

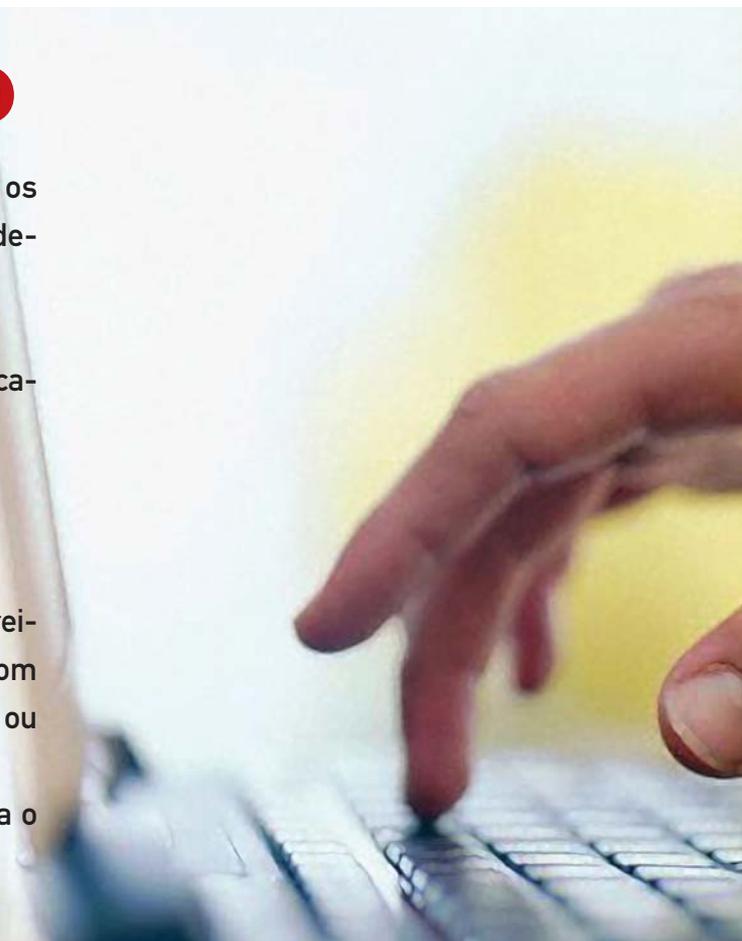
# Comunicado

A Revista Construção Metálica comunica que os artigos técnicos enviados para esta Seção deverão ter:

- Conteúdo totalmente técnico geral não se caracterizando propaganda
- No máximo 14.000 caracteres

A Revista Construção Metálica se reserva o direito de, dependendo da importância do Artigo com mais de 14.000 caracteres, publicá-lo em duas ou mais edições.

Os Artigos Técnicos deverão ser enviados para o e-mail [imprensa@abcem.org.br](mailto:imprensa@abcem.org.br)



## Errata

No Item b.2 do exemplo 2.1, do Artigo Técnico “Automatização do dimensionamento de elementos estruturais de aço segundo a Norma Brasileira NBR 8800/1986” da edição 69, onde lê-se “De acordo com o anexo D, tabela 27...”

deve-se ler

“De acordo com o item 5.6...”

e a expressão correta de  $\lambda_p$  e seu cálculo é:

$$\lambda_p = 1,47 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 1,47 \sqrt{\frac{20500}{25}} = 42$$

pois

$$\frac{N_d}{\phi_c N_y} = 0,49 > 0,207$$

Cabe ainda acrescentar que o programa está correto nesta condição de cálculo de  $\lambda_p$  para barras sujeitas a esforços combinados. O erro está apenas na referência do item que consta no texto do artigo publicado.

# Galpões em pórticos de aço

AUTORES

FERNANDO OTTOBONI PINHO

*Engenheiro Consultor  
da Gerdau Açominas*

## 1. INTRODUÇÃO

**N**o mercado brasileiro da construção em aço, há uma predominância de estruturas de um único pavimento, destinadas ao uso comercial e industrial. Dentro desse importante segmento os galpões lideram as construções com soluções econômicas e versáteis para uma larga faixa de vãos e uma infinidade de aplicações na construção e na indústria, tais como pequenas fábricas, depósitos, lojas, academias, ginásios cobertos, garagens, entre outros. Com a introdução no mercado brasileiro dos perfis laminados de abas paralelas tipo W os galpões em pórticos ampliaram sua competitividade com soluções simples, limpas, rápidas e econômicas. Portanto torna-se importante conhecer todas as tipologias dos galpões em pórtico e suas características, de forma a empregar sempre a concepção mais adequada e econômica para a obra. Observar também que em alguns casos uma nova concepção, mistura de duas outras, pode juntar características interessantes e melhorar ainda mais a solução para o galpão.

Todas as tipologias podem ser de vão único, para pequenos vãos ou grandes vãos livres sem colunas internas ou, de vãos múltiplos, para grandes áreas cobertas ou quando o tipo de ocupação permite colunas intermediárias.



## 2. Tipos de Galpões em Pórtico

Existem dois tipos básicos de galpões em pórticos, definidos em função do tipo de estrutura transversal portante: os pórticos de alma cheia, que utilizam os perfis maiores laminados ou soldados como elementos principais da estrutura; e os pórticos treliçados, que empregam perfis menores formando reticulados em treliça para compor os elementos principais da estrutura.

O tipo da estrutura transversal (alma cheia, treliçado, entre outras) associado à distância entre elas (espaçamento entre pórticos), define o conjunto portante do galpão, que deve ser ajustado para obter, não a estrutura de menor peso, mas a estrutura que melhor atende as condições específicas da obra em análise. Espaçamentos menores favorecem os elementos secundários de cobertura e tapamento, reduzem as cargas em cada pórtico, mas aumentam o número de pórticos e, conseqüentemente, o número de bases e fundações. Espaçamentos maiores aumentam os elementos secundários da cobertura, como as terças, que em muitos casos po-

dem utilizar perfis laminados tipo I com economia e ainda reduzem o número de pórticos e de fundações.

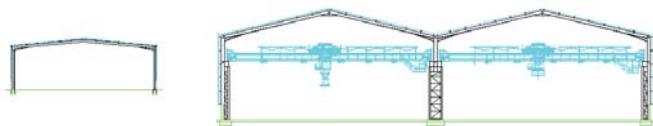
As concepções de alma cheia são as mais limpas, com menor número de elementos, têm a fabricação facilitada, sua montagem é mais rápida, a manutenção é mais simples, mas consomem mais aço. Como consomem muito menos serviços para a sua execução, os custos finais são competitivos e são indicadas para os galpões pequenos e médios.

Os galpões de alma cheia formam pórticos rígidos, compostos das colunas e vigas inclinadas, ligados por conexões resistentes a momento. A estrutura em pórtico é estável no seu plano e libera um vão livre sem os obstáculos, como contraventamentos.

A inclinação da cobertura influi significativamente no comportamento do pórtico. As inclinações menores favorecem um telhado mais plano, ideal para grandes áreas sem calhas, mas reduzem a eficiência do pórtico, exigindo seções maiores para as colunas e vigas. Já as inclinações maiores, favorecem o comportamento dos pórticos, mas podem exigir um maior número de calhas.

Como as solicitações máximas ocorrem nas ligações entre as colunas e vigas, podem-se usar mísulas para aumentar as seções nestes pontos, facilitando também o lançamento das ligações. As mísulas são normalmente obtidas do corte em ângulo do próprio perfil usado para as vigas.

As bases podem ser rotuladas, mais convenientes para



as fundações, ou engastadas, favorecendo a rigidez e a estabilidade da estrutura. A opção deve ser feita de forma a obter a melhor solução para o conjunto estrutura/fundações.

## 2.1 Sem Ponte Rolante

Os galpões sem ponte rolante são os mais simples e rápidos, normalmente empregados desde pequenas coberturas para instalações comerciais até ginásios poliesportivos de grandes vãos. A carga predominante é o vento, porque, normalmente, são utilizadas telhas metálicas de pouco peso e exigem poucas instalações.

As tipologias abaixo e suas variações são as mais utilizadas para pórticos com perfis laminados.

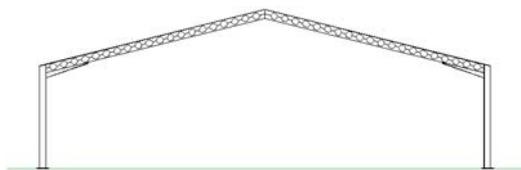
### 2.1.1 Pórtico simples de alma cheia

Uma estrutura simples e simétrica com cobertura inclinada que tem vão livre de 15m a 45m e altura de 5m a 12m. A inclinação da cobertura fica entre 5° e 20° e o espaçamento entre os pórticos entre 6m e 12m. É comum a utilização de mísulas nas ligações das vigas com as colunas e na cumieira.



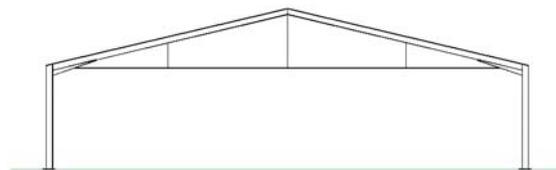
### 2.1.2 Pórtico simples com viga castelada ou celular

A mesma estrutura do pórtico simples, mas utilizando para as vigas inclinadas os perfis laminados formando vigas casteladas ou celulares. Como os perfis podem aumentar a altura em aproximadamente 50%, sem aumentar a massa linear, consegue-se vencer vãos maiores, de até 60m.



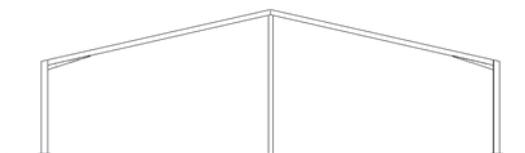
### 2.1.3 Pórtico com tirantes

Com a colocação de tirantes, consegue-se reduzir os deslocamentos horizontais e os momentos nas colunas. São indicado para inclinações maiores que 15°. Observar, que para algumas atividades os tirantes podem ser um obstáculo indesejável.



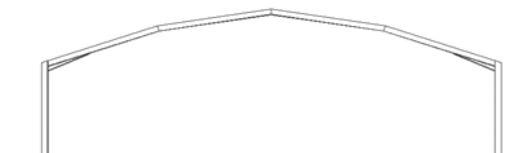
### 2.1.4 Pórtico com escora central

Para grandes vãos (maiores que 30m), e sem a necessidade de vão livre, o pórtico com escora central, pode reduzir as vigas, gerando uma estrutura mais econômica.



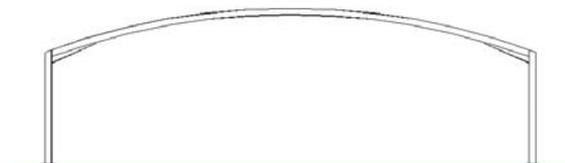
### 2.1.5 Pórtico com cobertura em poligonal

O pórtico com cobertura em poligonal pode ser usado para grandes vãos onde a altura total do galpão deve ser reduzida. A utilização de tirantes horizontais pode tornar a solução mais econômica.



### 2.1.6 Pórtico com cobertura em arco

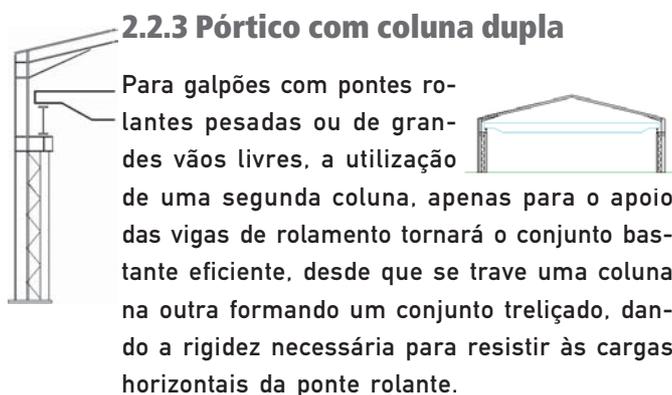
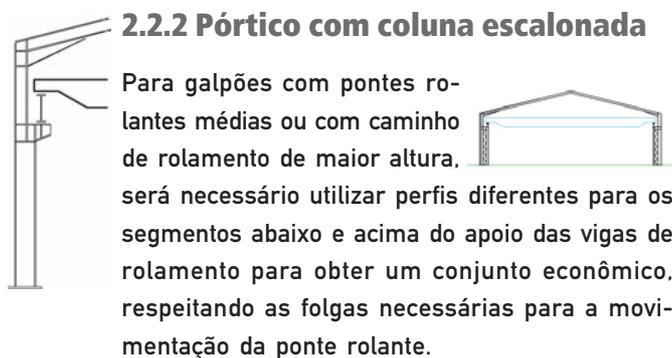
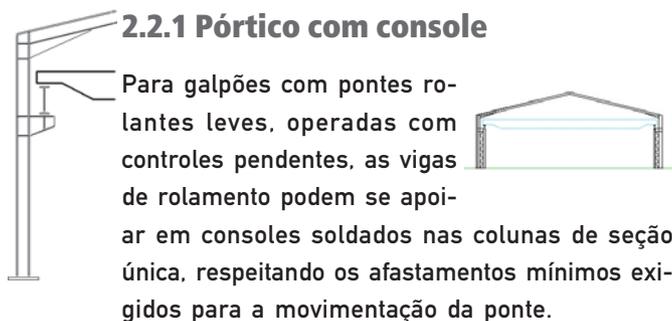
Os pórticos com cobertura em arco, são utilizados principalmente em função de necessidades arquitetônicas. A viga laminada são curvadas por calandragem a frio. Para vãos grandes, serão necessárias ligações nas vigas, que devem ser cuidadosamente detalhadas.



## 2.2 Com Ponte Rolante

Os galpões com ponte rolante são mais complexos porque exigem apoio para o caminho de rolamento das pontes rolantes, normalmente empregados para instalações industriais pequenas ou grandes. Quase todas as tipologias empregadas nos galpões sem ponte rolante podem ser usadas também para os galpões com ponte rolante. A car-

ga predominante agora é a da ponte rolante, introduzindo esforços verticais, horizontais e impactos que devem ser resistidos pelos pórticos, mantendo sempre as deformações máximas dentro dos limites para a operação da ponte. As tipologias abaixo são as mais utilizadas para as colunas dos pórticos com perfis laminados ou soldados.



### 3. Considerações para o Projeto do Galpão

Sempre baseado em especificações e normas reconhecidas, o projeto de um galpão, examina um grande número de requisitos inter-relacionados que devem ser considerados em cada uma das três etapas do processo:

- **Projeto Conceitual** (Concepção), estágio onde são tomadas todas as decisões relativas às dimensões principais como a altura total e o vão livre, críticos para permitir os espaços livres internos e as alturas necessárias para as funções do galpão. É a etapa que exige maior experi-

ência e onde deve ser gasto a maior parte do tempo disponível para o projeto, porque é no projeto conceitual que se define todos os partidos estruturais.

Devem-se observar todas as características de cada tipo de estrutura que poderá atender ao projeto, para definir a forma a ser adotada para a estrutura principal e as suas inter-relações com as estruturas secundárias e os elementos de vedação, iluminação e ventilação, além das necessidades para a movimentação de cargas, como as pontes rolantes e as monovias.

- **Projeto Preliminar** (Pré-Dimensionamento), quando os elementos são pré-dimensionados para fins de estimativas. O projeto preliminar ou pré-dimensionamento deve ser feito para cada tipo de estrutura analisada, definindo as dimensões e os pesos aproximados dos elementos que compõem a estrutura. Normalmente se emprega para o pré-dimensionamento, recursos como: tabelas, ábacos, planilhas de cálculo de elementos isolados, além de comparações com estruturas existentes, de forma a obter as seções dos elementos com uma precisão suficiente para os objetivos desta etapa.

- **Projeto Definitivo** (Projeto Executivo), quando são consideradas todas as cargas para o dimensionando final de todos os elementos, inclusive definindo os tipos de ligações que serão usados. Muito cuidado com os detalhes procurando sempre entender a inter-relação entre os vários elementos que compõem o conjunto do galpão, para evitar soluções que possam criar dificuldades para a fabricação e para a montagem, observando que muitas vezes um detalhe bem resolvido pode ser mais importante que um peso menor.

### 3.1 Cargas

As cargas que devem ser consideradas no projeto do galpão são:

- Cargas Permanentes - Peso próprio da estrutura, das telhas, etc. conforme NBR 6120.
- Sobrecargas - Previsão para instalações e manutenção da cobertura, conforme NBR 8800.
- Cargas de Vento - Ações devidas aos ventos conforme NBR-6123.
- Cargas das Pontes Rolantes - Ações verticais e horizontais e coeficientes de impacto, conforme NBR 8800 e os catálogos dos fabricantes das pontes.
- Combinações de Cargas - Examinar todas as combinações, na busca da combinação crítica.

### 3.2 Análise Estrutural

Conforme a NBR 8800 ou o AISC, verificando os limites de resistência e de utilização:

### 3.2.1 Limites de Resistência

Dependendo do tipo de solicitação do elemento, do tipo do aço e do tipo do perfil adotado.

### 3.2.2 Limites de Utilização

Verificar as deformações máximas e as vibrações excessivas.

### 3.3 Principais Elementos dos Galpões

Os principais elementos estruturais que compõe o projeto do galpão são:

- Colunas do pórtico e colunas de tapamento lateral e frontal
- Contraventamento vertical e no plano das terças
- Vigas inclinadas do pórtico e suas mísulas
- Vigas de rolamento e consoles
- Viga de beiral e cumieira
- Terças e vigas de tapamento
- Tirantes flexíveis (correntes) e tirantes rígidos
- Placas de base e chumbadores

## 4. Exemplos de Obras de Galpões em Pórtico



#### Referências

1- SCI/Corus - DESIGN OF SINGLE-SPAN STEEL PORTAL FRAMES

2- Gerdau Açominas - Coletânea do Uso do Aço - GALPÕES EM PÓRTICOS COM PERFIS ESTRUTURAIS LAMINADOS

3- Bellei, Ildony Hélio - EDIFÍCIOS INDUSTRIAIS EM AÇO - Editora PINI

4 - CBCA/IBS - Manual da Construção em Aço - GALPÕES PARA USOS GERAIS