



## TEORIA SOBRE ESTRUTURAS METÁLICAS

Na Engenharia Civil como em outras áreas, é comum a busca de otimização entre o produto e seu custo final. Sem esquecer que em todas as áreas existem normas e procedimentos que devem ser seguidos para obter-se a qualidade e eficácia desejada. Na engenharia, quando as normas não são seguidas, a qualidade final do produto é prejudicada.

Para que acidentes não ocorram, tanto na fase de execução quanto na fase de utilização de uma construção, é necessária a conscientização do profissional, de que normas e procedimentos devem ser utilizados. Com base nas NBR's, ABNT e órgãos regulamentados, as construções devem ser executadas com o rigor da norma.

### AÇO - CONCEITOS GERAIS

O aço pode ser definido como uma liga metálica composta em 98% de ferro, e com pequenas quantidades de carbono (de 0,002% até 2,00%). (DIAS, 1997). Entretanto, podem ser adicionados elementos de liga os quais relacionaremos adiante.

São características dos aços, dentre outras: (Dias, 1997).

- elasticidade;
- plasticidade;
- ductibilidade;
- tenacidade.

Nos aços, cada propriedade pode sofrer alterações de acordo a composições químicas dos chamados elementos de liga.

Esses elementos de liga são de relevante importância, pois, no processo de Fabricação do aço, se as composições químicas de elementos de liga forem. Alteradas, estas influenciarão de forma positiva ou negativa no aço. (Dias, 1997)

Dentre alguns elementos de liga, podemos citar:

Carbono (C)

Manganês (Mn)

Silício (Si)

Enxofre (S)

Fósforo (P)

Cobre (Cu)

Níquel

Níobio (Nb)

No Brasil os aços frequentemente usados na construção civil são os aços estruturais das séries ASTM e ABNT, pois devido a sua resistência, ductilidade e propriedades, são apropriados para utilização em elementos que suportam cargas.

NBR 6648		
Chapas grossas de aço carbono para uso estrutural		
Classe/ grau	Fy tf/cm <sup>2</sup>	Fu tf/cm <sup>2</sup>
CG-24	2,35	3,80
CG-26	2,55	4,10

NBR 5920/NBR 5921		
Chapas finas de aço de baixa liga e alta resistência mecânica, resistentes à corrosão atmosférica para usos estruturais (a frio/a quente)		
Classe/ grau	Fy tf/cm <sup>2</sup>	Fu tf/cm <sup>2</sup>
3.10	4.50	
3.40	4.80	

NBR 5000		
Chapas grossas de aço de baixa liga e alta resistência mecânica		
Classe/ grau	Fy tf/cm <sup>2</sup>	Fu tf/cm <sup>2</sup>
G-30	3,00	4,15
35	3,45	4,50

NBR 5004		
Chapas finas de aço de baixa liga e alta resistência mecânica		
Classe/ grau	Fy tf/cm <sup>2</sup>	Fu tf/cm <sup>2</sup>
F-32/Q-32	3,10	4,10
F-35/Q-35	3,40	4,50

NBR 6650		
Chapas finas a quente para uso estrutural		
Classe/ grau	Fy tf/cm <sup>2</sup>	Fu tf/cm <sup>2</sup>
CF-24	3,80	
CF-26	4,10	
CF-28	2,35	4,40
CF-30	2,80	4,90

NBR 5008		
Chapas grossas de aço de baixa liga e alta resistência mecânica, resistentes à corrosão atmosférica para usos estruturais		
Classe/ grau	Faixa de espessur tf/cm <sup>2</sup>	Fy tf/cm <sup>2</sup>
1.2 e 2A	t ≤ 16	3,45
	19 < t ≤ 40	3,15
	40 < t ≤ 100	2,90
		4,80
		4,60
		4,35

NBR 7007		
Aços para perfis laminados para uso estrutural		
Classe/ grau	Fy tf/cm <sup>2</sup>	Fu tf/cm <sup>2</sup>
MR-250	2,5	4,00
AR-290	2,90	4,15
AR-345	3,45	4,50
AR-COR 345-A ou B	3,45	4,85

NBR 8261					
Perfil tubular de aço-carbono, formado a frio, com e sem costura, de seção circular, quadrada ou retangular, para usos estruturais					
Classe / grau	Seção circular		Seção quadrada ou retangular		
	Fy tf/cm <sup>2</sup>	Fu tf/cm <sup>2</sup>	Fy tf/cm <sup>2</sup>	Fu tf/cm <sup>2</sup>	
B	2,90	4,00	3,17	4,00	
C	3,17	4,27	3,45	4,27	

Aços Estruturais ASTM						
Classif.	Denominação	Produto	Grupo / grau	Fy tf/cm <sup>2</sup>	Fut tf/cm <sup>2</sup>	
Aços - carbono	A 36 - É o mais usado em estruturas metálicas, podendo ser usado em edifícios, pontes e estruturas em geral e ser empregado com ligações retorcidas, parafusadas e soldadas	Perfis Chapas Barras	todos os grupos t ≤ 16 t ≤ 100	4,00 2,50 5,50		
	A570 - É apresentado em vários graus, para ser empregado na confecção de perfis de chapa dobrada, devido a sua ductilidade	Chapas	Todos os grupos	Grau 33 Grau 40	2,30 2,80	3,60 3,80
	A500 - É usado na fabricação de tubos com e sem costura, para tipos redondos quadrados ou retangulares. É empregado em dois graus. Para tubos sem costura são empregados até a espessura de 12,5 mm e diâmetro a 258mm.	Tubos	Redondo Quadrado ou retangular	Grau A Grau B	2,32 2,74	3,20 3,20
	A 501 - É usado tanto na fabricação de tubos com e sem costura, para tipos redondos, quadrados e retangulares. Tem a mesma resistência do A-36. É empregado até 25mm de espessura, com diâmetro variando de 12 a 600 mm.	Tubos		Todos os grupos	2,50	4,08
Aços de baixa liga e alta resistência mecânica	A441 - É usado onde se requer um grau de resistência maior e é apresentado em vários graus, podendo ser empregado em qualquer tipo de estrutura com ligações soldadas, parafusadas ou retorcidas	Perfis Chapas e Barras	Grupos 1 e 2 Grupos 3 t ≤ 19 19 < t ≤ 38 38 < t ≤ 100 100 < t ≤ 200	3,45 3,15 3,45 3,15 2,90 2,75	4,85 4,60 4,85 4,60 4,35 4,15	
	A572 - É usado onde se requer um grau de resistência maior e é apresentado em vários graus, podendo ser empregado em qualquer tipo de estrutura com ligações soldadas, parafusadas ou retorcidas	Perfis Chapas e Barras	Todos os grupos Grau 42 Grau 42 (t ≤ 150) Grau 50 (t ≤ 50)	2,90 2,90 3,45	4,15 4,50 4,15	
	A242 - É caracterizado por ter uma resistência a corrosão duas vezes a do aço carbono, podendo ser empregado com ligações parafusadas, retorcidas e soldadas e em estruturas em geral.	Perfis Chapas e Barras	Grupo 1 e 2 Grupo 3 t ≤ 19 19 < t ≤ 38 38 < t ≤ 100	3,45 3,15 3,45 3,15 2,90	4,80 4,60 4,80 4,60 4,35	
	A588 - É empregado onde se requer uma redução de peso aliado a uma resistência maior a corrosão atmosférica, que é 4 vezes a do aço carbono. É empregado principalmente em pontes, maduros estruturas especiais, pois, devido a sua resistência à corrosão, pode dispensar a pintura, exceto em ambientes agressivos. Pode ser empregado em estruturas soldadas, parafusadas ou retorcidas.	Perfis Chapas e barras		Todos os grupos t ≤ 100 100 < t ≤ 127 127 < t ≤ 200	3,45 3,15 2,90	4,85 4,60 4,35
Notas: a) Grupamento de perfis estruturais para efeito de propriedades mecânicas: a.1) Perfis "I" de abas inclinadas, perfis "U", e em cantoneiras com espessuras menor ou igual a 19mm. Grupo 1 e 2, a.2) Cantoneiras com espessura maior que 19mm Grupo 3. b) Para efeito das propriedades mecânicas de barras, a espessura "t" correspondente à menor dimensão da seção transversal da barra. t = espessura em mm						

Fonte: Bellei,2000.

Especificação	Limite de escoamento tf/cm <sup>2</sup>	Resistência à tração tf/cm <sup>2</sup>	Diâmetro máximo (mm)	Tipo de material (2)
Parafusos	ASTM A307	-	4,22	C
	ISO 898	2,40	3,98	C
	Classe 4,6	6,47	8,44	C T
Barras rosqueadas	ASTM A325 (1)	5,70	7,38	
	ASTM A490	8,95	10,55	12,7 ≤ d ≤ 38,1
	ASTM A36	2,50	4,08	C
	ASTM A588	3,45	4,92	ARBL RC
(1) Disponíveis também com resistência à corrosão atmosférica comparável à dos aços AR-COR-345 graus A e B ou à dos aços ASTM A588				
(2) C = Carbono / T= temperado / ARBL RC= alta resistência e baixa liga resistente à corrosão				

Fonte: Bellei,2000.

## **PRODUTOS DE AÇO PARA USO ESTRUTURAL**

De acordo com Bellei, (2000) os principais materiais usados como elementos ou componentes estruturais são:

- chapas finas à frio, com espessuras-padrão de 0,30 mm a 2,65 mm e fornecidas em larguras-padrão de 1,00 m, 1,20 m e 1,50 m e comprimentos-padrão de 2,00m e 3,00 m, sob a forma de bobinas. Seu uso: em esquadrias, dobradiças, portas, batentes, calhas e rufos;
- chapas finas à quente, com espessuras-padrão de 1,20 mm a 5,00 mm e fornecidas em larguras-padrão de 1,00 m, 1,20 m, 1,50 m e 1,80 m e nos comprimentos-padrão de 2,00 m, 3,00 m, 6,00 m, além sob a forma de bobinas. Seu uso: em perfis de chapa dobrada, construção de estruturas leves, em coberturas como terças e vigas de tapamento;
- chapas zincadas, com espessuras-padrão de 0,25 mm a 1,95 mm e fornecidas em larguras-padrão de 1,00 m e comprimentos-padrão de 2,00 m e 3,00 m e também sob a forma de bobinas. Seu uso: telhas para coberturas e tapamentos laterais, calhas, rufos, caixilhos, dutos de ar condicionado, divisórias;
- Chapas grossas, com espessuras-padrão de 6,3 mm a 102 mm e fornecidas em diversas larguras-padrão de 1,00 m a 3,80 m e nos comprimentos-padrão de 6,00 m e 12,00 m. Seu uso: em construções de estruturas metálicas, para a formação de perfis soldados para trabalhar como vigas, colunas e estacas;

Perfis laminados estruturais, são perfis laminado à quente, de variadas dimensões e pesos, fornecidos em sua maioria em barras de 6,00 m. Seu uso: na fabricação de estruturas e secundariamente como caixilhos e grades. Perfis leves são de dimensões menores que 80 mm, perfis médios de 80 a 200 mm e perfis pesados acima de 200 mm;

tubos estruturais com e sem costura, com grande variabilidade de espessuras, com fornecimento em comprimento-padrão de 6,00 m. Seu uso: como elementos estruturais principalmente na formação de treliças espaciais, corrimãos;

barras redondas, com amplo número de bitolas e em sua maioria fornecida em barras de 12,00 m. Seu uso: confecção de chumbadores, parafusos, tirantes;

barras chatas, nas dimensões de 38x4,8 mm a 304,8x50,8 mm e nos aços 1010 a 1020 e A36;

perfis soldados, com grande variabilidade de espessuras e dimensões, por serem compostos a partir de três chapas, a ABNT (NBR 5884/80) padronizou trêsseries, conforme Figura 5.2. Seu uso: Estruturas metálicas médias e grande porte, reforços, plataformas, pipe-rack's, entre outras;

perfis estruturais em chapa dobrada, tem grande variabilidade de dimensões,

## **www.escoladesoftware.com**

com espessuras variando de 1,50 mm a 8,00 para alguns fabricantes. Seu uso: vem sendo aplicados de forma crescente na execução de estruturas leves, como terças ou vigas de tapamento no caso de galpões industriais.

### **VANTAGENS DE ESTRUTURAS EM AÇO**

Mediante o Seminário “Uso do aço no Brasil” da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo: (1989), são vantagens das estruturas:

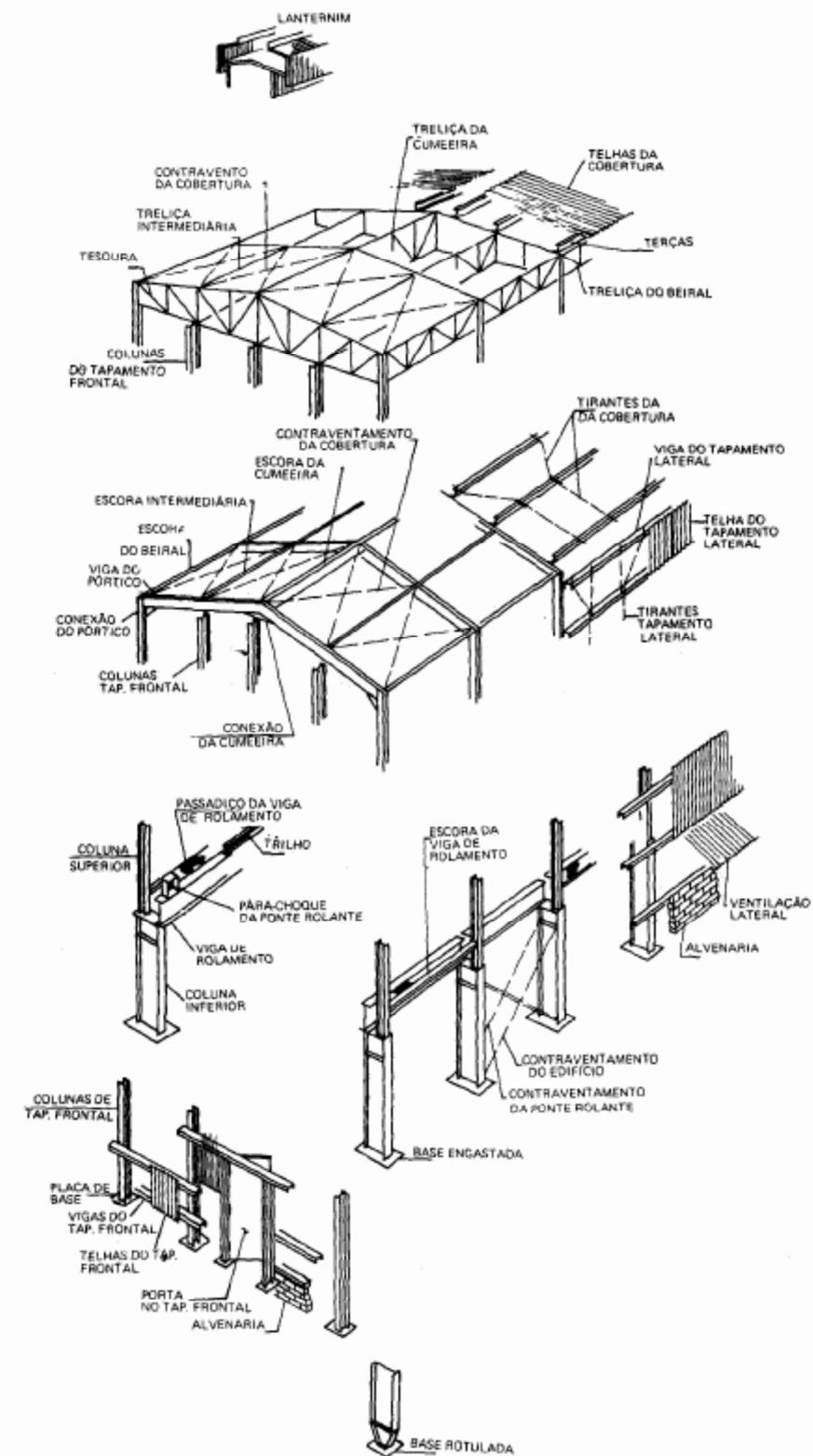
Redução no tempo de construção;  
Economia de Fundações;  
Redução das dimensões nas colunas;  
Redução da altura de vigas;  
Mínimo desperdício de material;  
Facilidade de manutenção;  
Facilidade de reforço;  
Oferecem grande margem de segurança, pois trabalha com produto único e homogêneo, com propriedades físicas e mecânicas definidas.  
Redução no custo da obra;  
Redução no custo na administração da obra;  
Otimização do nível de qualidade em seus produtos, visto a padronização de fabricação dos mesmos.

### **TIPOS DE ESTRUTURAS EM AÇO**

Segundo Dias (1997), os tipos de estrutura são classificados em:

Estruturas de edifícios de múltiplos andares,  
Estruturas de galpões,  
Estruturas de obras de arte,  
Estruturas reticuladas,  
Estruturas tubulares,  
Estruturas espaciais,  
Estruturas de armazenagem,  
Estruturas estaiadas ou tencionadas.

## ESTRUTURAS DE GALPÕES INDUSTRIAS E SEUS COMPONENTES



As placas de base devem atender os esforços de momentos e forças de cargas normais concentradas provenientes das colunas e de reações como engastes de vigas ou outros elementos, estruturais ou não. Outro fator de importância é de como a placa de base é fixada ao bloco de concreto.

## **CHUMBADORES**

São barras em aço que tem a função de fixar as bases das colunas às fundações.

Usualmente, são utilizadas barras redondas de aço SAE 1020 com Limite de escoamento da ordem de 240 MPa, podem ser soldados na face inferior da chapa em aço A-36 ou podem-se usar porcas para a fixação. Posteriormente são concretados ao elemento estrutural, seja um bloco de fundação, viga ou pilar.

## **CONEXÕES**

Pode-se definir como sendo as juntas ou emendas feitas em uma estrutura, para permitir que o esforço vindo de uma peça seja transmitido para outra, sem alteração do mesmo.

Uma conexão bem executada possibilita maior resistência e segurança a estrutura, uma vez que, se a concepção for inadequada, poderão surgir esforços secundários, comprometendo a estabilidade do conjunto.

## **LIGAÇÕES**

As ligações de campo são feitas por meio de parafusos ou de solda, raramente é feita por meio de rebites, usado em casos especiais. A facilidade da execução das ligações depende da concepção na fase de detalhamento de projeto, e quando mal pensado, onera muito a fase de montagem. (Bellei,2000).

Para definir-se o uso de solda ou parafusos, há a necessidade de se observar o objetivo a que se destinam, já que temos situações onde soldas não seriam mais recomendadas que parafusos. No caso de placas de base a grande vantagem de usarmos a solda ao invés dos parafusos, está obviamente na economia de material, já que a solda permite o aproveitamento total do material.(Bellei,2000).

As estruturas parafusadas requerem, em grande parte, elementos de ligação (conexões), que oneram o uso do aço. Em algumas obras, o uso das soldas traduz uma economia que pode chegar aos 15% do peso em aço. Além disso, as obras soldadas são mais rígidas, pois seus elementos estão diretamente soldados um ao outro, ao contrário das ligações parafusadas. (Bellei,2000). Por outro lado, as ligações parafusadas atendem melhor às tensões de fadiga e também à retração do material, são mais fáceis nas ligações de campo, há economia no consumo de energia, uso de mão-de-obra não tão qualificada quanto os soldadores, enfim, há que se analisar diversos fatores para se definir qual a melhor opção.

## **COLUNAS**

## **www.escoladesoftware.com**

As colunas de uma construção são destinadas a transmitir para as fundações o peso das estruturas correspondentes a vigas de rolamentos, de piso, peso próprio da estrutura, sobrecargas etc.

### **TESOURAS**

São as vigas principais da estrutura, recebem as cargas devidas ao material de cobrimento, peso próprio das terças, vento, e eventuais sobrecargas suspensas.

É habitual nos cálculos, considerar-se sobrecargas na cobertura, para atender às cargas adicionais devidas à água da chuva, poeira, tubulações, instalações, telhas de manutenção etc. Nas construções pesadas, as sobrecargas são definidas por normas ou pelas empresas da instalação.(Bellei,2000).

A distância entre tesouras é dada pelos espaçamentos entre colunas, que dependem da função a que se destina o galpão. Quando a distância entre colunas é muito grande, torna-se mais econômico o uso de tesouras intermediárias, quando há liberdade, escolhe-se o espaçamento que conduza a maior economia no custo global de terças e tesouras.

No caso de colocação de cargas verticais nas tesouras fora dos pontos de trabalho (nós), são colocadas escoras de modo que as cargas sejam transferidas diretamente para juntas ou nós nos banzos correspondentes, ou seja, cargas aplicadas no banzo superior, escoras para banzo inferior e vice-versa.

### **CONTRAVENTAMENTOS**

Os contraventamentos são essenciais para as estruturas metálicas, sejam elas de pequeno, médio ou grande porte. Eles são responsáveis pela rigidez do prédio/edifício metálico, devido às ações de ventos e aos esforços que a estrutura recebe dos elementos que a compõem, incluindo sobrecargas.

Também têm a finalidade de garantir a estabilidade do conjunto durante a fase de montagem e obviamente durante sua vida útil. (Bellei,2000).

Devemos distinguir os contraventamentos verticais dos horizontais, para não usá-los de forma errônea, sabendo-se onde se encontram os esforços de tração e compressão, sem comprometer a estrutura e sem onerar a obra, com desperdício de material.

### **CONTRAVENTAMENTOS HORIZONTAIS**

Esse tipo de contraventamento encontra-se no plano das terças (superiores) ou das cordas (inferiores) das tesouras ou vigas de pórtico. Servem para distribuir as cargas de vento e os impactos laterais provocados pela ação de pontes rolante, levando-as para as colunas de sustentação.

O simples contraventamento horizontal lateral permite melhor distribuição das cargas horizontais reduzindo-se os momentos na base das colunas e dos deslocamentos.

Quando o número de vãos é igual ou superior a dois (geminados) com mesma altura, é desnecessário colocar contraventamentos longitudinais nas barras inferiores das tesouras nas filas intermediárias.

Existe uma série de maneiras de se dispor os contraventamentos na cobertura de um prédio industrial, a saber:

Contraventamentos nas cordas inferiores da tesouras para colunas principais com espaçamento duplo;

## **www.escoladesoftware.com**

Contraventamentos no plano das terças para edifício industrial aporticado geminado;

Contraventamentos no plano das terças para sheds em vigas de alma cheia;

Contraventamentos no plano das terças e corda inferior de sheds em meia tesoura.

## **CONTRAVENTAMENTOS VERTICAIS**

Esse tipo de contraventamento encontra-se no plano das colunas e além de garantir a estabilidade da estrutura, são responsáveis pela condução das cargas superiores

de vento e ponte rolante, até as fundações. Os contraventamentos normalmente são dispostos procurando-se colocar o da parte inferior próximo ao meio do comprimento longitudinal para permitir melhor dilatação do edifício.

## **TERÇAS E VIGAS DE TAPAMENTO**

As vigas de tapamento, nada mais são que terças na horizontal e apoios para as chapas de tapamento, no qual estão sujeitas às solicitações de flexão dupla, no sentido de maior inércia, provocada pela ação do vento (pressão ou sucção), e no sentido de menor inércia, provocado pelo peso próprio de vigas e da chapas de tapamento.(Bellei,2000).

Já as terças, são colocadas na cobertura e estão situadas entre vigas principais e secundárias de pórticos ou tesouras, também com finalidade de suportar as chapas de cobertura. Nas terças, além da solicitação de flexão dupla já vista, há necessidade de verificação também na flexão simples, devido às cargas accidentais como, chuva, poeira, pessoas na cobertura.

## **CHAPAS DE COBERTURA E TAPAMENTO**

São as chapas que envolvem as estruturas, têm a função de protegê-la exteriormente e interiormente das intempéries. Em alguns casos o prédio necessita de isolamento térmico, no qual utilizam-se chapas-sanduíche, o qual, como o nome já dá a entender, uma composição de 2 ou mais chapas com o material isolante separando-as e proporcionando assim, o isolamento. Há uma variedade muito grande de perfis, para poucas opções de fabricantes, sendo necessário sempre consultar seus catálogos técnicos para se determinar exatamente às características que se pretende adequar à obra. (Bellei,2000). Dentre os materiais mais utilizados no mercado estão as chapas em aço galvanizado (com ou sem pintura), alumínio (idem à anterior), fibrocimento (atualmente algumas empresas estão deixando esse produto, devido à possível ligação ao câncer no seu processo de fabricação), translúcidas (PVC e fiberglass) e sanduíche.

## **ESTABILIDADE LATERAL**

Nas estruturas metálicas, alguns de seus elementos dependem de outros para permanecerem estáveis durante e após execução. Tesouras de cobertura são totalmente instáveis se simplesmente apoiadas sobre as colunas, sem o devido travamento da corda superior. Mesmo vigas de pórticos dependem de travamentos intermediários para que ocorra estabilidade, caso não se faça, pode ocorrer colapso de estrutura pelo chamado efeito dominó, onde o

## **www.escoladesoftware.com**

tombamento de um pórtico pode fazer ruir toda a estrutura naquele sentido.(Bellei,2000).

Entende-se, portanto, que estabilidade lateral é a capacidade da peça permanecer alinhada quando submetida ao seu peso próprio e aos carregamentos provenientes de outras peças. (Bellei,2000)

## **PROJETO DE GALPÃO**

Devem-se compreender as etapas de projeto a que uma estrutura está submetida. Essas etapas foram classificadas por Dias, em:

### **PROJETO DE ENGENHARIA**

Entende-se como sendo a concepção estrutural, onde são definidos os carregamentos, tipos de perfis a serem utilizados, os comprimentos e características geométricas das seções transversais e longitudinais do galpão, o dimensionamento, plano de cargas nas fundações, cálculos dos esforços atuantes nas seções ou em pontos importantes da estrutura, quantidade estimada de aço.

### **PROJETO DE FABRICAÇÃO**

Esta etapa consiste no detalhamento elaborado graficamente, de todos os elementos que compõem a estrutura. Estes podem ser mostrados isoladamente ou em conjunto. São indicados os comprimentos das peças, localização de furos, parafusos, além das listas de materiais correspondentes.

### **ETAPAS DE FABRICAÇÃO**

Após o projeto definido, a fase seguinte é o processo de fabricação, suas principais etapas são, segundo Bellei (2000):

- Suprimentos;
- Preparação;
- Desempeno e Aplainamento;
- Dobramento, calandragem e pré-formação;
- Cortes;
- Usinagem;
- Furação;
- Montagem e pré-montagem de Oficina
- Alargamento em conjunto
- Rebitagem
- Parafusagem
- Soldagem
- Contraflecha em vigas e treliças na oficina
- Acabamento
- Controle de Qualidade

A montagem no campo obterá o resultado satisfatório se, na fase de fabricação

## **www.escoladesoftware.com**

houver compatibilização rigorosa das dimensões de peças e furações com as medidas indicadas nos desenhos de fabricação, dentro das tolerâncias previstas em normas internas ou externas.(Bellei,2000)

Na montagem de oficina, deve-se tomar cuidados especiais, principalmente em ligações soldadas, face ao encurtamento, empenamento ou deformação das contrações de solda.

Ainda sobre a montagem de oficina, em casos especiais é feita a pré-montagem do conjunto, com o objetivo de aumentar a precisão da montagem em campo e evitar possíveis erros desastrosos, para a estrutura e para os investidores.

## **DESENHOS DE FABRICAÇÃO**

O desenho de fabricação corresponde ao material gráfico que será necessário para a fabricação das peças metálicas na fábrica. Neles estão contidos informações como, número de peças à serem fabricadas, localização e dimensão de furos, dobras necessárias, tipologia de perfis com suas características, entre outras informações. Ver desenhos de fabricação nos anexos deste trabalho.

## **PROJETO DE MONTAGEM**

É a definição do ciclo de montagem, que implica a escolha do método, a determinação da sequência de operações e os tempos correspondentes, parte fundamental ao complemento do processo, o projeto de montagem traz a representação em forma de diagrama do sistema estrutural, com as indicações das peças numeradas ou marcadas, seu posicionamento assim como a sequência de montagem. Algumas informações podem ser acrescentadas ao projeto como, peça mais pesada, raio máximo de trabalho do equipamento de montagem, etc.

## **MONTAGEM**

Considera-se montagem o ato de unir-se as peças que vão compor uma estrutura final, conforme especificado nos desenhos de projeto.(Bellei,2000). Nesta fase é onde se saberá se houve ou não um bom projeto. Para uma montagem ideal, é necessário atingir os níveis de rapidez, precisão, adaptabilidade e confiabilidade, característicos da estrutura metálica.

## **PLANEJAMENTO DE MONTAGEM**

Uma boa montagem requer um bom planejamento de montagem, e para que entendamos esse planejamento, deve-se proceder a estudos de viabilidade para a escolha e definição do melhor processo, considerando para isso:

Acesso à obra,  
Condições topográficas locais,  
Canteiro,  
Prazo,  
Soluções viáveis e econômicas,  
Equipamentos disponíveis e que devem ser usados.

## **www.escoladesoftware.com**

A definição do melhor processo se dará principalmente pela magnitude da obra,

considerando-se as estruturas como leves, médias ou pesadas.

Segundo o CBCA (Centro Brasileiro da Construção em Aço), o planejamento da obra parte de uma listagem de todas as atividades necessárias à produção da obra, a começar pelas mais gerais. Cada atividade principal poderá ser subdividida em atividades menores, e assim cria-se um segundo nível, e assim por diante. A definição de quantos níveis o planejamento deve ter, será feita segundo a

necessidade do orçamento. Cabe ao profissional de planejamento discernir até qual nível de atividades representativas da obra se descerá sem recair em superficialidade ou em detalhismo.

## **SEQÜÊNCIA DE MONTAGEM**

Apresenta-se um roteiro de montagem esquematizado conforme figura abaixo, como forma de garantir a estabilidade da estrutura:

1. Montagem das colunas do vão de contraventamento,
2. Montagem dos contraventamentos verticais,
3. Montagem das vigas de beiral e de tapamento de interligação entre as colunas,
4. Montagem da viga de pórtico entre as colunas do primeiro eixo,
5. Estaiamento desse pórtico,
6. Montagem da segunda viga de pórtico,
7. Interligação do primeiro e do segundo pórticos com as terças de cobertura,
8. Montagem dos contraventamentos do plano da cobertura,
9. Remoção dos estais, montagem dos demais eixos repetindo a seguinte seqüência,
10. Montagem das colunas vizinhas ao vão de contraventamento,
11. Montagem das vigas de beiral e de tapamento de interligação entre as colunas,
12. Montagem da viga de pórtico entre as colunas,
13. Interligação do núcleo contraventado com o novo pórtico montando as terças de cobertura.

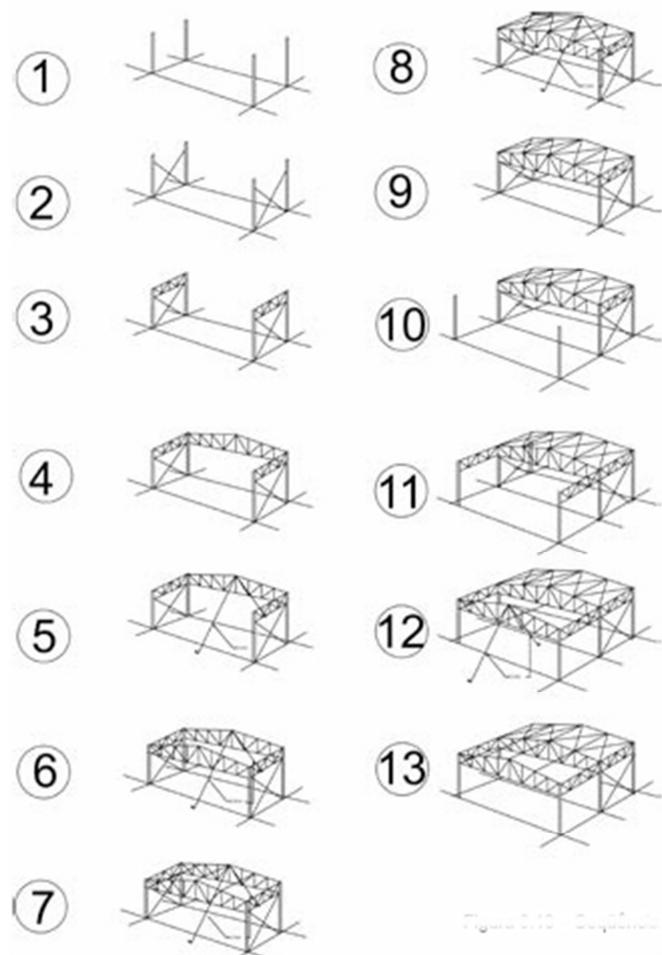


Figure 3.10: Sequence.