

# Galpões metálicos para usos gerais

Edição 171 - Junho/2011

Os galpões para usos gerais construídos com aço, de um único pavimento, são geralmente constituídos de sistemas estruturais compostos por pórticos regularmente espaçados, com cobertura superior apoiada em sistema de terças e vigas ou tesouras e treliças. São áreas cobertas destinadas ao uso comercial (lojas, estacionamento, centros de distribuição, entre outros), uso industrial, agrícola etc. (*figura 1*).



Galpão metálico finalizado com cobertura em estrutura treliçada

Neste artigo abordaremos, principalmente, alguns aspectos do projeto e da montagem final no local da obra. Porém, é necessário entender que um projeto de estrutura metálica envolve o projeto (cálculo e detalhamento), a fabricação numa indústria metalúrgica, o transporte e a montagem.

## Projeto

Ao desenvolver um projeto, deve-se pensar na qualidade final da edificação, assim como na manutenção ao longo da vida útil. Em primeiro lugar, deve-se definir uma configuração dimensional volumétrica do galpão (altura, largura e comprimento). Essas medidas são em função do tipo de uso que se dará à edificação.

Com as dimensões principais do edifício, é importante definir as aberturas fixas e móveis nos fechamentos laterais da estrutura de aço (aberturas fixas são aquelas sempre abertas, por exemplo, venezianas; as aberturas móveis podem estar fechadas ou abertas, como portas e portões), bem como possíveis lanternins superiores, para aliviar a pressão interna devido ao vento.

O sistema estrutural é definido na fase de projeto e deve estar de acordo com as exigências das normas de segurança (NBR 8681:2003), ações devidas ao vento (NBR 6123:1988) e as específicas ações acidentais que atuarão ao longo da vida útil da edificação (NBR 6120:1980). O sistema estrutural, geralmente, classifica-se em vão simples com duas águas (*figura 2*), vãos múltiplos com quatro meias-águas, geminados com duas ou mais águas, os do tipo shed (*figura 3*) e, ainda, aqueles em forma de arco (*figura 4*).

Entende-se por projeto o conjunto de especificações, cálculos estruturais, desenhos de projeto, de fabricação e de montagem dos elementos de aço. As normas para

dimensionamento a serem usadas são a NBR 8800:2008 para estruturas de aço laminadas e soldadas e a NBR 14762:2010, para aquelas com perfis formados a frio. Cada um destes documentos deve respeitar as normas e exigências requeridas para uma correta e adequada obtenção do resultado final, que é o galpão para usos gerais com plano de manutenção definido, o qual prevê a obtenção da vida útil da edificação especificada originalmente no projeto.

### **Materiais**

Uma lista de materiais em avanço deve ser utilizada para a definição de estoques, compra e requerimento dos materiais especificados, antes mesmo dos desenhos de fabricação. Essa antecipação garante a fabricação no prazo definido no cronograma do projeto.

O aço estrutural considerado no dimensionamento do galpão deve estar especificado na lista avançada, de acordo com os critérios de aceitação estabelecidos no Anexo A da NBR 8800:2008.

Os elementos podem ser considerados como perfis soldados, perfis laminados e perfis conformados a frio, definidos no cálculo da estrutura.

Para conexões, geralmente é priorizada a utilização de soldagem em fábrica e de uniões parafusadas em campo, devido à dificuldade de utilização de soldagem nos locais de montagem da estrutura. Logo, a lista de parafusos deve ser definida juntamente com as conexões, para que o engenheiro responsável defina as dimensões dos parafusos de alta resistência utilizados. Os consumíveis (eletrodos, arames e fluxos) para soldagem devem obedecer às especificações da norma AWS D1.1 (Structural Welding Code – Steel), classificados em função do material especificado na união.

As telhas de cobertura, assim como as telhas de fechamento requerem paginação para compra junto ao fornecedor. Os fabricantes de telhas seguem as orientações das normas NBR 14513 e NBR 14514.



Figura 1 – Galpão geral

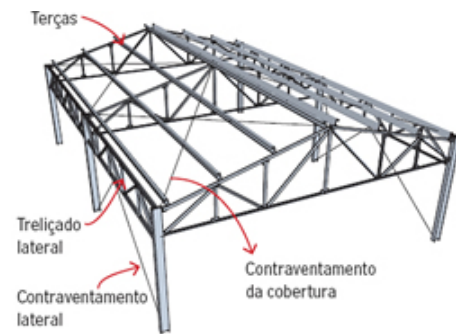


Figura 2 – Duas águas

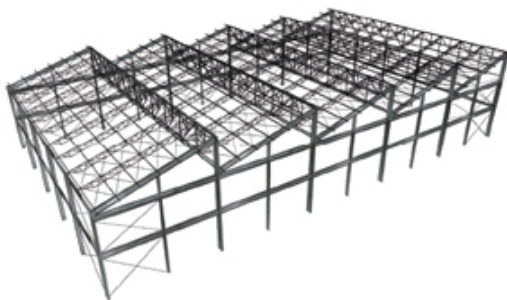


Figura 3 – Shed

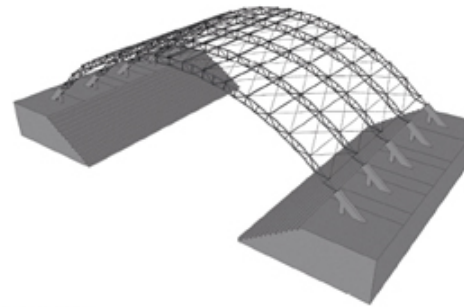


Figura 4 – Arco

## Fabricação

A fabricação dos elementos estruturais deve seguir as informações dimensionais, especificações de materiais e quantitativos mostrados nos desenhos de fabricação, onde são detalhados os elementos. É importante salientar que a concepção adequada e mais viável da estrutura leva em consideração as dimensões dos conjuntos soldados, facilitando, Contraventamento Contraventamento em X Apoio Vigas e fechamentos Terças Contraventamento Contraventamento da cobertura lateral Trelçado lateral Terças assim, tanto a movimentação no interior da fábrica como transporte e posicionamento no campo.

Geralmente a fabricação obedece a uma sequência estabelecida por relatórios definidos em função da montagem, que para cada situação deve ser definida, estudando-se locais de armazenamento no canteiro e datas que os elementos serão posicionados na montagem da estrutura.

## Montagem

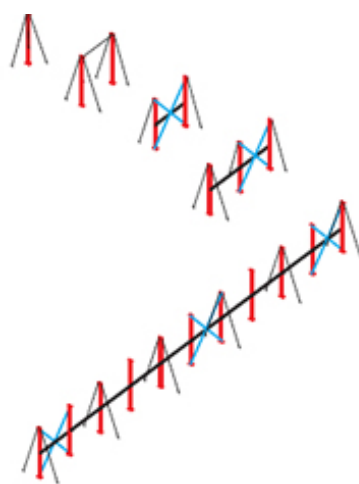
O projeto de montagem deverá ser elaborado após visita ao canteiro de obras, recebimento de todos os diagramas de montagem, detalhamentos, especificações de qualidade e segurança do cliente. Em visita ao canteiro de obras deverá ser recolhido o máximo de informações possível, bem como registros fotográficos do local, sendo que deverá ser previamente determinado os locais de estocagem dos materiais e locais destinados à montagem das instalações de apoio para a obra (escritório, almoxarifado, refeitório, banheiros, vestiários, entre outras).

Nas figuras 5 a 8 é apresentada uma sequência de projeto preparada por diversos programas computacionais, que esclarece os passos a serem desenvolvidos para se manter a estrutura sempre estável durante a montagem.

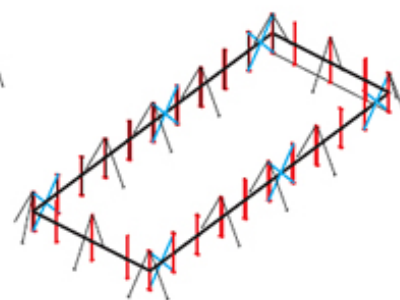
As instalações para suporte no canteiro de obras deverão estar devidamente concluídas antes da chegada de qualquer estrutura metálica na obra, sendo que as equipes de montagem também deverão estar preparadas e mobilizadas para o início dos trabalhos no momento da chegada da estrutura. Nas fotos a seguir, de 1 a 12, apresentamos a sequência real de montagem de um galpão industrial, desde a chegada do material ao canteiro de obras, onde as bases de ancoragem já estão prontas, até a colocação do fechamento lateral (*foto 1*).

O conhecimento do canteiro de obras é indispensável à elaboração de procedimento e projeto de montagem, para que se possa aproximar o máximo possível o planejamento da realidade da obra.

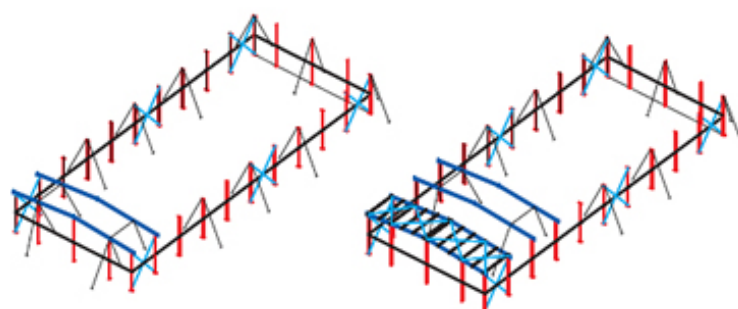
A montagem sempre deve estar presente no desenvolvimento de todas as fases do projeto. Ela delimita os principais requisitos para uma especificação técnica e também trabalha com os aspectos organizacionais no local.



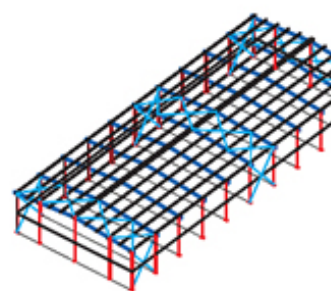
**Figura 5** – Esquema de montagem de pilares



**Figura 6** – Etapa final – montagem de pilares



**Figura 7** – Montagem de pórticos de cobertura, terças e contraventamentos



**Figura 8** – Término da montagem da estrutura principal

É importante que a montagem seja considerada desde as primeiras fases do projeto.

Ambos, engenheiros e fabricantes devem considerar os seguintes aspectos:

- Conexões no local: junções devem ser preferencialmente parafusadas do que soldadas.
- Pré-montagens: o fabricante deve limitar o número de entradas do local para que consista num custo mínimo de projeto. O tamanho e peso da montagem de estrutura metálica serão limitados pelo local, além das capacidades, do peso permitido e dimensões de transporte e as condições do local.
- Dimensões: todas as medidas necessárias para a montagem no canteiro devem ser mostradas nos desenhos.
- Planejamento: a sequência da montagem deve ser considerada como uma parte integral do processo de projeto e deve ser estabelecida e documentada num estágio prévio.
- Marcação: a marcação de todas as partes deve ser clara e consistente com o projeto.
- Recursos: dependendo de como o canteiro de montagem está, é essencial usar recursos apropriados para sua disponibilidade.
- Normalização dos serviços realizados em canteiro de obra.
- Elaboração de projeto específico para a montagem das estruturas metálicas apontando sequência lógica na montagem das estruturas metálicas.
- Equipes de montagem qualificadas e treinadas para a realização dos serviços, seguindo regulamentação da NR-18 para fins de segurança do trabalho.

### **Especificação para montagem**

O objetivo principal durante a montagem é manter a estabilidade da estrutura a toda hora. Muitas estruturas desmoronam devido à falta do entendimento das exigências de estabilidade. As tensões podem ser invertidas durante a montagem e comprometerem a estabilidade da estrutura, podendo levá-la ao colapso. Isso mostra a importância do conhecimento de cálculo estrutural e da resistência dos materiais pelo responsável pela montagem da obra. O projeto de montagem deve solucionar perguntas relativas à sequência de construção e seus efeitos de estabilidade, a fim de orientar a utilização de elementos provisórios (*foto 2*). Na fase de projeto, deve-se sequenciar a montagem das estruturas com o objetivo de assegurar, de certo modo, a estabilidade em qualquer fase da montagem.

É essencial que a estrutura seja estável e retificada como procede a montagem. Em edifícios de constituição linear ou galpões, a estabilidade longitudinal é feita pelos contraventamentos verticais e a estabilidade no plano horizontal pelo contraventamento dos planos das terças ou das cordas inferiores das tesouras. Antes que estejam montados, a estabilidade da estrutura deverá ser garantida com a utilização de estais provisórios (*foto 3*).

O responsável pela montagem deverá garantir que os estais não fiquem em posição sujeitos a choques de veículos e equipamentos, o que poderia levar a estrutura à ruína. Em colunas de grande altura, deverão ser utilizados elementos provisórios, até que as estruturas sejam interligadas, propiciando o travamento e a estabilidade (*foto 4*).





**Foto 1** – Bases executadas e início de recebimento da estrutura no local de montagem



**Foto 2** – Posicionamento dos elementos próximos ao local de içamento



**Foto 3** – Primeira coluna erguida



**Foto 4** – Montagem das colunas respeitando a sequência de montagem necessária à estabilidade



**Foto 5** – Início da montagem dos pórticos com posicionamento e fixação das vigas de rolamento

Dentre os trabalhos mais importantes da montagem de estruturas metálicas estão a movimentação e o içamento de peças dentro do canteiro de obras. Seja leve ou pesada, grande ou pequena, são necessárias informações fundamentais para dimensionar equipamentos seguros e econômicos para este tipo de operação (*foto 5*).

Como já comentado anteriormente, é preciso saber basicamente o peso, as alturas e o raio de trabalho para dimensionar guindastes, muncks ou gruas, mas as dimensões da peça são muito importantes na decisão da escolha do sistema de içamento (uso de balancim, moitão simples, eslingas em diversos ângulos e alternativas adicionais para elevação de peças) e no estudo da movimentação da peça entre as estruturas até seu local de montagem (*foto 6*).

Tudo isto são informações simples, mas de muito valor para a equipe de montagem, pois dão maior segurança na escolha de equipamentos e possibilitam a programação do sistema de içamento ou movimentação das peças dentro do canteiro de obra. Estas informações deverão, necessariamente, constar no projeto de montagem.

Para o início das atividades de montagem da estrutura, a movimentação de terra deve estar pronta, assim como a execução das fundações, definidas com as informações das reações da estrutura resultantes da análise estrutural e executadas seguindo a locação

topográfica da edificação. As dimensões entre eixos e filas são sempre informadas em desenhos de montagem.

A sequência de montagem é definida em função da sequência de fabricação, pois nem sempre há local para estocar as estruturas nas redondezas do local de montagem, onde o volume de peças é limitado (*fotos 8 e 9*).

Os equipamentos para elevação e posicionamento dos elementos são definidos com adequado plano de rigging, em função do peso próprio dos elementos, raios de atuação necessários, acessos aos locais de montagem e nível de montagem (*foto 10*).



**Foto 6** – Prosseguimento da montagem sempre considerando a estabilidade da estrutura



**Foto 7** – Montagem do contraventamento vertical para estabilização horizontal da estrutura

### Outros cuidados

Além desses fatores, a montagem deve incluir tantos detalhes quanto possíveis:

- exigências para descarga, armazenamento e controle das peças no canteiro;
- detalhes de todas as pré-montagens solicitadas em local;
- tolerâncias dimensionais e niveladoras, incluindo as solicitadas para fundações e bases;
- especificação para atividades relativas à própria montagem, como especificações de cabos, contraventos e estabilizadores temporários, enquanto a estrutura está sendo soldada, parafusada ou sendo realizados os testes de qualidade e estabilidade das estruturas.



**Foto 8** – Montagem seguindo sequência pré-definida

### **Documentação**

A especificação técnica para montagem deve esboçar as condições solicitadas em vigor do local da obra e as normas técnicas vigentes. A documentação deve tratar dos seguintes assuntos: sucessão básica de montagem; especificação para montagem; padrões em vigor; organização em local; acomodação básica de local; estimar homens horas; pessoal de montagem; projetos principais e ferramentas de montagem; plano de montagem; desenho de montagem; programa de segurança; programa de controle de qualidade.



**Foto 9**– Ilustração das vigas de fechamento lateral posicionadas após a estrutura principal montada



**Foto 7 - Foto 10** fechamento lateral





**Foto 11**—Fechamento lateral finalizado



**Foto 12** Preparação das instalações pluviais para posterior execução do piso industrial

**Zacarias Martin Chamberlain Pravia** Metasa/SA [zacarias@upf.br](mailto:zacarias@upf.br)

**Ricardo Ficanha** D.Sc., Programa Pós-graduação Engenharia – Universidade de Passo Fundo [ricardo.ficanha@metasa.com.br](mailto:ricardo.ficanha@metasa.com.br)

**Moacir Kripka** D.Sc., Programa Pos-graduação Engenharia – Universidade de Passo Fundo [mkripka@upf.br](mailto:mkripka@upf.br)

## Leia Mais

**Instituto Aço Brasil, Galpões para Usos Gerais** /Instituto Aço Brasil, Zacarias M.Chamberlain Pravia (revs.), Gilnei Artur Drehmer e Enio Mesacasa Júnior. Rio de Janeiro: IABr/CBCA, 2010.

**NBR 8800:2008** – Projeto de Estruturas de Aço e de Estruturas Mistas de Aço e Concreto de Edifícios

**NBR 14762:2010** – Dimensionamento de Estruturas de Aço Constituídas por Perfis Formados a Frio

**NBR 6123:1988** – Forças Devidas ao Vento em Edificações NBR 8681:2003 – Ações e Segurança nas Estruturas – Procedimento NBR 14323:1999 – Dimensionamento de Estruturas de Aço de Edifícios em Situação de Incêndio – Procedimento

**AISC 303-05**, Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges

**AWS D.1.1/D.1.1M:2010**, Structural welding code

**Execução de Estruturas de Aço** – Práticas Recomendadas, 2010. <http://www.abcem.org.br>