COLETÂNEA DO
USO DO AÇO

GALPÕES EM PÓRTICOS COM PERFIS ESTRUTURAIS LAMINADOS

GERDAU

COLETÂNEA DO
USO DO AÇO

GALPÕES EM PÓRTICOS COM PERFIS ESTRUTURAIS LAMINADOS

5ª Edição

2012

Flávio D'Alambert

GERDAU

Coordenação Técnica:
Célio de Oliveira Perucelo

Colaboração:
Carlos A. A. Gaspar
Djaniro Álvaro de Souza
Fernando Ottoboni Pinho

Coordenação Gráfica:
Tatiana Kioki

APRESENTAÇÃO

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.

ÍNDICE

Nomenclatura **6**
1 Introdução **7**
2 Características dos Galpões em Pórticos com Perfis Estruturais Gerdau **11**
2.1 - Dimensões Padrão 13
2.2 - Tipologia 14
3 Premissas de Cálculo **17**
3.1 - Normas Utilizadas 19
3.2 - Sistema Estrutural 19
3.3 - Parâmetros de Cálculo 19
3.3.1 Tipo de Aço 19
3.3.2 Deslocamentos Máximos 19
3.3.3 Contenção Lateral dos Elementos 20
4 Ações e Carregamentos **23**
4.1 - Ações Permanentes 25
4.2 - Ações Variáveis 25
4.2.1 Sobrecarga 25
4.2.2 Vento 25
4.3 - Combinações de Carregamento 26
4.3.1 Para Dimensionamento Estrutural 26
4.3.2 Para Determinação das Reações nas Bases e Deformações 26
5 Detalhes Construtivos **27**
5.1 - Nó do Pórtico 29
5.2 - Cumeeira 30
5.3 - Emenda da Viga do Pórtico 31
5.4 - Detalhe das Bases 31
5.5 - Calha para Pavilhão Simples 32
5.6 - Calha Central para Pavilhão Duplo 32
5.7 - Galpão com Fechamento e sem Calha 33
5.8 - Coberturas e Fechamentos 33
6 Tabelas e Ábacos **35**
6.1 - Composição dos Estágios de Ações 37
6.2 - Composição Geométrica 38
6.3 - Esforços nos Nós do Pórtico 38
6.4 - Tabelas de Pré-dimensionamento 39
6.5 - Ábacos de Pré-dimensionamento 42
6.6 - Detalhe das Bases 45
6.7 - Tabela de Perfis Gerdau Açominas 46
7 Exemplos de Utilização **49**
7.1 - Consulta Direta Vão Padrão 51
7.2 - Consulta por Interpolação Vão Qualquer 52
7.3 - Projeto de um Galpão com Vão Padrão 52
8 Consumo Aproximado de Aço **59**

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
γg	Coeficientes de ponderação das ações permanentes (NBR 8800)
γq	Coeficientes de ponderação das ações variáveis (NBR 8800)
ψj	Fatores de combinação
Δ vert lim	Deformação vertical limite
Δ hor lim	Deformação horizontal limite

1

INTRODUÇÃO

1 - INTRODUÇÃO

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

2

CARACTERÍSTICAS DOS GALPÕES EM PÓRTICOS COM PERFIS ESTRUTURAIS LAMINADOS

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).

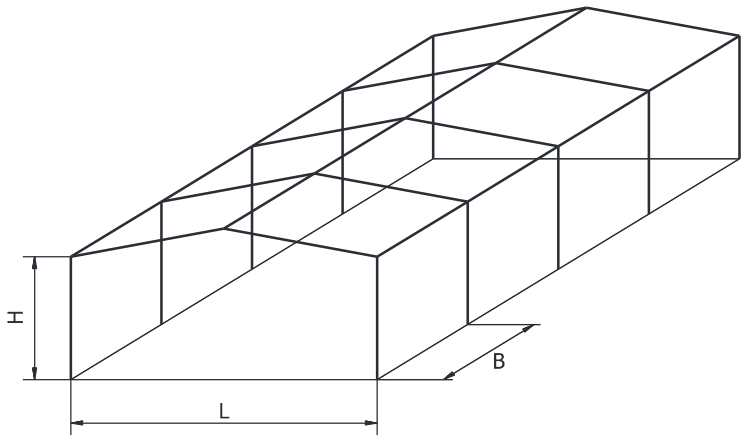
Tabela 1- Tabelas das Dimensões Padrão (m)

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

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 prevêem 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

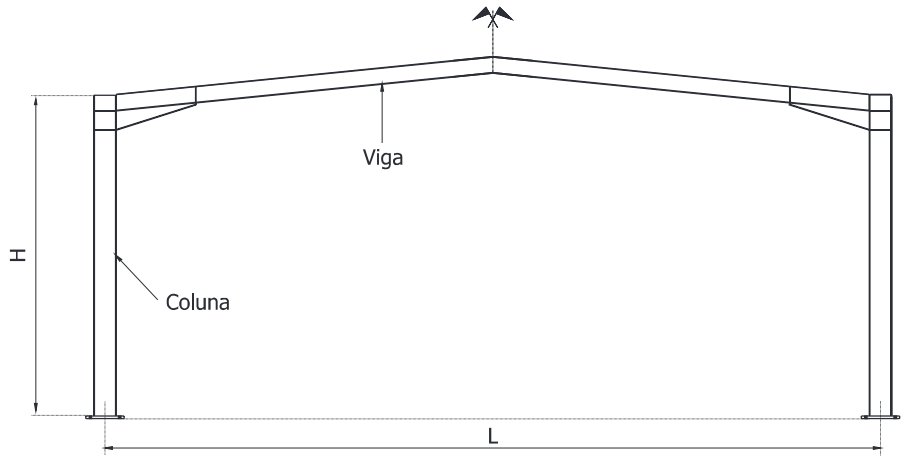


Figura 3 - Galpão de Vãos Múltiplos

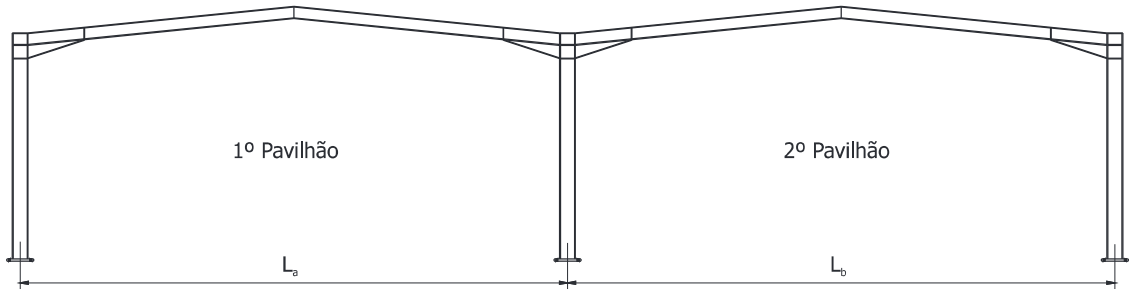


Figura 4 - Possibilidades de Ampliação

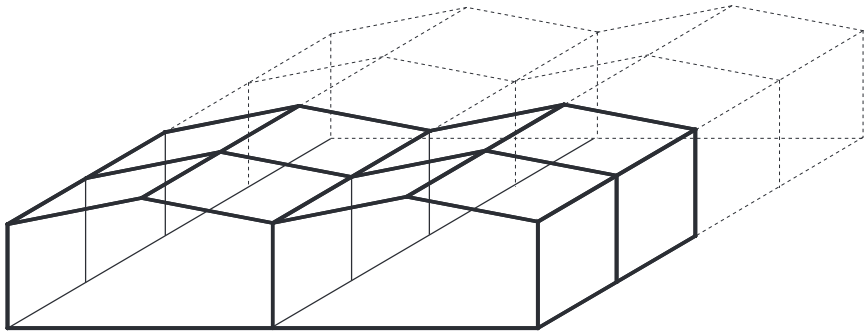
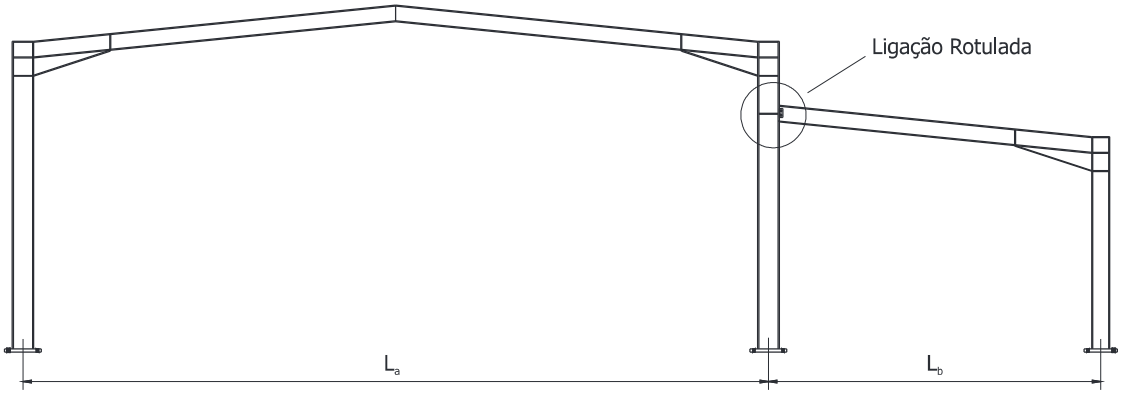


Figura 5 - Ampliação do Tipo Anexo; $L_b \leq (L_a/2)$



3

PREMISSAS DE CÁLCULO

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 (Qn), 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

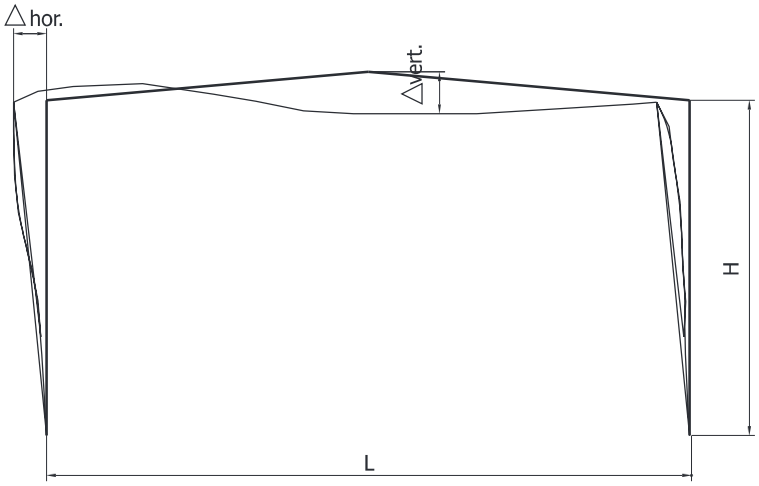
3.3.1 Tipo de Aço

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_{tr}, 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}

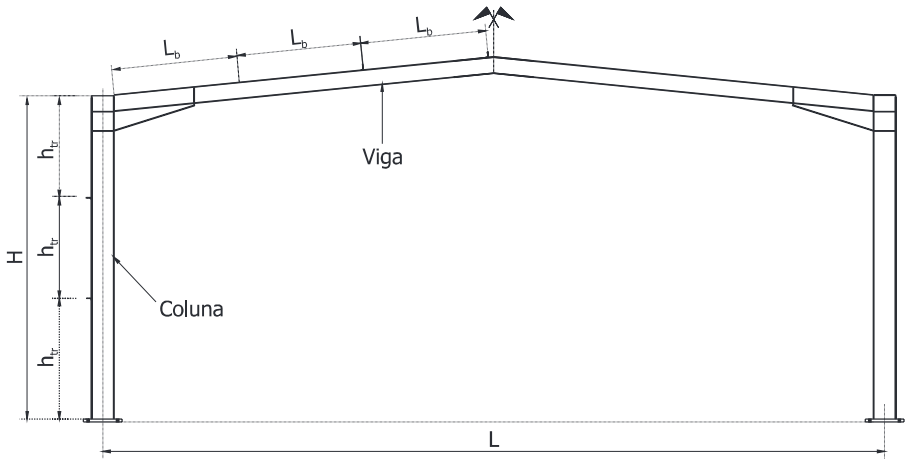
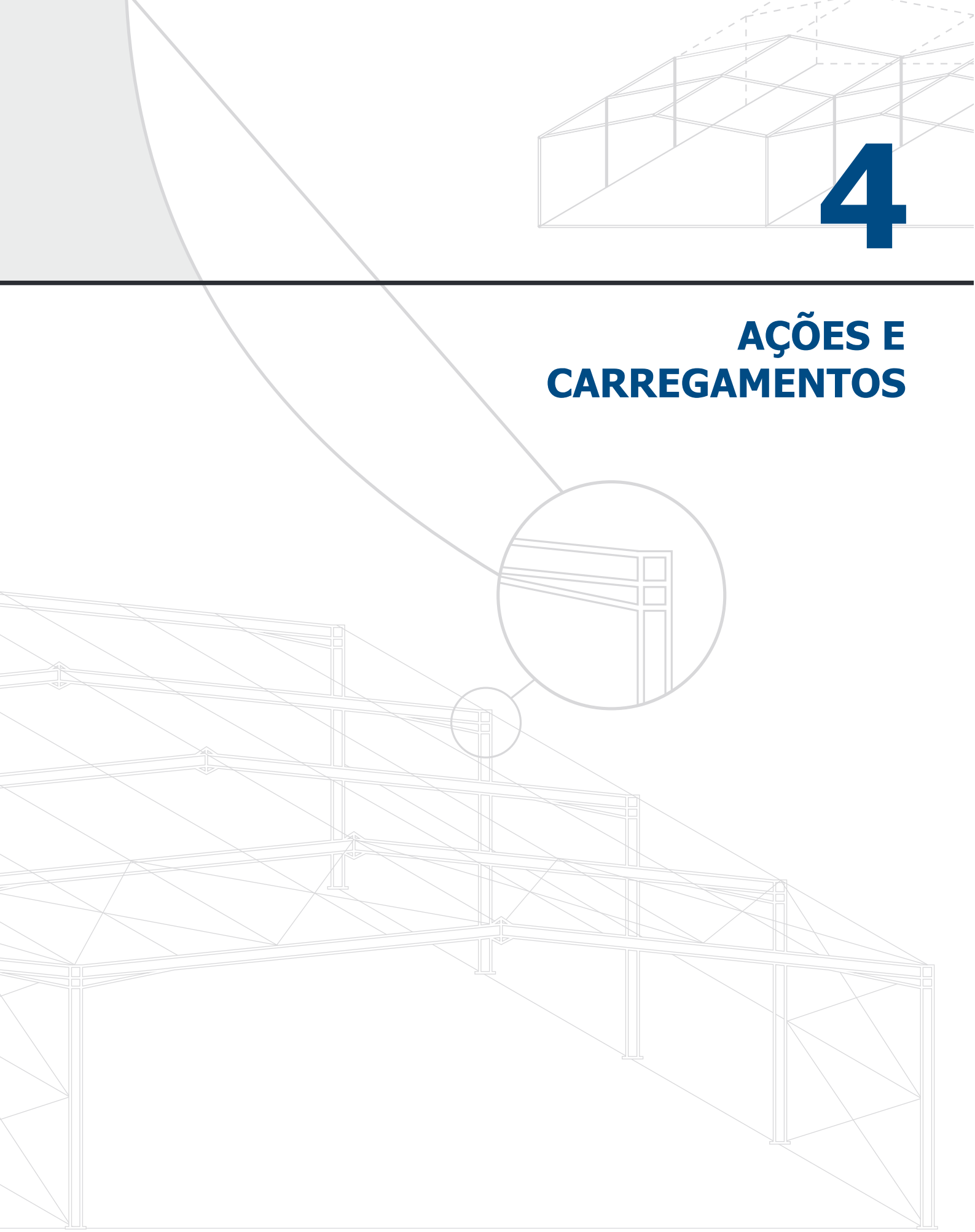


Tabela 2 - Tabela de $h_{tr\ (máx)}$ para kL/r = 150

PERFIS DA COLUNA	h_{tr} (mm)
W 200 x 26,6	4.650
W 250 x 32,7	5.025
W 250 x 38,5	5.190
W 360 x 44,6	5.655
W 360 x 51,0	5.800
W 360 x 79,0	7.330
W 410 x 38,8	4.245
W 410 x 46,1	5.760
W 410 x 53,0	5.760
W 410 x 60,0	5.970
W 410 x 67,0	6.000
W 410 x 75,0	6.045
W 460 x 52,0	4.635
W 460 x 60,0	4.845
W 460 x 68,0	4.920
W 460 x 74,0	6.270
W 460 x 82,0	6.330
W 460 x 89,0	6.420
W 530 x 66,0	4.800
W 530 x 72,0	6.300
W 530 x 74,0	4.965
W 530 x 82,0	6.615
W 530 x 85,0	5.130
W 530 x 92,0	6.750
W 530 x 101,0	6.750
W 610 x 101,0	7.140
W 610 x 113,0	7.290
W 610 x 125,0	7.440
W 610 x 140,0	7.530
W 610 x 155,0	11.070
W 610 x 174,0	11.175

4

AÇÕES E CARREGAMENTOS



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/m^2 (25 kg/m^2) - 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):

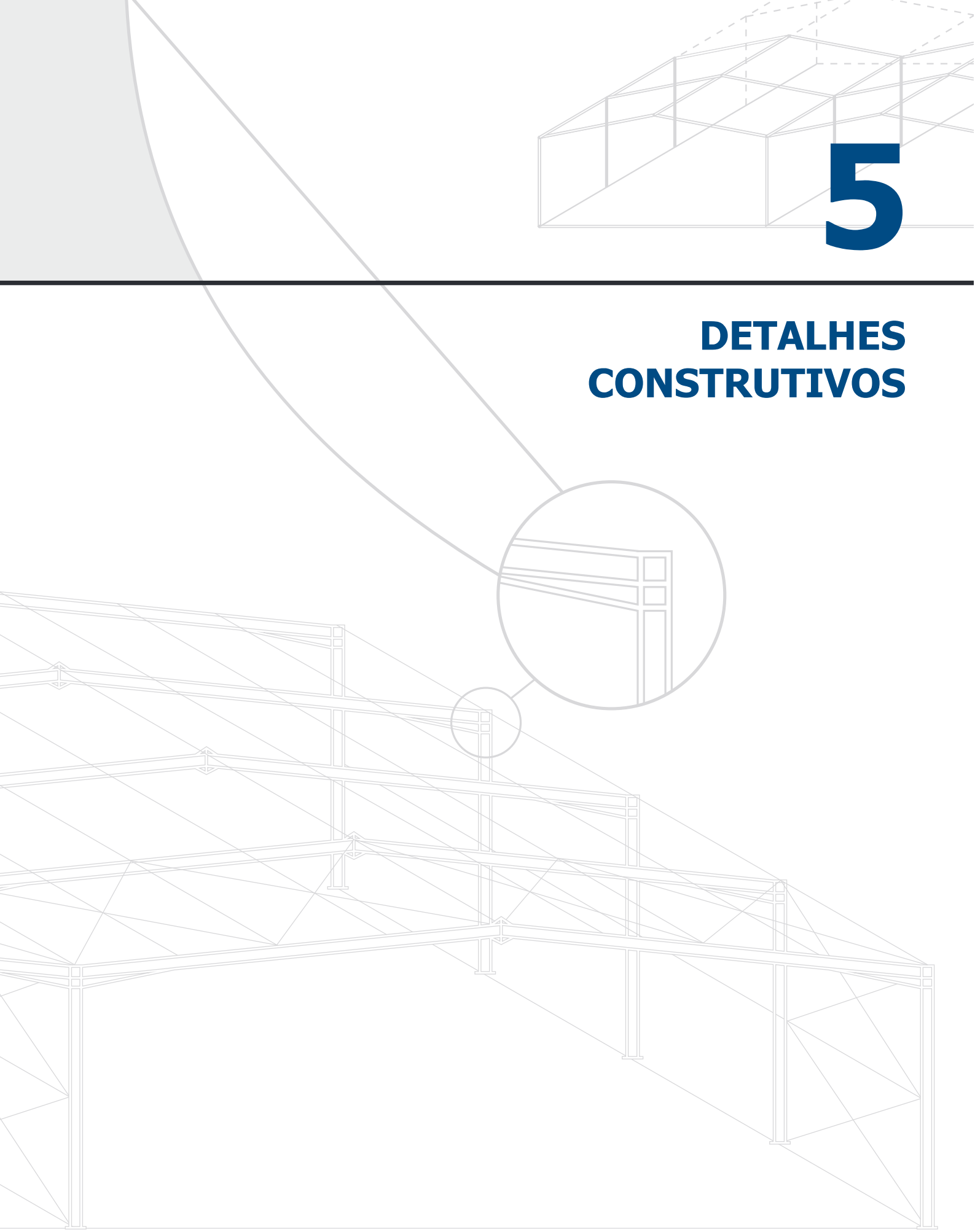
- 1,3 x Ações Permanentes
- 1,3 x Ações Permanentes + 1,5 x Sobrecargas
- 1,0 x Ações Permanentes + 1,4 x Vento
- 1,3 x Ações Permanentes + 1,5 x Sobrecargas + 0,6 x 1,4 x Vento
- 1,3 x Ações Permanentes + 1,4 x Vento + 1,00 x 1,5 x Sobrecargas

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



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

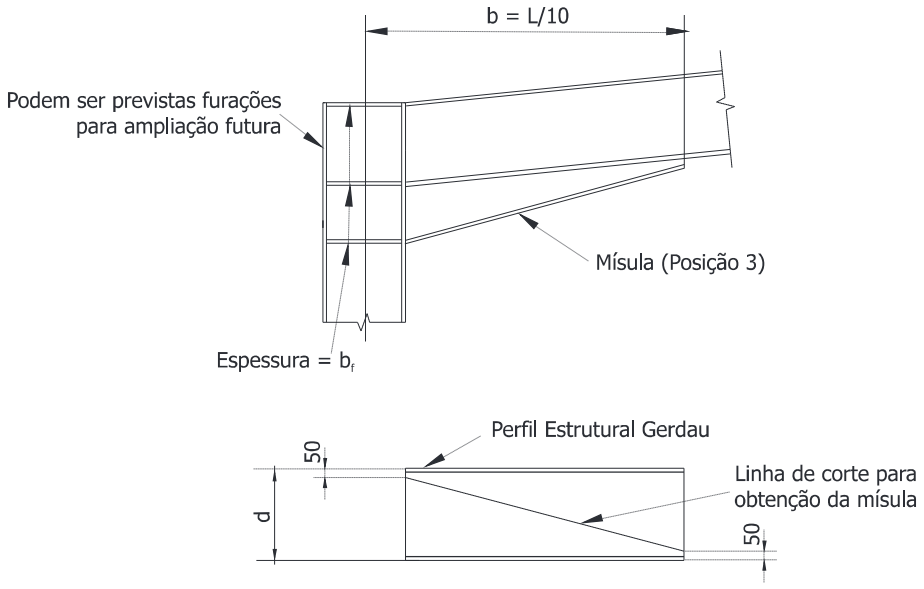
Neste estudo foi definido engaste para a ligação da viga do pórtico com a coluna.

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.

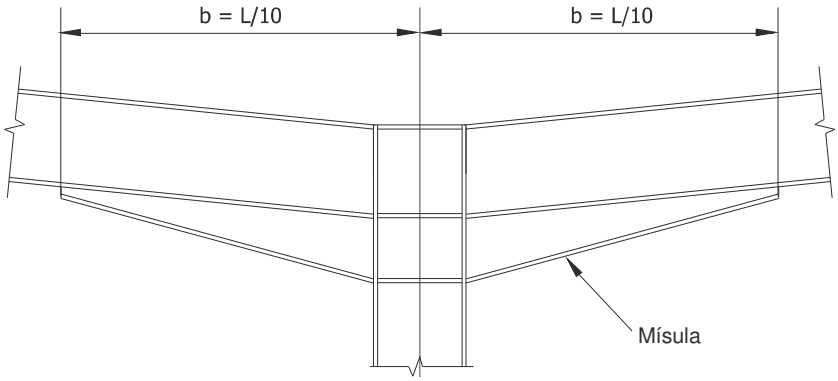
ATENÇÃO: Nos nós de pórtico utiliza-se mísulas na definição do engaste da ligação viga-pilar (figura 8). As mísulas são obtidas pelo corte do próprio perfil.

Figura 8 - Nó do Pórtico e Recorte das Mísulas



Para esforços, consulte a tabela no Capítulo 6.

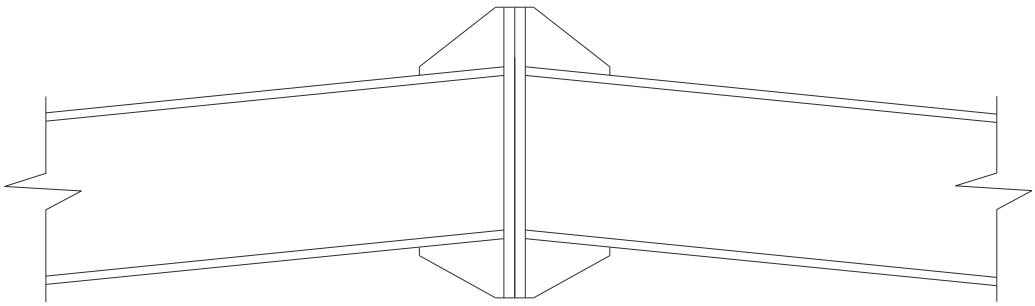
Figura 9 - Nó do Pórtico para Duplo Pavilhão



Para esforços, consulte a tabela no Capítulo 6.

5.2 - Cumeeira

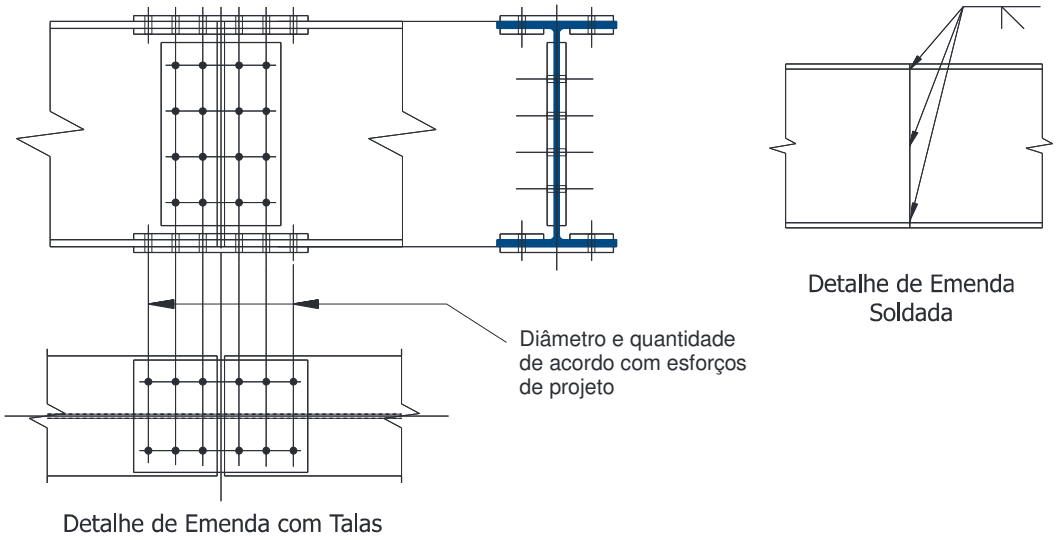
Figura 10 - Cumeeira



Para esforços, consulte a tabela no Capítulo 6.

5.3 - Emenda da Viga do Pórtico

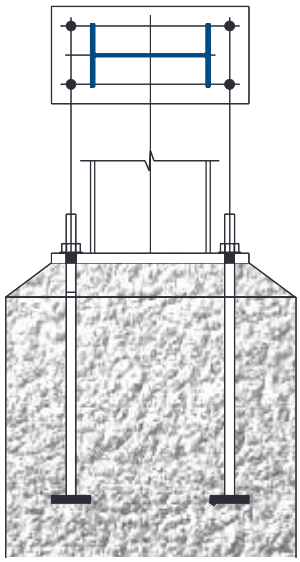
Figura 11 - Emenda da Viga do Pórtico, Calculada de Acordo com os Esforços de cada Projeto



Para esforços, consulte a tabela no Capítulo 6.

5.4 - Detalhe das Bases

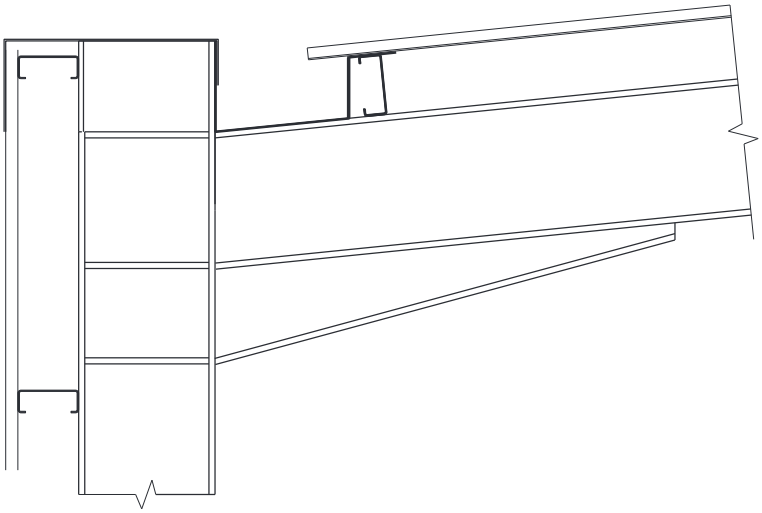
Figura 12 - Base do Pórtico



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

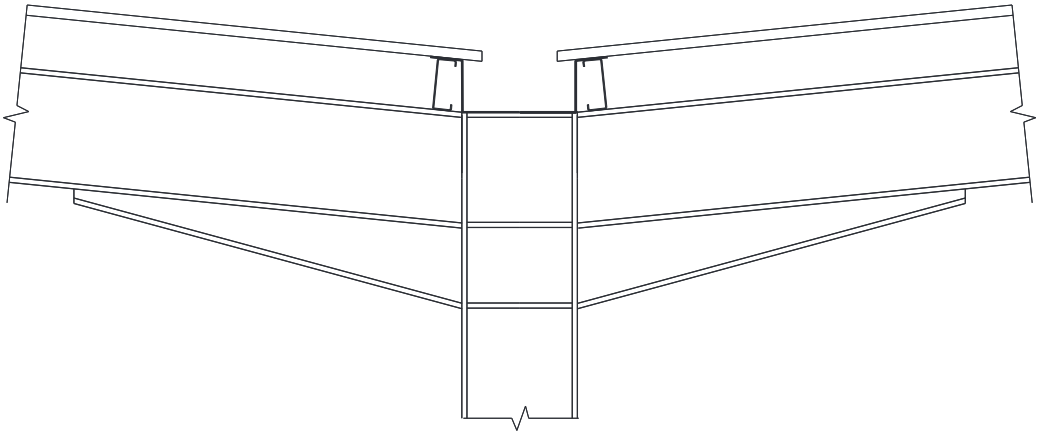
5.5 - Calha para Pavilhão Simples

Figura 13 - Detalhe da Calha para Colunas Externas



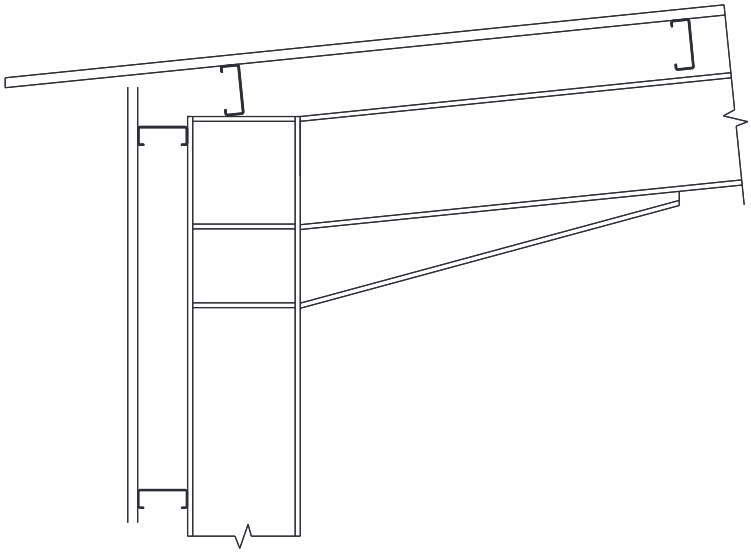
5.6 - Calha para Pavilhão Duplo

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.

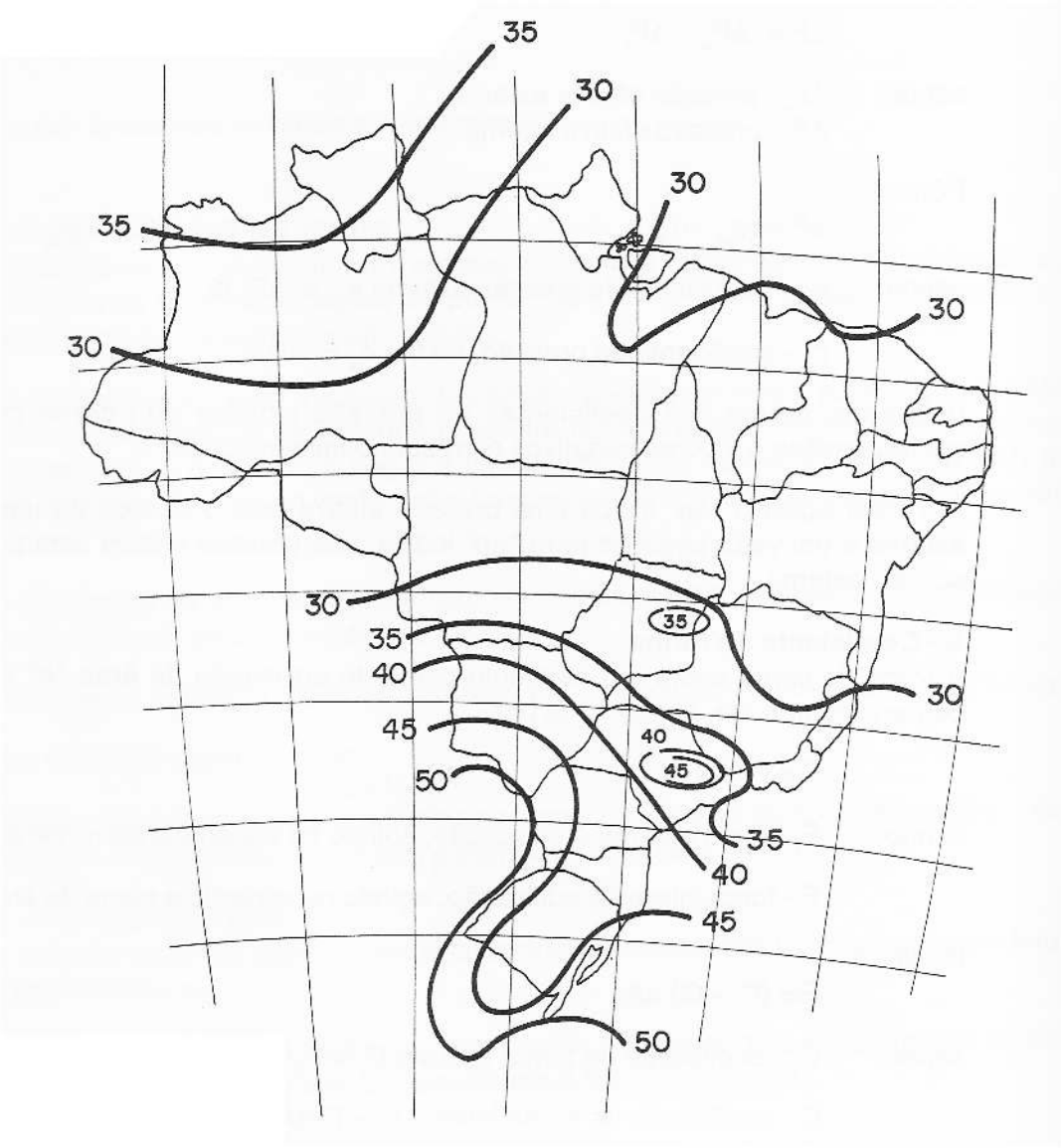
As telhas de cobertura se apóiam em terças, sendo as mais comuns as de perfis laminados do tipo "U" ou "I", as de perfis dobrados a frio, seções do tipo "U" ou "Z" e as treliçadas.

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.

6

TABELAS E ÁBACOS



Mapa do Vento - Velocidade básica V_o (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 isopletas 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.

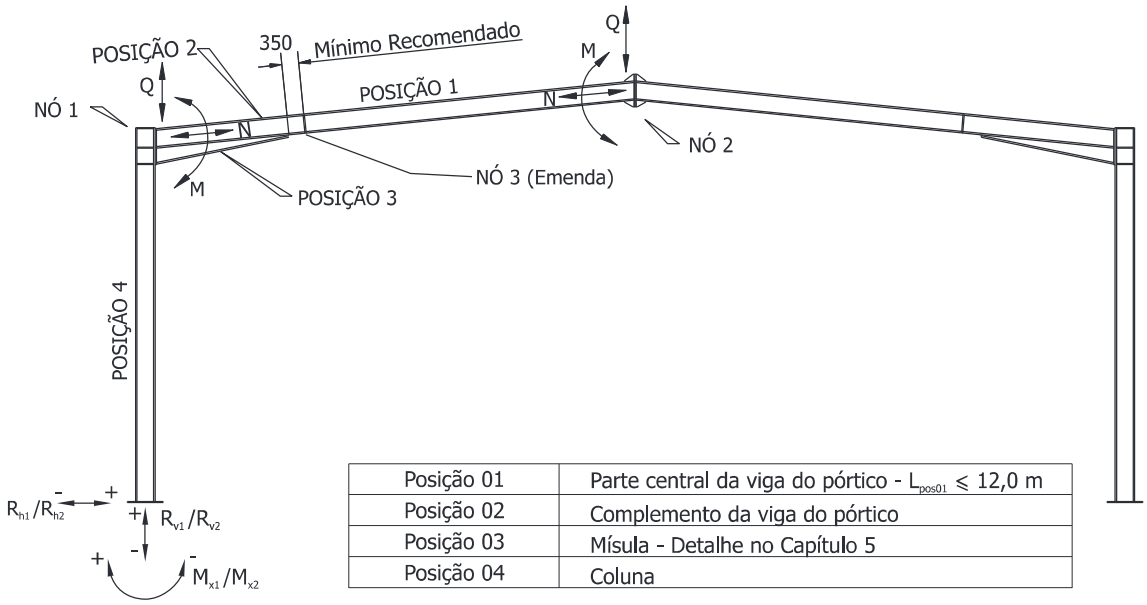
O quadro abaixo estabelece quais são esses estágios, que serão usados como dados de entrada nas tabelas e ábacos de pré-dimensionamento.

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



Posição 01	Parte central da viga do pórtico - $L_{pos01} \leqslant 12,0$ m
Posição 02	Complemento da viga do pórtico
Posição 03	Mísula - Detalhe no Capítulo 5
Posição 04	Coluna

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.

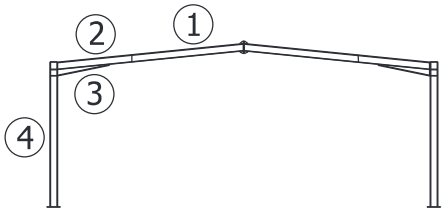
6.3 - Esforços nos Nós do Pórtico

ESFORÇOS NOS NÓS									
Nó / Perfis	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

L = 15 m	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
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	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
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

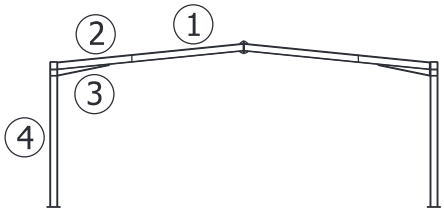
L = 25 m	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
VIGA - POSIÇÃO 01	W 410 x 53,0	W 410 x 46,1	W 410 x 38,8	W 360 x 39,0	W 360 x 39,0	W 360 x 32,9
VIGA - POSIÇÃO 02						
NÓ - POSIÇÃO 03	W 410 x 53,0	W 410 x 46,1	W 410 x 38,8	W 360 x 39,0	W 360 x 32,9	W 360 x 32,9
COLUNA-POSIÇÃO 04	W 530 x 72,0	W 530 x 66,0	W 410 x 67,0	W 410 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	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
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	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
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	16 / 64	114 / 54	72 / 39
R_{v1}/R_{v2} (KN)	138 / -101	132 / -68	133 / -37	13 / -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	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
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)	115 / 203	215 / 168	217 / 108	217 / 50	150 / 40	98 / 31
R_{v1}/R_{v2} (KN)	192 / -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	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
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



PÓRTICO ENGASTADO
H = 9 m

L = 15m	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
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_{h1}/R_{h2} (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 = 20m	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
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 410 x 46,1	W 410 x 67,0	W 410 x 67,0	W 410 x 67,0	W 410 x 60,0
R_{h1}/R_{h2} (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

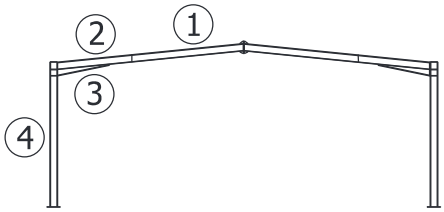
L = 25m	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
VIGA - POSIÇÃO 01	W 460 x 52,0	W 410 x 46,1	W 410 x 38,8	W 410 x 38,8	W 410 x 38,8	W 360 x 32,9
VIGA - POSIÇÃO 02						
NÓ - POSIÇÃO 03	W 460 x 52,0	W 410 x 46,1	W 410 x 38,8	W 410 x 38,8	W 410 x 38,8	W 360 x 32,9
COLUNA-POSIÇÃO 04	W 530 x 92,0	W 530 x 82,0	W 410 x 67,0	W 410 x 67,0	W 410 x 67,0	W 410 x 60,0
R_{h1}/R_{h2} (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 = 30m	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
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_{h1}/R_{h2} (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 = 35m	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
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_{h1}/R_{h2} (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 = 40m	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
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_{h1}/R_{h2} (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	259 / 269	514 / 140	375 / 138	263 / 114

L = 45m	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
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_{h1}/R_{h2} (KN)	207 / 232	197 / 163	198 / 117	199 / 68	136 / 53	88 / 36
R_{v1}/R_{v2} (KN)	216 / -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 / 123



PÓRTICO ENGASTADO
H = 12 m

L = 15 m	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
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	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
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 / 127	109 / 453	110 / 346	107 / 239	78 / 176	52 / 122

L = 25 m	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
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

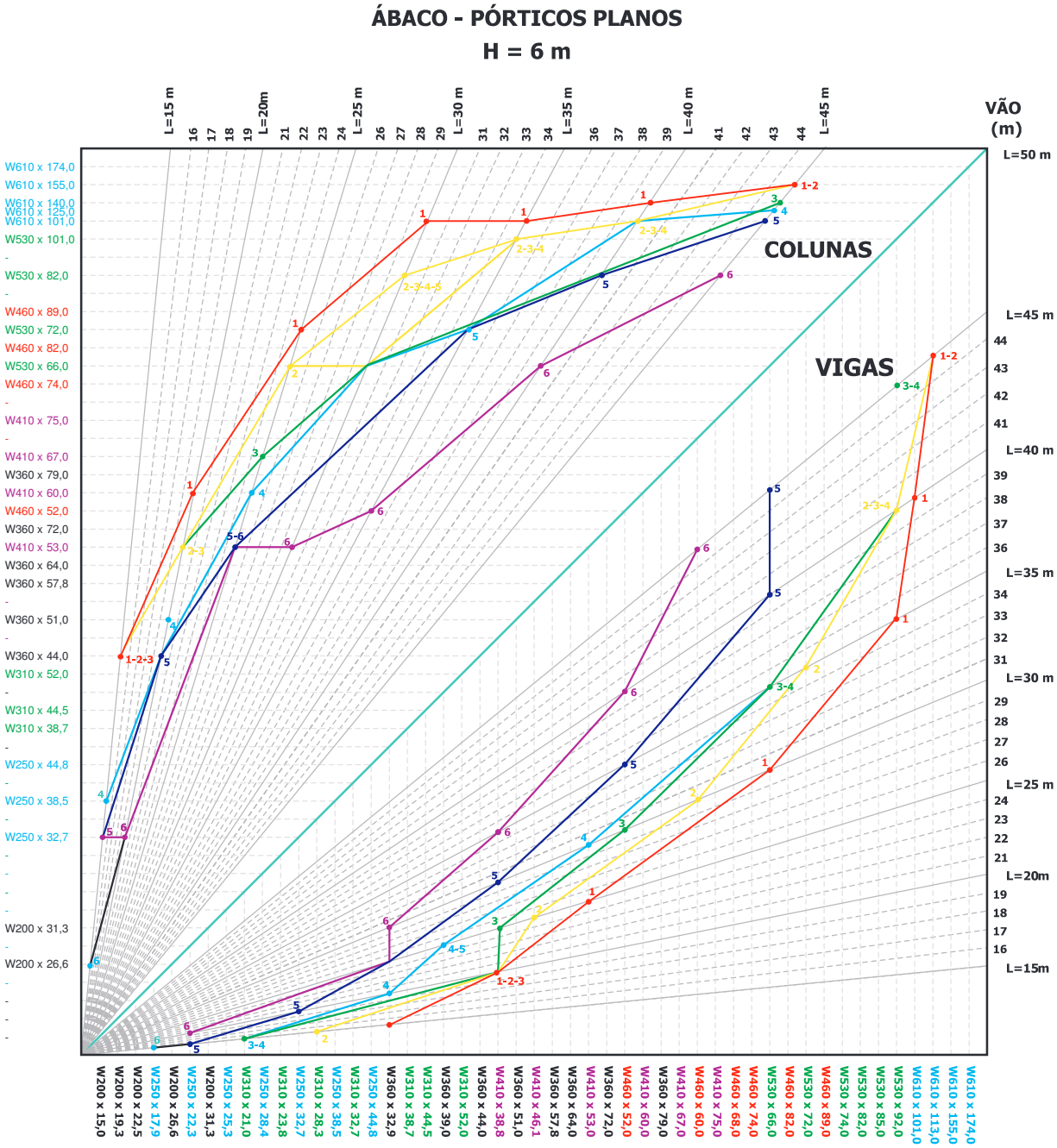
L = 30 m	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
VIGA - POSIÇÃO 01	W 530 x 72,0	W 530 x 66,0	W 460 x 60,0	W 460 x 52,0	W 410 x 46,1	W 410 x 38,8
VIGA - POSIÇÃO 02	W 530 x 72,0	W 530 x 66,0	W 460 x 60,0	W 460 x 52,0	W 410 x 46,1	W 410 x 38,8
NÓ - POSIÇÃO 03	W 530 x 72,0	W 530 x 66,0	W 460 x 60,0	W 460 x 52,0	W 410 x 46,1	W 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	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
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	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
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)	150 / 211	139 / 133	103 / 95	143 / 48	100 / 45	67 / 35
R_{v1}/R_{v2} (KN)	208 / -94	189 / -61	187 / -20	187 / -19	126 / -34	79 / -5
M_{x1}/M_{x2} (KN.m)	576 / 710	511 / 440	539 / 304	536 / 145	373 / 140	263 / 113

L = 45 m	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
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 / 200	143 / 165	137 / 104	138 / 62	101 / 51	63 / 37
R_{v1}/R_{v2} (KN)	242 / -96	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

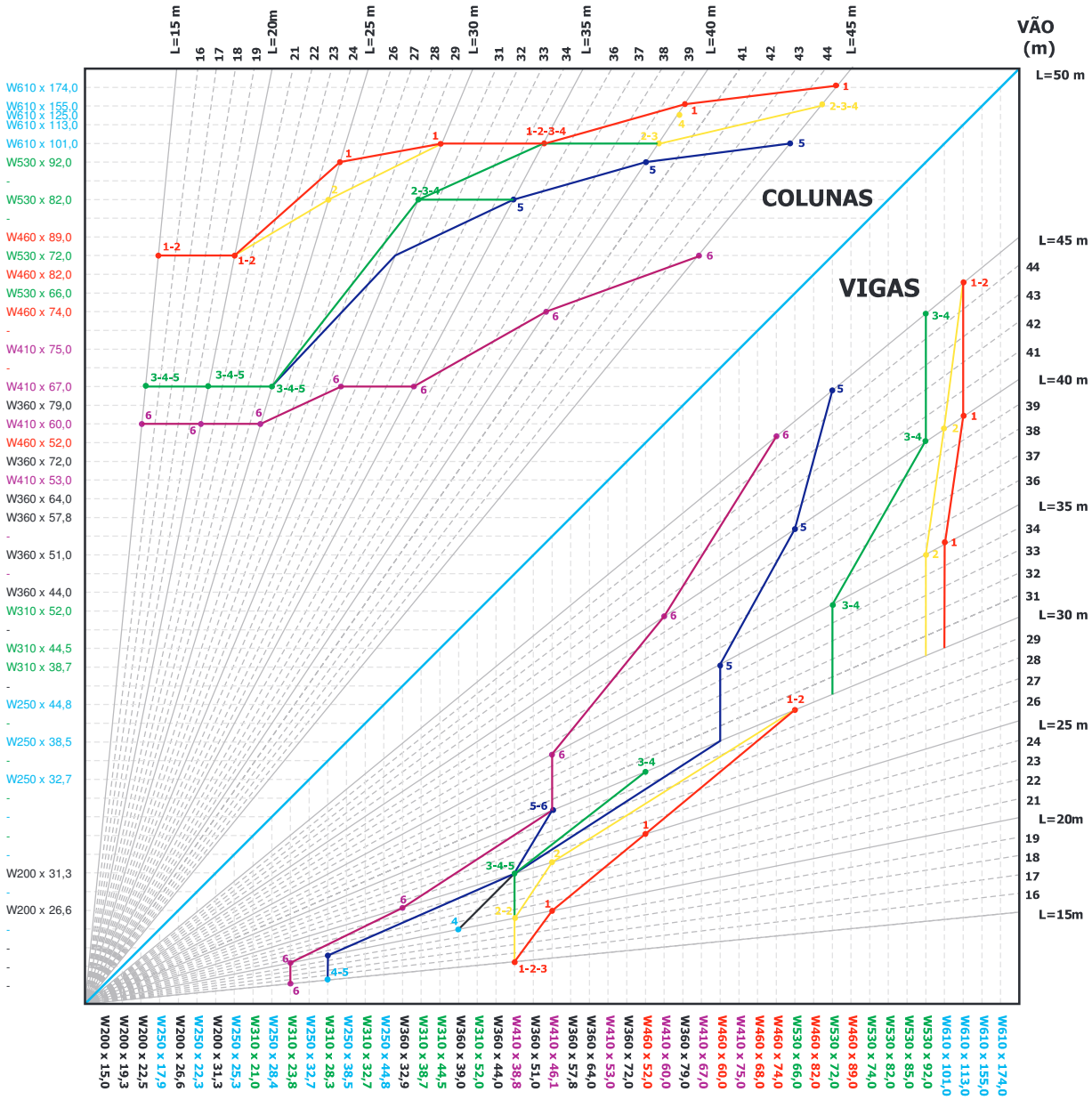
6.5 - Ábaco de Estágios de Carga para Pré-Dimensionamento



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

ÁBACO - PÓRTICOS PLANOS

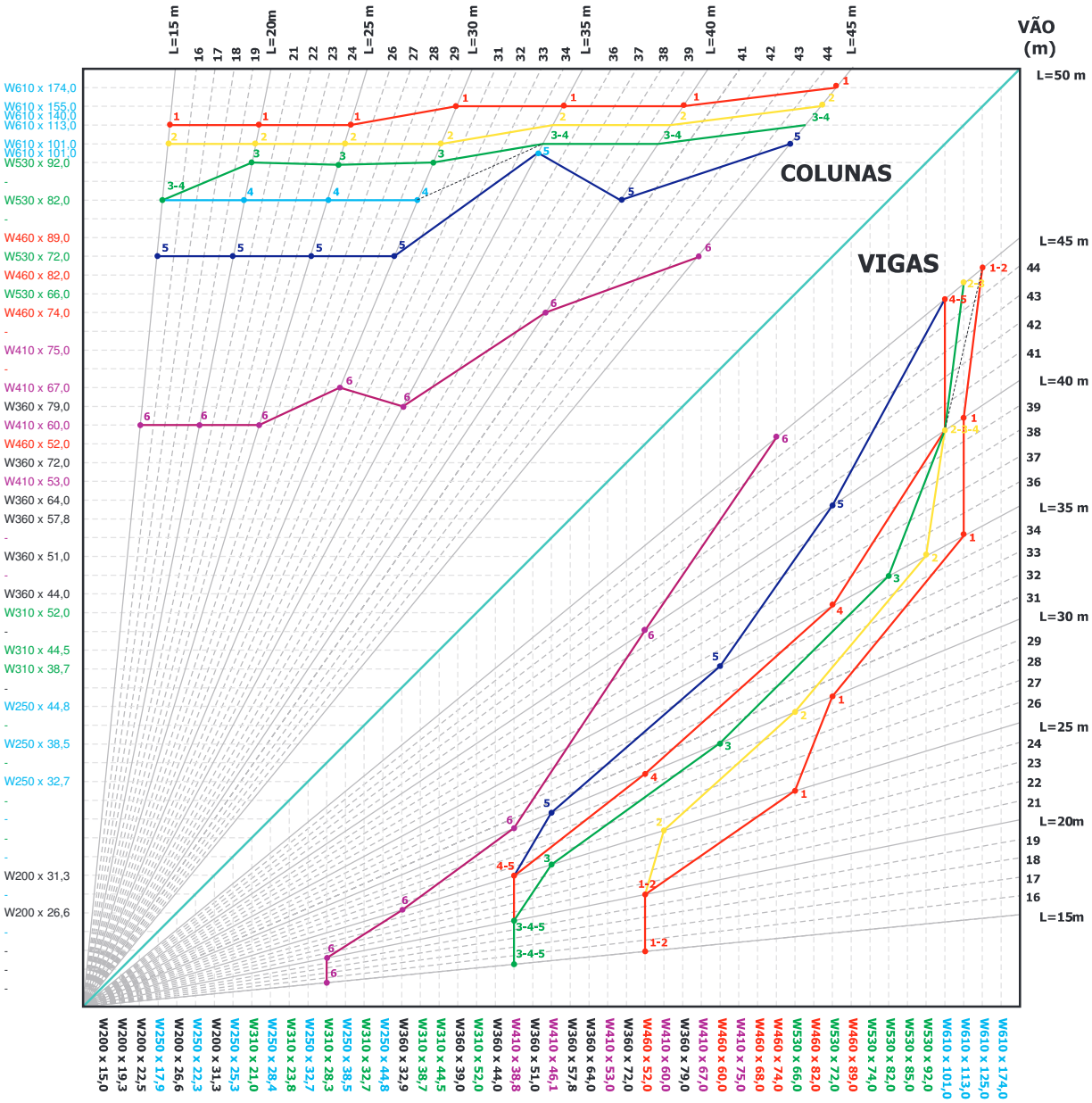
H = 9 m



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

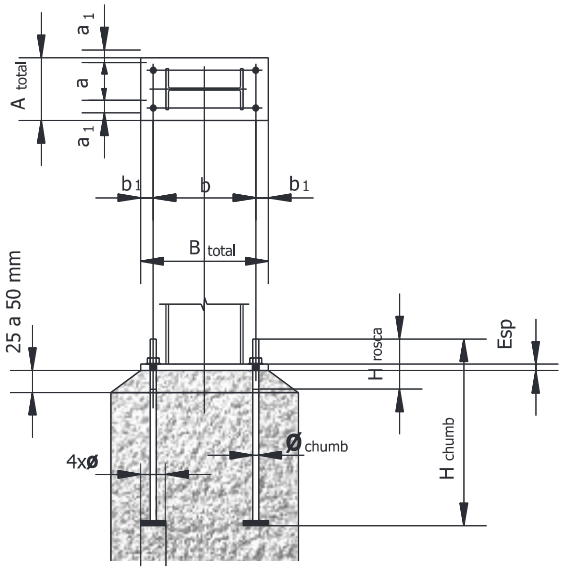
ÁBACO - PÓRTICOS PLANOS

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



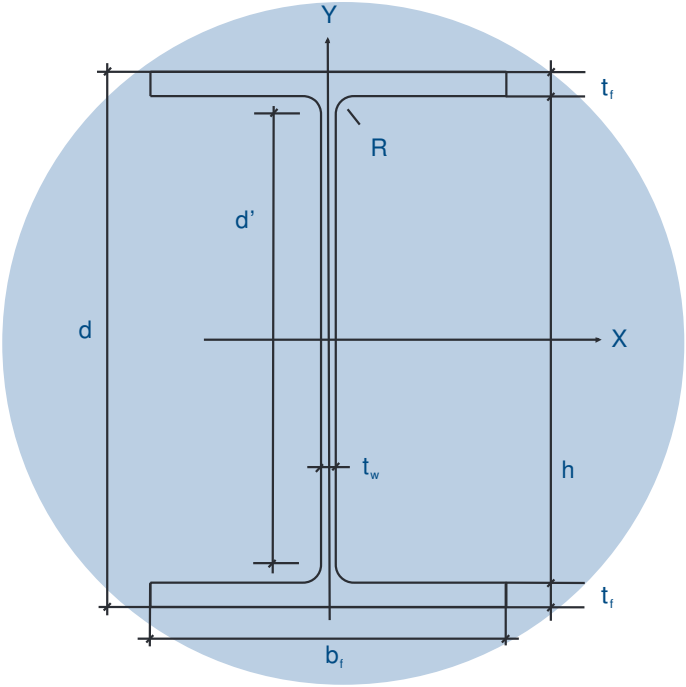
Dimensões das Bases:

PERFIS	A_{total} (mm)	a (mm)	a_1 (mm)	B_{total} (mm)	b (mm)	b_1 (mm)	Esp (mm)	$Ø_{chumb}$ (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	300	150	75	650	540	55	38	4 x 32	750	175
W 410 x 60,0	300	180	60	700	574	63	45	4 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	360	2 x 120	60	750	624	63	45	6 x 38	850	225
W 530 x 72,0	360	2 x 120	60	750	624	63	45	6 x 38	850	225
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	540	2 x 150	120	902	728	87	63	6 x 51	1.500	320
W 610 x 155,0	600	2 x 150	150	950	776	87	63	6 x 51	1.500	400
W 610 x 174,0	600	2 x 150	150	950	776	87	63	6 x 51	1.500	400

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

BITOLA mm x kg/m	Massa Linear Kg/m	d mm	b_f mm	Espessura t_w mm	Espessura t_f mm	h mm	d' mm	Área cm^2	EIXO X - X I_x cm^4	EIXO X - X W_x cm^3	EIXO X - X r_x cm	EIXO X - X Z_x cm^3	EIXO Y - Y I_y cm^4	EIXO Y - Y W_y cm^3	EIXO Y - Y r_y cm	EIXO Y - Y Z_y cm^3	r_t cm	I_t cm^4	ESBELTEZ ABA b_f / $2t_f$	ESBELTEZ ALMA d' / t_w	C_w cm^6	u m^2 / m	BITOLA in x lb/ft
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 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 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 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
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 360 x 32,9	32,9	349	127	5,8	8,5	332	308	42,1	8358	479,0	14,09	547,6	291	45,9	2,63	72,0	3,20	9,15	7,47	53,10	84.111	1,17	W 14 x 22
W 360 x 39,0	39,0	353	128	6,5	10,7	332	308	50,2	10331	585,3	14,35	667,7	375	58,6	2,73	91,9	3,27	15,83	5,98	47,32	109.551	1,18	W 14 x 26
W 360 x 44,6	44,0	352	171	6,9	9,8	332	308	57,7	12258	696,5	14,58	784,3	818	95,7	3,77	148,0	4,43	16,70	8,72	44,70	239.091	1,35	W 14 x 30
W 360 x 51,0	51,0	355	171	7,2	11,6	332	308	64,8	14222	801,2	14,81	899,5	968	113,3	3,87	174,7	4,49	24,65	7,37	42,75	284.994	1,36	W 14 x 34
W 360 x 58,0	57,8	358	172	7,9	13,1	332	308	72,5	16143	901,8	14,92	1014,8	1113	129,4	3,92	199,8	4,53	34,45	6,56	38,96	330.394	1,37	W 14 x 38
W 360 x 64,0	64,0	347	203	7,7	13,5	320	288	81,7	17890	1031,1	14,80	1145,5	1885	185,7	4,80	284,5	5,44	44,57	7,52	37,40	523.362	1,46	W 14 x 43
W 360 x 72,0	72,0	350	204	8,6	15,1	320	288	91,3	20169	1152,5	14,86	1285,9	2140	209,8	4,84	321,8	5,47	61,18	6,75	33,47	599.082	1,47	W 14 x 48
W 360 x 79,0	79,0	354	205	9,4	16,8	320	288	101,2	22713	1283,2	14,98	1437,0	2416	235,7	4,89	361,9	5,51	82,41	6,10	30,68	685.701	1,48	W 14 x 53
W 410 x 38,8	38,8	399	140	6,4	8,8	381	357	50,3	12777	640,5	15,94	736,8	404	57,7	2,83	90,9	3,49	11,69	7,95	55,84	153.190	1,32	W 16 x 26
W 410 x 46,1	46,1	403	140	7,0	11,2	381	357	59,2	15690	778,7	16,27	891,1	514	73,4	2,95	115,2	3,55	20,06	6,25	50,94	196.571	1,33	W 16 x 31
W 410 x 53,0	53,0	403	177	7,5	10,9	381	357	68,4	18734	929,7	16,55	1052,2	1009	114,0	3,84	176,9	4,56	23,38	8,12	47,63	387.194	1,48	W 16 x 36
W 410 x 60,0	60,0	407	178	7,7	12,8	381	357	76,2	21707	1066,7	16,88	1201,5	1205	135,4	3,98	209,2	4,65	33,78	6,95	46,42	467.404	1,49	W 16 x 40
W 410 x 67,0	67,0	410	179	8,8	14,4	381	357	86,3	24678	1203,8	16,91	1362,7	1379	154,1	4,00	239,0	4,67	48,11	6,22	40,59	538.546	1,50	W 16 x 45
W 410 x 75,0	75,0	413	180	9,7	16,0	381	357	95,8	27616	1337,3	16,98	1518,6	1559	173,2	4,03	269,1	4,70	65,21	5,63	36,80	612.784	1,51	W 16 x 50
W 410 x 85,0	85,0	417	181	10,9	18,2	381	357	108,6	31658	1518,4	17,07	1731,7	1804	199,3	4,08	310,4	4,74	94,48	4,97	32,72	715.165	1,52	W 16 x 57
W 460 x 52,0	52,0	450	152	7,6	10,8	428	404	66,6	21370	949,8	17,91	1095,9	634	83,5	3,09	131,7	3,79	21,79	7,04	53,21	304.837	1,47	W 18 x 35
W 460 x 60,0	60,0	455	153	8,0	13,3	428	404	76,2	25652	1127,6	18,35	1292,1	796	104,1	3,23	163,4	3,89	34,60	5,75	50,55	387.230	1,49	W 18 x 40
W 460 x 68,0	68,0	459	154	9,1	15,4	428	404	87,6	29851	1300,7	18,46	1495,4	941	122,2	3,28	192,4	3,93	52,29	5,00	44,42	461.163	1,50	W 18 x 46
W 460 x 74,0	74,0	457	190	9,0	14,5	428	404	94,9	33415	1462,4	18,77	1657,4	1661	174,8	4,18	271,3	4,93	52,97	6,55	44,89	811.417	1,64	W 18 x 50
W 460 x 82,0	82,0	460	191	9,9	16,0	428	404	104,7	37157	1615,5	18,84	1836,4	1862	195,0	4,22	303,3	4,96	70,62	5,97	40,81	915.745	1,64	W 18 x 55
W 460 x 89,0	89,0	463	192	10,5	17,7	428	404	114,1	41105	1775,6	18,98	2019,4	2093	218,0	4,28	339,0	5,01	92,49	5,42	38,44	1.035.073	1,65	W 18 x 60
W 460 x 97,0	97,0	466	193	11,4	19,0	428	404	123,4	44658	1916,7	19,03	2187,4	2283	236,6	4,30	368,8	5,03	115,05	5,08	35,44	1.137.180	1,66	W 18 x 65
W 460 x 106,0	106,0	469	194	12,6	20,6	428	404	135,1	48978	2088,6	19,04	2394,6	2515	259,3	4,32	405,7	5,05	148,19	4,71	32,05	1.260.063	1,67	W 18 x 71
W 530 x 66,0	66,0	525	165	8,9	11,4	502	478	83,6	34971	1332,2	20,46	1558,0	857	103,9	3,20	166,0	4,02	31,52	7,24	53,73	562.854	1,67	W 21 x 44
W 530 x 72,0	72,0	524	207	9,0	10,9	502	478	91,6	39969	1525,5	20,89	1755,9	1615	156,0	4,20	244,6	5,16	33,41	9,50	53,13	1.060.548	1,84	W 21 x 48
W 530 x 74,0	74,0	529	166	9,7	13,6	502	478	95,1	40969	1548,9	20,76	1804,9	1041	125,5	3,31	200,1	4,10	47,39	6,10	49,26	688.558	1,68	W 21 x 50
W 530 x 82,0	82,0	528	209	9,5	13,3	501	477	104,5	47569	1801,8	21,34	2058,5	2028	194,1	4,41	302,7	5,31	51,23	7,86	50,25	1.340.255	1,85	W 21 x 55
W 530 x 85,0	85,0	535	166	10,3	16,5	502	478	107,7	48453	1811,3	21,21	2099,8	1263	152,2	3,42	241,6	4,17	72,93	5,03	46,41	845.463	1,69	W 21 x 57
W 530 x 92,0	92,0	533	209	10,2	15,6	502	478	117,6	55157	2069,7	21,65	2359,8	2379	227,6	4,50	354,7	5,36	75,50	6,70	46,84	1.588.565	1,86	W 21 x 62
W 530 x 101,0	101,0	537	210	10,9	17,4	502	470	130,0	62198	2316,5	21,87	2640,4	2693	256,5	4,55	400,6	5,40	106,04	6,03	43,14	1.812.734	1,86	W 21 x 68
W 530 x 109,0	109,0	539	211	11,6	18,8	501	469	139,7	67226	2494,5	21,94	2847,0	2952	279,8	4,60	437,4	5,44	131,38	5,61	40,47	1.991.291	1,87	W 21 x 73
W 610 x 101,0	101,0	603	228	10,5	14,9	573	541	130,3	77003	2554,0	24,31	2922,7	2951	258,8	4,76	405,0	5,76	81,68	7,65	51,54	2.544.966	2,07	W 24 x 68
W 610 x 113,0	113,0	608	228	11,2	17,3	573	541	145,3	88196	2901,2	24,64	3312,9	3426	300,5	4,86	469,7	5,82	116,50	6,59	48,34	2.981.078	2,08	W 24 x 76
W 610 x 125,0	125,0	612	229	11,9	19,6	573	541	160,1	99184	3241,3	24,89	3697,3	3933	343,5	4,96	536,3	5,89	159,50	5,84	45,45	3.441.766	2,09	W 24 x 84
W 610 x 140,0	140,0	617	230	13,1	22,2	573	541	179,3	112619	3650,5	25,06	4173,1	4515	392,6	5,02	614,0	5,94	225,01	5,18	41,27	3.981.687	2,10	W 24 x 94
W 610 x 155,0	155,0	611	324	12,7	19,0	573	541	198,1	129583	4241,7	25,58	4749,1	10783	665,6	7,38	1022,6	8,53	200,77	8,53	42,60	9.436.714	2,47	W 24 x 104
W 610 x 174,0	174,0	616	325	14,0	21,6	573	541	222,8	147754	4797,2	25,75	5383,3	12374	761,5	7,45	1171,1	8,58	286,88	7,52	38,63	10.915.665	2,48	W 24 x 117
W 150 x 22,5	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 29,8	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	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 35,9	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	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	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	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	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	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 40
W 200 x 71,0	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	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
HP 250 x 62,0	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	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	W10 x 49
W 250 x 80,0	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	W10 x 54
HP 250 x 85,0	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	HP10 x 57
W 250 x 89,0	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	W10 x 60
W 250 x 101,0	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	W10 x 68
W 250 x 115,0	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	W10 x 77
HP 310 x 79,0	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	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	97,0	308	305	9,9	15,4	277	245	123,6	22284	1447,0	13,43	1594,2	7286	477,8	7,68	725,0	8,38	92,12	9,90	24,77	1.558.682	1,79	W 12 x 65
W 310 x 107,0	107,0	311	306	10,9	17,0	277	245	136,4	24839	1597,3	13,49	1768,2	8123	530,9	7,72	806,1	8,41	122,68	9,00	22,48	1.754.271	1,80	W 12 x 72
HP310x110,0	110,0	308	310	15,4	15,5	277	245	141,0	23703	1539,1	12,97	1730,6	7707	497,3	7,39	763,7	8,33	125,66	10,00	15,91	1.646.104	1,80	HP 12 x 74
W 310 x 117,0	117,0	314	307	11,9	18,7	277	245	149,9	27563	1755,6	13,56	1952,6	9024	587,9	7,76	893,1	8,44	161,61	8,21	20,55	1.965.950	1,80	W 12 x 79
HP310x125,0	125,0	312	312	17,4	17,4	277	245	159,0	27076	1735,6	13,05	1963,3	8823	565,6	7,45	870,6	8,38	177,98	8,97	14,09	1.911.029	1,81	HP 12 x 84
W 360 x 91,0	91,0	353	254	9,5	16,4	320	288	115,9	26755	1515,9	15,19	1680,1	4483	353,0	6,22	538,1	6,90	92,61	7,74	30,34	1.268.709	1,68	W 14 x 61
W 360 x 101,0	101,0	357	255	10,5	18,3	320	286	129,5	30279	1696,3	15,29	1888,9	5063	397,1	6,25	606,1	6,93	128,47	6,97	27,28	1.450.410	1,68	W 14 x 68
W 360 x 110,0	110,0	360	256	11,4	19,9	320	288	140,6	33155	1841,9	15,36	2059,3	5570	435,2	6,29	664,5	6,96	161,93	6,43	25,28	1.609.070	1,69	W 14 x 74
W 360 x 122,0	122,0	363	257	13,0	21,7	320	288	155,3	36599	2016,5	15,35	2269,8	6147	478,4	6,29	732,4	6,98	212,70	5,92	22,12	1.787.806	1,70	W 14 x 82



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

7

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:	Verticais:	Fletor engaste:
• R_{h1} = 35 KN	• R_{v1} = 58 KN	• M_{x1} = 124 KN.m
• R_{h2} = ± 26 KN	• R_{v2} = -3 KN	• M_{x2} = ± 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:

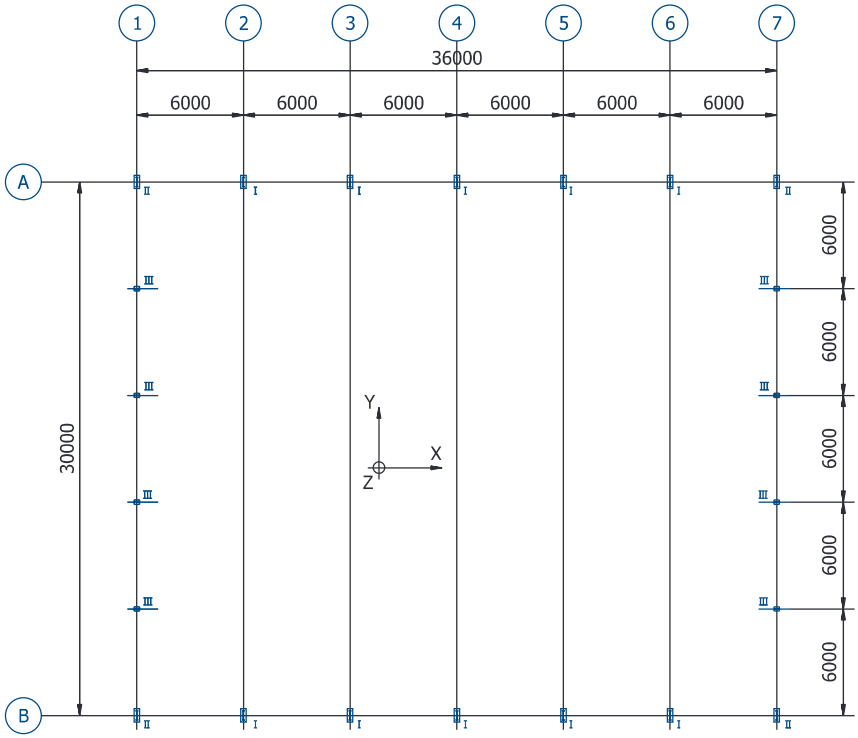
Portanto para as condições de travamento descritas nas páginas 20 e 21 temos:

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

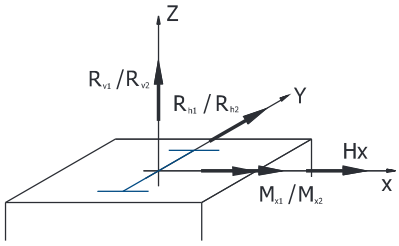
AÇÕES NAS BASES DO PÓRTICO

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

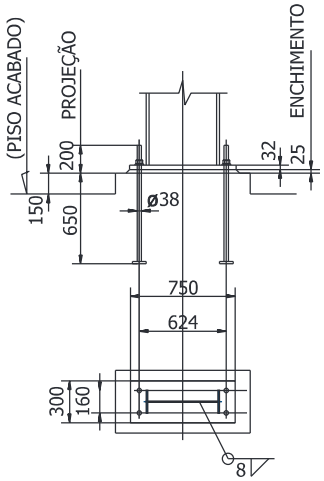
UNIDADES:

R_{VN} & R_{HN} : KN

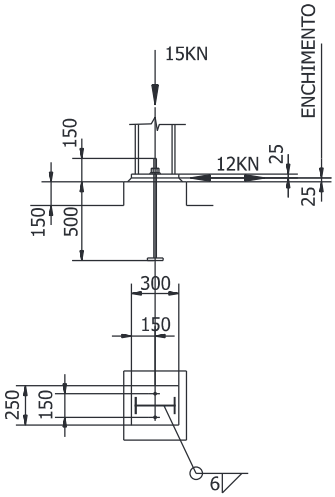
M_{XN} : KN.m



DIREÇÃO POSITIVA DOS ESFORÇOS



BASES TIPOS I & II

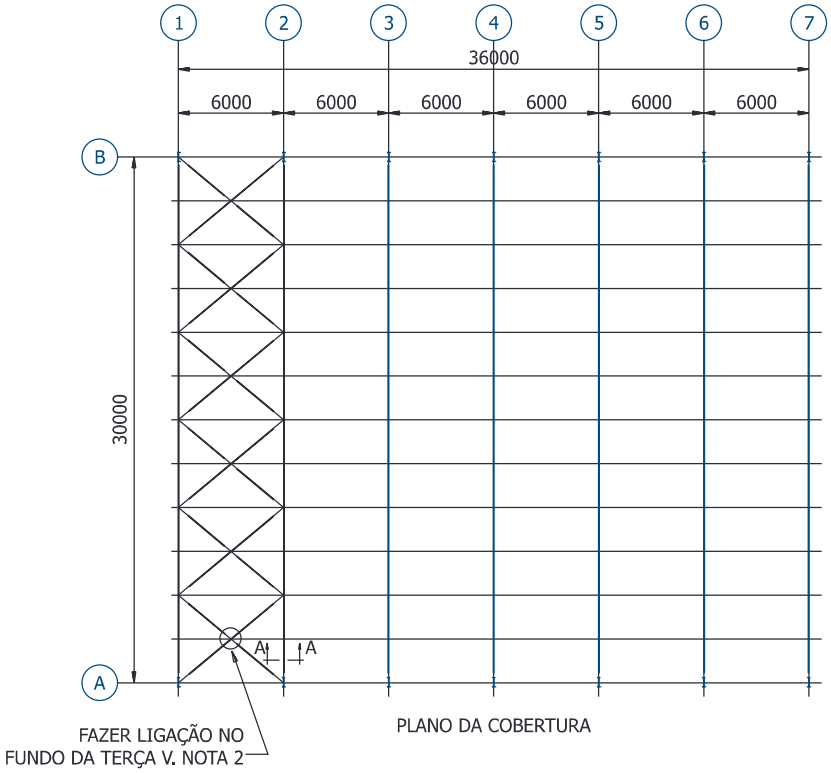


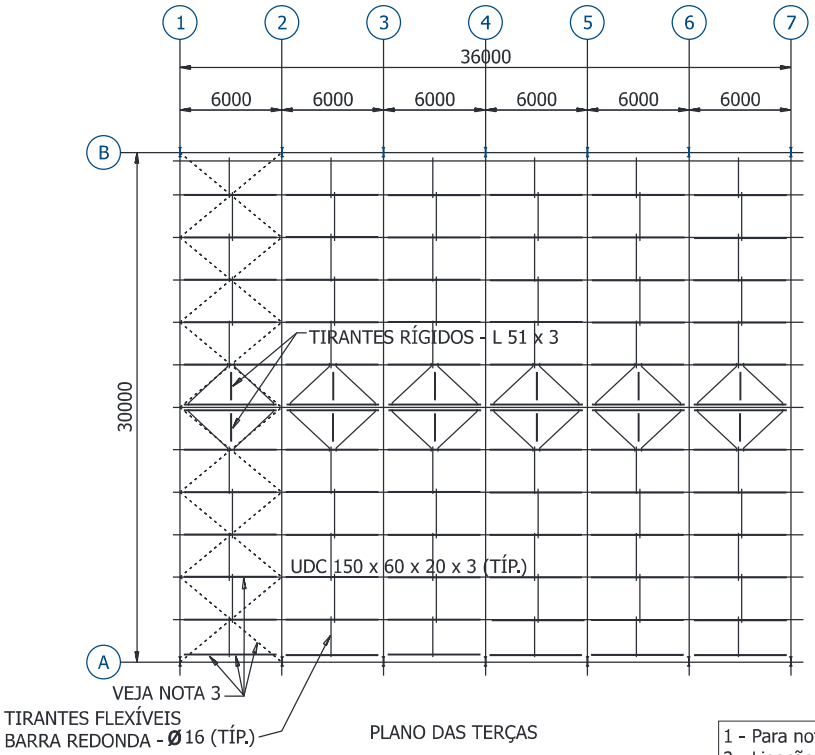
BASES TIPO III
(COLUNAS DE
FECHAMENTO)

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 / cm^2.
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.

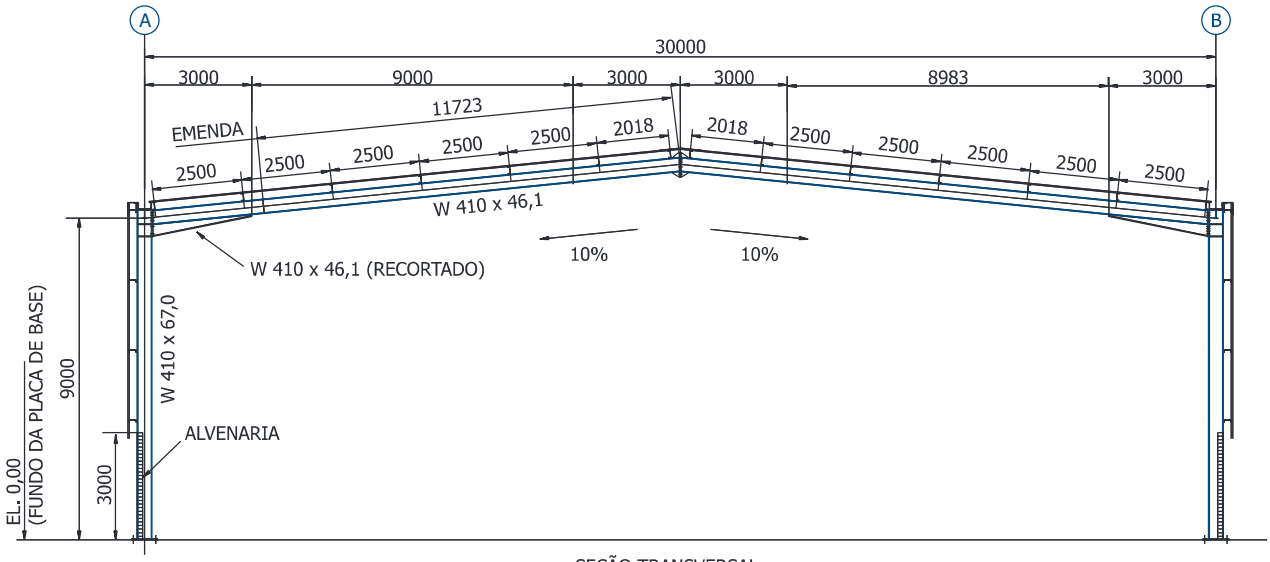
GERDAU	GMQ6 / 30 / 9 / 6	P01
	PLANO DAS BASES	REV.: A



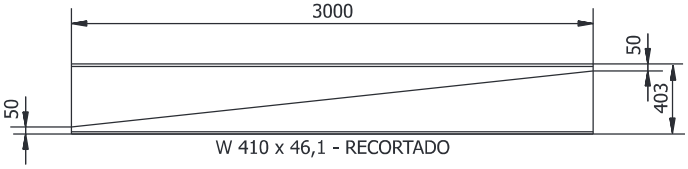


1 - Para notas gerais e referência, veja desenho P01.
2 - Ligação para efetiva contenção das mesas da viga do pórtico.
3 - Contraventamentos e elementos na faixa contraventada devem ser dimensionados para os esforços normais devidos ao vento.

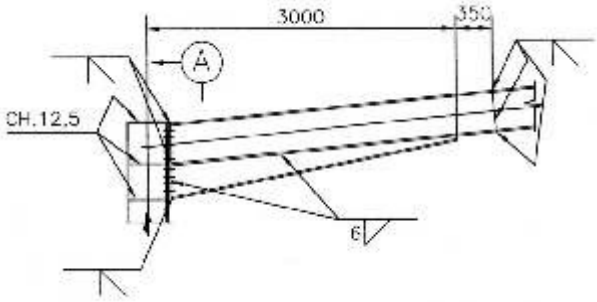
GERDAU	GMQ6 / 30 / 9 / 6	P02
PLANO DA COBERTURA E TERÇAS		REV.: A



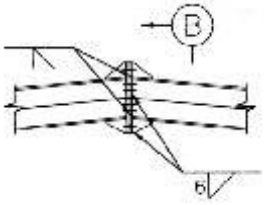
SEÇÃO TRANSVERSAL



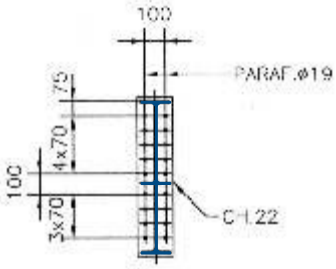
DET. PARA RECORTE DAS MÍSULAS



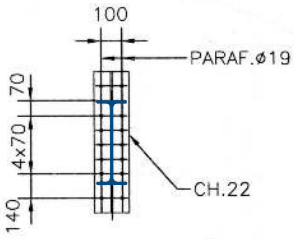
DETALHE DO NÓ DO PÓRTICO



DETALHE DA CUMEEIRA

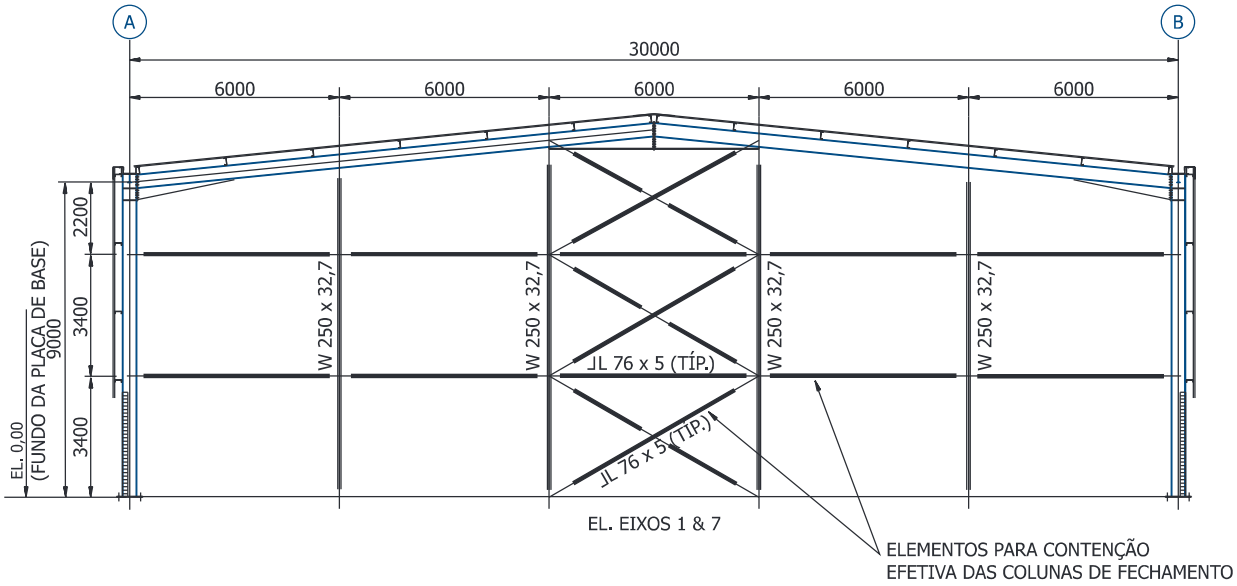


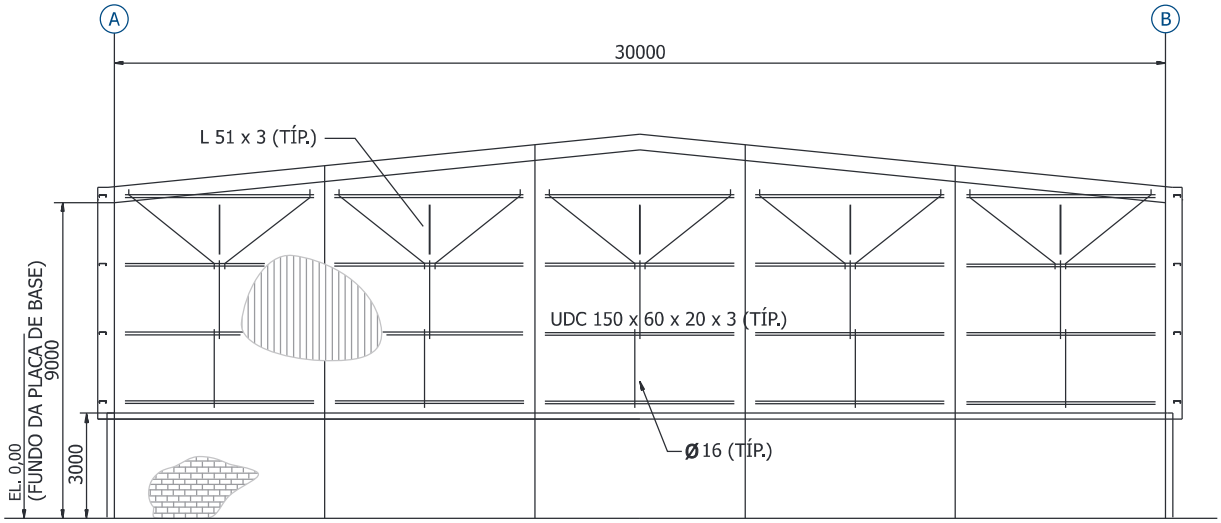
SEÇÃO A



SEÇÃO B

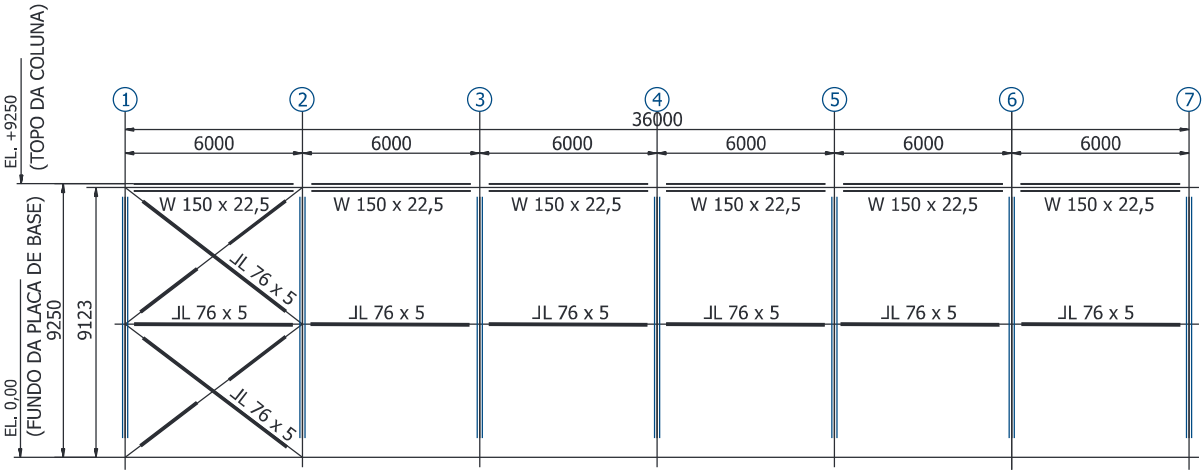
GERDAU	GMQ6 / 30 / 9 / 6	P03
SEÇÃO TRANSVERSAL		REV.: A



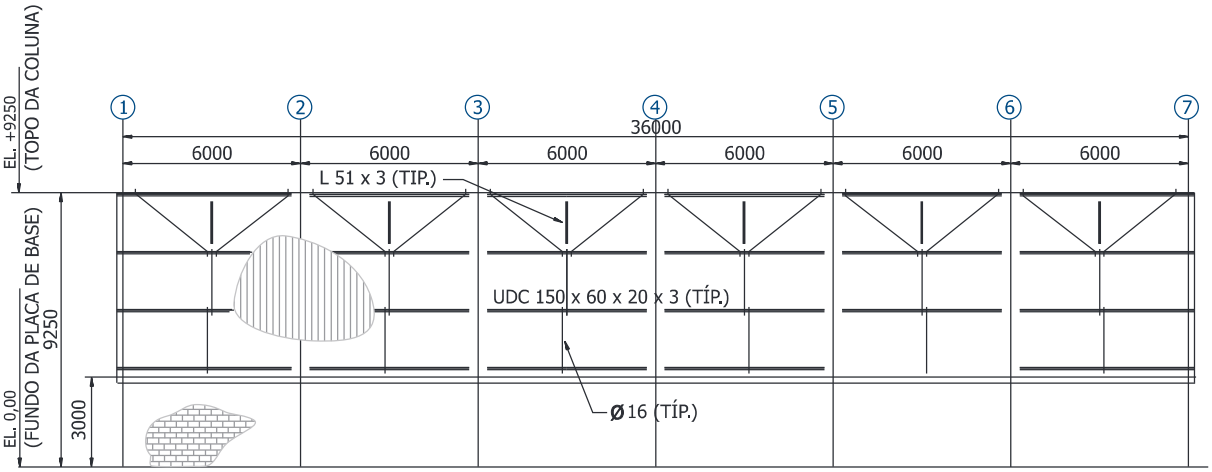


FECHAMENTO FRONTAL

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



EL. EIXOS 1 & 7 (ESQ.)



FECHAMENTO DAS FILAS A & B (ESQ.)

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

LISTA DE MATERIAL

GERDAU

Ref.: Galpão em Pórtico
Resp.:

Cliente:
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 m²	
15						Subtotal:	27612	
16						Taxa:	25,6 kg/m²	
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/m²	

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 - (m^2)	1080
Taxa Média - (kg/m)	32,5
Revisões:	Página 1 de 1
Aprovação / Data:	

8

CONSUMO APROXIMADO DE AÇO

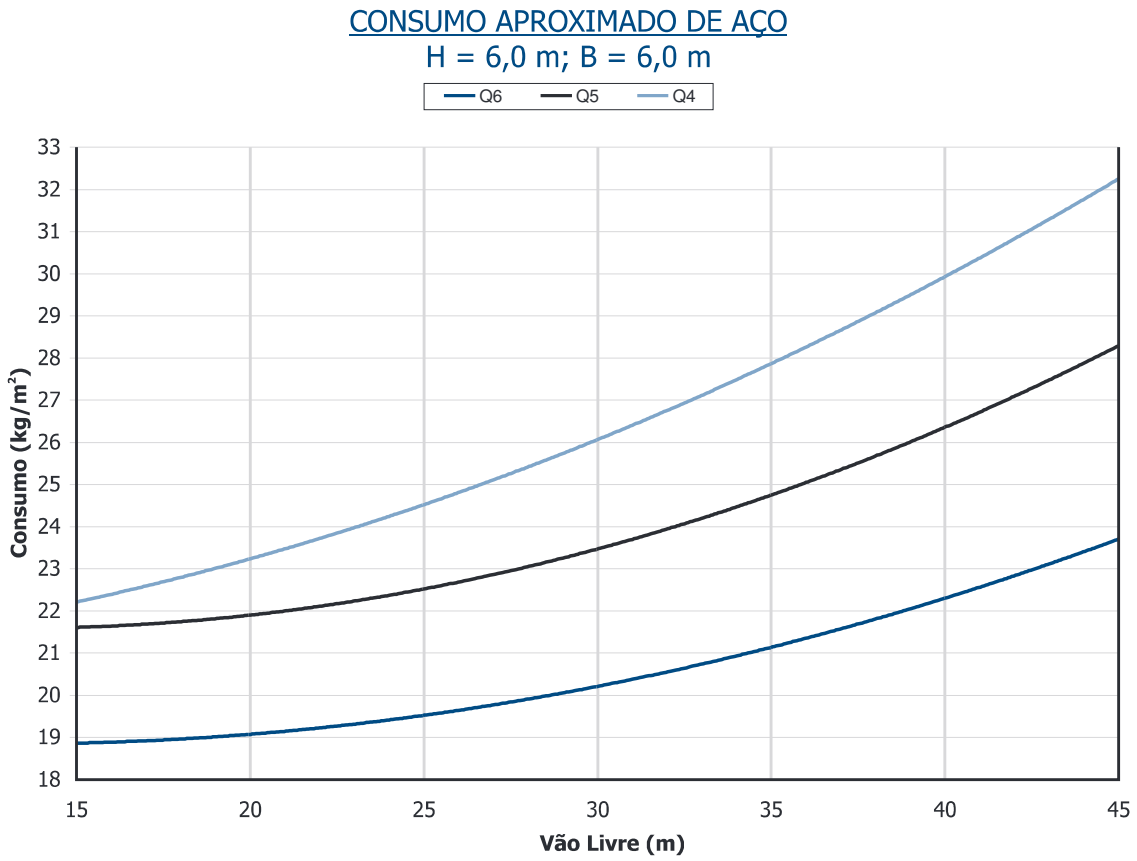
8 - Consumo Aproximado de Aço

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

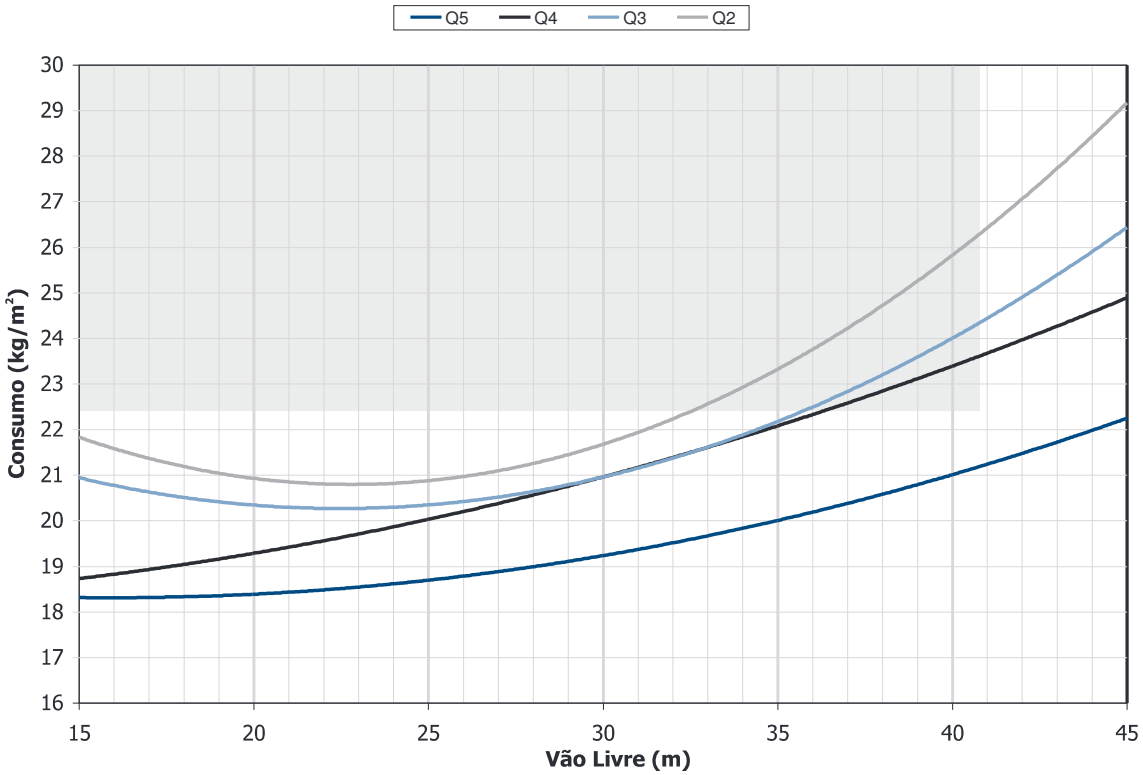
- Peso dos pórticos;
- Peso das placas de base e das chapas de ligação;
- Travamentos necessários para a estabilização dos pórticos (verticais e horizontais).

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

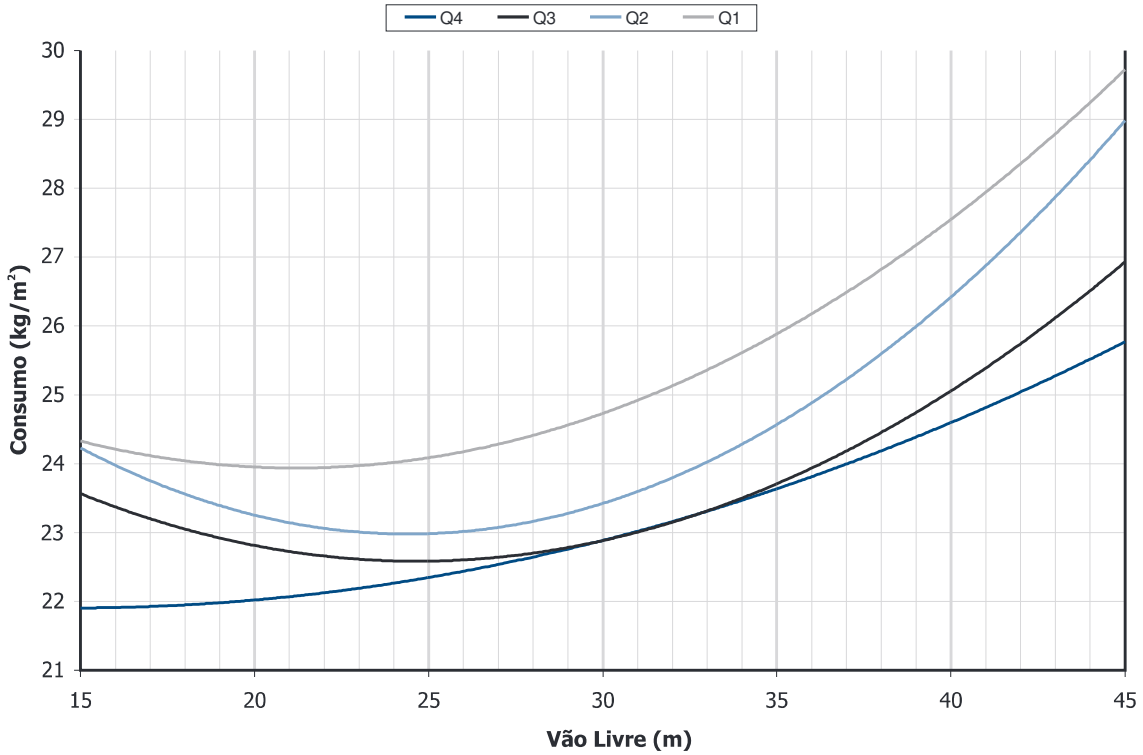
Os gráficos foram montados tomando-se as medidas padrão de altura (H = 6, 9 e 12 m), espaçamento entre os pórticos (B = 6, 9 e 12 m) e vãos (15 m < L < 45 m) combinados entre si. Para qualquer valor dentro das faixas citadas acima pode-se fazer uma interpolação linear com boa precisão.



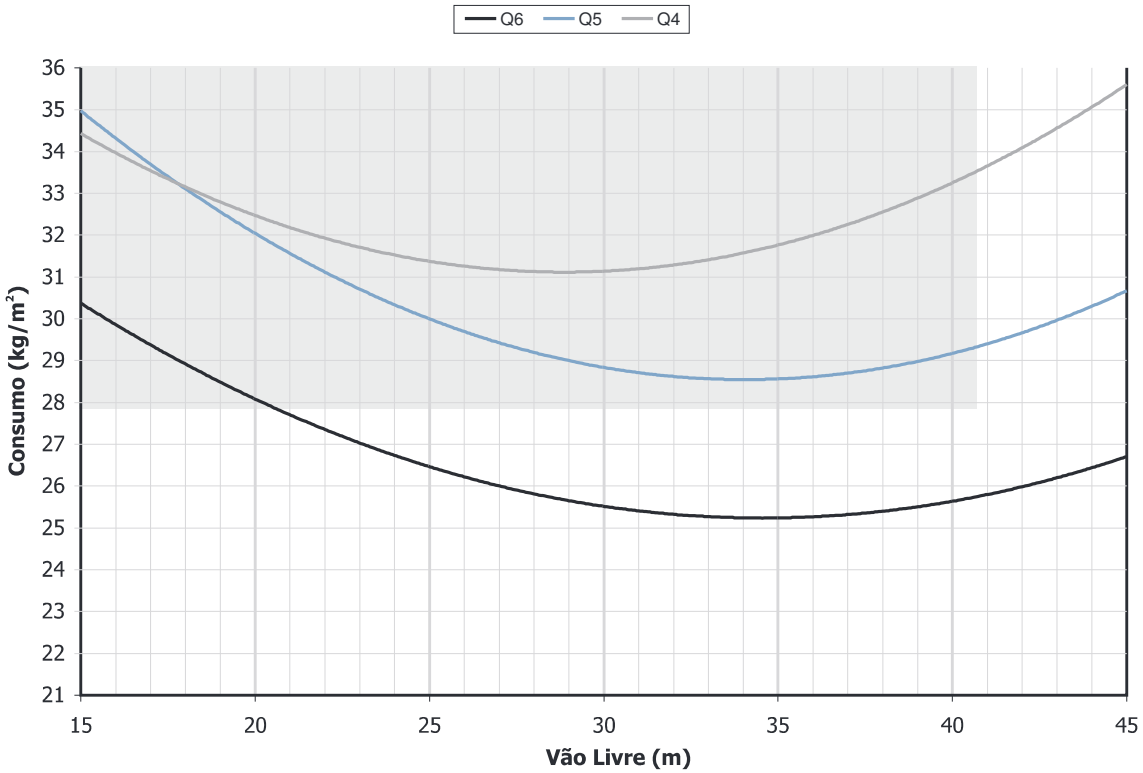
CONSUMO APROXIMADO DE AÇO
H = 6,0 m; B = 9,0 m



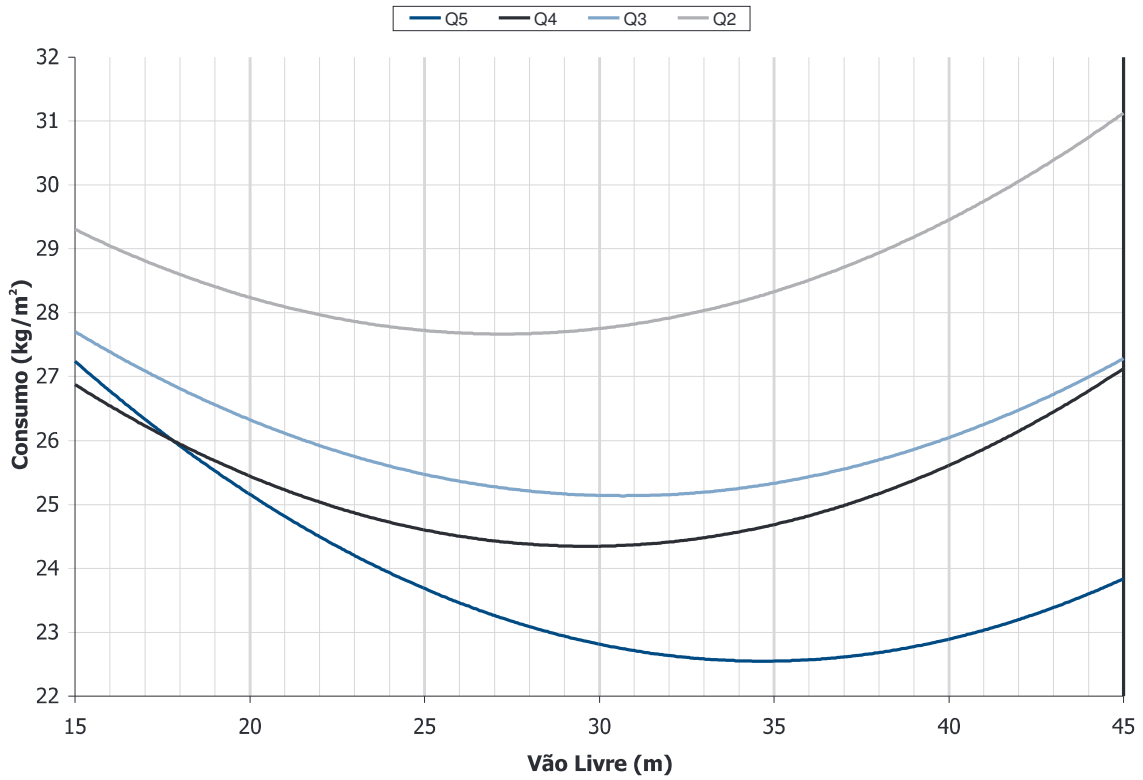
CONSUMO APROXIMADO DE AÇO
H = 6,0 m; B = 12,0 m



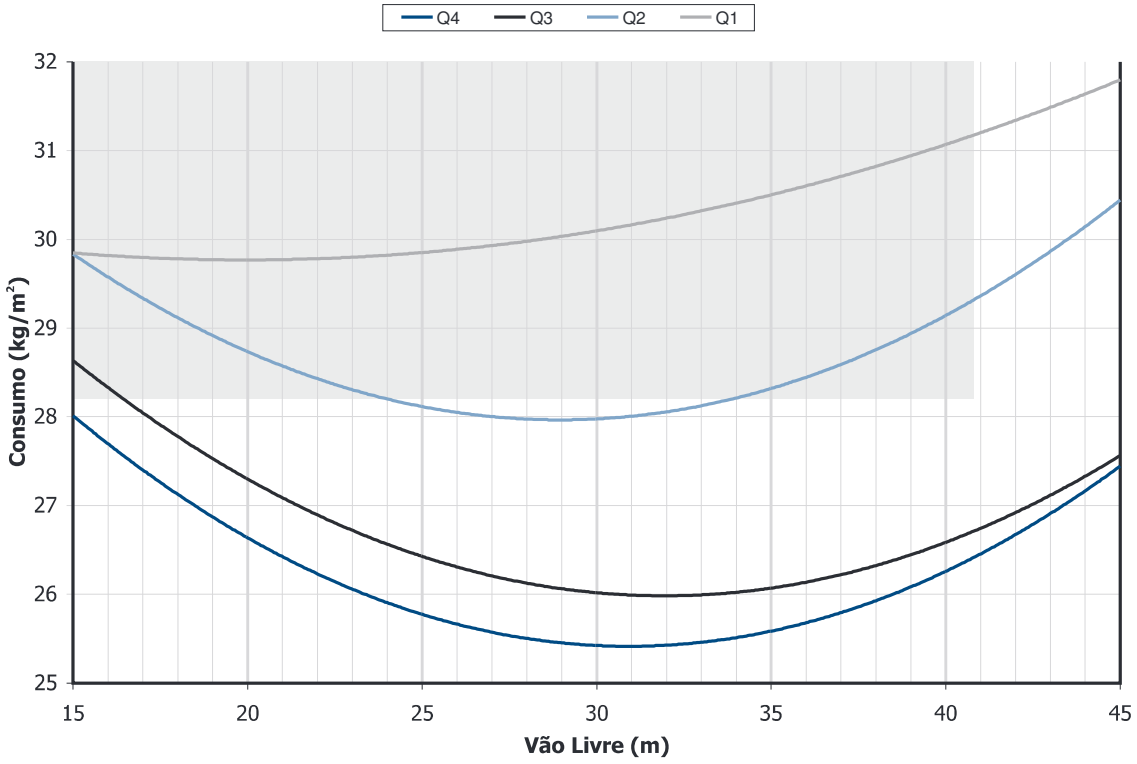
CONSUMO APROXIMADO DE AÇO
H = 9,0 m; B = 6,0 m



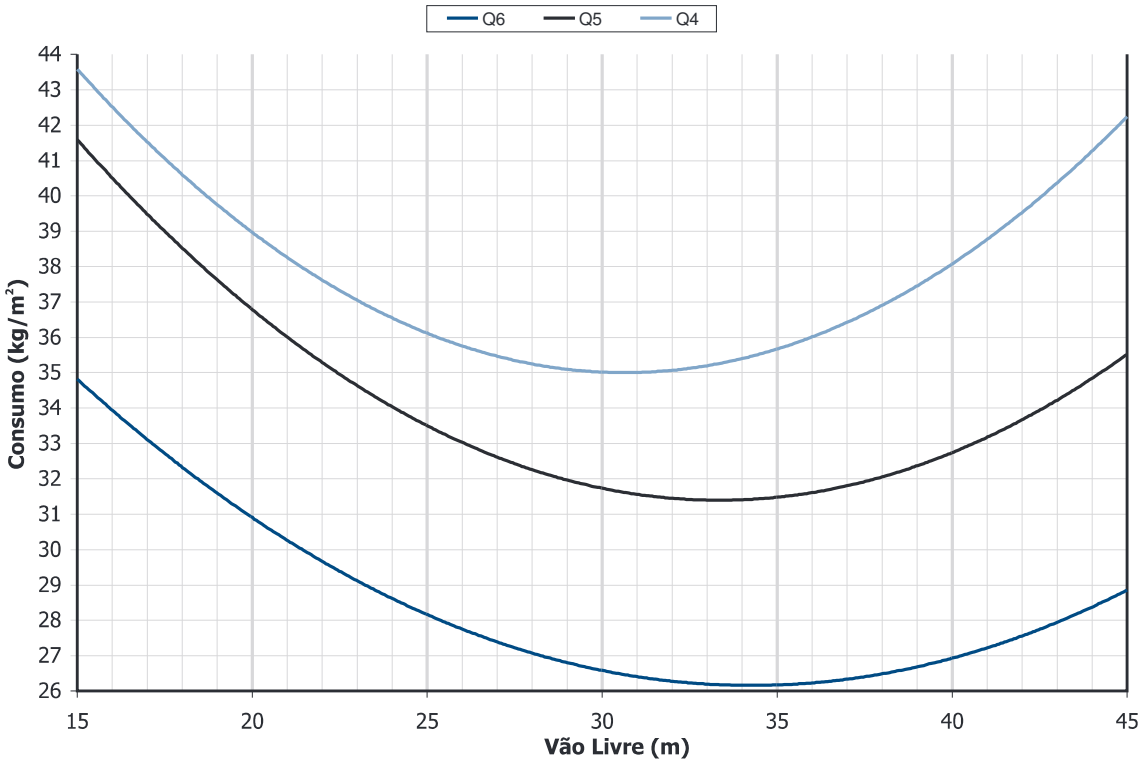
CONSUMO APROXIMADO DE AÇO
H = 9,0 m; B = 9,0 m



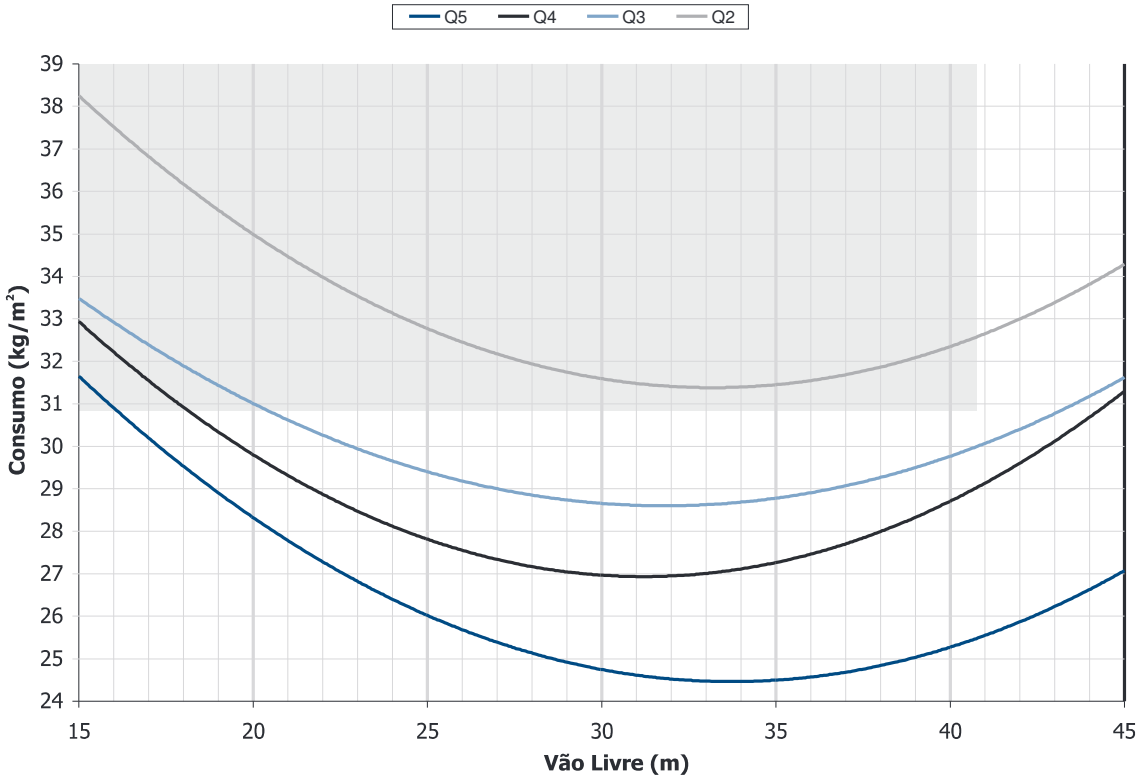
CONSUMO APROXIMADO DE AÇO
H = 9,0 m; B = 12,0 m



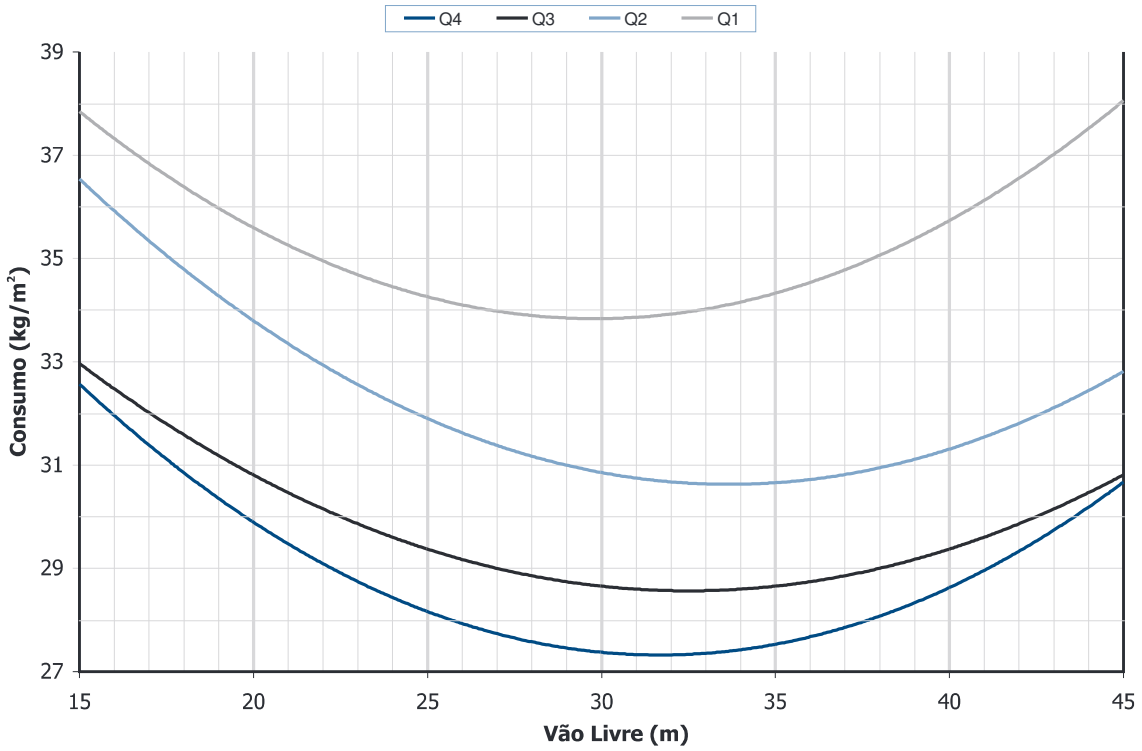
CONSUMO APROXIMADO DE AÇO
H = 12,0 m; B = 6,0 m



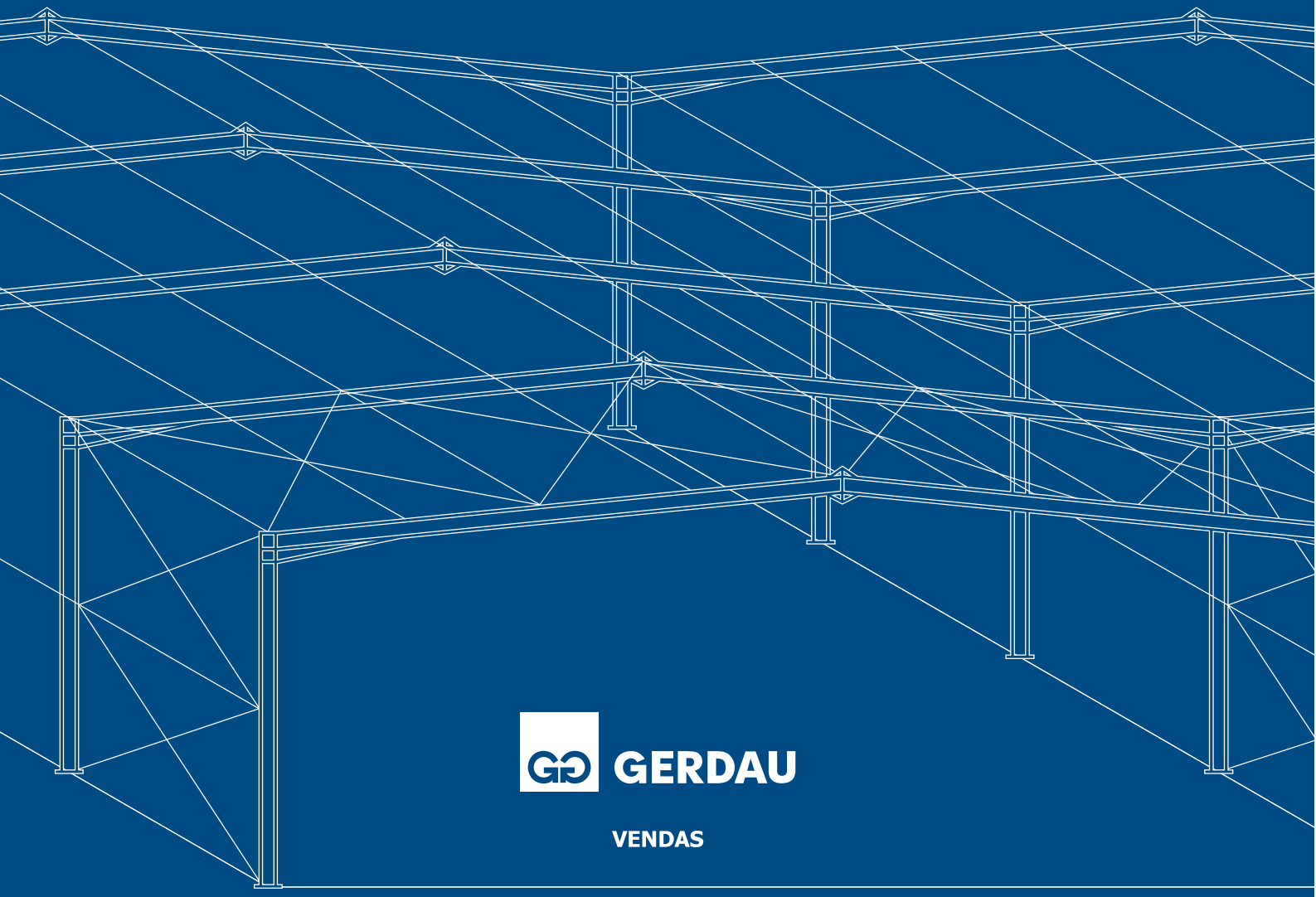
CONSUMO APROXIMADO DE AÇO
H = 12,0 m; B = 9,0 m



CONSUMO APROXIMADO DE AÇO
H = 12,0 m; B = 12,0 m



www.gerdau.com.br



GERDAU

VENDAS

SÃO PAULO
Tel. (11) 3094-6500
Fax (11) 3094-6303
e-mail: atendimentogerdau.sp@gerdau.com.br

MINAS GERAIS
Tel. (31) 3269-4321
Fax (31) 3328-3330
e-mail: atendimentogerdau.mg@gerdau.com.br

RIO DE JANEIRO
Tel. (21) 3974-7529
Fax (21) 3974-7592
e-mail: atendimentogerdau.rj@gerdau.com.br

CENTRO-OESTE
Tel. (62) 4005-6000
Fax (62) 4005-6002
e-mail: atendimentogerdau.cto@gerdau.com.br

NORTE / NORDESTE

Pernambuco
Tel. (81) 3452-7755
Fax (81) 3452-7635

Bahia
Tel. (71) 3301-1385
Fax (71) 3301-1172

e-mail: atendimentogerdau.nne@gerdau.com.br

SUL

Rio Grande do Sul
Tel. (51) 3450-7855
Fax (51) 3323-2800

Paraná
Tel. (41) 3314-3646
Fax (41) 3314-3615

e-mail: atendimentogerdau.sul@gerdau.com.br

05/12 MD