

Quando construir em aço?

Edição 134 - Maio/2008

A pergunta “Quando construir em aço?” é freqüentemente repetida. E as respostas estão quase sempre apoiadas em uma lista de vantagens e em estudos comparativos de custos que não avaliam o impacto no investimento.

Em muitos casos, a simples afirmação de que a estrutura em aço ficaria mais cara encerra uma análise. Em outras situações, a opção por sistemas ditos convencionais é feita pelo



Sofia Mattos

A escolha do sistema construtivo não deve ser meramente baseada em custos

desconhecimento de outros sistemas, e não garante que a decisão seja a mais correta.

A escolha do sistema construtivo não deve ser uma competição entre os tipos de estrutura, mas uma decisão com base nas necessidades da obra e nas características de cada sistema.

Portanto, a pergunta que deve ser feita, sem qualquer tipo de tendência ou preferência, é: “Que estrutura é mais adequada para a minha obra?”.

A maior dificuldade para identificar o tipo de estrutura mais adequada é a falta de uma metodologia de avaliação que leve em conta diferentes qualidades e desempenhos, e a influência da estrutura nos demais serviços, que podem beneficiar o custo total da obra.

O tipo de estrutura mais adequada

Uma metodologia de avaliação que identifica a estrutura mais adequada deve examinar alguns pontos importantes, como:

- a) foco no melhor resultado para a obra;
- b) existência de um momento ideal para a escolha;
- c) análise das características da obra;
- d) base no conhecimento de cada sistema.

O momento da escolha

Examinando o gráfico 1, observamos que durante o estudo de viabilidade e a definição

da concepção, a possibilidade de interferência é alta e os custos acumulados são ainda muito baixos, podendo ser este o momento ideal para a escolha do sistema estrutural. Quanto mais cedo for feita a escolha, maior será o tempo para a otimização do sistema escolhido, obtendo-se assim um resultado ainda melhor.

Análise das características da obra

O primeiro passo será o levantamento das características da obra que possam influir na escolha do sistema estrutural, identificando sempre as mais importantes para os objetivos do empreendimento.

Conhecimento de cada sistema

Todo sistema estrutural tem sempre várias alternativas de solução para os seus componentes, seus elementos, seus subsistemas e seus sistemas complementares. A escolha das opções corretas para cada item irá configurar o sistema estrutural para um melhor desempenho da obra.

Escolha do sistema estrutural

A metodologia proposta é o cruzamento das características mais importantes da obra com os diversos sistemas estruturais compatíveis. Para uma comparação correta, cada sistema deve estar configurado para o seu melhor desempenho na obra (organograma 1).

Método de escolha

Das características identificadas da obra vão existir sempre as mais importantes. A idéia então é hierarquizar, definindo um peso, de acordo com a sua importância e, em seguida, estabelecer notas para os sistemas estruturais que representem o seu mérito para responder a cada característica analisada, independente da importância que possa ter para a obra.

É claro que quando um sistema estrutural tem um mérito alto para uma característica que é muito importante para a obra, o sistema se potencializa favoravelmente na comparação (organograma 2).

Muitas características podem ser de difícil interpretação e quantificação, e, muitas vezes, vão existir itens conflitantes, mas a análise Característica x Sistema será sempre melhor do que a simples intuição. Uma escolha bem estruturada agrega valor ao processo e, certamente, conduz para uma decisão final mais acertada.

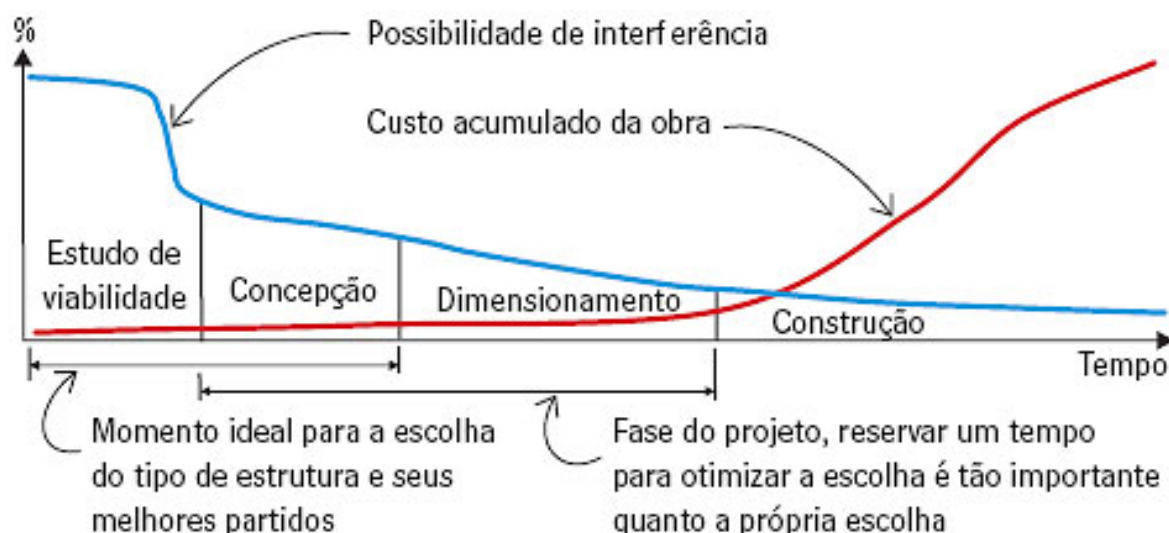


Gráfico 1 – Custo acumulado x possibilidade de interferência

Uma planilha pode ser usada para organizar os pesos das características da obra e as notas dos sistemas, e ao final calcula-se a média aritmética ponderada para cada sistema. As maiores médias devem indicar os sistemas mais adequados para a obra.

Essa metodologia deve ser desenvolvida pela própria empresa, ser a mais impessoal possível e aperfeiçoada continuamente.

Comentaremos a seguir algumas das principais características que devem ser analisadas, isoladamente e em conjunto, para um sistema estrutural em aço. Pressupõe-se, obviamente, a análise de características semelhantes para os outros sistemas estruturais.

1 – Tipo de fundação

A influência da redução das cargas devido ao menor peso das estruturas de aço nas fundações de uma pequena estrutura, em um solo muito resistente, pode ser pequena. Entretanto, a redução das cargas em uma grande estrutura, em um solo muito ruim, pode viabilizar a própria construção.

Portanto, o custo e o prazo das fundações podem ser um importante fator de decisão sobre o tipo de estrutura a ser usada em uma obra.

2 – Tempo de construção

Sem dúvida a mais forte característica das estruturas de aço é a rapidez, diferentemente da construção convencional que normalmente tem o caminho crítico na fase da estrutura, o que acaba por limitar a velocidade da obra.

Para uma obra comercial, qualquer antecipação representa redução do tempo de amortização do investimento e é bem-vinda. Existe ainda a obra política ou estratégica, onde o tempo de construção é determinado por um evento fixo, independente de eventuais custos adicionais. Para uma obra residencial a rapidez da construção pode ser usada para retardar o início da obra de forma a usar o capital dos clientes e reduzir o custo do dinheiro e ainda assim cumprir os prazos acordados.

As fundações podem ser executadas enquanto as estruturas de aço estão sendo fabricadas e a possibilidade de abertura de diversas frentes de serviço simultâneas (lajes, paredes, instalações etc.) pode, em um cronograma bem elaborado, reduzir o tempo de obra em até 40%.

3 – Tipo de ocupação

Dependendo do tipo de ocupação (edifícios comerciais, edifícios residenciais, hotéis, hospitais, shoppings, estacionamentos, universidades etc.) e do sistema de comercialização, um sistema estrutural pode ser mais ou menos adequado. Portanto, é importante conhecer bem a localização, a arquitetura e a utilização prevista para a edificação.

4 – Disponibilidade e custo dos materiais

É importante acompanhar sempre a disponibilidade e o custo dos materiais básicos usados para as estruturas e para os sistemas complementares, porque mudanças ocorrem constantemente e podem alterar a situação da oferta de material. Algumas regiões oferecem determinados materiais de forma abundante, e outras, por dificuldade de transporte e/ou processamento, praticamente inviabilizam a utilização de alguns materiais. No caso de existirem sucedâneos, verificar sempre a relação de custo e as condições de fornecimento.

5 – Recursos do construtor

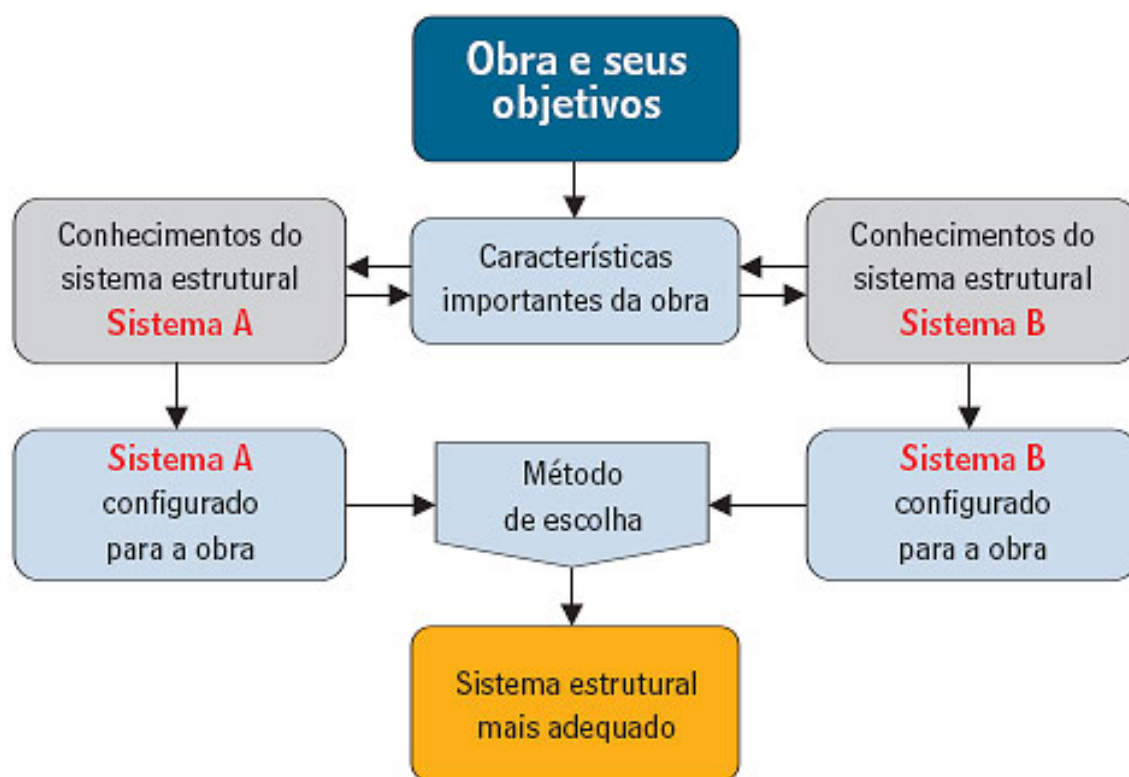
Muitas vezes os equipamentos e outros recursos do construtor podem influenciar na escolha do sistema estrutural para uma obra. Se o construtor possui alguns equipamentos já amortizados, há uma tendência de utilizá-los para reduzir custos, assim como poderia utilizar sua mão-de-obra já treinada para a construção.

Os recursos do construtor podem ajudar a definir o sistema estrutural, mas não devem inibir a utilização de novas tecnologias. Existe, portanto, o momento certo para testar o desempenho e investir em novos sistemas.

6 – Local da obra e acessos

É sempre muito importante conhecer bem o local da obra e seus acessos. As condições das estradas, as restrições ao trânsito, as distâncias a serem percorridas, as condições topográficas, a disponibilidade de energia e outras, podem definir o sistema estrutural.

A simples falta de observação de uma linha aérea eletrificada na entrada de uma obra, por exemplo, pode exigir o desligamento temporário ou a remoção da linha, demandando em aumento de prazos e custos.



Organograma 1 – Obra e seus objetivos

7 – Previsão de adaptações e ampliações

Identificar se uma obra necessitará ou não, em curto ou médio prazo, de adaptações, ampliações e até de desmontagem, pode ser importante para a definição de um sistema estrutural que acompanhe essas modificações com poucos transtornos operacionais e menores custos em longo prazo.

Isso ocorre principalmente com as edificações industriais, onde são muito freqüentes as mudanças, tais como o aumento das cargas de projeto, retirada de elementos estruturais que passam a interferir com novos equipamentos, e ainda modificações mais drásticas, como a colocação de um novo nível de piso.

8 – Compatibilidade com sistemas complementares

A maior precisão das estruturas de aço, com tolerâncias em milímetros, associada à característica de quase sempre conduzir para estruturas mais moduladas, tem viabilizado cada vez mais a indústria dos sistemas complementares que necessitam de padronização, como as lajes pré-fabricadas e as vedações internas e externas. Observa-se também que a industrialização da construção é um processo que não tem volta.

9 – Manutenção e reparos

A vida útil das estruturas envolve uma análise abrangente de todas as etapas do processo construtivo, do uso e ocupação. Os engenheiros já pensam normalmente no ciclo de vida das estruturas, e estão cada vez mais conscientes da necessidade de se fazer o monitoramento e a manutenção das estruturas.

Hoje, se sabe que cada sistema tem suas características e seus cuidados específicos. A durabilidade das estruturas depende basicamente do cuidado com os detalhes no projeto, do nível de exposição da estrutura e de sua proteção. Os problemas com as estruturas de aço são mais facilmente identificáveis e têm, normalmente, baixo custo de reparo.

10 – Vãos livres e altura da edificação

A construção moderna exige que o sistema vença grandes vãos e grandes alturas ocupando o menor espaço estrutural e liberando áreas para a ocupação da edificação.

As vigas de aço, quando trabalhando isoladamente ou como viga mista em conjunto com a própria laje, podem alcançar grandes vãos livres, sempre com as menores alturas finais.

11 – Proteção contra a corrosão

Hoje, se entende que todos os sistemas estruturais necessitam de proteção contra a corrosão para garantir um desempenho adequado durante a vida útil prevista para a obra. Essa proteção pode ser intrínseca do próprio material ou obtida por meio de revestimentos protetores, como a pintura. É aceito também que toda a proteção precisa de manutenção periódica que demanda eventuais interrupções para os usuários e envolve custos.

Portanto, um cuidado especial deve ser dado na escolha dos materiais e seus respectivos sistemas de proteção. Deve-se analisar se uma proteção inicial maior pode representar uma escolha de menor custo em longo prazo, levando-se em conta os reflexos das interrupções e os custos dos reparos.

12 – Proteção contra fogo

Todas as estruturas devem ser analisadas quanto a sua resistência frente ao fogo em caso de um incêndio. As normas estabelecem para cada tipo de utilização o tempo requerido de resistência ao fogo (TRRF). Alguns elementos estruturais podem necessitar de revestimentos protetores para completar a resistência necessária. Esses revestimentos podem ser argamassas projetadas, tintas intumescente ou, ainda, o aumento do seu recobrimento normal.

13 – Estética

A estética de uma obra é sempre importante, mas para alguns tipos de edificações ela é fundamental, como nos edifícios-sede e alguns tipos de obras públicas.

A estética das estruturas de aço inspira normalmente uma característica de modernidade nas obras e por isso mesmo existe uma tendência de expor a estrutura como parte principal da arquitetura. Mas é importante lembrar que estrutura exposta é estrutura com maiores custos de proteção e manutenção. Portanto, deve-se dosar o nível de exposição ao mínimo necessário para garantir uma estética compatível com o tipo de edificação. Na arquitetura do aço, quando se tira partido estético de elementos estruturais, tudo parece bem, mas se os elementos estéticos são apenas adereços, sem função estrutural, o resultado estético quase sempre não é bom.

14 – Desperdício de materiais e mão-de-obra

Sabe-se que é muito grande o desperdício de materiais e de mão-de-obra na construção convencional artesanal, e que a solução para reduzir esse desperdício aponta para a racionalização da estrutura e o emprego de industrialização, conseguindo assim melhor aproveitamento dos materiais e serviços e reduzindo os índices de desperdícios a praticamente zero.

A construção em aço é industrializada por natureza, o que garante níveis mínimos de perdas. Entretanto, a chave para uma obra sem desperdícios é o planejamento, otimizando o emprego de cada material e suas interfaces.

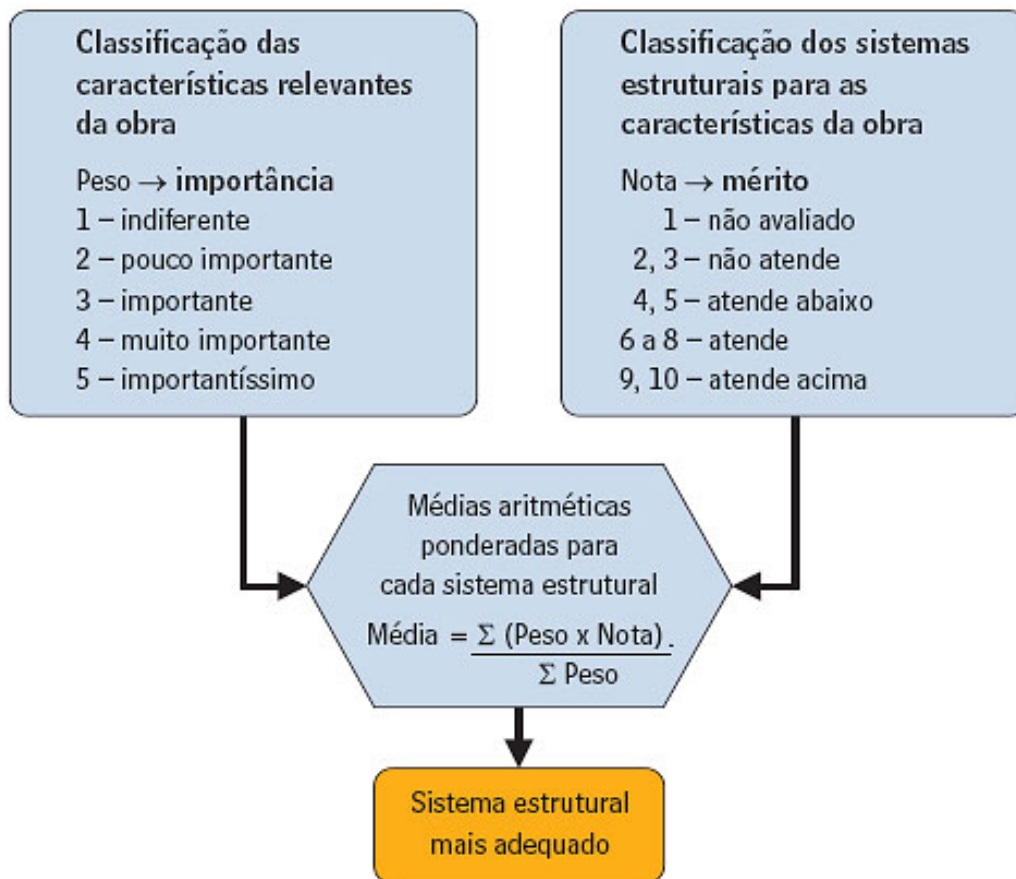
15 – Segurança do trabalhador

As estruturas em aço, assim como toda construção industrializada, incorporaram nos últimos anos muitas das conquistas da indústria. A mais importante talvez seja a redução dos índices de acidentes nas obras pelos esforços de conscientização associados à utilização de equipamentos modernos de proteção individual.

Como o processo de construção das estruturas de aço é totalmente controlado, desde a fabricação até a montagem final, para o trabalhador os níveis de segurança são semelhantes aos alcançados pela indústria.

16 – Custos financeiros

Conhecer os custos financeiros de qualquer empreendimento pode ser a chave de uma escolha. Os ganhos financeiros com a antecipação do cronograma de um edifício comercial podem ser de mesma grandeza que o custo das próprias estruturas. O que importa é constatar que, independentemente da estrutura ter custos mais altos, ela pode estar viabilizando o melhor resultado financeiro para o empreendimento. Cada empreendimento tem, portanto, uma equação financeira a ser resolvida, e poderá conduzir para um sistema estrutural mais rápido como as estruturas de aço.



Organograma 2 – Classificação das características relevantes

17 – Adequação ambiental

A construção em aço é o método de construção mais rápido e limpo. A racionalidade no uso dos materiais e baixo nível de desperdícios, são características que favorecem o aço quanto ao impacto no meio ambiente.

Esgotada a vida útil da edificação, o aço pode ainda retornar sob forma de sucata aos fornos das usinas siderúrgicas para ser reprocessado.

18 – Qualidade e durabilidade

Na comparação entre sistemas, não devemos levar em conta apenas os custos relativos, mas também a qualidade e a durabilidade de cada um. A durabilidade de uma estrutura depende do projeto, da execução e do controle dos mecanismos de deterioração que podem gerar patologias em médio e longo prazos.

As estruturas de aço têm sua fabricação quase que totalmente executada em indústrias sob condições controladas, resultando então em um número muito pequeno de variáveis a controlar, o que faz com que as estimativas de durabilidade sejam muito mais fáceis e

confiáveis do que para outros sistemas mais complexos, com um número maior de mecanismos de deterioração.

Sistemas mais caros e melhor qualidade podem, portanto, apresentar algumas vantagens importantes, mesmo que a diferença só apareça em médio ou longo prazo.

19 – Desempenho

Os sistemas estruturais podem ter diferentes desempenhos. As estruturas de aço, por exemplo, têm comportamento uniforme, mas podem apresentar maiores deformações e são sempre mais elásticas para responder às ações dinâmicas. Já as estruturas de concreto podem apresentar mudanças de comportamento ao longo do tempo e são mais rígidas. O importante é dimensionar corretamente cada sistema, dentro dos limites das normas e observando as características de cada um. O desempenho de um sistema pode influenciar a escolha, como já acontece nas obras industriais.

20 – Incômodos para áreas próximas

A construção em aço pode reduzir dramaticamente o impacto das atividades da obra nas áreas vizinhas, principalmente nos locais próximos a áreas residenciais, hospitais e escolas. A construção em aço, além do menor prazo, produz muito menos ruídos e poeira, além de quase não gerar lixo e entulhos. A montagem pode ser programada para os horários mais favoráveis, minimizando as interferências nas vias.

Para demonstrar o método proposto vamos simular a aplicação, fase a fase, em um edifício comercial de múltiplos andares.

Fase 1 – Levantamento das características relevantes para a obra.

Fase 2 – Classificação das características relevantes em função da sua importância para a obra. Foi estabelecido para cada característica um peso (entre 1 e 5).

Fase 3 – Identificação dos sistemas estruturais compatíveis com a obra, no exemplo: Sistema A – estrutura de aço e Sistema B – estrutura de concreto.

Fase 4 – Configuração dos sistemas estruturais para o melhor desempenho em função das características classificadas da obra.

Fase 5 – Classificação dos sistemas estruturais para as características da obra. Foi estabelecido para cada característica uma nota (entre 1 e 10) em função do mérito do sistema, que pode ser baseada nas análises de custos e/ou simples comparativos.

Fase 6 – Cruzamento dos pesos das características com as notas de cada sistema por meio de uma média ponderada para cada sistema. A maior média indica o sistema mais adequado para a obra.

A planilha acima é um exemplo da aplicação do método para uma obra comercial. Médias muito próximas podem indicar que mais de um sistema estrutural pode atender bem às necessidades da obra. Lembramos ainda que quanto mais cedo se identifique o sistema que será usado, mais tempo teremos para otimizar o sistema escolhido e assim obter um resultado ainda melhor.

PLANILHA EXEMPLO

Características da obra	Peso	Pontuação/Mérito	
		Sistema A	Sistema B
Tipo de fundação	3	10	7
Tempo de construção	5	10	8
Tipo de ocupação	5	10	7
Disponibilidade e custo dos materiais	4	8	10
Recursos do construtor	2	7	9
Local da obra e acessos	4	9	7
Possibilidade de ampliações e adaptações	3	10	6
Compatibilidade com sistemas complementares	4	10	6
Manutenção e reparos	4	9	7
Vãos livres e altura da edificação	4	9	7
Proteção contra a corrosão	4	8	10
Proteção contra fogo	4	6	9
Estética	3	9	9
Desperdício de materiais e de mão-de-obra	5	10	6
Segurança do trabalhador	5	9	6
Custos financeiros	4	10	7
Adequação ambiental	5	9	8
Qualidade e durabilidade	5	9	8
Desempenho	5	8	8
Incômodos para as áreas próximas	4	9	6
Média ponderada = $\Sigma (\text{Peso} \times \text{Nota}) / \Sigma \text{Peso} \rightarrow$		9,0	7,5

Leia Mais

Manual da Construção em Aço publicado pelo CBCA (Centro Brasileiro da Construção em Aço):

- >> Trelças Tipo Steel Joist
- >> Pontes e Viadutos em Vigas Mistas
- >> Steel Framing: Arquitetura
- >> Interfaces Aço–Concreto
- >> Steel Framing: Engenharia
- >> Transporte e Montagem
- >> Painéis de Vedação

- >> Resistência ao Fogo das Estruturas de Aço
- >> Tratamento de Superfície e Pintura
- >> Alvenarias
- >> Galpões para Usos Gerais
- >> Ligações em Estruturas Metálicas
- >> Edifícios de Pequeno Porte Estruturados em Aço