

ESTRUTURAS METÁLICAS

José Alberto Bittencourt Goulart

e-mail: betogoulart@yahoo.com.br

Maio/2014

Sorocaba/SP

Desde o século XVIII, quando se iniciou a utilização de estruturas metálicas na construção civil até os dias atuais, o aço tem possibilitado aos arquitetos, engenheiros e construtores, soluções arrojadas, eficientes e de alta qualidade. Das primeiras obras - como a Ponte Ironbridge na Inglaterra, de 1779 - aos ultramodernos edifícios que se multiplicaram pelas grandes cidades, a arquitetura em aço sempre esteve associada à idéia de modernidade, inovação e vanguarda, traduzida em obras de grande expressão arquitetônica e que invariavelmente traziam o aço aparente.

O aço pode ser definido como uma liga metálica composta principalmente de ferro e de pequenas quantidades de carbono (0,002% até 2%, sendo que na construção civil o teor fica entre 0,18% e 0,25%) com propriedades específicas, sobretudo de resistência e ductilidade.

Pode-se resumir o processo de fabricação do aço em 4 grandes etapas:

- Preparo das matérias-primas (coqueria e sinterização);
- Produção do gusa (alto-forno);
- Produção do aço (aciaria);
- Conformação mecânica (laminação).

Para a obtenção do aço são necessárias basicamente (2) duas matérias-primas: o minério de ferro e o carvão mineral. Os mesmos, não são encontrados puros, sendo necessário um preparo prévio com o objetivo de aumentar a eficiência de operação do alto-forno e da aciaria, bem como reduzir o consumo de energia.

1 - Propriedades Mecânicas do Aço Estrutural

• Elasticidade – é a capacidade do material de voltar à forma original após sucessivos ciclos de carga e descarga. A deformação elástica é reversível, ou seja, desaparece quando a tensão é removida. A relação entre a tensão e a deformação linear específica é o módulo de elasticidade.

• Plasticidade – é a deformação permanente provocada por tensão igual ou superior ao limite de escoamento.

A deformação plástica aumenta a dureza do metal. Este aumento da dureza por deformação plástica é denominado endurecimento por deformação a frio ou encruamento e é acompanhado de elevação do valor do limite de escoamento e do limite de resistência.

O encruamento reduz a ductilidade do metal, pois parte da elongação é consumida durante a deformação a frio.

• Ductilidade – é a capacidade dos materiais de se deformar plasticamente sem se romper.

Pode ser medida por meio do alongamento (ϵ) ou da estrição, que é a redução na área da seção transversal. ($\epsilon = \Delta l / l$)

Quanto mais dúctil o aço maior é o alongamento antes da ruptura. A ductilidade tem grande importância nas estruturas metálicas, pois permite a redistribuição de tensões locais

elevadas. As vigas de aços dúcteis sofrem grandes deformações antes de se romper, o que na prática constitui um aviso da presença de tensões elevadas. Um material não-dúctil, o ferro fundido, por exemplo, não se deforma plasticamente antes da ruptura. Diz-se, no caso, que o material é de comportamento frágil, ou seja, apresenta ruptura frágil.

- Tenacidade – é a capacidade que têm os materiais de absorver energia, com deformações elásticas e plásticas. É representada pela área total do diagrama σ - ϵ .

- Um material dúctil com a mesma resistência de um material frágil vai requerer maior quantidade de energia para ser rompido, sendo, portanto, mais tenaz.

- Resiliência – é a capacidade de absorver energia mecânica em regime elástico.

- Fragilidade – é o oposto da ductilidade, é quando os aços se tornam frágeis pela ação de diversos agentes, como baixas temperaturas, efeitos térmicos locais causados por soldas, etc...É muito perigoso, pois os materiais frágeis rompem sem aviso prévio.

2-Tipos de Aços Estruturais

2.1 - Aços-carbono:

São os tipos mais usuais, sendo que o aumento de resistência é obtido com o carbono e, em menor escala, com a adição de manganês. Nas estruturas, usam-se aços com teor máximo de carbono de 0,45% para permitir a soldabilidade. Teor de carbono aumenta a resistência e a dureza (reduz a ductilidade). Aços mais usados: ASTM A36, A570.

2.2 - Aços de baixa liga:

São aços-carbono com adição de alguns elementos de liga (cromo, manganês, titânio)

sendo que estes elementos provocam um aumento da resistência do aço, tanto mecânica (ASTM A572) com à corrosão atmosférica (ASTM A588).

2.3 - Aços Patináveis ou Acimáveis:

Apresentam como principal característica a resistência à corrosão atmosférica, muito superior ao do aço-carbono convencional, conseguida pela adição de pequena quantidade de elementos de liga.

Quando expostos ao clima (daí o nome acimáveis), desenvolvem em sua superfície uma camada de óxido compacta e aderente, que funciona como barreira de proteção contra o prosseguimento do processo corrosivo, possibilitando, assim, a utilização desses aços sem revestimento.

Esta barreira de pátina protetora só é desenvolvida quando a superfície metálica for submetida a ciclos alternados de molhamento (chuva, nevoeiro, umidade) e secagem (sol, vento).

O tempo necessário para sua formação varia em função do tipo de atmosfera a que o aço está exposto, sendo em geral de 18 meses a 3 anos. submetida a ciclos alternados de molhamento (chuva, nevoeiro, umidade) e secagem (sol, vento).

2.4- Aços com Tratamento Térmico:

São os aços-carbono ou aços de baixa liga que sofrem algum tratamento térmico para melhorar alguma de suas propriedades. Como exemplo temos a cementação, revenido, recozimento.

3 - Vantagens

Segundo Bellei (2006) o sistema construtivo em aço apresenta vantagens significativas sobre o sistema construtivo convencional:

Liberdade no projeto de arquitetura - A tecnologia do aço confere aos arquitetos total liberdade criadora, permitindo a elaboração de projetos arrojados e de expressão arquitetônica marcante.

Maior área útil - As seções dos pilares e vigas de aço são substancialmente mais esbeltas do que as equivalentes em concreto, resultando em melhor aproveitamento do espaço interno e aumento da área útil, fator muito importante principalmente em garagens.

Flexibilidade - A estrutura metálica mostra-se especialmente indicada nos casos onde há necessidade de adaptações, ampliações, reformas e mudança de ocupação de edifícios. Além disso, torna mais fácil a passagem de utilidades como água, ar condicionado, eletricidade, esgoto, telefonia, informática, etc.

Compatibilidade com outros materiais - O sistema construtivo em aço é perfeitamente compatível com qualquer tipo de material de fechamento, tanto vertical como horizontal, admitindo desde os mais convencionais (tijolos e blocos, lajes moldadas in loco) até componentes pré-fabricados (lajes e painéis de concreto, painéis "drywall", etc).

Menor prazo de execução- A fabricação da estrutura em paralelo com a execução das fundações, a possibilidade de se trabalhar em diversas frentes de serviços simultaneamente, a diminuição de formas e escoramentos e o fato da montagem da estrutura não ser afetada pela ocorrência de chuvas, pode levar a uma redução de até 40% no tempo de execução quando comparado com os processos convencionais.

Racionalização de materiais e mão-de-obra- Numa obra, através de processos convencionais, o desperdício de materiais pode chegar a 25% em peso. A estrutura metálica possibilita a adoção de sistemas industrializados, fazendo com que o desperdício seja sensivelmente reduzido.

Alívio de carga nas fundações - Por serem mais leves, as estruturas metálicas podem reduzir em até 30% o custo das fundações.

Garantia de qualidade - A fabricação de uma estrutura metálica ocorre dentro de uma indústria e conta com mão-de-obra altamente qualificada, o que dá ao cliente a garantia de uma obra com qualidade superior devido ao rígido controle existente durante todo o processo industrial.

Antecipação do ganho - Em função da maior velocidade de execução da obra, haverá um ganho adicional pela ocupação antecipada do imóvel e pela rapidez no retorno do capital investido.

Organização do canteiro de obras - Como a estrutura metálica é totalmente pré-fabricada, há uma melhor organização do canteiro devido entre outros à ausência de grandes depósitos de areia, brita, cimento, madeiras e ferragens, reduzindo também o inevitável desperdício desses materiais. O ambiente limpo com menor geração de entulho, oferece ainda melhores condições de segurança ao trabalhador contribuindo para a redução dos acidentes na obra.

Reciclabilidade - O aço é 100% reciclável e as estruturas podem ser desmontadas e reaproveitadas.

Preservação do meio ambiente - A estrutura metálica é menos agressiva ao meio ambiente pois além de reduzir o consumo de madeira na obra, diminui a emissão de material particulado e poluição sonora geradas pelas serras e outros equipamentos destinados a trabalhar a madeira.

Precisão construtiva - Enquanto nas estruturas de concreto a precisão é medida em centímetros, numa estrutura metálica a unidade empregada é o milímetro. Isso garante uma estrutura perfeitamente aprumada e nivelada, facilitando atividades como o assentamento de esquadrias, instalação de elevadores, bem como redução no custo dos materiais de revestimento.

A garantia da qualidade do aço é resultado de um rigoroso controle dentro de uma siderúrgica, o que garante a qualidade do projeto e da obra.

4 - O uso do Aço na Construção Civil - Construções Metálicas

Aços para a Construção Civil

Existem diversos tipos de aços adequados para utilização em estruturas metálicas. Alguns dos mais empregados conforme tabela são:

AÇO	Resistência Mecânica	Resistência à Corrosão Atmosférica	Limite de Escoamento mínimo (MPa)	Limite de Resistência mínimo (MPa)
COS AR COR 400	média	superior	250	380/520
COS AR COR 400E	média	superior	300	380/520
COS AR COR 500	alta	superior	375 ⁽¹⁾ 320 ⁽²⁾	490/630 ⁽¹⁾ 480 ⁽²⁾
COS CIVIL 300	média	normal	300	400/500
COS CIVIL 350	alta	normal	350	490
ASTM A 36	média	normal	250	400/550
ASTM A 572 grau 50	alta	normal	345	450
ASTM A 570 grau 40	média	normal	275	380

(1) Chapas grossas e Tiras a Quente (2) Laminados a Frio

5 – Aspectos de Projeto

Etapas a serem definidas pela engenharia, arquitetura, etc.:

- 5.1. Definição do Partido Arquitetônico
- 5.2. Detalhamento
- 5.3. Ligações: Soldadas; Parafusadas
- 5.4. Peso da Estrutura

5.5. Fechamentos: Horizontais e Verticais

6- Alguns projetos realizados:





Edificação Comercial Oscar Freire



Edificação Metálica – Alameda Lorena



Edificação Metálica – Centro Comercial Pinheiros



Edifício Metálico – Estacionamento

Competitividades

A competitividade da construção metálica tem possibilitado a utilização do aço em obras como: edifícios de escritórios e apartamentos, residências, habitações populares, pontes, passarelas, viadutos, galpões, supermercados, shopping centers, lojas, postos de gasolina, aeroportos e terminais rodo-ferroviários, ginásios esportivos, torres de transmissão, etc.

Comentários:

Longe de esgotarmos aqui esse assunto, ainda consideramos que as vantagens na utilização de sistemas construtivos em aço vão muito além da linguagem estética de expressão marcante; redução do tempo de construção, racionalização no uso de materiais e mão de obra e aumento da produtividade, e material reciclável, o que passaram a ser fatores chave para o sucesso de qualquer empreendimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

<http://pontocad.com/wp-content/uploads/2009/08/ESTRUTURAS-MET%C3%81LICAS.pdf>
acessado em <24/05/2014>

http://www.acn.eng.br/imagens/downloads_acad/EM%20II.pdf acessado em <24/05/2014>

www.repositorio.ufop.br/.../DISSERTAÇÃO_MetodologiasDetalhamentoEs

acessado em <24/05/2014>

<http://www.skylightestruturas.com.br/manuais.as> acessado em <24/05/2014>

<http://www.metalica.com.br/construcoes-metalicas-o-uso-do-aco-na-construcao-civil>
acessado em <25/05/2014>