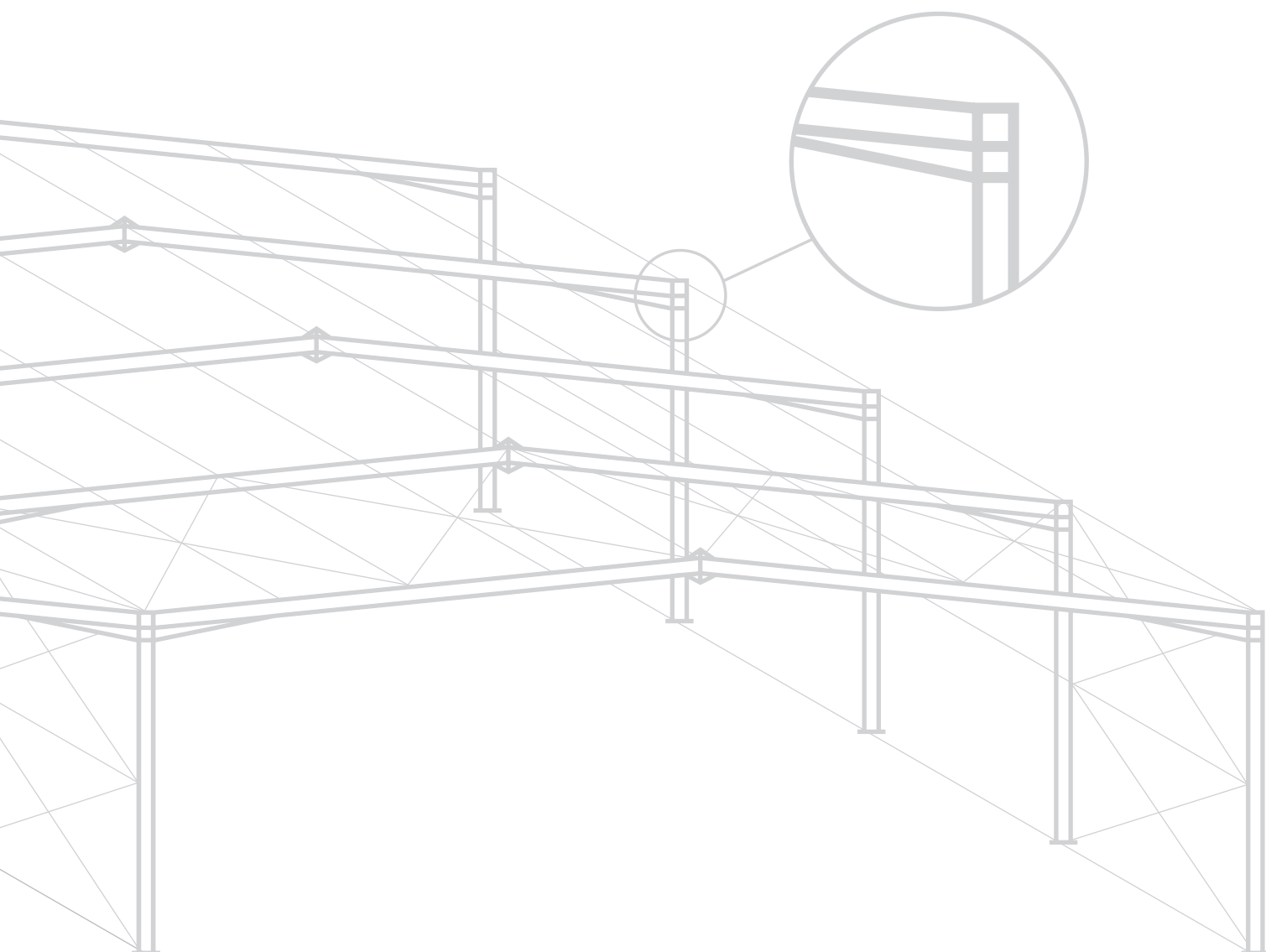
ψ fatores de combinação das ações variáveis

4.3.1 Para dimensionamento estrutural utilizam-se as seguintes combinações (cargas fatoradas):

- 1,3 x Ações Permanentes
- 1,3 x Ações Permanentes + 1,5 x Sobrecargas
- 1,0 x Ações Permanentes + 1,4 x Vento
- 1,3 x Ações Permanentes + 1,5 x Sobrecargas + 0,6 x 1,4 x Vento
- 1,3 x Ações Permanentes + 1,4 x Vento + 1,00 x 1,5 x Sobrecargas

4.3.2 Para determinação das reações nas bases e deslocamentos usam-se as combinações (cargas de serviço):

- 1,0 x Ações Permanentes + 1,0 x Sobrecargas
- 1,0 x Ações Permanentes + 1,0 x Vento



5 - Detalhes Construtivos

As ligações devem ser projetadas e calculadas para os esforços atuantes em cada projeto, a fim de garantir a estabilidade do sistema.

O projeto de uma ligação deve considerar além dos esforços atuantes, a definição dos vínculos estabelecidos no cálculo dos elementos, de forma que reproduza o sistema estrutural adotado.

Como ilustração, definimos alguns exemplos de detalhes construtivos das ligações principais do sistema.

5.1 - Nó do Pórtico

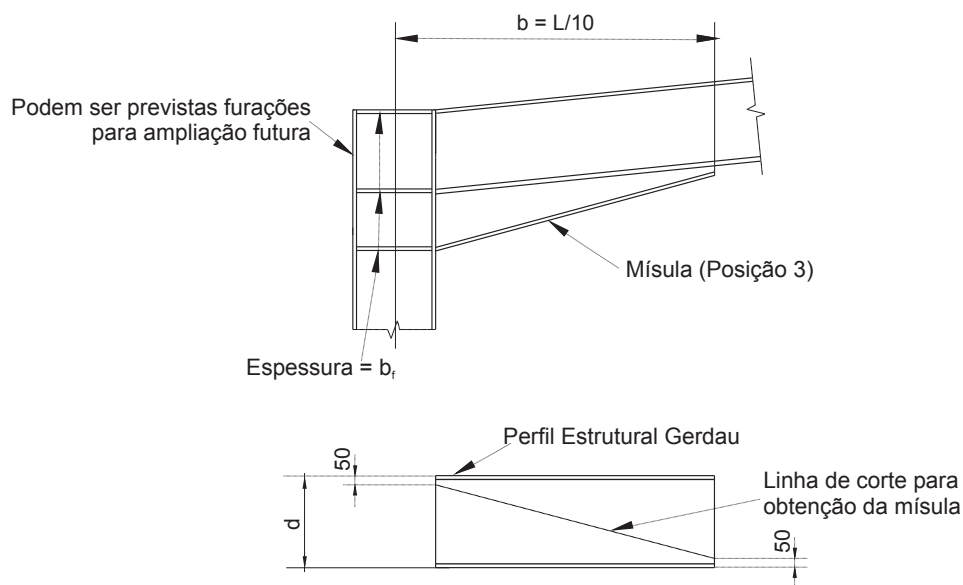
Neste estudo foi definido engaste para a ligação da viga do pórtico com a coluna.

Nesse tipo de ligação é usual que os esforços cortantes sejam absorvidos apenas pela alma, ficando as abas do perfil responsáveis pelo momento fletor.

Essas ligações podem ser soldadas ou parafusadas, de acordo com as necessidades e recursos definidos por cada situação.

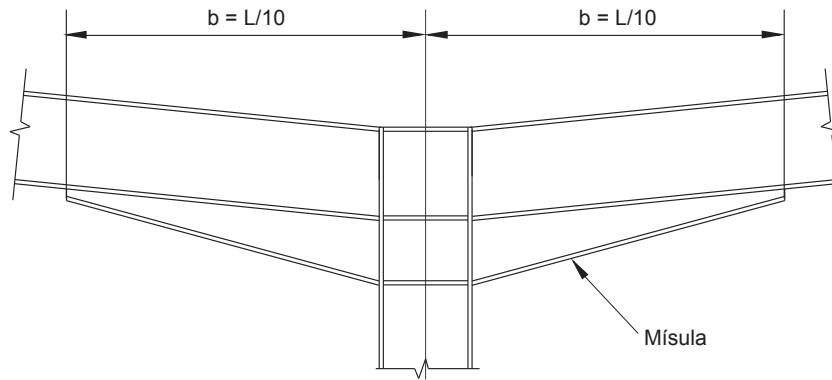
ATENÇÃO: Nos nós de pórtico utiliza-se mísulas na definição do engaste da ligação viga-pilar (figura 8). As mísulas são obtidas pelo corte do próprio perfil.

Figura 8 - Nó do Pórtico e Recorte das Mísulas



Para esforços, consulte a tabela no Capítulo 6.

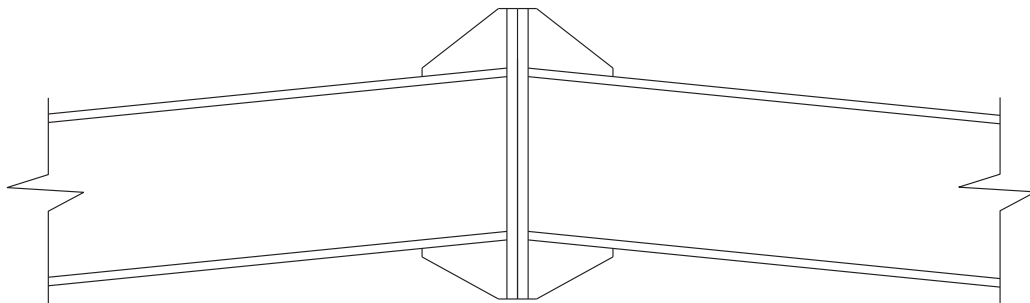
Figura 9 - Nó do Pórtico para Duplo Pavilhão



Para esforços, consulte a tabela no Capítulo 6.

5.2 - Cumeeira

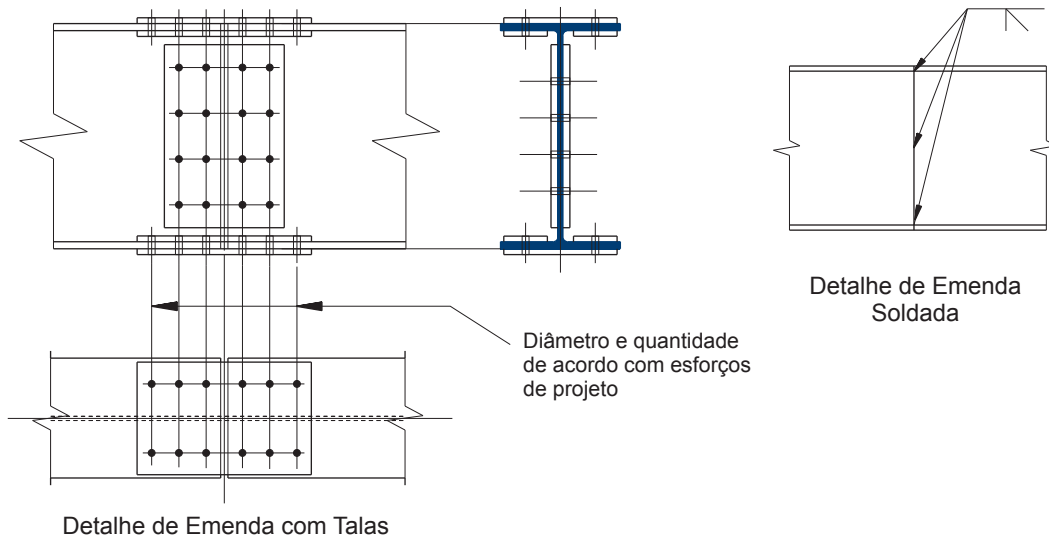
Figura 10 - Cumeeira



Para esforços, consulte a tabela no Capítulo 6.

5.3 - Emenda da Viga do Pórtico

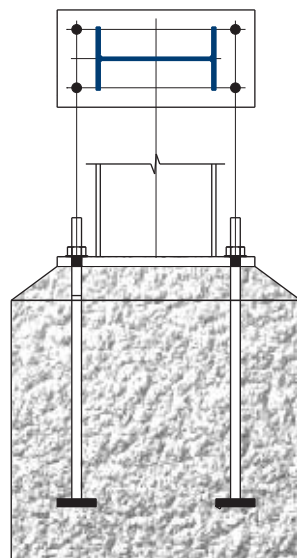
Figura 11 - Emenda da Viga do Pórtico, Calculada de Acordo com os Esforços de cada Projeto



Para esforços, consulte a tabela no Capítulo 6.

5.4 - Detalhe das Bases

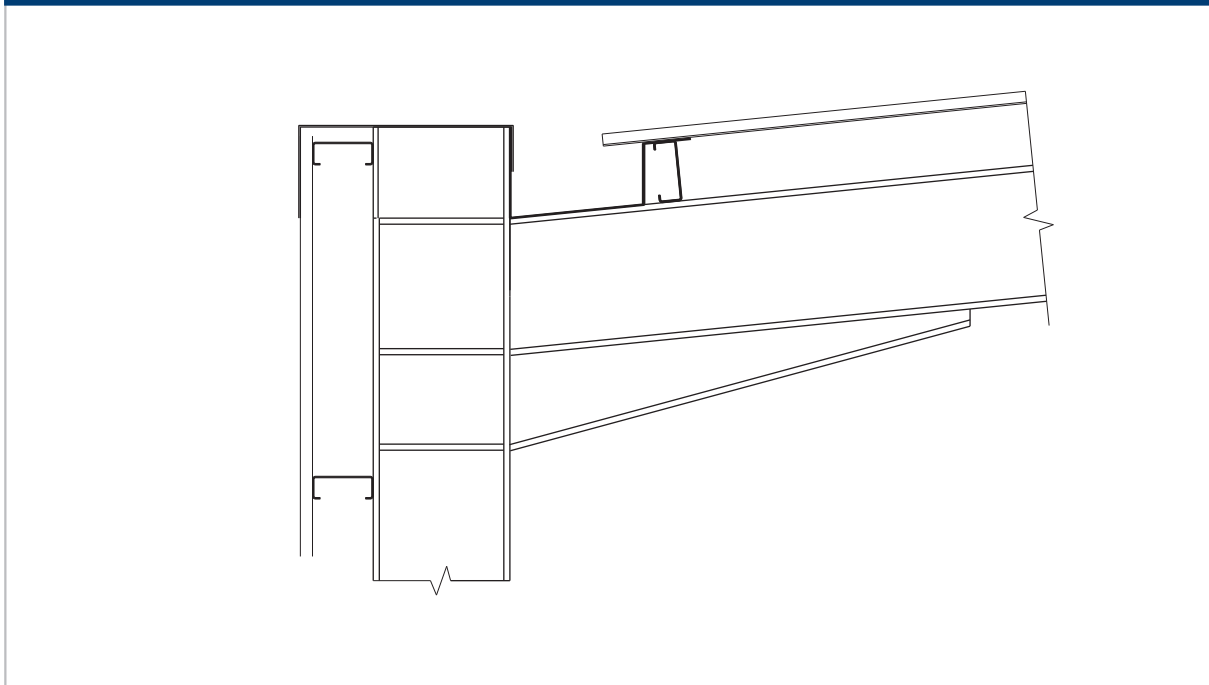
Figura 12 - Base do Pórtico



Para detalhe das bases, consulte a tabela 6.6 no capítulo 6.

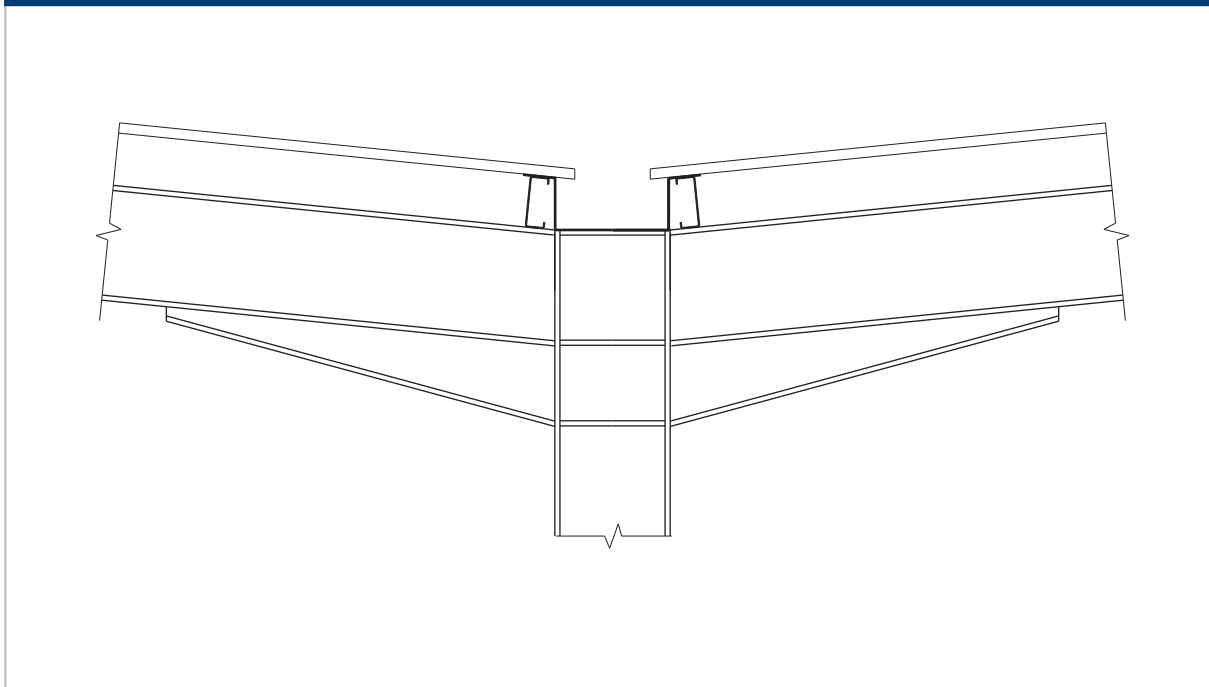
5.5 - Calha para Pavilhão Simples

Figura 13 - Detalhe da Calha para Colunas Externas



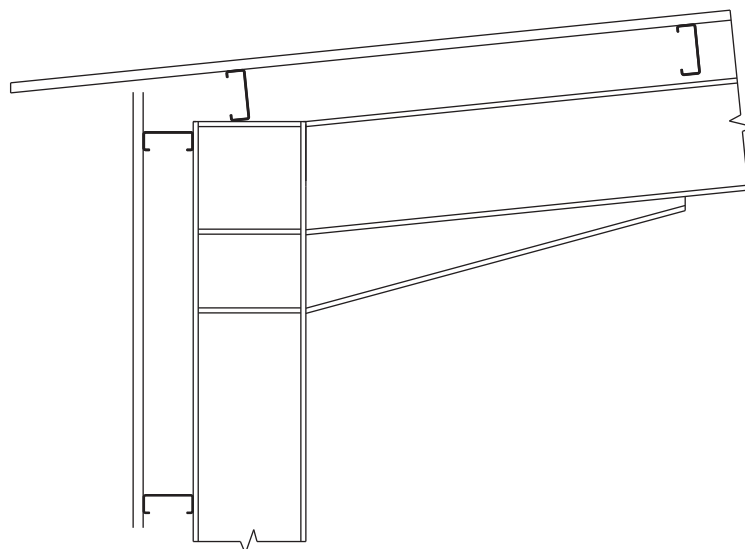
5.6 - Calha para Pavilhão Duplo

Figura 14 - Detalhe da Calha para Colunas Internas



5.7 - Galpão com Fechamento e sem Calha

Figura 15 - Detalhe para Galpão com Fechamento sem Calha



5.8 - Coberturas e Fechamentos

Para a cobertura e o fechamento de galpões são normalmente usadas telhas metálicas. Os tipos mais usuais são as de folha simples e as do tipo “sanduíche”, com isolamento termoacústico.

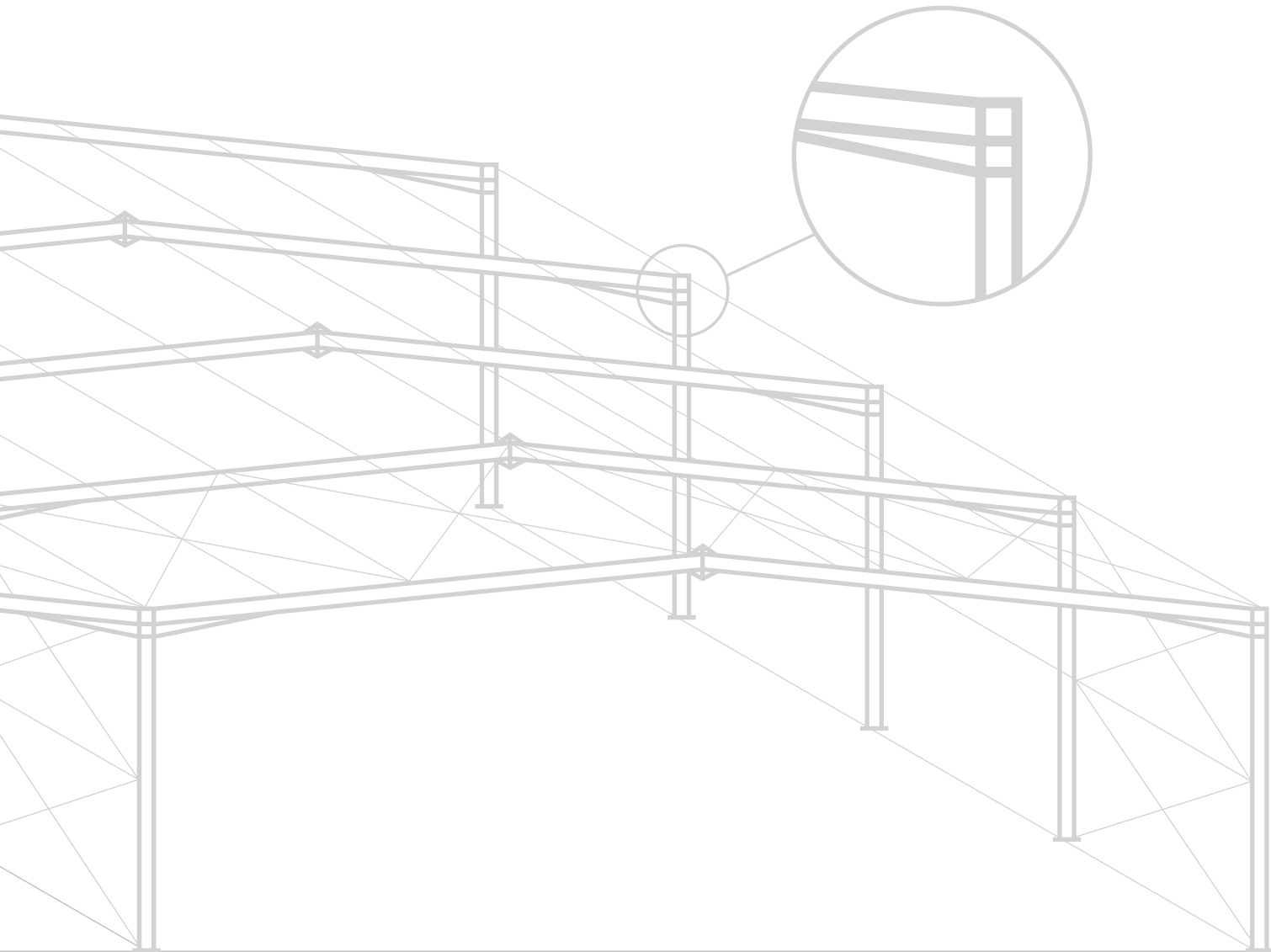
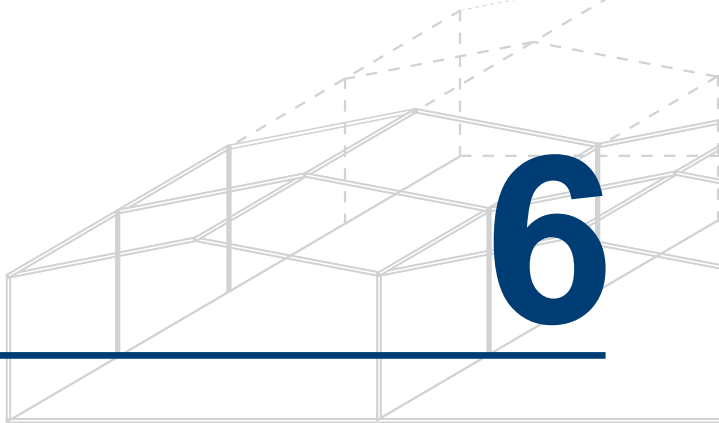
As telhas de cobertura se apóiam em terças, sendo as mais comuns as de perfis laminados do tipo “U” ou “I”, as de perfis dobrados a frio, seções do tipo “U” ou “Z” e as treliçadas.

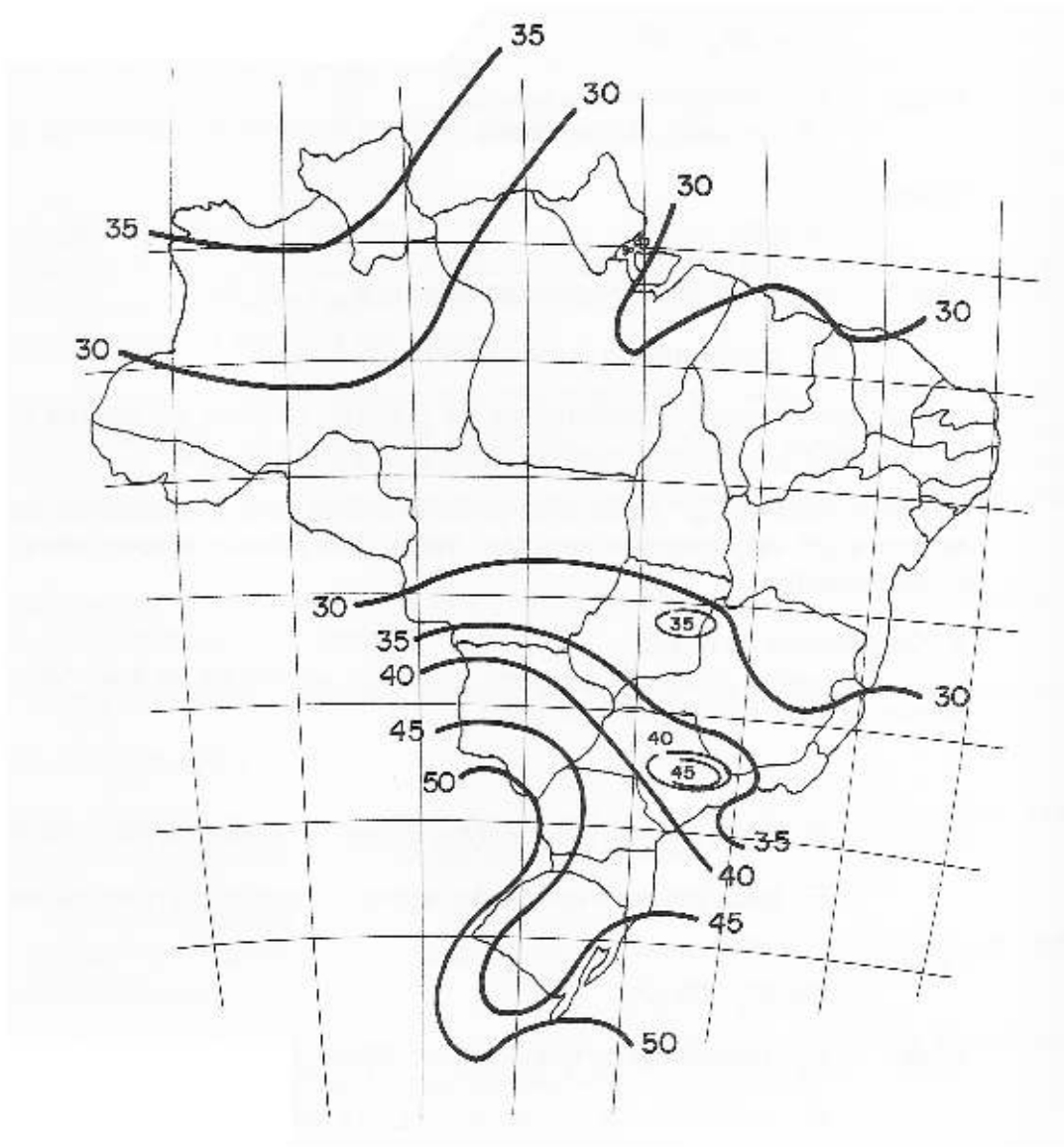
A opção por terças treliçadas normalmente está associada ao espaçamento entre pórticos, que é o que define o vão da terça, sendo, portanto, mais usadas em espaçamentos maiores que 9 m quando o peso e os custos de fabricação do elemento merecem ser avaliados.

A fixação das terças é feita diretamente sobre as vigas dos pórticos e, desde que calculadas para essa função, podem atuar no travamento destes elementos contribuindo com a eficiência do processo construtivo além de reduzir custos.

TABELAS E ÁBACOS

6





Mapa do Vento - Velocidade básica V_0 (m/s) NBR 6123/1988

6 - Tabelas e Ábacos

A seguir encontram-se as Tabelas e os Ábacos de Estágios de Cargas, que devem ser consultados para o pré-dimensionamento dos diferentes tipos de galpão usados neste manual como referência. As tabelas permitem tanto o cálculo de galpões com medidas-padrão como de medida intermediária, cujo pré-dimensionamento obtém-se por interpolação.

6.1 - Composição dos Estágios de Ações

No cálculo das estruturas de um galpão, as cargas devidas ao vento são definidas a partir da velocidade básica do vento, obtidas nas isopletras do território brasileiro contidas na NBR 6123.

Foram denominados de "estágios de ação" os diferentes níveis de cargas nos pórticos para velocidades de vento de 30 a 45 m/s associadas às distâncias padrão entre pórticos de 6, 9 e 12 m.

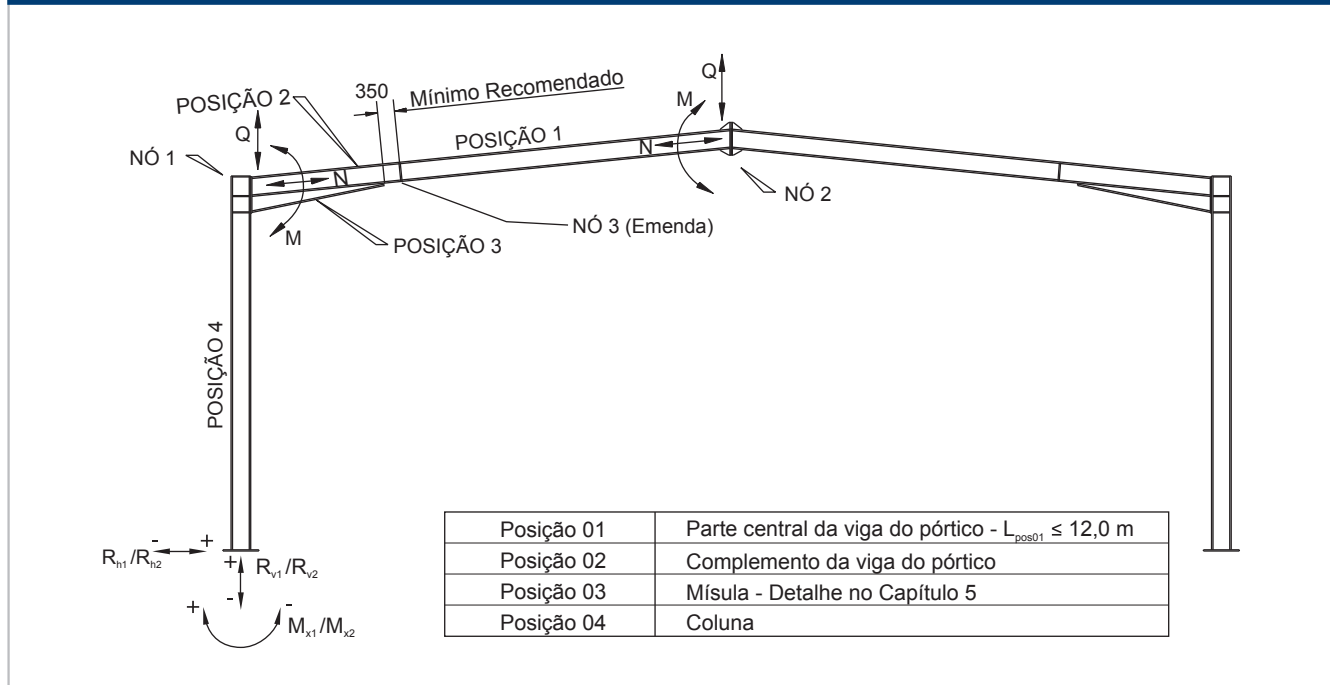
O quadro abaixo estabelece quais são esses estágios, que serão usados como dados de entrada nas tabelas e ábacos de pré-dimensionamento.

Tabela 3 - Composição dos Estágios de Carregamento

Estágio de Ações	Velocidade do Vento (m/seg)	Distância entre os Pórticos B (m)
Q1	45	12
Q2	45	09
	40	12
Q3	40	09
	35	12
Q4	45	06
	35	09
	30	12
Q5	40	06
	35	06
	30	09
Q6	30	06

6.2 - Composição Geométrica

Figura 16 - Composição Geométrica



Reações nas Bases

R_{h1} / R_{h2}	Reação horizontal
R_{v1} / R_{v2}	Reação vertical
M_{x1} / M_{x2}	Momento fletor na base

As reações com índice 1 são as reações envoltórias provenientes das ações de cargas permanentes e das sobrecargas.

As reações com índice 2 são as reações envoltórias provenientes das cargas de vento.

6.3 - Esforços nos Nós do Pórtico

ESFORÇOS NOS NÓS										
Perfis	Nó	1 Viga/Coluna			2 Cumeeira			3 Emenda da Viga		
		N(KN)	Q(KN)	M(KN.m)	N(KN)	Q(KN)	M(KN.m)	N(KN)	Q(KN)	M(KN.m)
W 610 x 174/155/113		290	224	1510	290	55	78	290	183	520
W 610 x 101		220	200	1410	240	51	574	230	198	464
W 530		210	193	1400	190	32	529	210	142	197
W 460		88	102	571	77	17	242	85	69	143
W 410		65	86	250	56	14	181	62	55	65
W 310		31	45	188	33	10	77	33	35	87
W 250		55	53	176	49	8,6	68	54	44	102
W 200		19	25	42	17	4,1	28	22	15	26

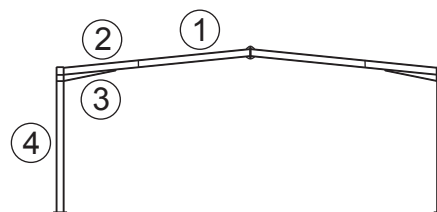
N - Normal Q - Cortante M - Momento

Obs.: Os esforços contidos nessa tabela são provenientes da envoltória de combinações de cargas fatoradas (ver Capítulo 4).

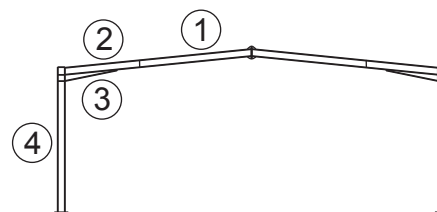
6.4 - Tabelas de Pré-Dimensionamento

PÓRTICO ENGASTADO

H = 6 m



		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
L = 15 m	VIGA - POSIÇÃO 01	W 360 x 32,9	W 310 x 28,3	W 250 x 25,3	W 200 x 26,6	W 250 x 22,3	W 250 x 17,9
	VIGA - POSIÇÃO 02						
	NÓ - POSIÇÃO 03	W 360 x 32,9	W 310 x 28,3	W 250 x 25,3	W 200 x 26,6	W 250 x 22,3	W 250 x 17,9
	COLUNA-POSIÇÃO 04	W 360 x 44,6	W 360 x 44,6	W 360 x 44,6	W 250 x 38,5	W 250 x 32,7	W 200 x 26,6
	R _{h1} /R _{h2} (KN)	23 / 75	24 / 58	26 / 43	25 / 28	17 / 21	11 / 15
	R _{v1} /R _{v2} (KN)	57 / -49	57 / -30	56 / -16	56 / -4	41 / -4	26 / -3
	M _{x1} /M _{x2} (KN.m)	53 / 164	56 / 128	61 / 98	57 / 62	39 / 46	24 / 30
L = 20 m	VIGA - POSIÇÃO 01	W 410 x 38,8	W 410 x 38,8	W 410 x 38,8	W 360 x 32,9	W 250 x 32,7	W 250 x 22,3
	VIGA - POSIÇÃO 02						
	NÓ - POSIÇÃO 03	W 410 x 38,8	W 410 x 38,8	W 410 x 38,8	W 360 x 32,9	W 250 x 32,7	W 250 x 22,3
	COLUNA-POSIÇÃO 04	W 410 x 60,0	W 410 x 53,0	W 410 x 53,0	W 360 x 51,0	W 360 x 44,6	W 250 x 32,7
	R _{h1} /R _{h2} (KN)	45 / 99	44 / 73	44 / 51	42 / 34	35 / 26	21 / 18
	R _{v1} /R _{v2} (KN)	75 / -63	74 / -41	74 / -22	71 / -7	54 / -5	34 / -5
	M _{x1} /M _{x2} (KN.m)	109 / 219	105 / 161	105 / 113	103 / 73	88 / 57	52 / 39
L = 25 m	VIGA - POSIÇÃO 01	W 410 x 53,0	W 410 x 46,1	W 410 x 38,8	W 360 x 39,0	W 360 x 39,0	W 360 x 32,9
	VIGA - POSIÇÃO 02						
	NÓ - POSIÇÃO 03	W 410 x 53,0	W 410 x 46,1	W 410 x 38,8	W 360 x 39,0	W 360 x 32,9	W 360 x 32,9
	COLUNA-POSIÇÃO 04	W 530 x 72,0	W 530 x 66,0	W 410 x 67,0	W 410 x 60,0	W 410 x 53,0	W 410 x 53,0
	R _{h1} /R _{h2} (KN)	78 / 132	77 / 98	74 / 68	76 / 42	54 / 31	37 / 22
	R _{v1} /R _{v2} (KN)	94 / -77	91 / -51	90 / -28	89 / -7	66 / -7	43 / -5
	M _{x1} /M _{x2} (KN.m)	195 / 301	193 / 223	186 / 152	195 / 92	139 / 68	94 / 98
L = 30 m	VIGA - POSIÇÃO 01	W 530 x 66,0	W 460 x 60,0	W 460 x 52,0	W 410 x 53,0	W 410 x 38,8	W 360 x 32,9
	VIGA - POSIÇÃO 02	W 530 x 66,0	W 460 x 60,0	W 460 x 52,0	W 410 x 53,0	W 410 x 38,8	W 360 x 32,9
	NÓ - POSIÇÃO 03	W 530 x 66,0	W 460 x 60,0	W 460 x 52,0	W 410 x 53,0	W 410 x 38,8	W 360 x 32,9
	COLUNA-POSIÇÃO 04	W 610 x 101,0	W 530 x 82,0	W 530 x 82,0	W 530 x 82,0	W 460 x 60,0	W 410 x 53,0
	R _{h1} /R _{h2} (KN)	107 / 156	113 / 117	113 / 81	116 / 57	81 / 46	54 / 33
	R _{v1} /R _{v2} (KN)	116 / -88	111 / -60	109 / -34	110 / -12	77 / -15	50 / -11
	M _{x1} /M _{x2} (KN.m)	256 / 342	303 / 276	309 / 187	316 / 142	216 / 115	148 / 83
L = 35 m	VIGA - POSIÇÃO 01	W 530 x 72,0	W 530 x 66,0	W 530 x 66,0	W 530 x 66,0	W 460 x 52,0	W 410 x 38,8
	VIGA - POSIÇÃO 02	W 530 x 92,0	W 530 x 72,0	W 530 x 66,0	W 530 x 66,0	W 460 x 52,0	W 410 x 38,8
	NÓ - POSIÇÃO 03	W 530 x 92,0	W 530 x 72,0	W 530 x 66,0	W 530 x 66,0	W 460 x 52,0	W 410 x 38,8
	COLUNA-POSIÇÃO 04	W 610 x 101,0	W 530 x 92,0	W 530 x 101,0	W 530 x 101,0	W 530 x 72,0	W 460 x 52,0
	R _{h1} /R _{h2} (KN)	164 / 198	157 / 140	158 / 101	160 / 64	114 / 54	72 / 39
	R _{v1} /R _{v2} (KN)	138 / -101	132 / -68	133 / -37	132 / -10	93 / -15	58 / -11
	M _{x1} /M _{x2} (KN.m)	435 / 461	411 / 320	423 / 225	423 / 134	315 / 118	201 / 90
L = 40 m	VIGA - POSIÇÃO 01	W 610 x 101,0	W 530 x 72,0	W 530 x 66,0	W 530 x 66,0	W 530 x 66,0	W 460 x 52,0
	VIGA - POSIÇÃO 02	W 610 x 101,0	W 530 x 92,0	W 530 x 92,0	W 530 x 92,0	W 530 x 66,0	W 460 x 52,0
	NÓ - POSIÇÃO 03	W 610 x 101,0	W 530 x 92,0	W 530 x 92,0	W 530 x 92,0	W 530 x 66,0	W 460 x 52,0
	COLUNA-POSIÇÃO 04	W 610 x 140,0	W 610 x 101,0	W 610 x 101,0	W 610 x 101,0	W 530 x 82,0	W 530 x 66,0
	R _{h1} /R _{h2} (KN)	191 / 203	215 / 168	217 / 108	217 / 50	150 / 40	98 / 31
	R _{v1} /R _{v2} (KN)	171 / -101	153 / -73	152 / -36	152 / -3	108 / -8	69 / -9
	M _{x1} /M _{x2} (KN.m)	605 / 560	616 / 409	619 / 254	619 / 103	428 / 85	282 / 69
L = 45 m	VIGA - POSIÇÃO 01	W 610 x 101,0	W 610 x 101,0	W 530 x 82,0	W 530 x 72,0	W 530 x 66,0	W 460 x 52,0
	VIGA - POSIÇÃO 02	W 610 x 113,0	W 610 x 113,0	W 530 x 92,0	W 530 x 92,0	W 530 x 66,0	W 460 x 60,0
	NÓ - POSIÇÃO 03	W 610 x 113,0	W 610 x 113,0	W 530 x 92,0	W 530 x 92,0	W 530 x 66,0	W 460 x 60,0
	COLUNA-POSIÇÃO 04	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	W 610 x 140,0	W 610 x 125,0	W 610 x 101,0	W 530 x 82,0
	R _{h1} /R _{h2} (KN)	293 / 270	293 / 187	277 / 120	275 / 55	208 / 53	130 / 39
	R _{v1} /R _{v2} (KN)	188 / -117	188 / -67	174 / -37	177 / -3	123 / -8	78 / -10
	M _{x1} /M _{x2} (KN.m)	873 / 689	873 / 464	840 / 279	766 / 109	637 / 140	392 / 94
L = 50 m	VIGA - POSIÇÃO 01	W 610 x 101,0	W 610 x 101,0	W 530 x 82,0	W 530 x 92,0	W 530 x 66,0	W 460 x 52,0
	VIGA - POSIÇÃO 02	W 610 x 113,0	W 610 x 113,0	W 530 x 92,0	W 530 x 109,0	W 530 x 66,0	W 460 x 60,0
	NÓ - POSIÇÃO 03	W 610 x 113,0	W 610 x 113,0	W 530 x 92,0	W 530 x 109,0	W 530 x 123,0	W 460 x 60,0
	COLUNA-POSIÇÃO 04	W 610 x 174,0	W 610 x 174,0	W 610 x 174,0	W 610 x 155,0	W 610 x 125,0	W 530 x 101,0
	R _{h1} /R _{h2} (KN)	367 / -260	367 / 224	368 / 179	358 / 119	261 / 99	166 / 73
	R _{v1} /R _{v2} (KN)	209 / -115	209 / -76	202 / -42	198 / -3	139 / -16	87 / -16
	M _{x1} /M _{x2} (KN.m)	1147 / 612	1149 / -594	1188 / 501	1128 / 347	862 / 302	540 / 220



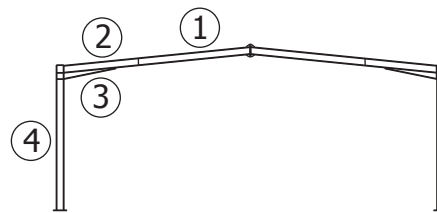
PÓRTICO ENGASTADO

H = 9 m

		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
L = 15 m	VIGA - POSIÇÃO 01	W 410 x 38,8	W 410 x 38,8	W 410 x 38,8	W 310 x 32,7	W 310 x 32,7	W 310 x 23,8
	VIGA - POSIÇÃO 02						
	NÓ - POSIÇÃO 03	W 410 x 38,8	W 410 x 38,8	W 410 x 38,8	W 310 x 32,7	W 310 x 32,7	W 310 x 23,8
	COLUNA-POSIÇÃO 04	W 530 x 72,0	W 530 x 72,0	W 410 x 67,0	W 410 x 67,0	W 410 x 67,0	W 410 x 60,0
	R_{n1}/R_{n2} (KN)	17 / 93	17 / 87	15 / 79	17 / 76	12 / 57	9 / 39
	R_{v1}/R_{v2} (KN)	71 / -47	72 / -30	70 / -16	69 / -24	52 / -18	33 / -10
M_{x1}/M_{x2} (KN.m)	56 / 318	56 / 297	49 / 275	56 / 277	42 / 209	29 / 145	
L = 20 m	VIGA - POSIÇÃO 01	W 410 x 46,1	W 410 x 38,8	W 410 x 38,8	W 360 x 39,0	W 310 x 32,7	W 310 x 28,3
	VIGA - POSIÇÃO 02						
	NÓ - POSIÇÃO 03	W 410 x 46,1	W 410 x 38,8	W 410 x 38,8	W 360 x 39,0	W 310 x 32,7	W 310 x 28,3
	COLUNA-POSIÇÃO 04	W 530 x 72,0	W 530 x 72,0	W 410 x 67,0	W 410 x 67,0	W 410 x 67,0	W 410 x 60,0
	R_{n1}/R_{n2} (KN)	31 / 109	31 / 85	29 / 61	30 / 42	23 / 32	16 / 22
	R_{v1}/R_{v2} (KN)	87 / -61	86 / -37	85 / -17	85 / -2	63 / -1	41 / -1
M_{x1}/M_{x2} (KN.m)	109 / 367	111 / 289	101 / 205	104 / 142	85 / 112	57 / 75	
L = 25 m	VIGA - POSIÇÃO 01	W 460 x 52,0	W 410 x 46,1	W 410 x 38,8	W 410 x 38,8	W 410 x 38,8	W 360 x 32,9
	VIGA - POSIÇÃO 02						
	NÓ - POSIÇÃO 03	W 460 x 52,0	W 410 x 46,1	W 410 x 38,8	W 410 x 38,8	W 410 x 38,8	W 360 x 32,9
	COLUNA-POSIÇÃO 04	W 530 x 92,0	W 530 x 82,0	W 410 x 67,0	W 410 x 67,0	W 410 x 67,0	W 410 x 60,0
	R_{n1}/R_{n2} (KN)	52 / 132	52 / 100	48 / 71	48 / 47	36 / 35	24 / 24
	R_{v1}/R_{v2} (KN)	108 / -74	105 / -47	100 / -26	100 / -3	75 / -2	48 / -3
M_{x1}/M_{x2} (KN.m)	182 / 442	184 / 338	166 / 235	166 / 154	125 / 115	86 / 81	
L = 30 m	VIGA - POSIÇÃO 01	W 530 x 66,0	W 530 x 66,0	W 460 x 52,0	W 460 x 52,0	W 410 x 46,1	W 410 x 46,1
	VIGA - POSIÇÃO 02	W 530 x 66,0	W 530 x 66,0	W 460 x 52,0	W 460 x 52,0	W 410 x 46,1	W 410 x 46,1
	NÓ - POSIÇÃO 03	W 530 x 66,0	W 530 x 66,0	W 460 x 52,0	W 460 x 52,0	W 410 x 46,1	W 410 x 46,1
	COLUNA-POSIÇÃO 04	W 610 x 101,0	W 530 x 82,0	W 530 x 82,0	W 530 x 82,0	W 530 x 72,0	W 410 x 67,0
	R_{n1}/R_{n2} (KN)	77 / 155	72 / 110	74 / 82	74 / 51	55 / 40	35 / 26
	R_{v1}/R_{v2} (KN)	128 / -89	124 / -57	120 / -29	120 / -2	87 / -4	58 / -3
M_{x1}/M_{x2} (KN.m)	279 / 523	254 / 362	270 / 276	270 / 168	206 / 133	124 / 84	
L = 35 m	VIGA - POSIÇÃO 01	W 610 x 101,0	W 530 x 66,0	W 530 x 66,0	W 530 x 66,0	W 460 x 52,0	W 410 x 38,8
	VIGA - POSIÇÃO 02	W 610 x 101,0	W 530 x 92,0	W 530 x 72,0	W 530 x 72,0	W 460 x 60,0	W 410 x 46,1
	NÓ - POSIÇÃO 03	W 610 x 101,0	W 530 x 92,0	W 530 x 72,0	W 530 x 72,0	W 460 x 60,0	W 410 x 46,1
	COLUNA-POSIÇÃO 04	W 610 x 101,0	W 610 x 101,0	W 610 x 101,0	W 610 x 101,0	W 530 x 82,0	W 410 x 67,0
	R_{n1}/R_{n2} (KN)	106 / 162	109 / 134	107 / 91	108 / 53	78 / 43	47 / 26
	R_{v1}/R_{v2} (KN)	157 / -95	149 / -63	145 / -29	145 / -3	102 / -4	68 / -3
M_{x1}/M_{x2} (KN.m)	376 / 532	405 / 452	404 / 307	402 / 169	291 / 141	170 / 82	
L = 40 m	VIGA - POSIÇÃO 01	W 610 x 101,0	W 610 x 101,0	W 530 x 92,0	W 530 x 92,0	W 530 x 66,0	W 410 x 46,1
	VIGA - POSIÇÃO 02	W 610 x 113,0	W 610 x 101,0	W 530 x 92,0	W 530 x 92,0	W 530 x 66,0	W 410 x 60,0
	NÓ - POSIÇÃO 03	W 610 x 113,0	W 610 x 101,0	W 530 x 92,0	W 530 x 92,0	W 530 x 66,0	W 410 x 60,0
	COLUNA-POSIÇÃO 04	W 610 x 155,0	W 610 x 101,0	W 610 x 101,0	W 610 x 125,0	W 530 x 92,0	W 460 x 74,0
	R_{n1}/R_{n2} (KN)	159 / 206	146 / 133	140 / 86	142 / 47	101 / 44	67 / 34
	R_{v1}/R_{v2} (KN)	192 / 104	178 / -60	175 / -23	172 / -10	119 / -10	74 / -7
M_{x1}/M_{x2} (KN.m)	588 / 707	512 / 449	530 / 304	514 / 140	375 / 138	263 / 114	
L = 45 m	VIGA - POSIÇÃO 01	W 610 x 101,0	W 610 x 101,0	W 530 x 82,0	W 530 x 72,0	W 530 x 66,0	W 460 x 60,0
	VIGA - POSIÇÃO 02	W 610 x 113,0	W 610 x 113,0	W 530 x 92,0	W 530 x 92,0	W 530 x 72,0	W 460 x 74,0
	NÓ - POSIÇÃO 03	W 610 x 113,0	W 610 x 113,0	W 530 x 92,0	W 530 x 92,0	W 530 x 72,0	W 460 x 74,0
	COLUNA-POSIÇÃO 04	W 610 x 174,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	W 610 x 101,0	W 530 x 72,0
	R_{n1}/R_{n2} (KN)	207 / 232	197 / 163	198 / 117	199 / 68	136 / 53	88 / 36
	R_{v1}/R_{v2} (KN)	257 / -107	205 / -63	198 / -26	195 / -40	134 / -18	84 / -10
M_{x1}/M_{x2} (KN.m)	817 / 846	772 / 559	799 / 404	808 / 231	535 / 177	340 / 157	
L = 50 m	VIGA - POSIÇÃO 01	W 610 x 140,0	W 610 x 101,0	W 530 x 92,0	W 530 x 92,0	W 530 x 82,0	W 460 x 60,0
	VIGA - POSIÇÃO 02	W 610 x 140,0	W 610 x 113,0	W 530 x 109,0	W 530 x 109,0	W 530 x 109,0	W 460 x 74,0
	NÓ - POSIÇÃO 03	W 610 x 140,0	W 610 x 113,0	W 530 x 138,0	W 530 x 109,0	W 530 x 109,0	W 460 x 89,0
	COLUNA-POSIÇÃO 04	W 610 x 174,0	W 610 x 174,0	W 610 x 174,0	W 610 x 155,0	W 610 x 140,0	W 530 x 92,0
	R_{n1}/R_{n2} (KN)	257 / 244	248 / 189	240 / 123	250 / 56	182 / 47	111 / 40
	R_{v1}/R_{v2} (KN)	240 / -117	228 / -70	220 / -18	220 / -40	160 / -12	94 / -10
M_{x1}/M_{x2} (KN.m)	1050 / 860	1003 / 663	1050 / 450	1034 / 175	753 / 150	461 / 140	

PÓRTICO ENGASTADO

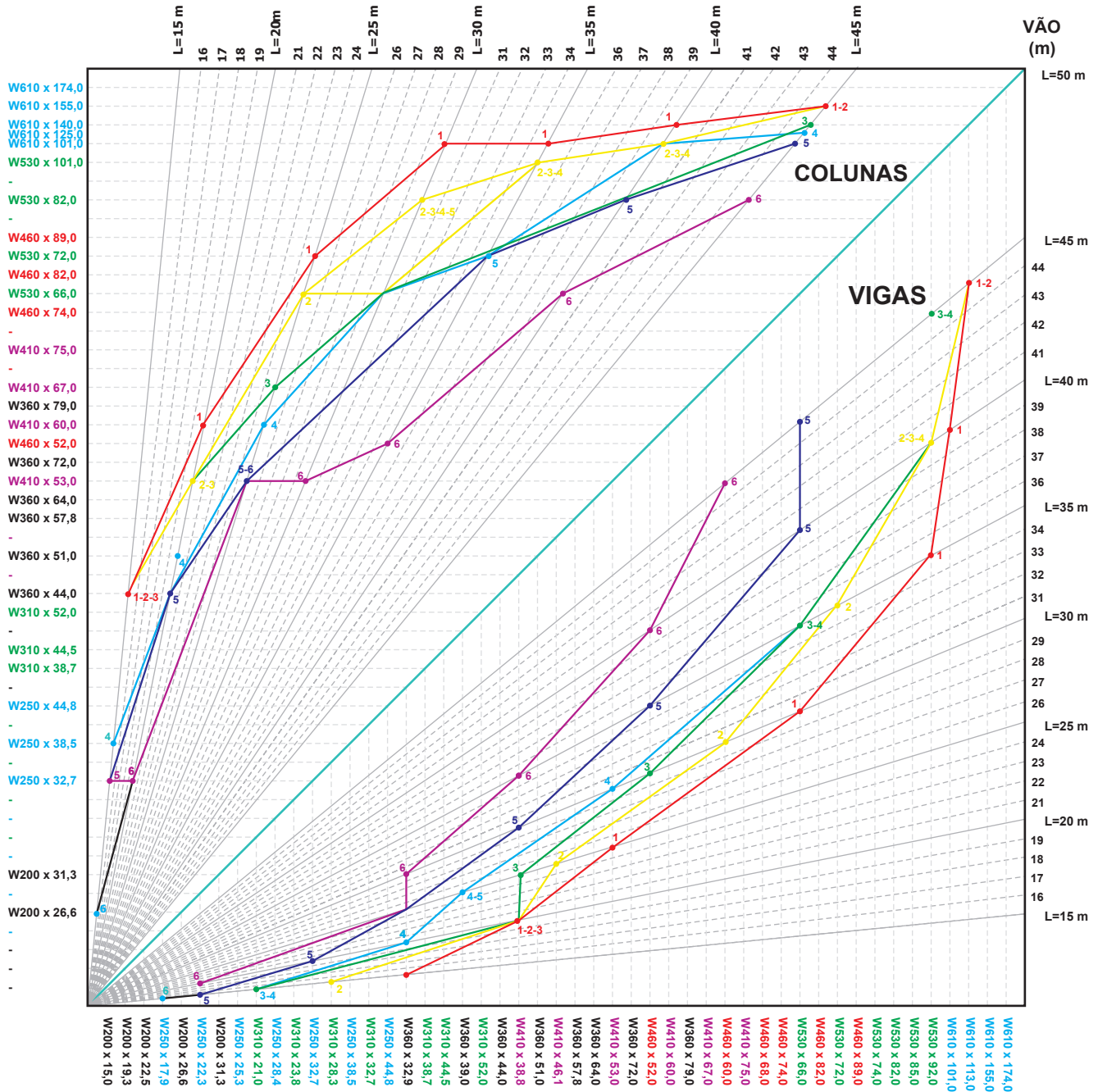
H = 12 m



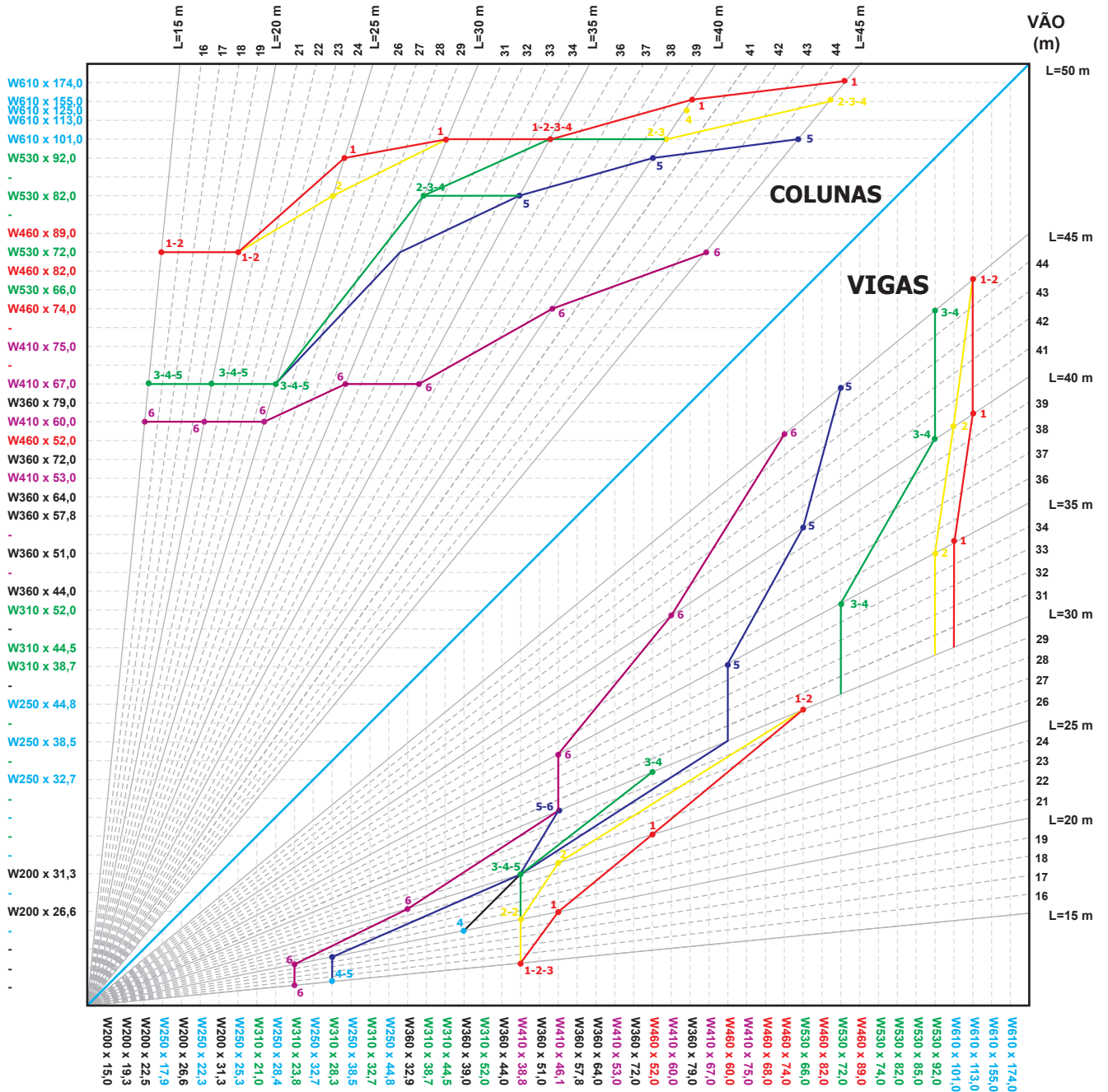
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
L = 15 m	VIGA - POSIÇÃO 01	W 460 x 52,0	W 460 x 52,0	W 410 x 38,8	W 410 x 38,8	W 410 x 38,8	W 310 x 28,3
	VIGA - POSIÇÃO 02						
	NÓ - POSIÇÃO 03	W 460 x 52,0	W 460 x 52,0	W 410 x 38,8	W 410 x 38,8	W 410 x 38,8	W 310 x 28,3
	COLUNA-POSIÇÃO 04	W 610 x 113,0	W 610 x 101,0	W 530 x 82,0	W 530 x 82,0	W 530 x 72,0	W 410 x 60,0
	R _{h1} /R _{h2} (KN)	14 / 113	13 / 88	13 / 67	12 / 47	9 / 36	6 / 24
	R _{v1} /R _{v2} (KN)	94 / -32	91 / -14	84 / -2	84 / -14	60 / -9	38 / -4
	M _{x1} /M _{x2} (KN.m)	58 / 518	57 / 404	54 / 314	53 / 224	38 / 36	26 / 144
L = 20 m	VIGA - POSIÇÃO 01	W 460 x 52,0	W 460 x 52,0	W 410 x 38,8	W 410 x 38,8	W 410 x 38,8	W 310 x 28,3
	VIGA - POSIÇÃO 02						
	NÓ - POSIÇÃO 03	W 460 x 52,0	W 460 x 52,0	W 410 x 38,8	W 410 x 38,8	W 410 x 38,8	W 310 x 28,3
	COLUNA-POSIÇÃO 04	W 610 x 113,0	W 610 x 101,0	W 530 x 92,0	W 530 x 82,0	W 530 x 72,0	W 410 x 60,0
	R _{h1} /R _{h2} (KN)	25 / 129	24 / 98	24 / 75	24 / 52	18 / 39	11 / 26
	R _{v1} /R _{v2} (KN)	109 / -50	106 / -26	101 / -7	99 / -11	72 / -6	45 / -1
	M _{x1} /M _{x2} (KN.m)	114 / 580	109 / 453	110 / 346	107 / 239	78 / 176	52 / 122
L = 25 m	VIGA - POSIÇÃO 01	W 530 x 66,0	W 410 x 60,0	W 410 x 46,1	W 410 x 38,8	W 410 x 38,8	W 360 x 32,9
	VIGA - POSIÇÃO 02						
	NÓ - POSIÇÃO 03	W 530 x 66,0	W 410 x 60,0	W 410 x 46,1	W 410 x 38,8	W 410 x 38,8	W 360 x 32,9
	COLUNA-POSIÇÃO 04	W 610 x 113,0	W 610 x 101,0	W 530 x 92,0	W 530 x 82,0	W 530 x 72,0	W 410 x 60,0
	R _{h1} /R _{h2} (KN)	40 / 141	40 / 109	38 / 81	37 / 57	28 / 42	17 / 28
	R _{v1} /R _{v2} (KN)	127 / -67	122 / -38	117 / -15	112 / -6	82 / -2	52 / -1
	M _{x1} /M _{x2} (KN.m)	175 / 624	183 / 499	176 / 373	174 / 264	126 / 195	79 / 131
L = 30 m	VIGA - POSIÇÃO 01	W 530 x 72,0	W 530 x 66,0	W 460 x 60,0	W 460 x 52,0	W 410 x 46,1	W 410 x 38,8
	VIGA - POSIÇÃO 02	W 530 x 72,0	W 530 x 66,0	W 460 x 60,0	W 460 x 52,0	W 410 x 46,1	W 410 x 38,8
	NÓ - POSIÇÃO 03	W 530 x 72,0	W 530 x 66,0	W 460 x 60,0	W 460 x 52,0	W 410 x 46,1	W 410 x 38,8
	COLUNA-POSIÇÃO 04	W 610 x 155,0	W 610 x 125,0	W 530 x 92,0	W 530 x 101,0	W 530 x 82,0	W 410 x 67,0
	R _{h1} /R _{h2} (KN)	60 / 163	58 / 122	55 / 87	56 / 59	41 / 45	25 / 30
	R _{v1} /R _{v2} (KN)	155 / -74	146 / -44	136 / -21	135 / -1	97 / -2	62 / -2
	M _{x1} /M _{x2} (KN.m)	286 / 745	272 / 551	254 / 387	262 / 265	195 / 205	117 / 134
L = 35 m	VIGA - POSIÇÃO 01	W 610 x 101,0	W 530 x 72,0	W 530 x 66,0	W 530 x 66,0	W 460 x 52,0	W 410 x 38,8
	VIGA - POSIÇÃO 02	W 610 x 113,0	W 530 x 92,0	W 530 x 82,0	W 530 x 72,0	W 460 x 60,0	W 410 x 46,1
	NÓ - POSIÇÃO 03	W 610 x 113,0	W 530 x 92,0	W 530 x 82,0	W 530 x 72,0	W 460 x 60,0	W 410 x 46,1
	COLUNA-POSIÇÃO 04	W 610 x 140,0	W 610 x 113,0	W 610 x 101,0	W 610 x 101,0	W 530 x 101,0	W 360 x 79,0
	R _{h1} /R _{h2} (KN)	83 / 172	81 / 136	79 / 97	80 / 61	58 / 49	35 / 34
	R _{v1} /R _{v2} (KN)	180 / -86	163 / -57	157 / -25	159 / -11	113 / -13	70 / -3
	M _{x1} /M _{x2} (KN.m)	382 / 751	382 / 604	374 / 429	382 / 272	283 / 219	165 / 147
L = 40 m	VIGA - POSIÇÃO 01	W 610 x 101,0	W 610 x 101,0	W 610 x 101,0	W 610 x 101,0	W 530 x 66,0	W 460 x 52,0
	VIGA - POSIÇÃO 02	W 610 x 113,0	W 610 x 101,0	W 610 x 101,0	W 610 x 101,0	W 530 x 72,0	W 460 x 52,0
	NÓ - POSIÇÃO 03	W 610 x 113,0	W 610 x 101,0	W 610 x 101,0	W 610 x 101,0	W 530 x 72,0	W 460 x 52,0
	COLUNA-POSIÇÃO 04	W 610 x 155,0	W 610 x 113,0	W 610 x 101,0	W 610 x 101,0	W 530 x 82,0	W 460 x 74,0
	R _{h1} /R _{h2} (KN)	120 / 211	139 / 133	103 / 95	143 / 48	100 / 45	47 / 35
	R _{v1} /R _{v2} (KN)	208 / -94	189 / -61	187 / -20	187 / -19	126 / -34	79 / -5
	M _{x1} /M _{x2} (KN.m)	534 / 878	480 / 613	464 / 401	536 / 223	373 / 207	225 / 151
L = 45 m	VIGA - POSIÇÃO 01	W 610 x 125,0	W 610 x 101,0	W 610 x 101,0	W 530 x 92,0	W 530 x 72,0	W 460 x 60,0
	VIGA - POSIÇÃO 02	W 610 x 125,0	W 610 x 113,0	W 610 x 113,0	W 530 x 92,0	W 530 x 92,0	W 460 x 74,0
	NÓ - POSIÇÃO 03	W 610 x 125,0	W 610 x 113,0	W 610 x 113,0	W 530 x 92,0	W 530 x 92,0	W 460 x 74,0
	COLUNA-POSIÇÃO 04	W 610 x 174,0	W 610 x 155,0	W 610 x 113,0	W 610 x 113,0	W 610 x 101,0	W 530 x 72,0
	R _{h1} /R _{h2} (KN)	153 / 231	143 / 165	137 / 104	138 / 62	101 / 51	63 / 37
	R _{v1} /R _{v2} (KN)	216 / -106	219 / -89	210 / -21	204 / -15	145 / -10	89 / -10
	M _{x1} /M _{x2} (KN.m)	739 / 970	700 / 721	633 / 436	655 / 254	497 / 221	304 / 159
L = 50 m	VIGA - POSIÇÃO 01	W 610 x 125,0	W 610 x 101,0	W 610 x 101,0	W 610 x 113,0	W 530 x 72,0	W 460 x 60,0
	VIGA - POSIÇÃO 02	W 610 x 195,0	W 610 x 195,0	W 610 x 195,0	W 610 x 113,0	W 530 x 109,0	W 460 x 89,0
	NÓ - POSIÇÃO 03	W 610 x 195,0	W 610 x 195,0	W 610 x 195,0	W 610 x 113,0	W 530 x 109,0	W 460 x 89,0
	COLUNA-POSIÇÃO 04	W 610 x 217,0	W 610 x 195,0	W 610 x 195,0	W 610 x 195,0	W 610 x 140,0	W 530 x 109,0
	R _{h1} /R _{h2} (KN)	205 / 245	200 / 176	187 / 112	188 / 62	136 / 56	84 / 41
	R _{v1} /R _{v2} (KN)	276 / -106	263 / -50	247 / -21	254 / -15	165 / -10	103 / -10
	M _{x1} /M _{x2} (KN.m)	1023 / 1093	1000 / 790	908 / 478	952 / 217	696 / 240	446 / 183

6.5 - Ábaco de Estágios de Carga para Pré-Dimensionamento

ÁBACO - PÓRTICOS PLANOS H = 6 m

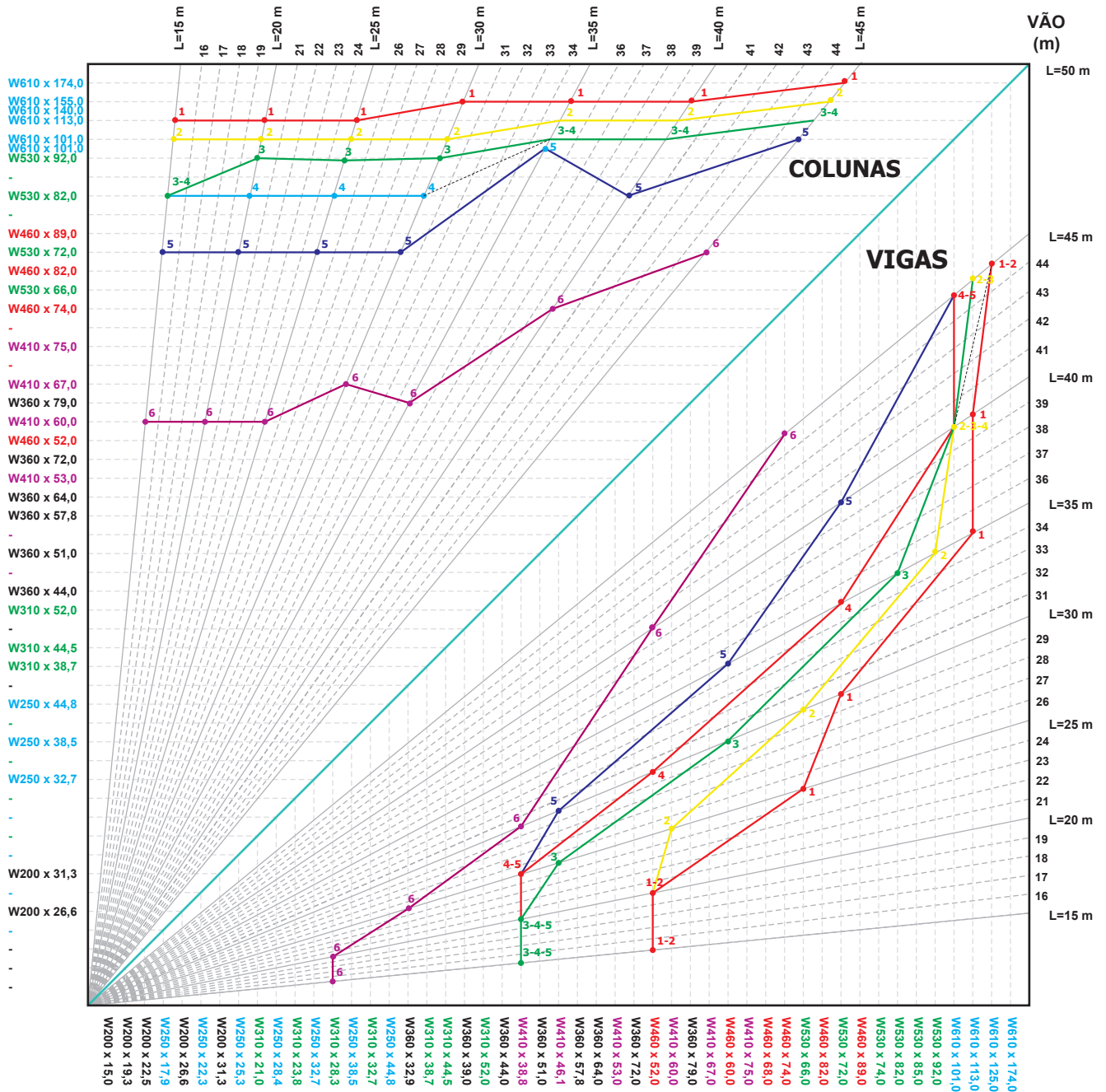


ÁBACO - PÓRTICOS PLANOS H = 9 m



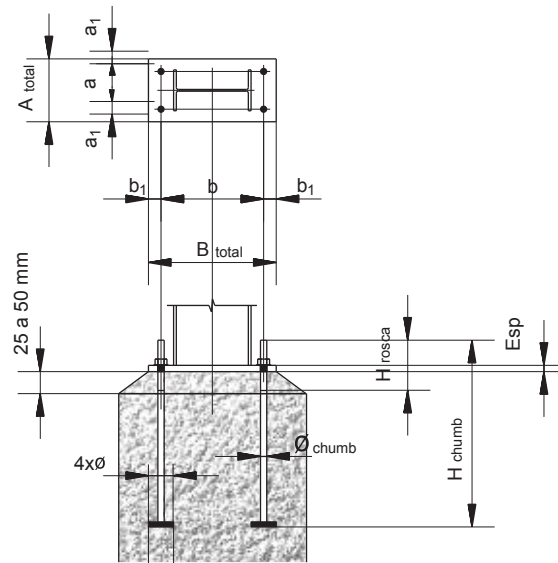
Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
$V_0 = 45 / B = 12m$	$V_0 = 45 / B = 9m$ $V_0 = 40 / B = 12m$	$V_0 = 40 / B = 9m$ $V_0 = 35 / B = 12m$	$V_0 = 45 / B = 6m$ $V_0 = 35 / B = 9m$ $V_0 = 30 / B = 12m$	$V_0 = 40 / B = 6m$ $V_0 = 35 / B = 6m$ $V_0 = 30 / B = 9m$	$V_0 = 30 / B = 6m$

ÁBACO - PÓRTICOS PLANOS H = 12 m



Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
$V_o = 45 / B = 12m$	$V_o = 45 / B = 9m$ $V_o = 40 / B = 12m$	$V_o = 40 / B = 9m$ $V_o = 35 / B = 12m$	$V_o = 45 / B = 6m$ $V_o = 35 / B = 9m$ $V_o = 30 / B = 12m$	$V_o = 40 / B = 6m$ $V_o = 35 / B = 6m$ $V_o = 30 / B = 9m$	$V_o = 30 / B = 6m$

6.6 - Detalhe das Bases



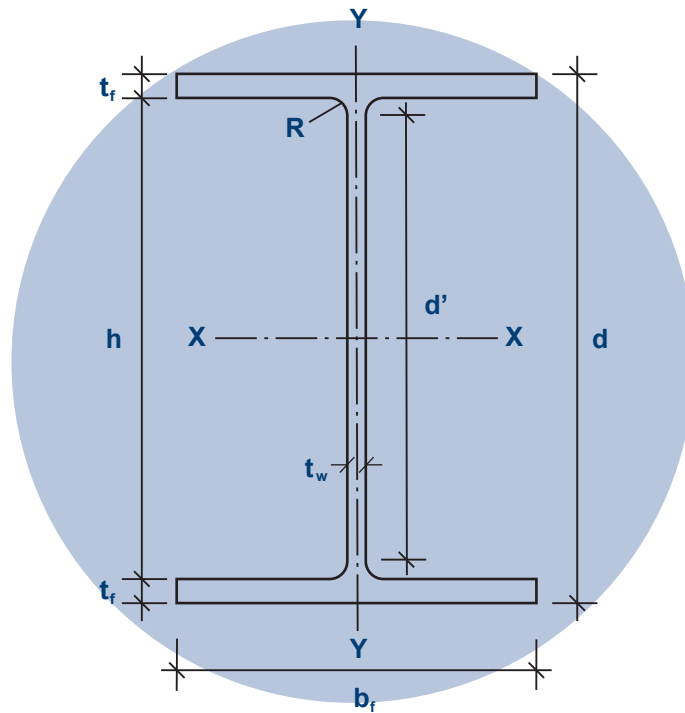
Dimensões das Bases:

PERFIS	A_{total} (mm)	a (mm)	a_1 (mm)	B_{total} (mm)	b (mm)	b_1 (mm)	Esp (mm)	\varnothing_{chumb} (mm)	H_{chumb} (mm)	H_{rosca} (mm)
W 200 x 26,6	350	190	80	500	375	63	32	4 x 25	750	175
W 250 x 32,7	350	190	80	500	375	63	32	4 x 25	750	175
W 250 x 38,5	350	190	80	500	375	63	32	4 x 25	750	175
W 360 x 44,6	300	150	75	650	540	55	38	4 x 32	750	175
W 360 x 51,0	300	150	75	650	550	50	38	4 x 32	750	175
W 360 x 79,0	300	150	75	650	550	50	38	4 x 32	750	175
W 410 x 38,8	300	150	75	650	540	55	38	4 x 32	750	175
W 410 x 46,1	300	150	75	650	540	55	38	4 x 32	750	175
W 410 x 53,0	360	2 x 120	60	750	624	63	45	6 x 38	850	225
W 410 x 60,0	360	2 x 120	60	750	624	63	45	6 x 38	850	225
W 410 x 67,0	360	2 x 120	60	750	624	63	45	6 x 38	850	225
W 410 x 75,0	360	2 x 120	60	750	624	63	45	6 x 38	850	225
W 460 x 52,0	300	180	60	700	574	63	45	4 x 38	650	225
W 460 x 60,0	300	180	60	750	624	63	45	4 x 38	850	225
W 460 x 68,0	300	180	60	750	624	63	45	4 x 38	850	225
W 460 x 74,0	300	180	60	750	624	63	45	4 x 38	850	225
W 460 x 82,0	300	180	60	750	624	63	45	4 x 38	850	225
W 460 x 89,0	300	180	60	750	624	63	45	4 x 38	850	225
W 530 x 66,0	460	2 x 130	100	854	704	75	51	6 x 45	1.100	280
W 530 x 72,0	460	2 x 130	100	854	704	75	51	6 x 45	1.100	280
W 530 x 74,0	460	2 x 130	100	854	704	75	51	6 x 45	1.100	280
W 530 x 82,0	460	2 x 130	100	854	704	75	51	6 x 45	1.100	280
W 530 x 85,0	460	2 x 130	100	854	704	75	51	6 x 45	1.100	280
W 530 x 92,0	460	2 x 130	100	854	704	75	51	6 x 45	1.100	280
W 530 x 101,0	500	2 x 130	100	854	704	75	51	6 x 45	1.100	280
W 610 x 101,0	460	2 x 130	100	854	704	75	51	6 x 45	1.100	280
W 610 x 113,0	540	2 x 150	120	902	728	87	63	6 x 51	1.500	320
W 610 x 125,0	540	2 x 150	120	902	728	87	63	6 x 51	1.500	320
W 610 x 140,0	740	2 x 260	110	1070	850	110	75	6 x 63	1.500	320
W 610 x 155,0	740	2 x 260	110	1070	850	110	75	6 x 63	1.500	320
W 610 x 174,0	740	2 x 260	110	1070	850	110	83	6 x 63	1.500	320

Obs.: Os detalhes das bases foram definidos à partir das cargas máximas nas bases contidas nas tabelas de pré-dimensionamento por tipo de bitola.

6.7 - Tabela de Perfis Estruturais Gerdau

BITOLA mm x kg/m	Massa Linear kg/m	d mm	b _y mm	ESPESSURA			d'	Área cm ²	EIXO X - X					EIXO Y - Y					ESBELTEZ		C _w cm ⁶	u m ² /m	BITOLA in x lb/ft
				t _w mm	t _f mm	h			I _x cm ⁴	W _x cm ³	r _x cm	Z _x cm ³	I _y cm ⁴	W _y cm ³	r _y cm	Z _y cm ³	r _t cm	I _t cm ⁴	MESA - t _w b / 2t _w	ALMA - t _w d' / t _w			
				mm	mm	mm			cm ⁴	cm ³	cm	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm	cm ³	cm	cm ⁴					
W 150 x 13,0	13,0	148	100	4,3	4,9	138	118	16,6	635	85,8	6,18	96,4	82	16,4	2,22	25,5	2,60	1,72	10,20	27,49	4,181	0,67	W 6 x 8,5
W 150 x 18,0	18,0	153	102	5,8	7,1	139	119	23,4	939	122,8	6,34	139,4	126	24,7	2,32	38,5	2,69	4,34	7,18	20,48	6,683	0,69	W 6 x 12
W 150 x 22,5 (H)	22,5	152	152	5,8	6,6	139	119	29,0	1229	161,7	6,51	179,6	387	50,9	3,65	77,9	4,10	4,75	11,52	20,48	20,417	0,88	W 6 x 15
W 150 x 24,0	24,0	160	102	6,6	10,3	139	115	31,5	1384	173,0	6,63	197,6	183	35,9	2,41	55,8	2,73	11,08	4,95	17,48	10,206	0,69	W 6 x 16
W 150 x 29,8 (H)	29,8	157	153	6,6	9,3	138	118	38,5	1739	221,5	6,72	247,5	556	72,6	3,80	110,8	4,18	10,95	8,23	17,94	30,277	0,90	W 6 x 20
W 150 x 37,1 (H)	37,1	162	154	8,1	11,6	139	119	47,8	2244	277,0	6,85	313,5	707	91,8	3,84	140,4	4,22	20,58	6,64	14,67	39,930	0,91	W 6 x 25
W 200 x 15,0	15,0	200	100	4,3	5,2	190	170	19,4	1305	130,5	8,20	147,9	87	17,4	2,12	27,3	2,55	2,05	9,62	39,44	8,222	0,77	W 8 x 10
W 200 x 19,3	19,3	203	102	5,8	6,5	190	170	25,1	1686	166,1	8,19	190,6	116	22,7	2,14	35,9	2,59	4,02	7,85	29,31	11,098	0,79	W 8 x 13
W 200 x 22,5	22,5	206	102	6,2	8,0	190	170	29,0	2029	197,0	8,37	225,5	142	27,9	2,22	43,9	2,63	6,18	6,38	27,42	13,868	0,79	W 8 x 15
W 200 x 26,6	26,6	207	133	5,8	8,4	190	170	34,2	2611	252,3	8,73	282,3	330	49,6	3,10	76,3	3,54	7,65	7,92	29,34	32,477	0,92	W 8 x 18
W 200 x 31,3	31,3	210	134	6,4	10,2	190	170	40,3	3168	301,7	8,86	338,6	410	61,2	3,19	94,0	3,60	12,59	6,57	26,50	40,822	0,93	W 8 x 21
W 200 x 35,9 (H)	35,9	201	165	6,2	10,2	181	161	45,7	3437	342,0	8,67	379,2	764	92,6	4,09	141,0	4,50	14,51	8,09	25,90	69,502	1,03	W 8 x 24
W 200 x 41,7 (H)	41,7	205	166	7,2	11,8	181	157	53,5	4114	401,4	8,77	448,6	901	108,5	4,10	165,7	4,53	23,19	7,03	21,86	83,948	1,04	W 8 x 28
W 200 x 46,1 (H)	46,1	203	203	7,2	11,0	181	161	58,6	4543	447,6	8,81	495,3	1535	151,2	5,12	229,5	5,58	22,01	9,23	22,36	141,342	1,19	W 8 x 31
W 200 x 52,0 (H)	52,0	206	204	7,9	12,6	181	157	66,9	5298	514,4	8,90	572,5	1784	174,9	5,16	265,8	5,61	33,34	8,10	19,85	166,710	1,19	W 8 x 35
HP 200 x 53,0 (H)	53,0	204	207	11,3	11,3	181	161	68,1	4977	488,0	8,55	551,3	1673	161,7	4,96	248,6	5,57	31,93	9,16	14,28	155,075	1,20	HP 8 x 36
W 200 x 59,0 (H)	59,0	210	205	9,1	14,2	182	158	76,0	6140	584,8	8,99	655,9	2041	199,1	5,18	303,0	5,64	47,69	7,22	17,32	195,418	1,20	W 8 x 45
W 200 x 71,0 (H)	71,0	216	206	10,2	17,4	181	161	91,0	7660	709,2	9,17	803,2	2537	246,3	5,28	374,5	5,70	81,66	5,92	15,80	249,976	1,22	W 8 x 48
W 200 x 86,0 (H)	86,0	222	209	13,0	20,6	181	157	110,9	9498	855,7	9,26	984,2	3139	300,4	5,32	458,7	5,77	142,19	5,07	12,06	317,844	1,23	W 8 x 58
W 200 x 100,0 (H)*	100,0	229	210	14,5	23,7	182	158	127,1	11355	991,7	9,45	1152,2	3664	349,0	5,37	533,4	5,80	212,61	4,43	10,87	385,454	1,25	W 8 x 67
W 250 x 17,9	17,9	251	101	4,8	5,3	240	220	23,1	2291	182,6	9,96	211,0	91	18,1	1,99	28,8	2,48	2,54	9,53	45,92	13,735	0,88	W 10 x 12
W 250 x 22,3	22,3	254	102	5,8	6,9	240	220	28,9	2939	231,4	10,09	267,7	123	24,1	2,06	38,4	2,54	4,77	7,39	37,97	18,629	0,89	W 10 x 15
W 250 x 25,3	25,3	257	102	6,1	8,4	240	220	32,6	3473	270,2	10,31	311,1	149	29,3	2,14	46,4	2,58	7,06	6,07	36,10	22,955	0,89	W 10 x 17
W 250 x 28,4	28,4	260	102	6,4	10,0	240	220	36,6	4046	311,2	10,51	357,3	178	34,8	2,20	54,9	2,62	10,34	5,10	34,38	27,636	0,90	W 10 x 19
W 250 x 32,7	32,7	258	146	6,1	9,1	240	220	42,1	4937	382,7	10,83	428,5	473	64,8	3,35	99,7	3,86	10,44	8,02	36,03	73,104	1,07	W 10 x 22
W 250 x 38,5	38,5	262	147	6,6	11,2	240	220	49,6	6057	462,4	11,05	517,8	594	80,8	3,46	124,1	3,93	17,63	6,56	33,27	93,242	1,08	W 10 x 26
W 250 x 44,8	44,8	266	148	7,6	13,0	240	220	57,6	7158	538,2	11,15	606,3	704	95,1	3,50	146,4	3,96	27,14	5,69	28,95	112,398	1,09	W 10 x 30
HP 250 x 62,0 (H)	62,0	246	256	10,5	10,7	225	201	79,6	8728	709,6	10,47	790,5	2995	234,0	6,13	357,8	6,89	33,46	11,96	19,10	414,130	1,47	HP 10 x 42
W 250 x 73,0 (H)	73,0	253	254	8,6	14,2	225	201	92,7	11257	889,9	11,02	983,3	3880	305,5	6,47	463,1	7,01	56,94	8,94	23,33	552,900	1,48	W 10 x 49
W 250 x 80,0 (H)	80,0	256	255	9,4	15,6	225	201	101,9	12550	980,5	11,10	1088,7	4313	338,3	6,51	513,1	7,04	75,02	8,17	21,36	622,878	1,49	W 10 x 54
HP 250 x 85,0 (H)	85,0	254	260	14,4	14,4	225	201	108,5	12280	966,9	10,64	1093,2	4225	325,0	6,24	499,6	7,00	82,07	9,03	13,97	605,403	1,50	HP 10 x 57
W 250 x 89,0 (H)	89,0	260	256	10,7	17,3	225	201	113,9	14237	1095,1	11,18	1224,4	4841	378,2	6,52	574,3	7,06	102,81	7,40	18,82	712,351	1,50	W 10 x 60
W 250 x 101,0 (H)	101,0	264	257	11,9	19,6	225	201	128,7	16352	1238,8	11,27	1395,0	5549	431,8	6,57	656,3	7,10	147,70	6,56	16,87	828,031	1,51	W 10 x 68
W 250 x 115,0 (H)	115,0	269	259	13,5	22,1	225	201	146,1	18920	1406,7	11,38	1597,4	6405	494,6	6,62	752,7	7,16	212,00	5,86	14,87	975,265	1,53	W 10 x 77
W 250 x 131,0 (H)*	131,0	275	261	15,4	25,1	225	193	167,8	22243	1617,7	11,51	1855,6	7448	570,7	6,66	870,7	7,21	321,06	5,20	12,52	1.161.225	1,54	W 10 x 88
W 250 x 149,0 (H)*	149,0	282	263	17,3	28,4	225	193	190,5	26027	1845,9	11,69	2137,5	8624	655,8	6,73	1007,7	7,27	462,06	4,63	11,17	1.384.436	1,55	W 10 x 100
W 250 x 167,0 (H)*	167,0	289	265	19,2	31,8	225	193	214,0	30110	2083,7	11,86	2435,3	9880	745,7	6,79	1140,2	7,33	644,95	4,17	10,07	1.631.156	1,57	W 10 x 112
W 310 x 21,0	21,0	303	101	5,1	5,7	292	272	27,2	3776	249,2	11,77	291,9	98	19,5	1,90	31,4	2,42	3,27	8,86	53,25	21,628	0,98	W 12 x 14
W 310 x 23,8	23,8	305	101	5,6	6,7	292	272	30,7	4346	285,0	11,89	333,2	116	22,9	1,94	36,9	2,45	4,65	7,54	48,50	25,594	0,99	W 12 x 16
W 310 x 28,3	28,3	309	102	6,0	8,9	291	271	36,5	5500	356,0	12,28	412,0	158	31,0	2,08	49,4	2,55	8,14	5,73	45,20	35,441	1,00	W 12 x 19
W 310 x 32,7	32,7	313	102	6,6	10,8	291	271	42,1	6570	419,8	12,49	485,3	192	37,6	2,13	59,8	2,58	12,91	4,72	41,12	43,612	1,00	W 12 x 22
W 310 x 38,7	38,7	310	165	5,8	9,7	291	271	49,7	8581	553,6	13,14	615,4	727	88,1	3,82	134,9	4,38	13,20	8,51	46,66	163,728	1,25	W 12 x 26
W 310 x 44,5	44,5	313	166	6,6	11,2	291	271	57,2	9997	638,8	13,22	712,8	855	103,0	3,87	158,0	4,41	19,90	7,41	41,00	194,433	1,26	W 12 x 30
W 310 x 52,0	52,0	317	167	7,6	13,2	291	271	67,0	11909	751,4	13,33	842,5	1026	122,9	3,91	188,8	4,45	31,81	6,33	35,61	236,422	1,27	W 12 x 35
W 310 x 60,0*	60,0	303	203	7,5	13,1	277	245	76,1	12908	852,0	13,02	944,3	1829	228,7	4,90	275,4	5,48	40,46	6,29	26,11	383,747	1,38	W 12 x 40
W 310 x 67,0*	67,0	306	204	8,5	14,6	277	245	85,3	14559	951,5	13,06	1060,4	2069	202,8	4,92	310,5	5,51	55,35	6,99	28,80	438,542	1,38	W 12 x 45
W 310 x 74,0*	74,0	310	205	9,4	16,3	277	245	95,1	16501	1064,6	13,17	1192,0	2344	180,2	4,96	350,5	5,54	75,51	7,75	32,64	504,715	1,39	W 12 x 50
HP 310 x 79,0 (H)	79,0	299	306	11,0	11,0	277	245	100,0	16316	1091,3	12,77	1210,1	5258	343,7	7,25	525,4	8,20	46,72	13,91	22,27	1.089.258	1,77	HP 12 x 53
HP 310 x 93,0 (H)	93,0	303	308	13,1	13,1	277	245	119,2	19682	1299,1	12,85	1450,3	6387	414,7	7,32	635,5	8,26	77,33	11,76	18,69	1.340.320	1,78	HP 12 x 63
W 310 x 97,0 (H)																							



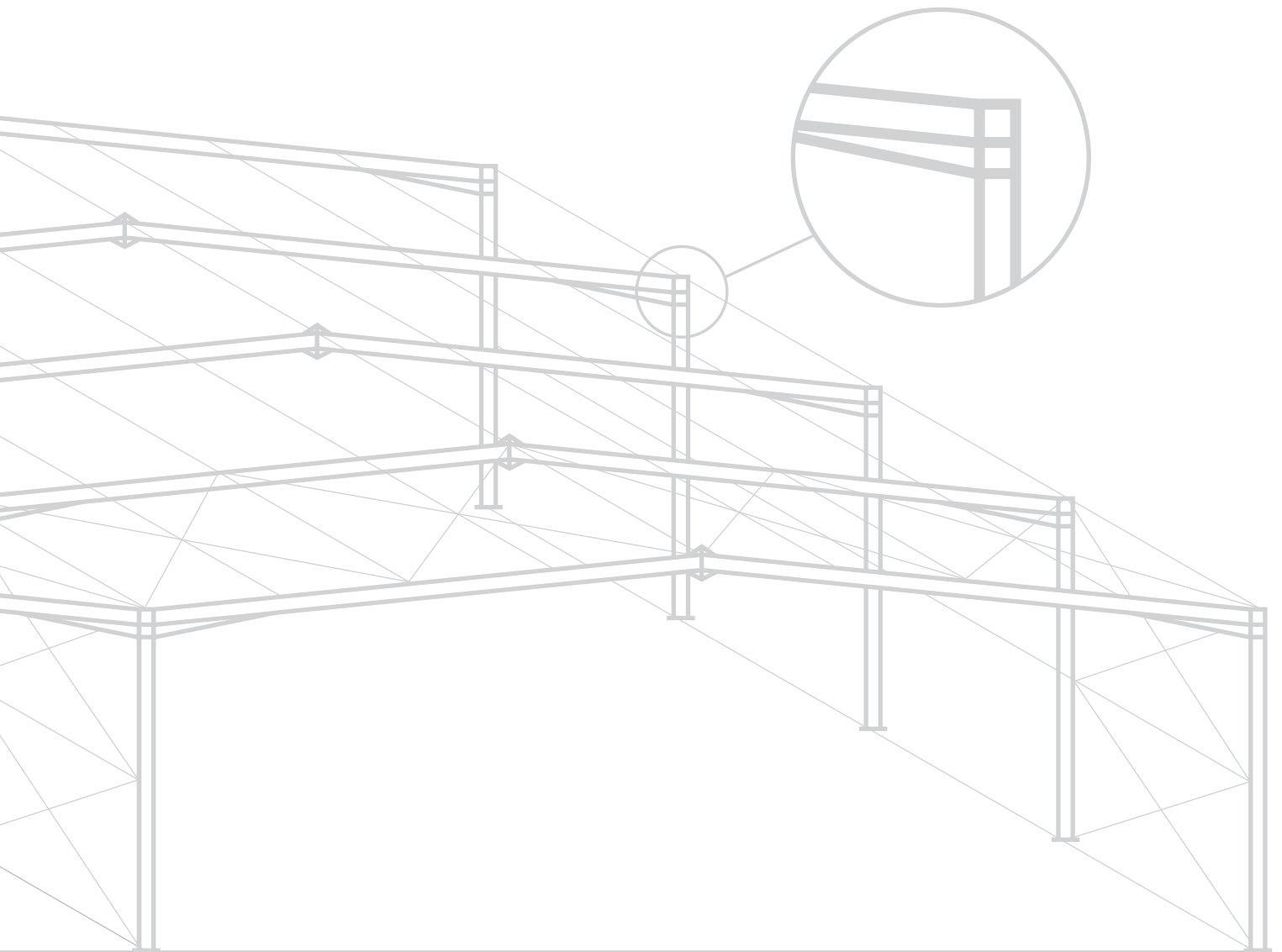
LEGENDA

d = altura
 b_f = largura da aba
 t_w = espessura da alma
 t_f = espessura da aba
 h = altura interna
 d' = altura livre da alma
 ÁREA = área da seção
 R = raio de concordância
 I = momento de inércia
 W = módulo de resistência

r = raio de giração
 Z = módulo de resistência plástico
 rt = raio de giração em relação ao eixo $Y-Y$ do T formado pela área da aba mais $1/6$ da área da alma
 I_t = momento de inércia à torção
 C_w = constante de empenamento
 u = área superficial por metro linear

EXEMPLOS DE UTILIZAÇÃO

(INCLUI EXEMPLO PRÁTICO COMPLETO)



7 - Exemplos de Utilização

A seguir alguns exemplos de utilização:

- Para vãos com medida padrão, preferencialmente com entrada direta nas tabelas.
- Para vãos com medida intermediária que podem ter os valores interpolados nos ábacos.

7.1 - Consulta direta

Exemplo 1 - Vão Padrão:

Pré dimensionar um pórtico com as seguintes características:

- Vão do pórtico: $L = 30,0$ m
- Altura da coluna: $H = 9,0$ m
- Espaçamento entre pórticos: $B = 6,0$ m
- Localização geográfica: Aracaju
- Isopletas: $V_o = 30$ m/s

Pré-dimensionamento pela Tabela:

Selecionamos a Tabela referente a $H = 9,0$ m e $L = 30,0$ m - Pág. 40

O caso de carga correspondente a $V_o = 30$ e $B = 6,0$ é o Q6 - Pág. 37

Portanto para as condições de travamento descritas nas páginas 22 e 23 temos:

- Posição 01 & 02: W 410 x 46,1 - Viga do Pórtico
- Posição 04: W 410 x 67,0 - Coluna

Reações:

Horizontais:

- $R_{h1} = 35$ KN
- $R_{h2} = \pm 26$ KN

Verticais:

- $R_{v1} = 58$ KN
- $R_{v2} = -3$ KN

Fletor engaste:

- $M_{x1} = 124$ KN.m
- $M_{x2} = \pm 84$ KN.m

Notas:

As reações Índice 1 são as envoltórias devidas às ações permanente mais sobrecarga.
As reações Índice 2 são as envoltórias devidas às ações do vento.

Pré-dimensionamento pelo Ábaco:

Selecionamos o Ábaco referente a $H = 9,0$ m (página 43)

O estágio de carregamento correspondente a $V_o = 30$ m/s e $B = 6,0$ é o Q6

Portanto temos:

- Colunas: W 410 x 67,0
- Vigas: W 410 x 46,1

7.2 - Consulta por Interpolação

Exemplo 2 - Vão Qualquer:

Pré dimensionar um pórtico com as seguintes características:

- Vão do Pórtico: $L = 32$ m
- Altura da coluna: $H = 11,0$ m
- Espaçamento entre pórticos: $B = 8,00$ m
- Localização geográfica: São Paulo
- Isopletas: $V_o = 40$ m/s

Pré-dimensionamento pelo Ábaco:

Selecionamos o Ábaco referente a $H = 12$ m > 11 m

O estágio de carregamento: $V_o = 40$ m/s e $B = 9,0$ ($B = 9,0 > 8,0$ m), corresponde ao estágio de carregamento Q3.

Veja indicação no ábaco pág. 44:

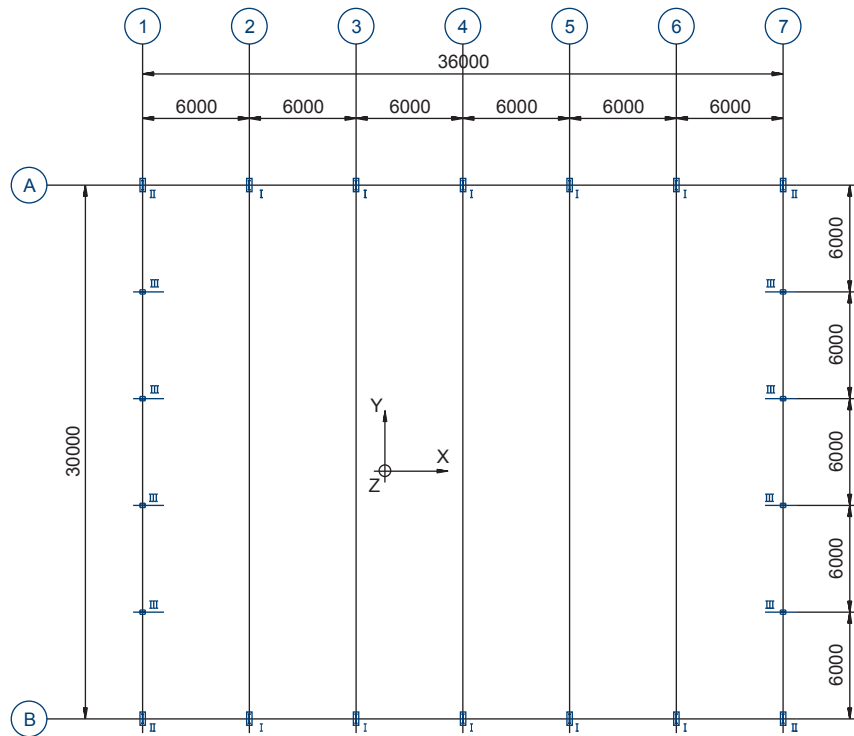
Portanto para as condições de travamento descritas nas páginas 20 e 21 temos:

Coluna: W 610 x 101,0

Viga: W 460 x 74,0

7.3 - Projeto de Galpão com Vão Padrão

O exemplo a seguir tem o objetivo de demonstrar de forma prática a utilização dos conceitos e premissas estabelecidas neste manual, apresentando o projeto de um galpão contendo todos os seus elementos, para ser usado simplesmente como referência. Além do pórtico principal, ilustra também os elementos estruturais de travamento e a lista de materiais.



PLANO DAS BASES

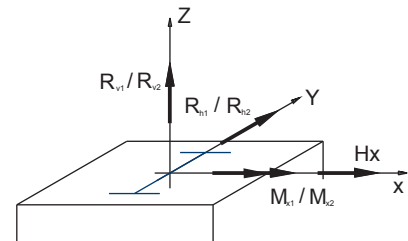
AÇÕES NAS BASES DO PÓRTICO

BASES TIPO I						BASES TIPO II						
R_{V1}	R_{H1}	M_{X1}	R_{V2}	R_{H2}	M_{X2}	R_{V1}	R_{H1}	M_{X1}	R_{V2}	R_{H2}	M_{X2}	H_x
-58	±35	±124	+3	±26	±84	-58	±35	±124	+3	±26	±84	±45

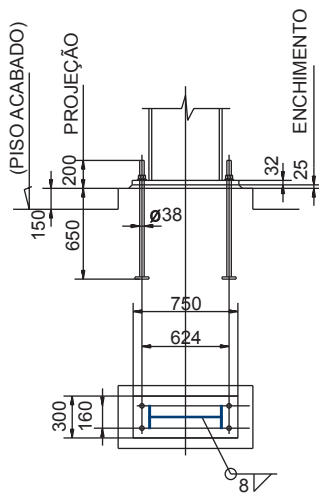
UNIDADES:

R_{VN} & R_{HN} : KN

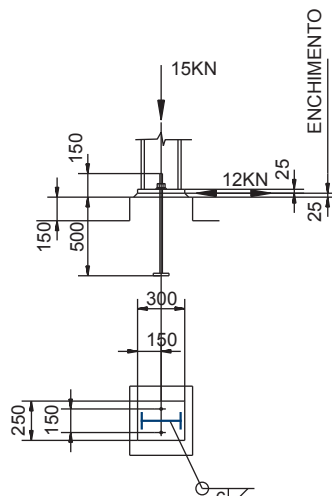
M_{XN} : KN.m



DIREÇÃO POSITIVA DOS ESFORÇOS



BASES TIPOS I & II

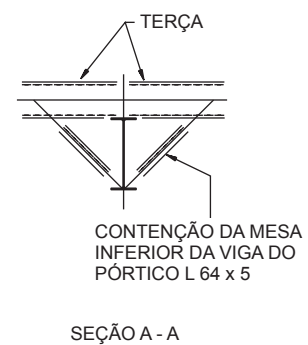
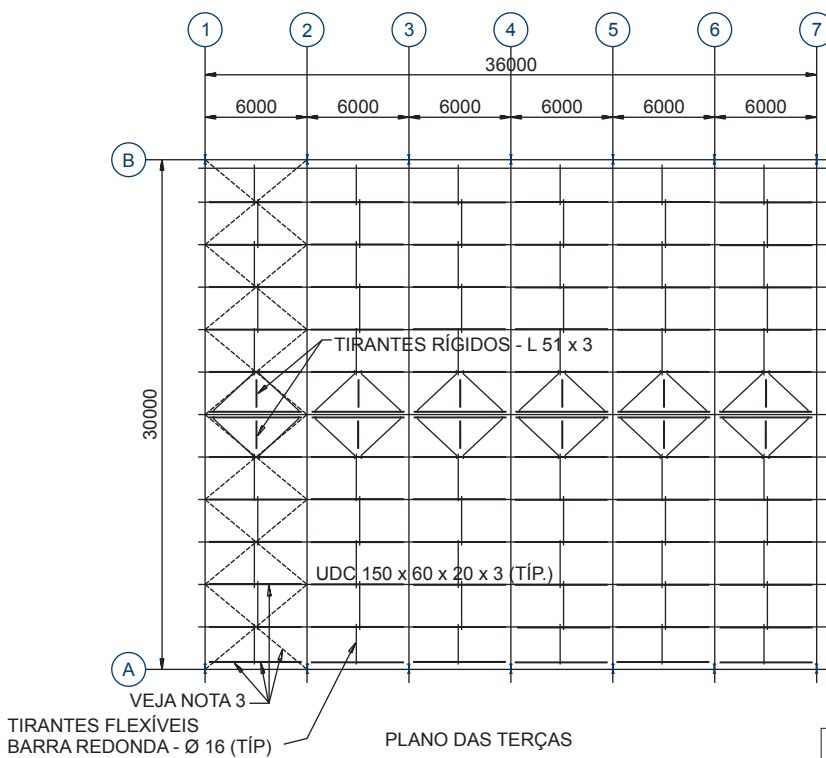
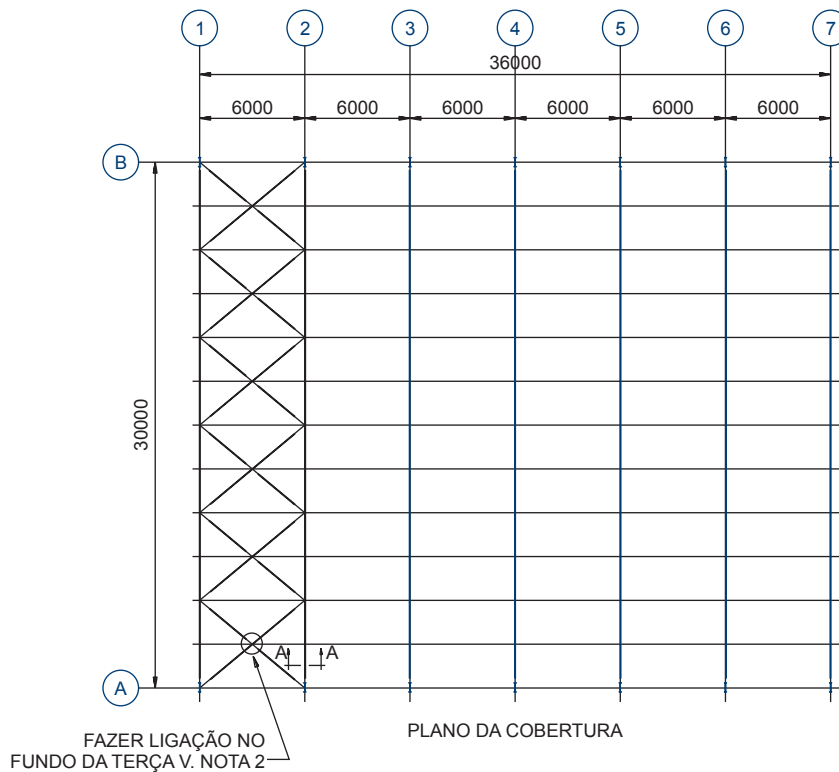


BASES TIPO III
(COLUNAS DE FECHAMENTO)

NOTAS:

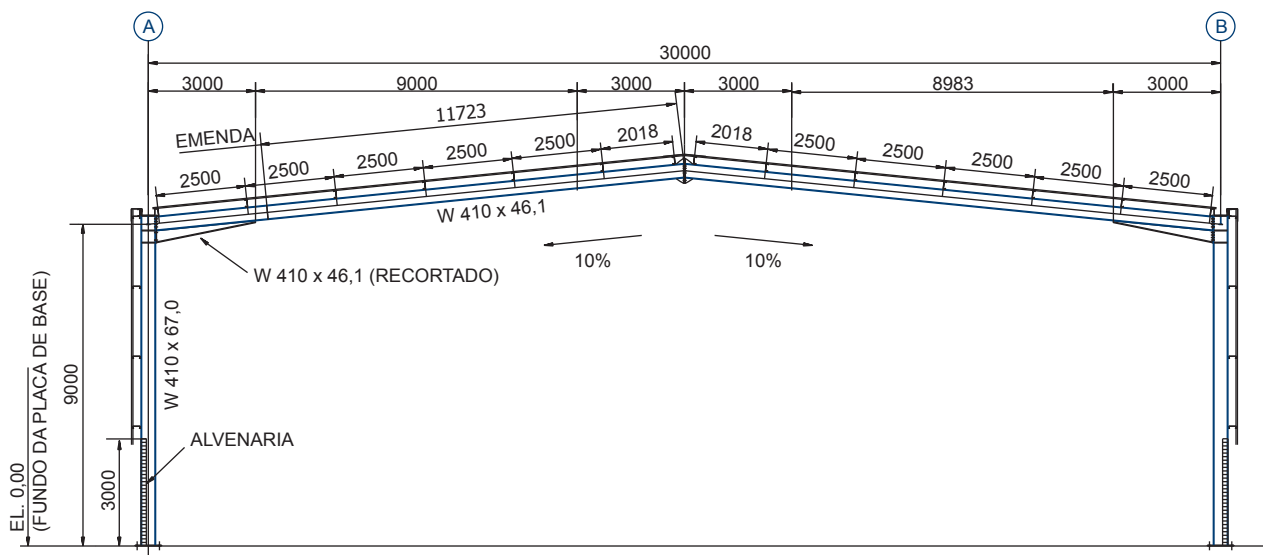
- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Perfis do pórtico em aço ASTM A 572 Grau 50.
- 3 - Chumbadores e tirantes em aço ASTM A36.
- 4 - Perfis de chapa dobrada em aço ABNT NBR 6650 - CF 24.
- 5 - Concreto das bases FCK > 180 kgf / cm².
- 6 - Estrutura preparada com jato SA 2 1/2, pintada com 2 demãos de epoximastic cores com 125 μm de fundo e 125 μm de acabamento.
- 7 - As cargas com índice "1" são as decorrentes das envoltórias das ações (permanente + sobrecarga) e as com índice "2" são as provenientes das ações do vento.
- 8 - Projeto de galpão modulado para estágio de carga Q6, com 30 m de vão, 9 m de altura e 6 m de espaçamento entre colunas - GMQ6-30-9-6.

GERDAU	GMQ6 / 30 / 9 / 6	P01
PLANO DAS BASES		REV:

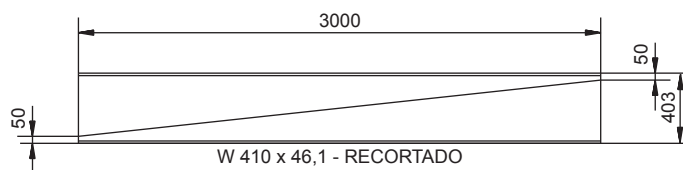


- 1 - Para notas gerais e referência, veja desenho P01.
- 2 - Ligação para efetiva contenção das mesas da viga do pórtico.
- 3 - Contraventamentos e elementos na faixa contraventada devem ser dimensionados para os esforços normais devidos ao vento.

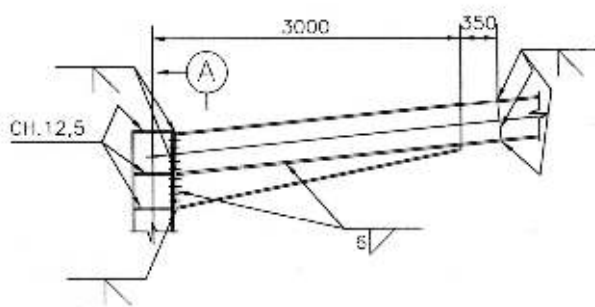
GERDAU	GMQ6 / 30 / 9 / 6	P02
PLANO DA COBERTURA E TERÇAS		REV:



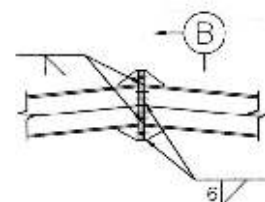
SEÇÃO TRANSVERSAL



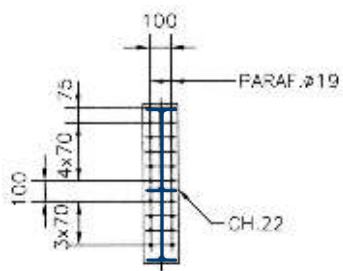
DET. PARA RECORTE DAS MÍSLAS



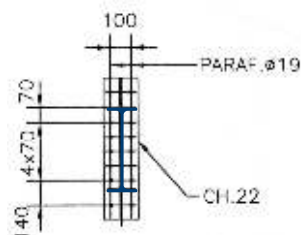
DETALHE DO NÓ DO PÓRTICO



DETALHE DA CUMEEIRA

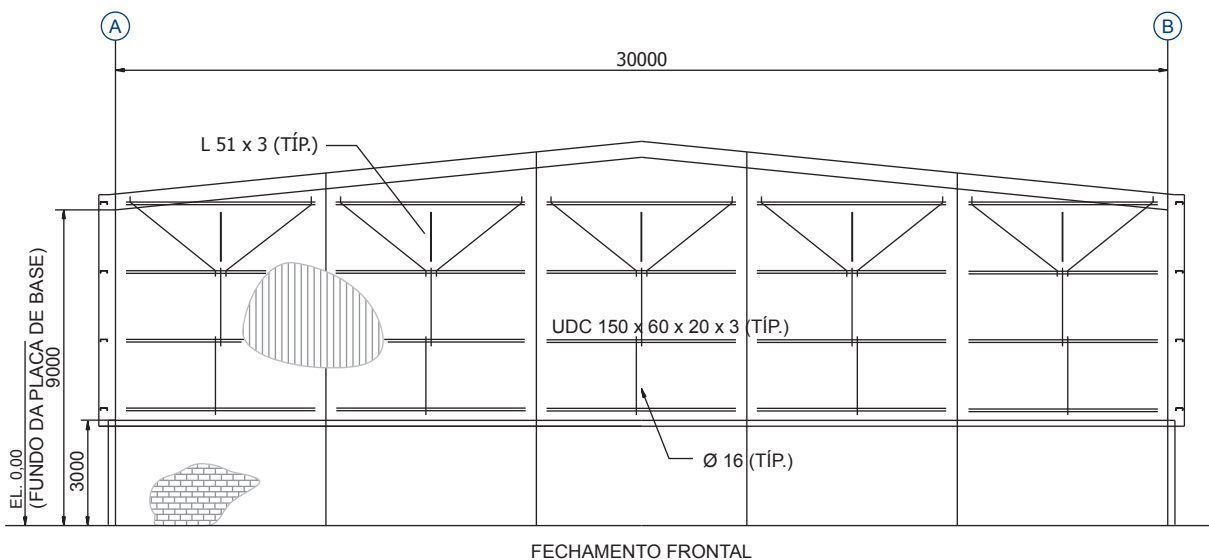
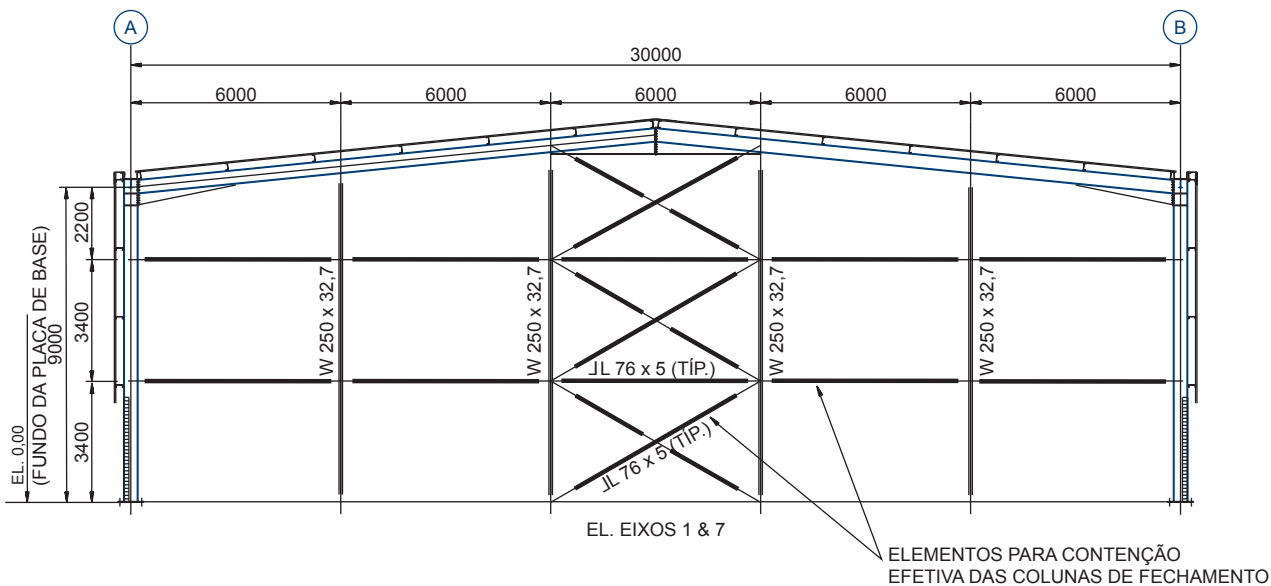


SEÇÃO (A)

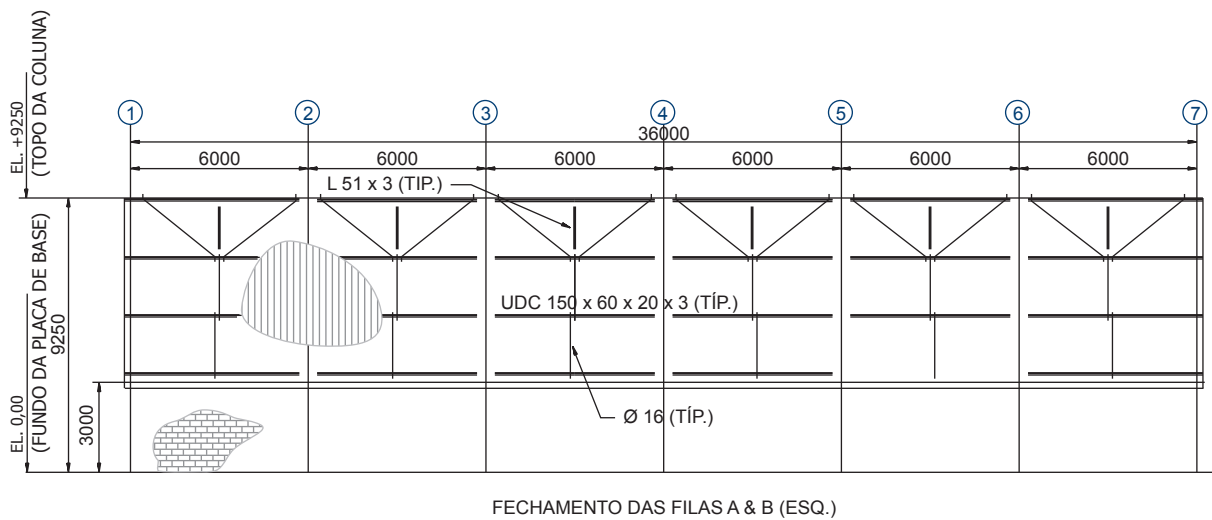
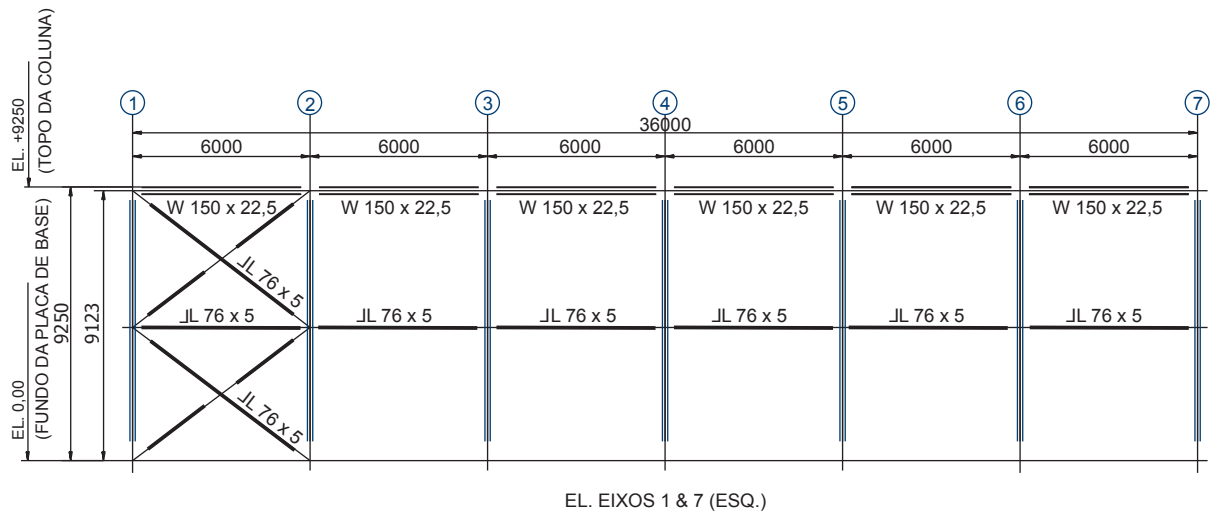


SEÇÃO (B)

GERDAU	GMQ6 / 30 / 9 / 6	P03
SEÇÃO TRANSVERSAL		REV: A



	GMQ6 / 30 / 9 / 6	P04
ELEVAÇÃO E FECHAMENTO DOS EIXOS 1 & 7		REV.:



GERDAU	GMQ6 / 30 / 9 / 6	P05
ELEVAÇÃO E FECHAMENTO DAS FILAS A & B		REV:

LISTA DE MATERIAL



Ref.: **Galpão em Pórtico**

Cliente:

Resp.:

Obra: **GMQ6/30/9/6**

Item:

Item	Material	Altura (mm)	Peso kg/m	Esp. (mm)	Compr. (mm)	Quant.	Observações	Peso (kg)
1	Pórtico e Travamentos							
2	W 410 x 67,0		67,00		9300	14	Colunas do pórtico	8723,4
3	W 410 x 46,1		46,10		15060	14	Vigas do pórtico	9719,7
4	W 150 x 22,5		22,50		6000	12	Escoras do beiral	1620,0
5	L 76 x 5		5,50		7500	16	Contraventamento vertical	660,0
6	L 76 x 5		5,50		6000	24	Contraventamento vertical	792,0
7	L 76 x 5		5,50		7800	24	Contraventamento horizontal	1029,6
8	UDC 150 x 60 x 20 x 2,66		6,04		6000	84	Terças	3044,2
9	Bar.diam. 16		1,57		2600	84	Tirantes	342,9
10	L 51 x 3		2,49		2500	12	Tirantes rígidos	74,7
11	CH 25 x 300	300		25	750	14	Placas de base	618,2
12	Bar. diam. 25		3,85		850	56	Chumbador	183,4
13	Detalhes 3%						Ligações	804,2
14							Área: 1080 m ²	
15							Subtotal: 27612	
16							Taxa: 25,6 kg/m ²	
17								
18	Fechamento Lateral							
19	W 250 x 32,7		32,7		10200	4	Coluna de fechamento frontal	1334,2
20	W 250 x 32,7		32,7		9600	4	Coluna de fechamento frontal	1255,7
11	L 76 x 5		5,50		6900	24	Contravent. vertical frontal	910,8
12	CH 25 x 250	250		25	300	8	Placas de base - col. de fech.	117,8
23	Bar. diam. 25		3,85		650	16	Chumbador	40,1
24	UDC 150 x 60 x 20 x 2,66		6,04		6000	88	Vigas de fechamento	3189,1
25	Bar. diam. 16		1,57		2600	88	Tirantes	359,2
26	L 51 x 3		2,49		2500	22	Tirantes rígidos	137,0
27	Detalhes 3%						Ligações	220,3
28								
29							Subtotal: 7564	
30							Taxa: 7,3 kg/m ²	

OBSERVAÇÕES / COMPLEMENTOS:

- A - Perfil Estrutural Gerdau ASTM A 572 GR 50
- B - Lista de materiais considerando galpão com fechamento lateral à partir da altura de 3,0 m.
- C - Cantoneiras, chapas de ligação e terças - Aço ASTM A 36
- D - Tirantes e chumbadores - Aço ASTM A36

Peso total calculado

35177

Area Estruturada - (m²)
Taxa Média - (kg/m²)

1080
32,5

Revisões:

Página

1

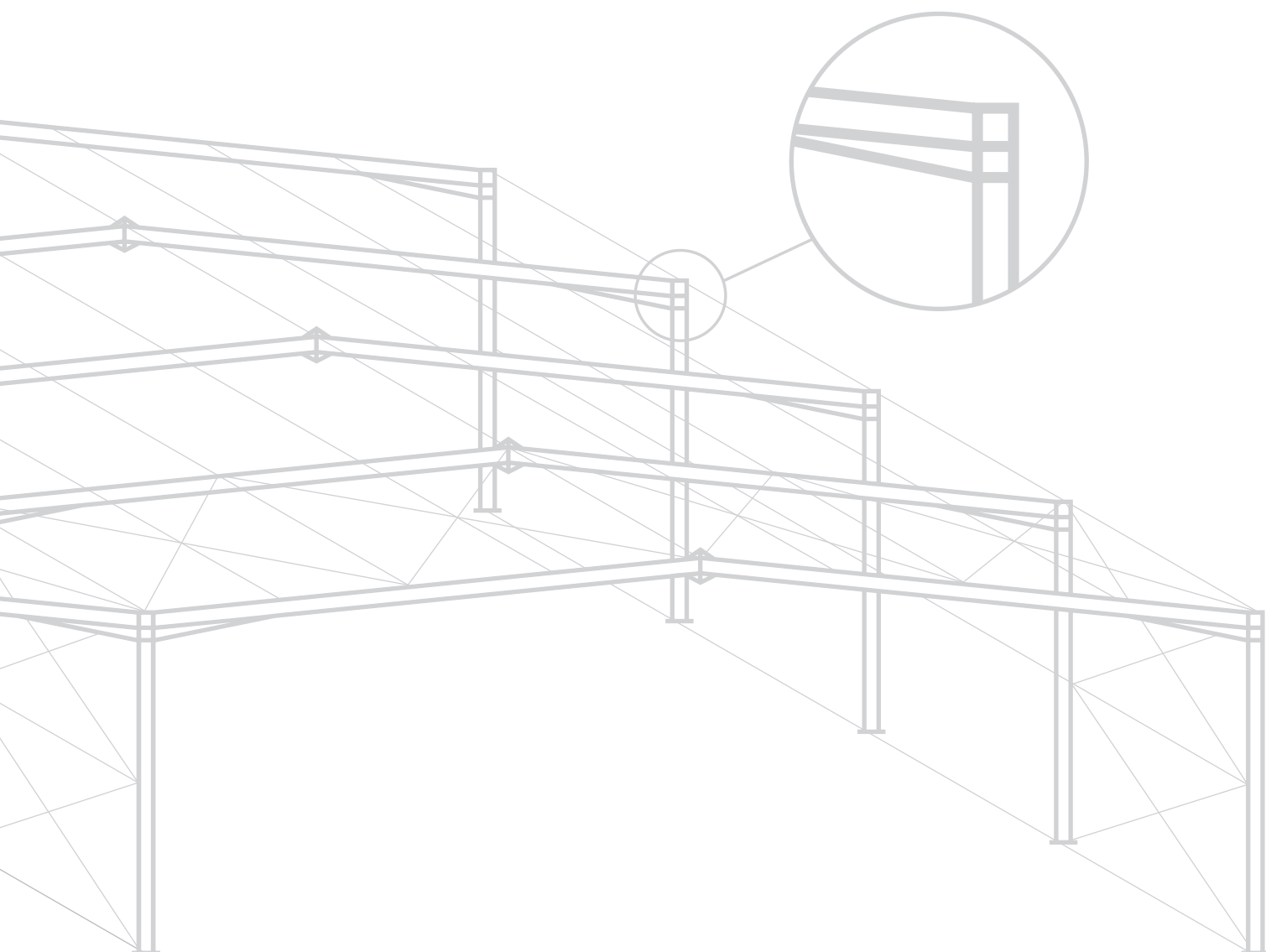
Aprovação / Data:

de

1

CONSUMO APROXIMADO DE AÇO

8



8 - Consumo Aproximado de Aço

Os gráficos a seguir estabelecem uma linha média para os pesos estimados das estruturas em kg/m^2 , considerando os seguintes elementos:

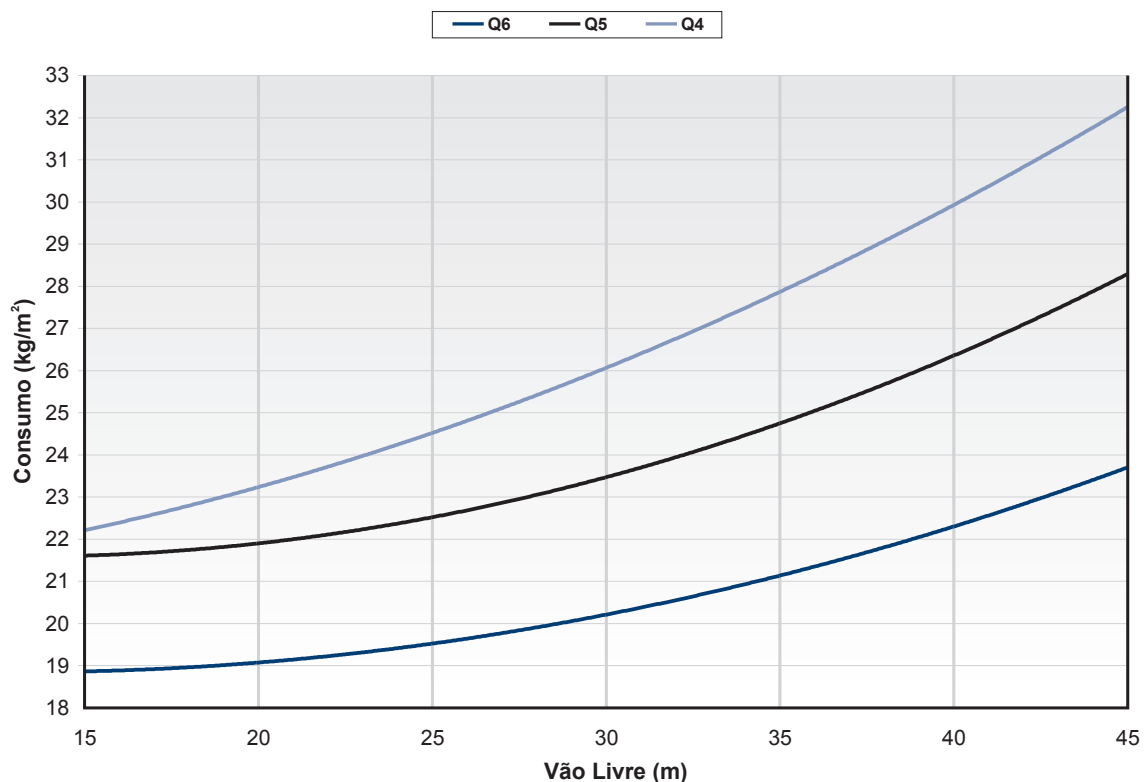
- Peso dos pórticos;
- Peso das placas de base e das chapas de ligação;
- Travamentos necessários para a estabilização dos pórticos (verticais e horizontais).

O peso total obtido não inclui o peso dos elementos de fechamento lateral, usualmente estimado entre $6,00$ e $12,00 \text{ kg/m}^2$ dependendo das particularidades de cada projeto.

Os gráficos foram montados tomando-se as medidas padrão de altura ($H = 6, 9$ e 12 m), espaçamento entre os pórticos ($B = 6, 9$ e 12 m) e vãos ($15 \text{ m} < L < 45 \text{ m}$) combinados entre si. Para qualquer valor dentro das faixas citadas acima pode-se fazer uma interpolação linear com boa precisão.

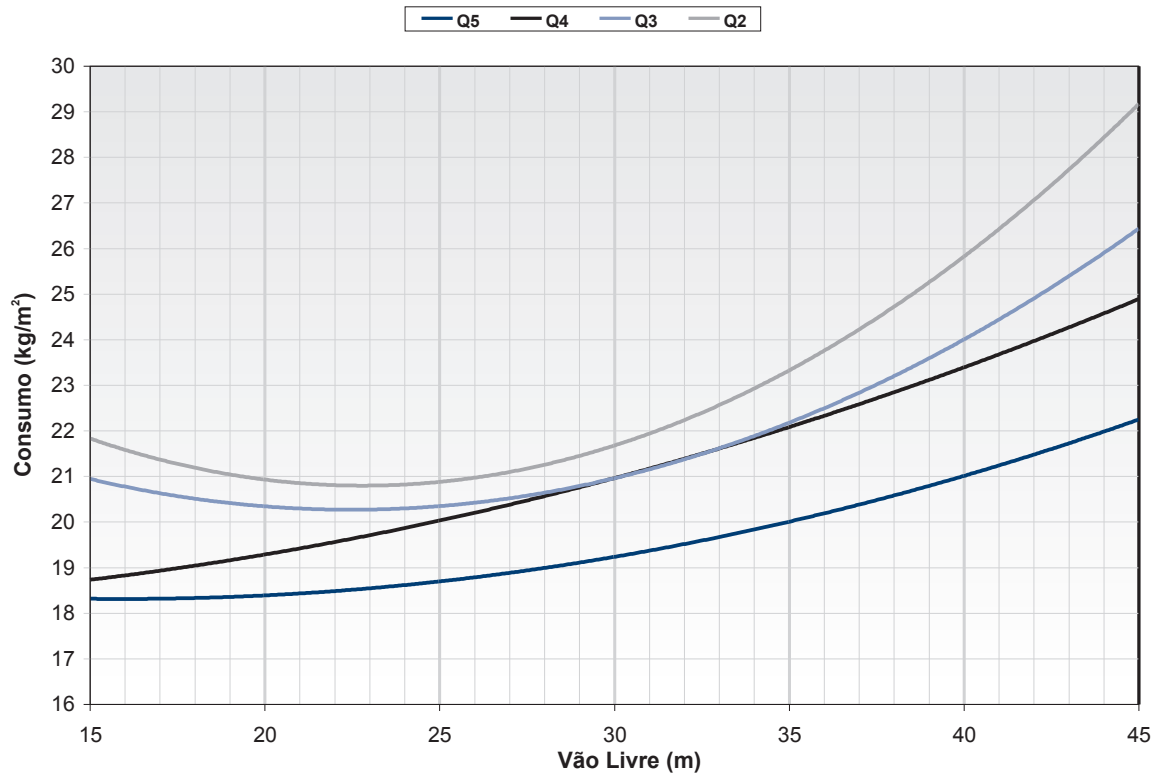
CONSUMO APROXIMADO DE AÇO

$H = 6,0 \text{ m}; B = 6,0 \text{ m}$



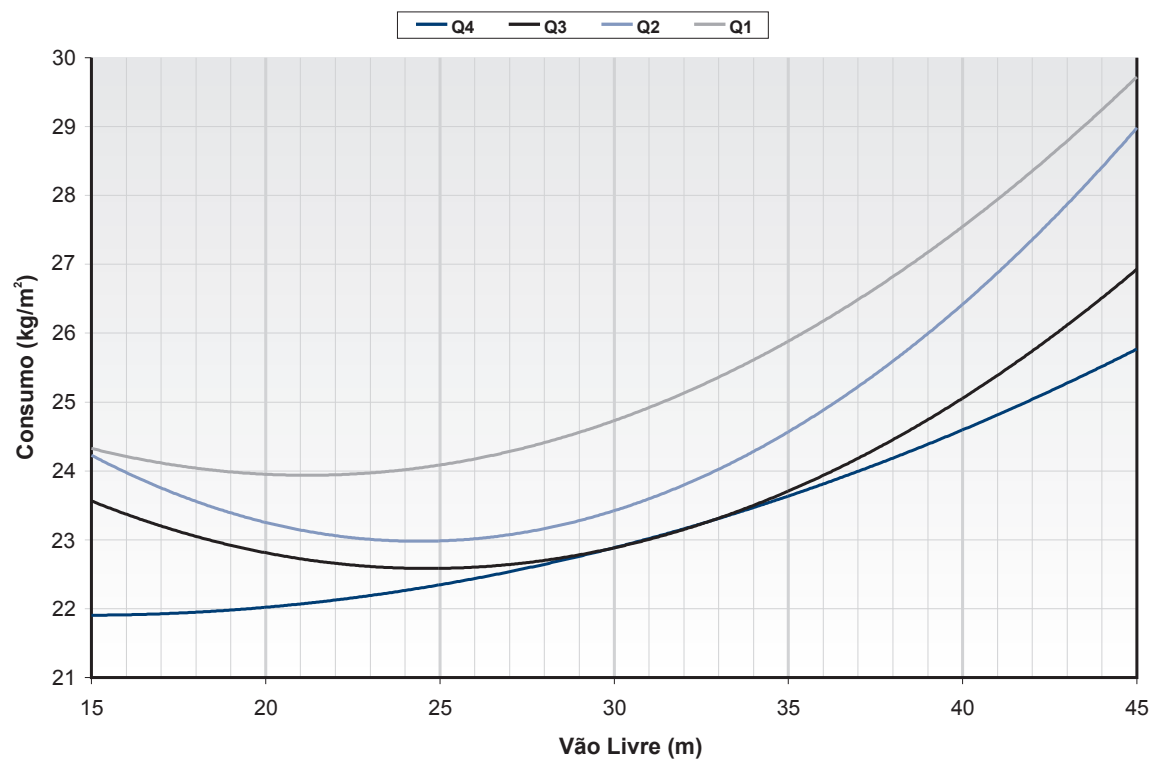
CONSUMO APROXIMADO DE AÇO

H = 6,0 m; B = 9,0 m



CONSUMO APROXIMADO DE AÇO

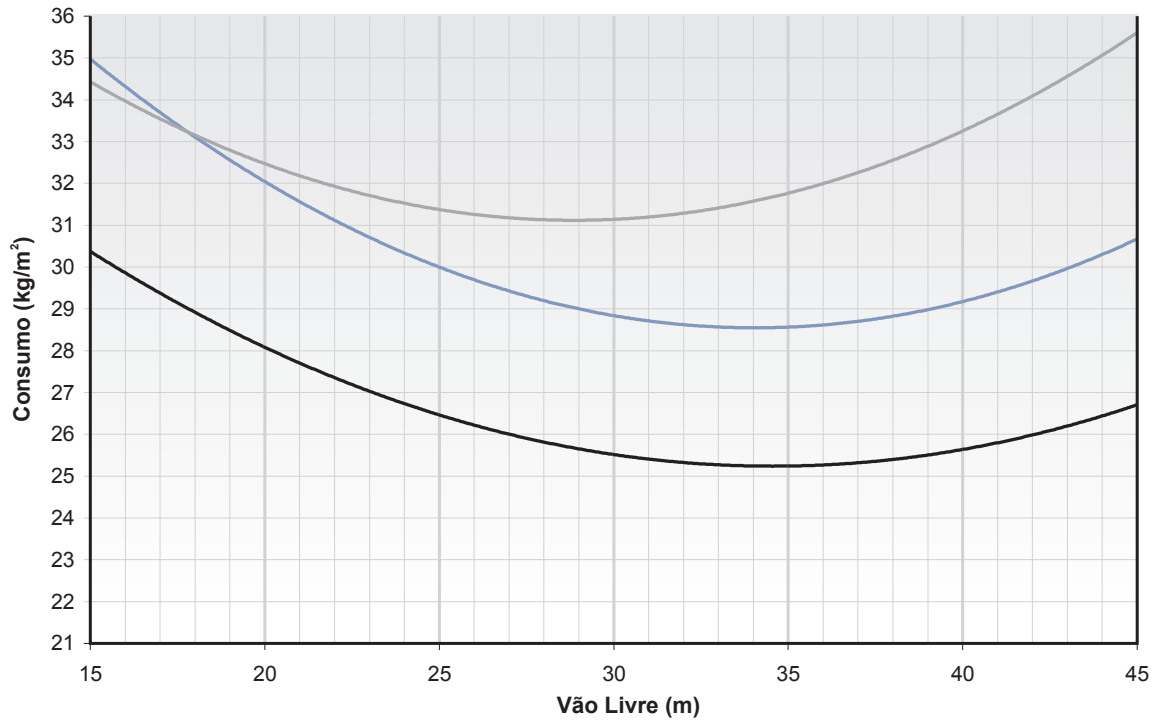
H = 6,0 m; B = 12,0 m



CONSUMO APROXIMADO DE AÇO

H = 9,0 m; B = 6,0 m

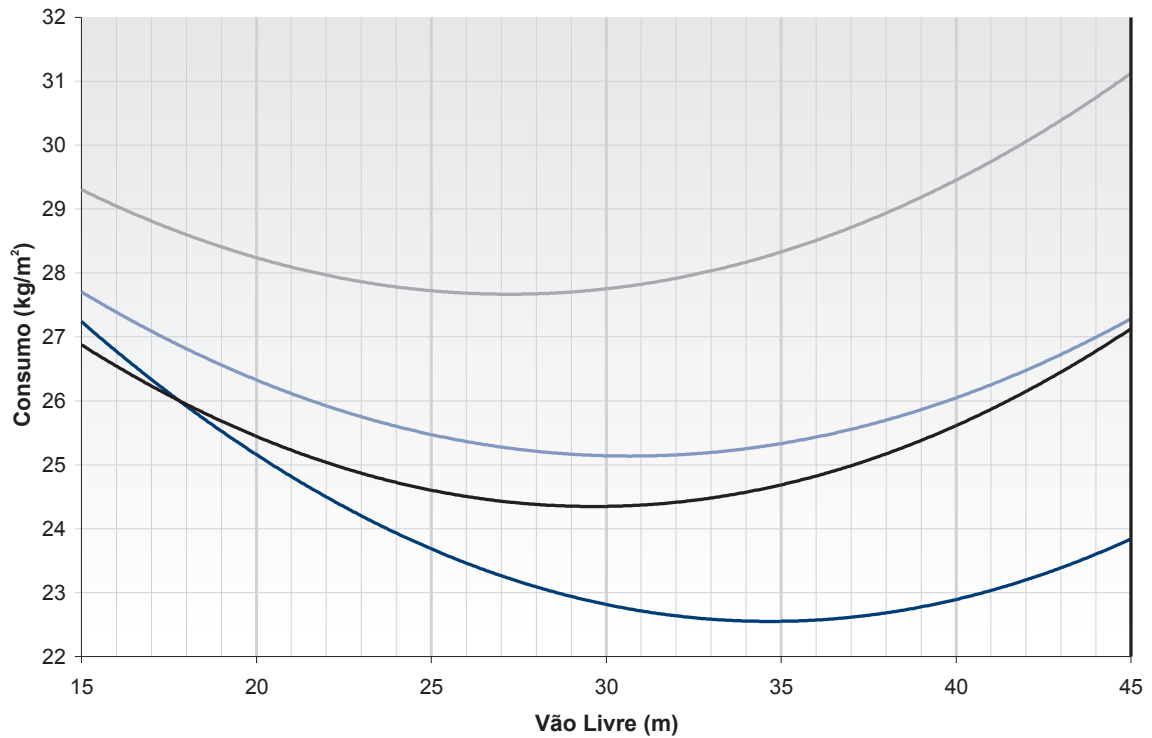
— Q6 — Q5 — Q4



CONSUMO APROXIMADO DE AÇO

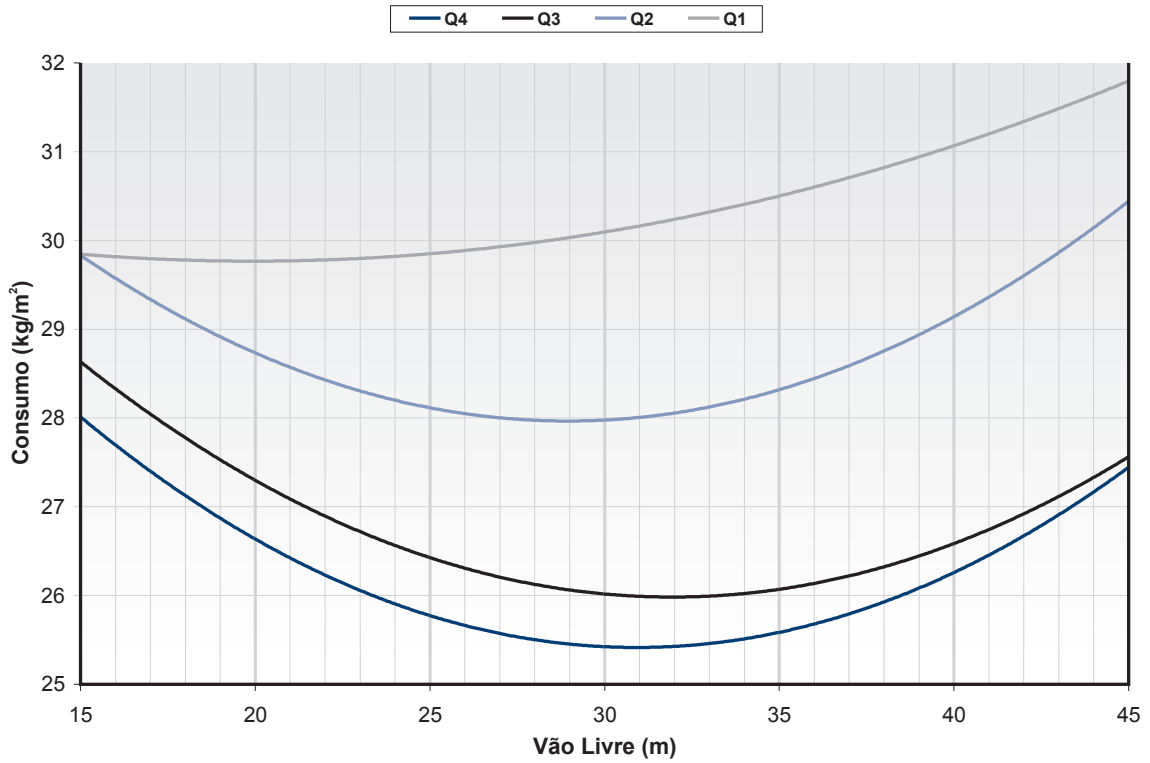
H = 9,0 m; B = 9,0 m

— Q5 — Q4 — Q3 — Q2



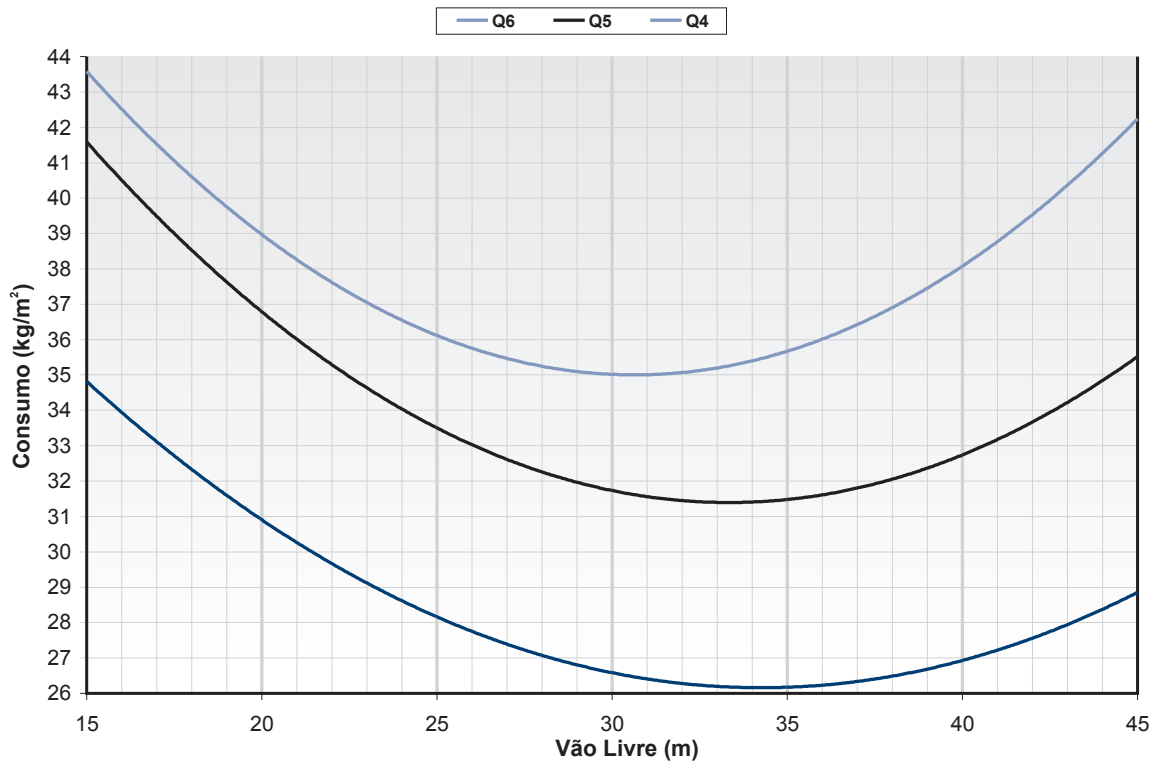
CONSUMO APROXIMADO DE AÇO

H = 9,0 m; B = 12,0 m



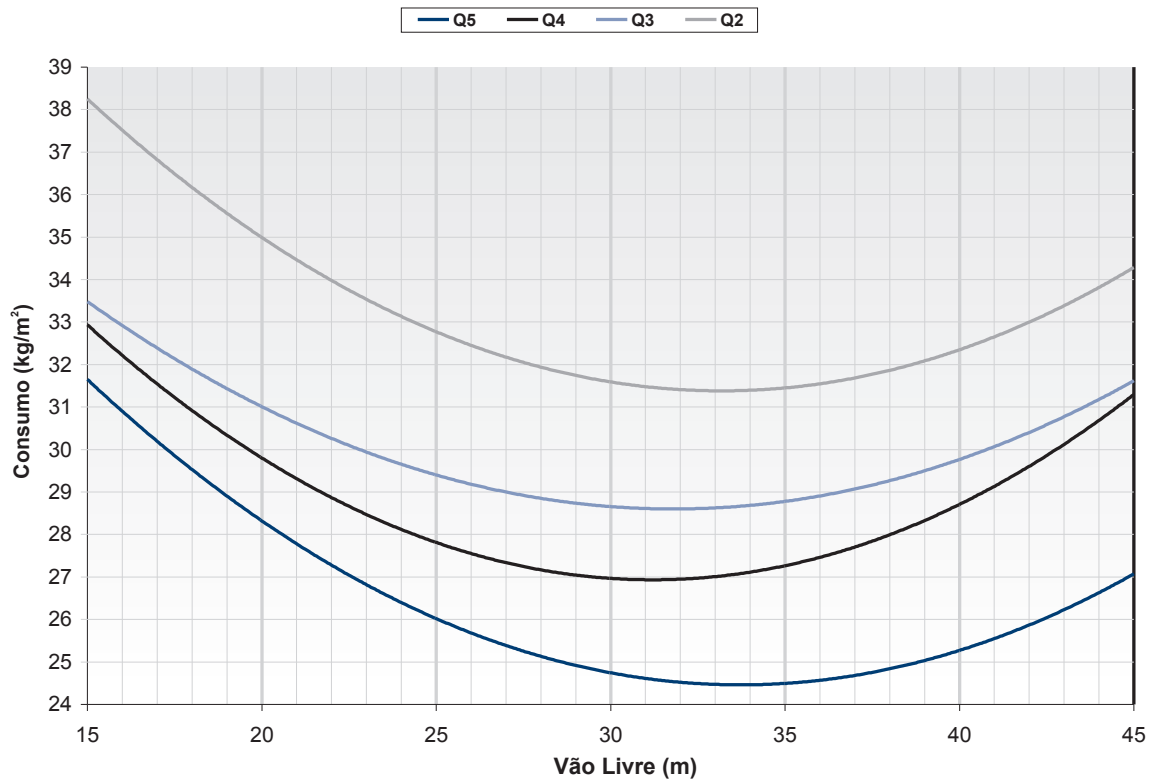
CONSUMO APROXIMADO DE AÇO

H = 12,0 m; B = 6,0 m



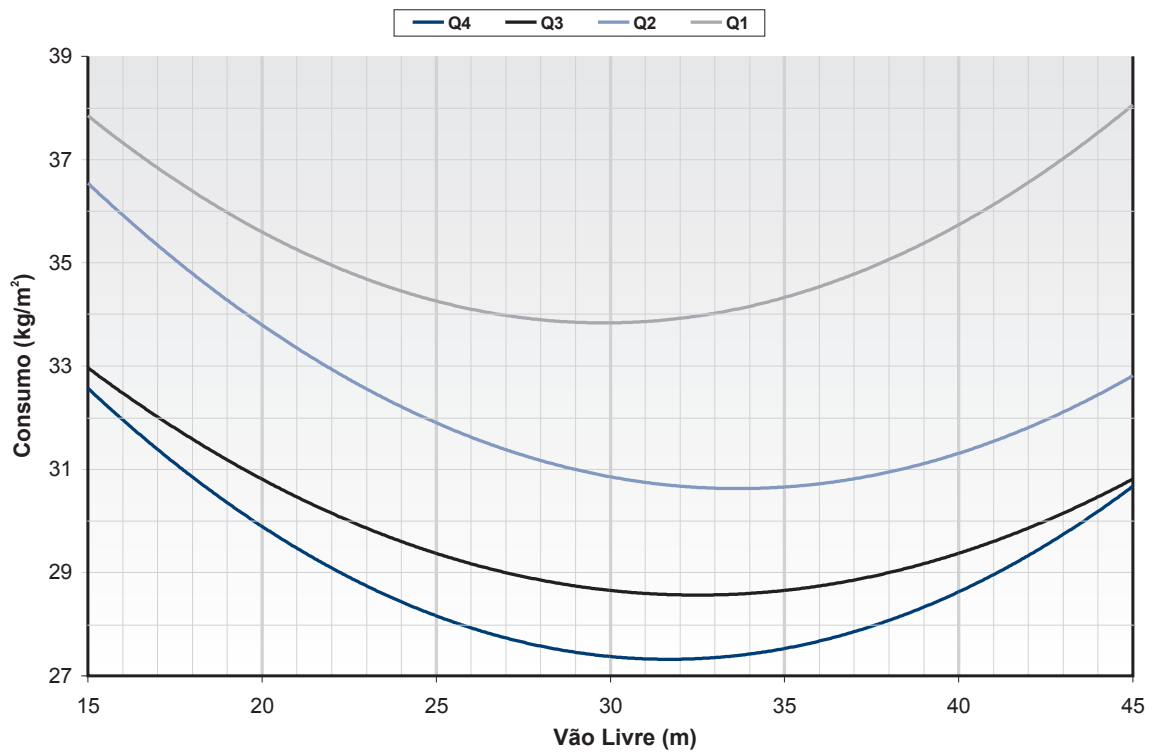
CONSUMO APROXIMADO DE AÇO

H = 12,0 m; B = 9,0 m



CONSUMO APROXIMADO DE AÇO

H = 12,0 m; B = 12,0 m



www.gerdau.com/br



RECYCLAMOS
SEM FIM

Ao utilizar matéria-prima reciclada na confecção deste folder, contribuimos com o desenvolvimento sustentável da sociedade. "Reciclamos sem fim" é uma iniciativa que nos mobiliza e está presente em nosso dia a dia.

