

# construção metálica<sup>®</sup>

edição 69 | 2005 | ISSN 1414-6517

Publicação Especializada da Associação Brasileira da Construção Metálica

## Torres e postes metálicos:

transmitindo  
energia e  
informação





# METASA

*Assinando grandes obras no exterior*

*Edifício de Processo para  
extração de óleos vegetais  
Cliente: Intecnial/ Vicentin  
Peso: 1000 ton  
Localização: Santa Fé  
Argentina*

**Marau - RS**  
(54) 342 7400

**Santo André - SP**  
(11) 2191 1300

**Porto Alegre - RS**  
(51) 2131 1500





## Estruturas metálicas

possibilitam a construção de prédio sobre prédio

# Torres e postes metálicos

transmitem energia e informação

■ EDITORIAL .....	4
ABCEM a todo vapor	
■ SALA VIP .....	6
Fornecedores e clientes discutem expansão, tecnologia e mercado	
■ CONSTRUINDO COM AÇO .....	12
Estruturas Metálicas possibilitam a construção de prédio sobre prédio	
■ CAPA .....	14
Torres e postes metálicos transmitem energia e informação	
Galvanizando a fogo: torres e monopostes	
■ CONSTRUINDO COM AÇO .....	19
Perfis de aço vencem grandes vãos em mais uma unidade do Colégio Salesiano	
■ ARTIGO TÉCNICO .....	21
Automatização do dimensionamento de elementos estruturais de aço segundo a norma brasileira NBR 8800/1986	

■ PONTO DE VISTA .....	28
Galvanização a fogo: proteção simples e eficiente	
■ NOTÍCIAS ABCEM .....	29
• Cursos ABCEM maio e junho	
• Eucatex lança Telha Forro	
• R. Telhas participa da 12ª Agrishow	
• A ABCEM marca presença	
■ TECNOPRODUTOS .....	30
As tintas na proteção anticorrosiva	
■ CONSTRUINDO COM AÇO .....	32
Racionalização na Construção	
■ AÇO E MEIO AMBIENTE .....	36
A construção em aço na revolução ambiental do século XXI	
■ ABCEM INFORMA .....	39
■ SÓCIOS E PRODUTOS .....	40
AGENDA .....	42

# ABCEM a todo vapor

A especialização tem importante papel de promover o aperfeiçoamento do profissional, que em sua atuação nos diversos setores do mercado, demanda um conhecimento mais específico e aprofundado. Atenta a esta demanda e colocando em prática uma das suas prioridades, a Abcem reabre o seu Programa de Cursos com os cursos de “Edifícios Multiandares Estruturados com Aço” e “Cálculo para um Edifício de Múltiplos Andares com Estrutura Mista”.

Ainda dentro deste tema, a Abcem está recepcionando palestras – como a de “Soluções em Estruturas Tubulares V & M do Brasil e Aço-tubo - Tubos na Construção Metálica (em duas edições) e o Workshop de Cálculo Estrutural Metálico, ministrado pelo TK Brasil, realizados em abril.

Pensando na qualidade dos produtos oferecidos ao mercado por seus associados, a Abcem em parceria com o CBCA – Centro Brasileiro da Construção em Aço – está desenvolvendo os PSQs - Programas Setoriais da Qualidade – das Telhas Metálicas de Aço e das Estruturas de Aço.

Em relação à comunicação institucional, a Revista da Abcem, divulga as obras construídas com aço, traduzidas na ampliação da Graded School e na construção do Colégio Salesiano, no Rio de Janeiro, para que o mercado conheça as várias possibilidades deste produto na construção civil. Esta edição traz ainda uma matéria sobre torres e postes metálicos, além de dois artigos e um ponto de vista sobre proteção anticorrosiva. A Construção em Aço na Revolução Ambiental é outro artigo que você não pode deixar de conferir.

A Sala Vip ficou a cargo de entrevistas de sócios da ABCEM para seus clientes de torres e postes para telecomunicação e torres para transmissão de energia elétrica.

O artigo técnico decorre sobre a “Automatização do dimensionamento de elementos estruturais de aço segundo a norma brasileira NBR 8800/1986”. Já a Seção Construindo com Aço finaliza o texto “Racionalização na construção” do engenheiro Paulo Andrade, diretor da Abcem, que ensina os passos para uma boa obra metálica.

Se você vai construir, ampliar ou reformar. Uma boa sugestão é conferir os contatos dos associados da Abcem, na tabela Sócios e Produtos.

Nas próximas edições, a Abcem e a equipe da Revista Construção Metálica continuarão trabalhando em prol da construção metálica. Boa leitura!

#### SÓCIOS HONORÁRIOS - ABCEM

Francisco Romeu Landi (in Memoriam), Gabriel Márcio Janot Pacheco, Gustavo Penna, Sidney Meleiros Rodrigues Siegbert Zanettini, Siro Palenga

#### CONSELHO DIRETOR - ABCEM

##### Presidente

José Eliseu Verzoni (Metasa)

##### Vice-Presidente

Luiz Carlos Caggiano Santos (Brafer)

Mauro Cruz (Perfilor)

Carlos Antônio Gaspar (Gerdaul Açominas)

Ulysses Barbosa Nunes (Mangels)

José A. F. Martins (MVC)

#### Conselheiros Diretores

Siro Palenga (Alufer), Fernando Amaral Tarcha (Belgo Mineira),

Fúlvio Zajakoff (Bemo), Marino Garofani (Brafer), Roberto Sérgio

Abdalla (Cobansa), Cássio F. Loschiavo (Contrato), Edson Zanetti

(Cosipa), Sérgio Iunis C. de Paula (CSN), Paulo Andrade (Paulo

Andrade Engenharia), João N. Motta (UMSA), Pedrosvaldo Caram

Santos (Usiminas) e André Cotta Carvalho (V&M).

#### Secretaria Geral

Av. Brig. Faria Lima, 1931 - 9º andar

01451.917 - São Paulo, SP

Fone/Fax: 11- 3816.6597

E-mail: abcem@abcem.org.br

Web site: www.abcem.org.br

A Abcem é a entidade de classe que congrega e representa o setor da construção metálica no Brasil. Reúne também associações regionais, escritórios de projeto de engenharia e arquitetura de todo o País.

#### COMITÊ TÉCNICO

José Eliseu Verzoni

#### JORNALISTA RESPONSÁVEL

Dayse Maria Gomes (MTb 31752)

imprensa@abcem.org.br

#### PUBLICIDADE E MARKETING

Elisabeth Cardoso

E-mail: marketing@abcem.org.br

#### PRODUÇÃO GRÁFICA, FOTOLITOS E IMPRESSÃO



#### PERIODICIDADE

Bimestral

#### REDAÇÃO E PUBLICIDADE

Av. Brig. Faria Lima, 1931 - 9º andar

01451.917 - São Paulo, SP

Fone/Fax: (11) 3816.6597

E-mail: imprensa@abcem.org.br

Site: www.abcem.org.br

#### TIRAGEM

7.000 exemplares

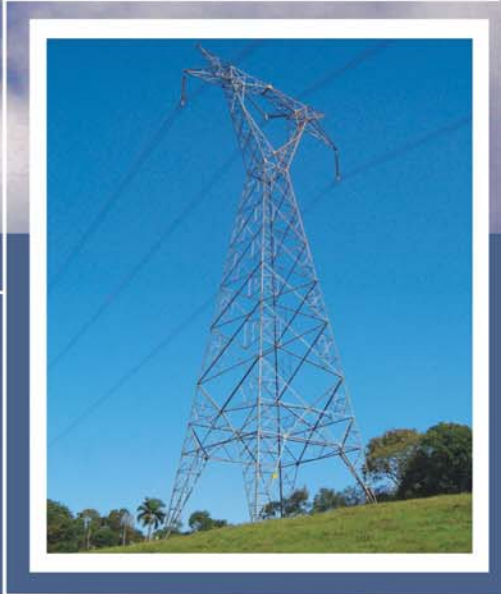
#### PERIODICIDADE

Bimestral

Construção Metálica é uma publicação editada pela Associação Brasileira da Construção Metálica desde 1991, com circulação controlada e dirigida aos profissionais que atuam nos mais importantes segmentos consumidores em todo o território nacional.

A revista não se responsabiliza por opiniões apresentadas em artigos e trabalhos assinados. Reprodução permitida, desde que expressamente autorizada pelo Editor Responsável.





- Torres e postes para telecomunicações e energia
- Engenharia com cálculo estrutural
- Instalação para galvanização à fogo - peças até 12 m
- Fabricação
- Montagem

# BRAFER

CONSTRUÇÕES METÁLICAS S/A

### Curitiba

Av. das Araucárias, 40 - CIAR  
CEP: 83707-000  
Araucária -PR - Brasil  
Tel: (41) 3641-4600  
FAX: (41) 3641-4615

### São Paulo

R. Alvorada, 350 - Vila Olímpia  
CEP: 045550-001  
São Paulo -SP - Brasil  
Tel: (11) 3842-8208  
FAX: (11) 3845-8659



# Fornecedores e clientes discutem expansão, tecnologia e mercado

Tendo como matéria de capa “Torres e postes metálicos”, a equipe da Revista Construção Metálica decidiu linkar a Sala Vip a esta reportagem. Desta vez, a Sala Vip funcionou como uma mesa-redonda, onde duas empresas fabricantes de estruturas para torres e postes, associadas a Abcem, fizeram perguntas para seus clientes de transmissão de energia e telecomunicação.



## A Brafer Construções Metálicas direcionou as questões à Schahin:

### Brafer

Fundada em 1976, a **Brafer** atua na área de projetos, fabricação e montagem de estruturas metálicas para obras industriais e edifícios, além de subestações, postes e torres para energia elétrica e telecomunicações. O escritório e a fábrica estão localizados em Araucária, na Região Metropolitana de Curitiba - PR, em uma área construída de 25 mil m<sup>2</sup>.

### Schahin

O **Grupo Schahin** está presente no mercado nacional desde 1966 em segmentos estratégicos para o desenvolvimento do país, como: engenharia, imobiliário, energia, petróleo e gás, telecomunicações e financeiro. A área de engenharia da Schahin atua em diversos setores da construção, para clientes públicos e privados - comercial, industrial, habitacional, de infra-estrutura e de energia.

**Brafer - Considerando a incerteza nacional no que tange à expansão de nosso potencial de geração de energia, qual a projeção da Schahin quanto a futuros empreendimentos que envolvam subestações e torres de transmissão?**

**Schahin - A Schahin considera que o setor de transmissão no Brasil está muito bem regulado e planejado pelo Governo Brasileiro. Estamos nos preparando para buscar condições que**

aumentem nossa competitividade para o próximo leilão, que deverá ser realizado a partir de julho deste ano.

No que se refere aos custos, houve nos últimos dois anos um considerável reajuste dos insumos, impactando fortemente os custos de implantação.

**Brafer - Diante do quadro de expansão vigente, em que regiões a Schahin estará presente e em que tipo de projeto de geração?**

**Schahin - A intenção da Schahin é atuar em todo território nacional. Porém, a concentração dos aproveitamentos hidroelétricos (AHE) está nas regiões sul, sudeste e centro-oeste. Atualmente estamos focados em dois tipos de programas:**

PCH's - Empreendimentos de até 30 MW já concessionados pela Aneel, para os quais nos habilitamos como epecista/construtor. Estamos ultimando negociações para contratação de uma PCH de 13 MW no Mato Grosso do Sul.

AHE's - Aproveitamentos hidroelétricos com geração superior a 30 MW, cuja concessão será leiloada pela Aneel, se possível ainda este ano. Neste caso, estamos buscando associações com empresas geradoras de energia. Já temos um acordo de cooperação com Furnas (AHE Mirador) e um acordo em fase final de negociação com outra concessionária.

**Brafer - Que visão a Schahin tem dos seus fornecedores nacionais de torres autoportantes, estaiadas, subestações, etc., quanto ao atendimento dos seus cronogramas?**

**Schahin** - No momento estamos licitando todos os materiais e equipamentos das subestações da LT 500 kV Campos Novos/Blumenau C2. Outras concessionárias estão fazendo o mesmo para construção dos trechos leiloados no final do ano passado. O aumento da demanda, somado à expectativa gerada pelos fornecedores de matéria-prima, nos traz uma grande preocupação com o atendimento dos cronogramas e sobretudo dos custos dos diversos projetos em andamento.

**Brafer - Existe algum estudo prevendo a demanda dos produtos citados na questão anterior, face às expectativas atuais?**

**Schahin** - Não participamos de estudo no setor. Acredito que a ABINEE te-

nhá desenvolvido algumas projeções a respeito, face à grande movimentação do setor, decorrente dos últimos leilões e da expectativa favorável à indústria de materiais e equipamentos para geração, transmissão e distribuição de energia.

**Brafer - Qual ou quais são os fornecedores tradicionais da Schahin para torres autoportantes, estaiadas, subestações, etc.? Como é o comportamento dos mesmos em relação a preço/prazo e qualidade?**

**Schahin** - Embora a relação seja muito boa com praticamente todos os fornecedores, fomos atendidos nos últimos empreendimentos pela Brametal, ABB, GSL e Brafer, que nos forneceram os diversos tipos de torres. Com os preços, raramente ficamos satisfeitos. Com relação ao prazo e à qualidade, fomos atendidos dentro das expectativas.

A construção e as montagens eletromecânicas das últimas subestações foram fechadas em regime de turn-key com a Alstom, ABB e Siemens.

**Brafer - Com base em sua experiência, com que capacitação estaria em termos de atendimento, nosso parque industrial, caso haja uma liberação dos inúmeros planos energéticos (UTE's/UHE's) até hoje represados?**

**Schahin** - Havendo a liberação, é preciso analisar o prazo dos empreendimentos e a disponibilidade de recursos. Não dispomos de levantamento neste sentido, mas o represamento de projetos por tanto tempo causou uma enorme escassez de mão-de-obra especializada na área.

Embora considerando a capacidade de rápida adequação da indústria nacional e do espírito empreendedor de nossos empresários, temos uma certa preocupação em relação ao atendimento no prazo, custos e qualidade requerida. operadoras.

**A SadeFem direcionou questões à Vivo**

## SadeFem

A SadeFem Equipamentos e Montagens constitui a quarta geração de uma família de empresas dotadas de tradição experiência e renome no mercado mundial. O nome SadeFem sempre esteve estritamente associado ao desenvolvimento tecnológico e à implantação de usinas elétricas, linhas de transmissão de alta e extra alta tensão e subestações.

## Vivo

A Vivo, controlada pelos Grupos Portugal Telecom e Telefónica Móviles, é a maior prestadora de serviços de telecomunicações móveis do Hemisfério Sul, e décima maior no ranking mundial, com mais de 27 milhões de clientes em todo o Brasil. A empresa é líder no mercado individual e também no segmento corporativo, para o qual fornece soluções através da unidade de negócios Vivo Empresas.

A Vivo tem como diferencial competitivo à tecnologia CDMA - base da terceira geração de telefonia celular em todo o mundo, segundo a União Internacional de Telecomunicações (UIT), - a cobertura, a modernidade e o caráter inovador de seus serviços de transmissão de voz e dados, como acesso à



Internet móvel em banda larga, transmissão de vídeo e outros formatos de comunicação on-line.

### **SadeFem - Como a Vivo vê o atual mercado da telefonia celular no Brasil?**

**Vivo** - A Vivo é a única operadora móvel do Brasil a utilizar a tecnologia CDMA, considerada pela União Internacional de Telecomunicações (UIT) a base para a terceira geração da telefonia celular. Hoje, a Vivo é o maior grupo de telefonia móvel do Hemisfério Sul e a décima maior no mundo, com 27 milhões de clientes. A Vivo possui uma estratégia de mercado apoiada nos diferenciais da tecnologia CDMA, imprimindo ritmo de inovação em produtos e serviços. Dessa forma, enxerga o mercado de telecomunicações como um cenário de crescimento futuro.

### **SadeFem - Quais são as regiões do Brasil já abrangidas pela cobertura da Vivo, e quais os seus planos de expansão visando atender à demanda do mercado?**

**Vivo** - Criada em 2003, a partir da integração dos ativos de telefonia móvel dos grupos Portugal Telecom e Telefónica Móviles no Brasil, a Vivo atende a 19 estados brasileiros - Acre, Amapá, Amazonas, Bahia, Espírito Santo, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Pará, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Roraima, Rondônia, Santa Catarina, São Paulo, Sergipe, Tocantins - e mais o Distrito Federal, o equivalente a uma área de sete milhões de KM - 86% do território nacional.

Nossa cobertura nos demais estados é feita por acordos com outras operadoras, o que permite que nossos as-

sinantes falem nestas áreas pelas redes das mesmas. Mas, no futuro esperamos estar em todo país.

### **SadeFem - Qual a previsão da Vivo quanto ao número de novas Estações a serem implantadas a curto e médio prazo?**

**Vivo** - Podemos falar do mercado como um todo. A previsão da Anatel é que até 2009 a quantidade total de clientes da telefonia celular vai dobrar. Podemos pensar em uma demanda de estruturas no Brasil equivalente a de 2005.

### **SadeFem - Dentro desse contexto, como se dividiria a necessidade entre as Torres e os Postes treliçados, e quais as respectivas faixas de altura a que se destinam?**

**Vivo** - A maioria das nossas estruturas continuarão sendo do tipo torre treliçada, pois o preço das mesmas é mais competitivo e o desempenho é melhor do que os postes treliçados e convencionais, visto que apresentam menor deformação elástica e são de fácil aumento de capacidade.

As alturas variam, na maioria dos casos, entre 30 e 80 metros, com maior concentração em pequenas alturas nas cidades grandes (30 a 40 metros) e alturas maiores (60 metros) no interior.

### **SadeFem - Quais são os fabricantes qualificados que tradicionalmente tem fornecido essas estruturas metálicas para a Vivo?**

**Vivo** - Temos vários fornecedores homologados e estamos abertos à homologação de novos fornecedores,

desde que atendam às nossas especificações e níveis de qualidade.

### **SadeFem - Sabendo da grande variação dos ventos nas diferentes regiões do Brasil, e da multiplicidade dos carregamentos e das alturas necessárias, que tipo de sistema construtivo tem sido utilizado com mais sucesso pelos fabricantes, de modo a poder atender a toda essa diversidade, com a necessária rapidez e flexibilidade?**

**Vivo** - Os sistemas mais usados são as torres treliçadas de base triangular, em sua maioria, e quadrada, nas torres para sistemas de transmissão de alta capacidade, além dos postes convencionais com seções circulares, octogonais e dodecagonais.

As estruturas dos fabricantes possuem modelos básicos cujos perfis são modificados ou o número de travamentos secundários são alterados, ajustando-se assim a capacidade para cada valor de S1.V0 e para a quantidade de antenas prevista no padrão da Vivo.

Na Vivo, temos simplificado as coisas com o uso em nossas especificações de torres e postes com carregamentos e produtos S1.V0 da NBR-6123 padronizados. Assim, uma torre, por exemplo, com o produto S1.V0 igual a 35m/s pode ser usada em um terreno plano no Rio de Janeiro ou sobre um morro na Bahia. Usamos o produto S1.V0 com valores de: 30, 35, 40, 45, 50 e 55m/s.

### **SadeFem - A capacidade fabril instalada dos seus fornecedores está apta para atender as suas ambiciosas metas de expansão?**





# Mec Minas

## 2005

**FEIRA DA INDÚSTRIA MECÂNICA**

**8 a 11 de novembro das 15 às 21 horas**

**Expominas - Belo Horizonte**

65% das áreas  
já comercializadas

**Eletrô Mecânica • Máquinas-ferramenta • Equipamentos Pneumáticos  
Corte e Solda de Metais • Automação e Robótica • Usinagem e Microusinagem  
Equipamentos para Plástico e Borracha**

ABRATEC, ABIMAQ, ARANDA, ASA INDUSTRIAL, ATLAS COPCO, ATUAL FERRAMENTAS, CASTROL, COMCAD, BOSCH REXROTH, BRASFIXO, CEMAÇO, CCIB, CCFB, CETEC, CHICAGO PNEUMATIC, CIMHSA, CORALMAQ, COREMINAS, DEB'MAQ, DETROIT, DSA AUTOMAÇÃO, ELETRODOS STAR, ENILA, FERRAMENTAS GERAIS, FESTO, FRANHO, FREEDOM, GB AUTOMAÇÃO, GRIPS, HB DOMNICK, HENNINGS, HIDRA-VICK, HT HIDRAUTRÔNICA, HTF MÁQUINAS, INARMEG, INCOE, INDEX TRAUB, IPESI, ISOFLEX, JL, ROMI, KAMPMANN, KONE, KVB FILTROS, LUBOR, MACHRO PEÇAS, MADEMIL, MANUMOLD, MECTRIAL, METALCORTE, METALÚRGICA GOLIN, MINAS FERRAMENTAS, MOXIAÇO, MUELLER, NEWTON, PARKER, PETROLMIX, POWERTECH, REITZ, RONEMAK, SANTANA, SAUDER, SERVO AUTOMAÇÃO, SOLDAGERAIS, SOLDAMIX, SOLIDMINAS, TRN, UNISTAMP, USCROMO, WM AFIÇÃO, WOLF.

PROMOÇÃO



APOIO INSTITUCIONAL

ABIMAQ - ABCEM - ABDIB - ABITAM - ABM - ABS - AC MINAS  
BNDES - CBCA - CCFB - CCIB - CETEC - IBS - NÚCLEO INOX - SINAFERR

Telefax 31-3371-3377 - [mecminas@minasplan.com.br](mailto:mecminas@minasplan.com.br)

GARANTA JÁ A SUA PARTICIPAÇÃO - [www.minasplan.com.br/mecminas](http://www.minasplan.com.br/mecminas)

**Vivo** - Acredito que sim, pelos motivos que já expostos.

**SadeFem - Há algum problema ou preocupação com relação ao comportamento das Torres já em operação há algum tempo (corrosão, vandalismo, entre outros)? Em caso de consulta por parte da Vivo, os fabricantes tem correspondido adequadamente?**

**Vivo** - Sim, temos feito vistorias periódicas em nossas estruturas, e nestas não temos encontrado casos que demandem intervenção. Um aspecto importante é o acompanhamento do carregamento da estrutura em uso, evitando-se a instalação de antenas que levem à solicitações maiores que as resistidas pela estrutura. Os nossos fornecedores, de modo geral, tem correspondido com presteza quando solicitados a fornecerem dados sobre as estruturas.

**SadeFem - Há alguma recomendação aos fabricantes das Torres, visando melhoria específica, ainda desejada pela Vivo?**

Os fabricantes devem investir em desenvolvimento de novas tecnologias de projeto, novos materiais e novos processos de fabricação e montagem

**Vivo** - Desejamos que os fabricantes invistam em soluções que levem a uma redução do preço das estruturas e em uma maior facilidade de aumento de capacidade após à instalação das mesmas. Isto envolve a busca de novos materiais e configurações.

**SadeFem - Há alguma preocupação na fase de contratação e/ou aquisição de torres, com relação ao requisito sistema de qualidade (ISO 9000) e validação de projetos (ensaios/testes)? Observamos que isso é desconsiderado na fase de contratação. Por quê?**

**Vivo** - O fornecedor estar certificado pela ISO 9000 é ponto favorável em nossa avaliação. Quanto à validação dos projetos, ainda não aplicamos a 100% de nossas estruturas novas, mas verificamos sim alguns projetos internamente na fase de aquisição.

**SadeFem - Sua mensagem final para os leitores da Revista ...**

**Vivo** - Os fabricantes devem investir em desenvolvimento de novas tecnologias de projeto, novos materiais e novos processos de fabricação e montagem.

A evolução tecnológica das torres e postes ao longo dos anos pode ser considerada discreta se comparada a outras áreas tecnológicas.

Os fabricantes devem se colocar como fornecedores de estruturas, em que os perfis, chapas e parafusos metálicos são um componente importante, mas não a única alternativa disponível.

Outro nicho de mercado para estruturas e que terá um crescimento acentuado nos próximos anos é o de estruturas camufladas, minimizando o impacto visual.

**imetais.com**

**Comprador de aço:** Ganhe tempo cotando aço no iMetals.com/Aços, a nova ferramenta de cotações eletrônicas da distribuição de aço!

**Vendedor de aço:** Ganhe mais um canal de vendas com a iMetals.com/Aços, um sistema onde você sabe quem é seu comprador e recebe as cotações por e-mail!

Acesse <http://www.imetais.com/acos>

Conheça nossos serviços e cadastre-se gratuitamente!

iMetals.com Ltda  
SP: (55.11) 5052-9104  
RJ: (55.21) 2288-5286

<http://www.imetais.com>  
[info@imetais.com](mailto:info@imetais.com)



Apoio: **Sindisider**  
Associação Nacional das Empresas Distribuidoras de Produtos Siderúrgicos



# HABITACON

# 2005

## FEIRA NACIONAL DE HABITAÇÃO & CONSTRUÇÃO

### 2 EDIÇÕES

### BRASÍLIA

### FLORIANÓPOLIS



24 a 28 de MAIO



5 a 9 de OUTUBRO



APOIO INSTITUCIONAL:



APOIO INSTITUCIONAL:

EVENTO PARALELO:

### So. SIMATEC

So. Simpósio de Atualização  
Tecnológica da Construção



### INFORMAÇÕES E RESERVAS:

PARANÁ: (41)233-6202 e 225-2493 - [belga@avalon.sul.com.br](mailto:belga@avalon.sul.com.br)

SANTA CATARINA: (47)325-4026 - [fe.valle@terra.com.br](mailto:fe.valle@terra.com.br) - BLUMENAU

(48)9111-5512 - FLORIANÓPOLIS

[www.montebelloeventos.com.br](http://www.montebelloeventos.com.br)



# Estruturas metálicas

## possibilitam a construção de prédio sobre prédio



### O Projeto

O escritório de arquitetura de Ricardo Julião foi contratado, em 2002, para projetar o Arts Center da Graded School, um prédio que abrigaria todas as atividades dos alunos: da música à pintura. O projeto da Arts Center contemplava 3 aspectos de maior destaque: a estrutura, a acústica e o sunscreen.

### Estrutura: Prédio sobre Prédio

Como a escola dispunha de uma área restrita, foi necessário verticalizar o prédio do refeitório. O fato de o prédio ser construído sobre o outro, não representava um problema. Pois o projeto previa estrutura metálica, sinônimo de maior facilidade na montagem. Além da experiência da Sociedade Comercial & Constru-

tora - SC&C – que já havia realizado outras ampliações verticais dentro da própria escola.

A Fam Construções Metálicas, fabricou e montou as 500 toneladas de estruturas metálicas para a construção do Arts Center, seguindo todas as exigências de qualidade e prazo estipulado, obtendo assim um excelente resultado para seu cliente, a SC&C.



## Tratamento acústico

A questão do tratamento acústico foi um dos pontos mais complexos da construção. Para que o edifício pudesse oferecer o conforto acústico que os professores exigiam e permitir o uso simultâneo dos ambientes, os arquitetos tiveram de fazer utilização de diferentes elementos e técnicas.

## Sunscreen

Em função da grande pele de vidro, as salas de aulas poderiam ficar muito quentes. Para resolver esse problema, os arquitetos projetaram na parte externa do prédio, uma tela para reter o calor do lado de fora, a *sunscreen*. Desta forma, as despesas com equipamentos de ar condicionado e o consumo de energia elétrica poderiam ser reduzidos. Esta *sunscreen* está instalada numa estrutura metálica, e exibe o nome da escola impresso, dando um efeito estético.

## Logística e segurança

Além de toda a complexidade natural de um projeto deste porte, a escola preocupava-se com a segurança de seus alunos no pátio. Foi necessário um grande planejamento logístico para conciliar a entrada e a saída dos alunos, com a movimentação de equipamentos pesados, máquinas e materiais.



## ficha técnica

**Cliente:** Graded School  
**Peso da Estrutura:** 500 toneladas  
**Arquiteto:** Ricardo Julião  
**Estrutura Metálica:** Fam Construções Metálicas Ltda.  
**Estrutura:** Perfis soldados e perfis laminados Gerdau Açominas  
**Construção:** Sociedade Comercial & Construtora



**PROJEART**  
ESTRUTURAS METÁLICAS

CENTRAL DE ATENDIMENTO: **0800.727.1210**

**PARQUE INDUSTRIAL - 20.000m<sup>2</sup>**



Rodovia BR 116, Km 19 - Rua Eduardo Sá, 465  
Jabuti - Distrito Industrial do Eusébio/CE  
CEP: 61760-000 - Fone/Fax: (85) 3275.1220  
e-mail: [projeart@projeart.ind.br](mailto:projeart@projeart.ind.br)  
[www.projeart.ind.br](http://www.projeart.ind.br)

**SÃO VÁRIAS AS VANTAGENS DA CONSTRUÇÃO METÁLICA:  
FLEXIBILIDADE, RAPIDEZ, LEVEZA, LIMPEZA, DURABILIDADE, ETC.**

Fabricamos estruturas metálicas para galpões industriais, edifícios de múltiplos pavimentos, shopping center's, mezaninos, caldeiraria, pontes, passarelas, piperacks e tanques. Consulte-nos!

*Se é pra fazer, faça bem feito!*

**GERARDO BASTOS PNEUS E PEÇAS**  
ÁREA - 9.919,00m<sup>2</sup>  
FORTALEZA/CE



# Torres e postes metálicos

## transmitem energia e informação

Você passa de ônibus, carro ou mesmo de avião e muitas vezes não percebe que ela está em toda a cidade ou campo ou até mesmo no descampado, local ideal para estas estruturas que fazem parte do dia-a-dia na telecomunicação, na comunicação e na energia elétrica da sua casa. São as torres e os postes metálicos que têm a responsabilidade de fazer com que você acenda uma luz, se conecte com a Internet e ouça aquela notícia sobre o trânsito ou tempo.



Elas podem ter a seção transversal triangular ou quadrada e ainda podem ser do tipo autosuportada ou estaiada.

São construídas com perfis laminados tipo cantoneira e chapas de aço conformadas a frio. São galvanizadas a fogo e são transportadas em partes e montadas no local da obra e podem receber pintura de sinalização diurna.

As empresas de telefonia fixa e as de celular utilizam as torres para sustentação de suas antenas. As de maior demanda hoje apresentam seção transversal triangular e são do tipo autosuportada. Elas são dimensionadas para cada operadora de acordo com suas especificações e levando em conta as características de cada local de instalação.

As torres estaiadas embora apresentem custos me-



nores por serem mais leves, demandam terrenos maiores para sua instalação. A título de curiosidade, uma torre de 60 metros de altura do tipo autossuportada pode ser instalada em área próxima de 225m<sup>2</sup> (disponibilidade de 15m x 15m), ao passo que a torre estaiada para a mesma altura necessita de área disponível ao redor de seu eixo de aproximadamente 5.000m<sup>2</sup> (círculo de 80 metros de diâmetro) para possibilitar a fixação dos cabos de estaiamento. Ou seja, a utilização de um tipo ou de outro depende sobremaneira do local de instalação.

As empresas de transmissão de energia elétrica utilizam as torres para sustentação de seus cabos de transmissão, interligando as usinas geradoras de energia aos centros consumidores. A concepção de projeto para torres estaiada para sustentação de cabos transmissores de energia diverge do projeto para telecomunicações. Desta forma, tanto as torres autoportantes de seção quadrada e as torres estaiadas são largamente utilizadas para este fim.

As emissoras de rádio e de televisão utilizam as torres para sustentação de suas antenas. Também podem ser autossuportadas ou estaiadas.

## Postes metálicos

Os postes metálicos são utilizados geralmente por empresas de telefonia, de transmissão de energia e por emissoras de rádio e televisão. Podem ter a seção transversal poligonal ou circular e são autossuportados.

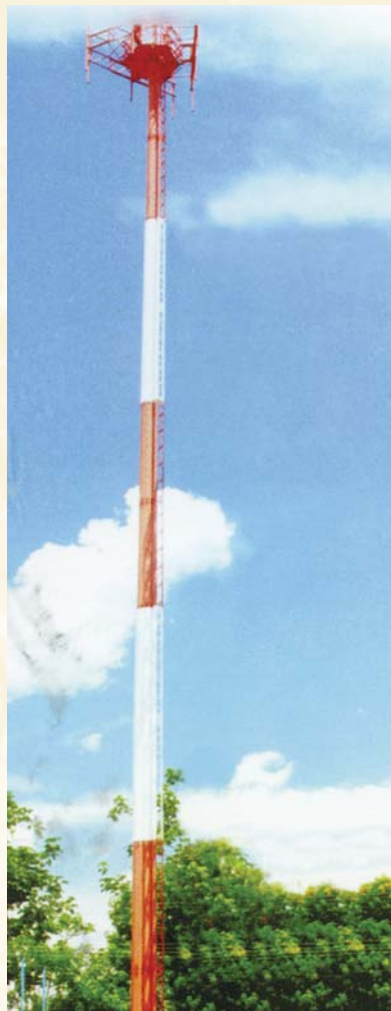
São construídos com chapas de aço conformadas a frio. São galvanizados a fogo e são transportados em partes e montados no local da obra e podem receber pintura de sinalização diurna.

As empresas de telefonia celular utilizam os postes metálicos em larga escala. A grande vantagem dos postes em relação às torres é o menor espaço para sua instalação. A dimensão da base de um poste para telefonia com altura de 60 metros é próximo de 1,5 metros. Muito reduzido portanto, comparando-se com as torres autossuportada ou estaiada de mesma altura.

As empresas de transmissão de energia utilizam postes metálicos para sustentação de cabos transmissores. Há hoje grande demanda de postes metálicos instalados em perímetros urbanos substituindo os postes de concreto pela sua facilidade de transporte e instalação.

Fonte: Mauricio Sakiyama / Brafer  
Fotos: Divulgação / Brafer

2005



### Empresas associadas a Abcem, fabricantes de estruturas para torres e postes metálicos

ABB - Tel.: 31- 3399.2763  
Açotec - Tel.: 49- 328.6188  
Armco Staco - Tel.: 11- 6941.9862  
Bimetal - Tel.: 65- 616.4000  
Brafer - Tel.: 41.641.4613  
Brametal - Tel.: 27- 3371.9400  
Cofepe - Tel.: 37- 3222.6444  
Contech - Tel.: 11- 6213.7636  
CPC - Tel.: 61- 361.0030  
CVT - Tel.: 21- 3373.9929  
Etecon - Tel.: 11- 6918.4544  
H. Pellizzer - Tel.: 11- 4538.0303  
Icec - Tel.: 11- 5504.4700  
Imesul - Tel.: 67- 411.5700  
Marfin - Tel.: 11- 3064.1052  
Metasa - Tel.: 2131.1500  
Multimetal - Tel.: 65- 685.2811  
SadeFem - Tel.: 12- 3955.2746  
Sidertec - Tel.: 16- 3371.8241  
Sinovo - Tel.: 19- 3608.1515  
Sorocaba - Tel.: 15- 3225.1540  
Tecnoform - Tel.: 21- 3452.9800

# Galvanizando a fogo torres e monopostes

Pesquisas demonstram que a corrosão é o principal responsável pela grande perda de ferro e aço no mundo. Entre os processos de proteção já desenvolvidos, o mais bem sucedido é a zincagem por imersão a quente ou como é mais conhecida Galvanização a fogo. O principal objetivo da Galvanização a fogo é impedir o contato do metal base, o aço, com o meio corrosivo.

O termo corrosão significa destruir gradativamente. Define-se corrosão como sendo o ataque de um material pela reação com o meio, com conseqüente deterioração de suas propriedades.

Os minérios mais comuns contêm os metais na forma de óxido ou sulfeto. A extração do metal de um minério constitui um processo de fornecimento de energia, passando a um estado metaestável. Esse estado terá tendência para passar a um nível estável através da liberação de ener-

## SÉRIE GALVÂNICA DOS METAIS

	METAL	*POT. ELETRODO	
MENOS NOBRES	Magnésio	-2,340	ANÓDICOS
	Alumínio	-1,670	
	Zinco	-0,762	
	Cromo	-0,710	
	Ferro	-0,440	
	Cádmio	-0,402	
	Níquel	-0,250	
	Estanho	-0,136	
MAIS NOBRES	Cobre	+0,345	CATÓDICOS
	Prata	+0,800	
	Ouro	+1,680	

Tabela 1

As torres e monopostes de telecomunicações fabricadas com aço utilizam a Galvanização a Fogo para a sua proteção.

gia. A galvanização a fogo tem por objetivo impedir que ocorra a liberação de energia não permitindo a deterioração (Oxidação) do componente metálico impedindo assim o processo corrosivo.

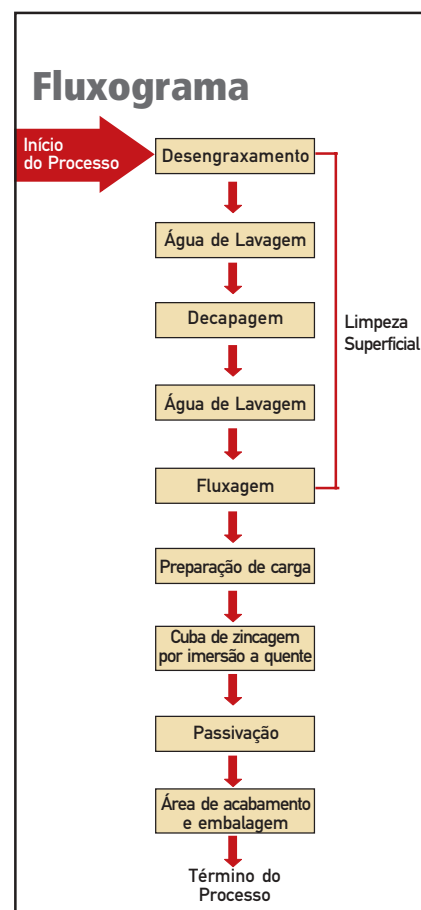
A Galvanização a Fogo é o processo que aplica uma fina camada de Zinco sobre a superfície do aço aumentando a sua vida útil. Esta proteção ocorre porque o zinco é mais anódico (menos nobre) do que o elemento ferro na série galvânica, é ele que se corrói originando a proteção catódica, ou seja, o zinco se sacrifica para proteger o ferro (vide tabela1).

A velocidade de corrosão do zinco é 1/10 da velocidade de corrosão do ferro o que é primordial no cálculo da vida útil.

## Processo de Galvanização a Fogo

A Galvanização a Fogo tem seu processo perfeitamente definido, sendo o mesmo para qualquer produto, veja o fluxograma.

É um processo extremamente rápido em sua execução, algumas horas. Após a limpeza, através de um processo químico com a utilização de desengraxante e ácido clorídrico da superfície de aço com que são fabricados as estruturas de telecomunicações, mergulham-se estas estruturas



em um tanque de zinco em estado líquido onde é totalmente molhada, independente de sua geometria, podendo ser torre de cantoneira, tubular ou monoposte sem nenhuma dificuldade, possibilitando total proteção da estrutura, já que o zinco reage em toda a superfície interna e externa com a



qual entra em contato diferentemente de outros processos que não permitem acessos as partes internas de tubos e estruturas fechadas.

A vida útil da camada de zinco é perfeitamente definida através da espessura de zinco depositada na superfície das estruturas. A espessura mínima da camada é determinada pela norma da ABNT, NBR 6323. Veja através da tabela 2 e do gráfico a vida útil nas diferentes atmosferas

Esta camada de zinco aplicada na superfície do aço é durável, versátil, confiável, bonita e reduz drasticamente o custo de manutenção decorrente da corrosão se comparado a materiais somente pintados. Dependendo do ambiente, a durabilidade da película de zinco pode chegar a 50 anos. Acompanhe no gráfico abaixo de vida útil considerando-se uma camada de 610 gramas/metro quadrado (86 micra de espessura).

### Aplicações:

- Telecomunicações: Torres e monopostos;
- Suprimento Elétrico: Torre de alta tensão, ferragens, postes, leitos para

MATERIAL	Massa Mínima por unidade de área(g/m <sup>2</sup> )		Espessura mínima equivalente do revestimento (µm)	
	Amostra individual	Média das amostras	Amostra individual	Média das amostras
Fundidos	550	600	77	85
Conformados mecanicamente				
Espessuras (e):				
e < 1.0 mm	300	350	42	49
1.0 mm ≤ e < 3.0 mm	350	400	49	56
3.0 mm ≤ e < 6.0 mm	450	500	63	70
e ≥ 6.0 mm	530	600	74	84

Tabela 2

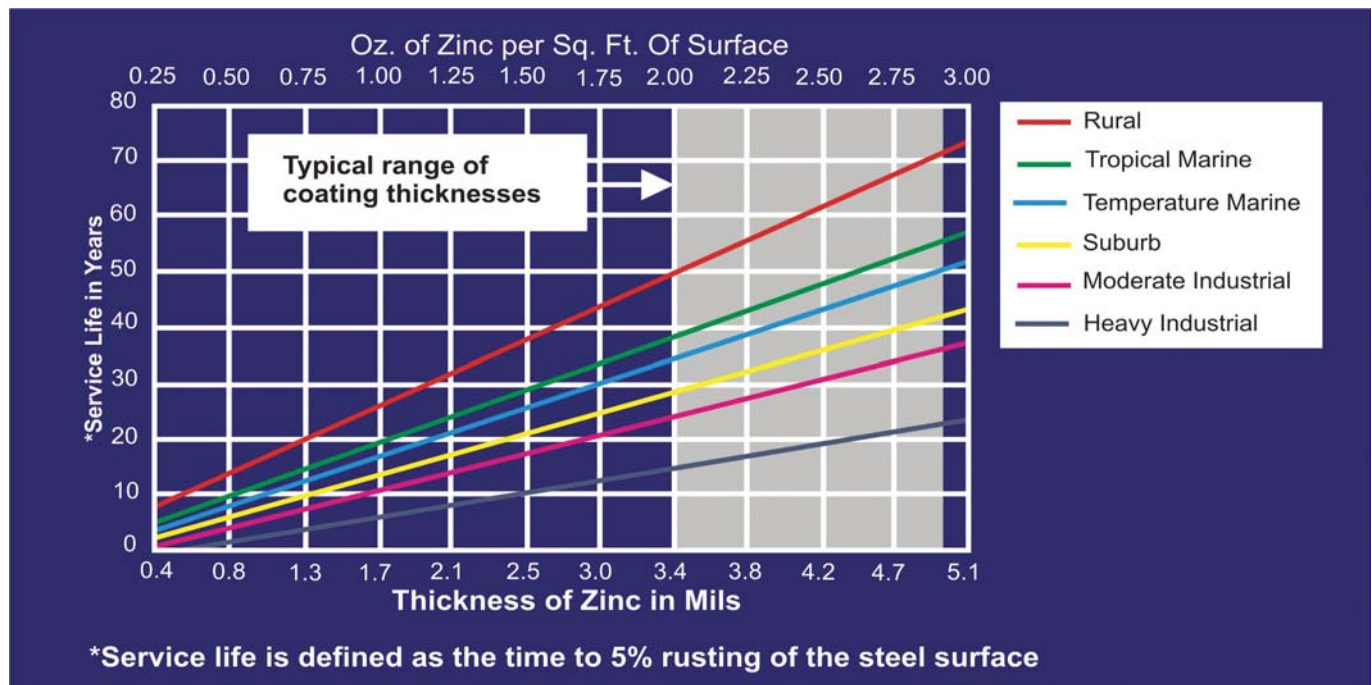
NBR 6323

cabos, eletrocalhas, etc;

- Construção Civil: Edifícios, galpões industriais, calhas, tubulações, portões, janelas, pisos, dutos de ar condicionado, painéis, divisórias, etc.;
- Coberturas, estufas, portões, tapumes, coxos, bebedouros, etc.
- Agrícola: irrigação;

- Automobilístico: Carroceria e chassis de ônibus e caminhões, radiadores, soleiras de portas, capôs, parte do escapamento, peças de suspensão, etc.
- Rodoviário: Defensas, postes de sinalização, painéis, letreiros, etc.
- Ferroviário: Latarias de vagões, dispositivos de iluminação, pórticos de sus-

### A vida útil nas diferentes atmosferas



tentação da linha, parafusos, porcas, suportes, trilhos, etc.

O campo de aplicação é ilimitado desde que no projeto sejam observados os cuidados necessários ao processo de zincagem.

### Vantagens do processo de zincagem por imersão a quente

- A ligação da camada protetiva do zincado por imersão a quente é feita por reação metalúrgica. Obtendo-se aderência e resistência a abrasão superior a ou-

tros tipos de tratamento contra corrosão, a zincagem proporciona maior uniformidade do revestimento.

- O acabamento da zincagem não sofre alteração em função das condições atmosféricas durante seu processamento.

- Não existe restrição quanto ao acabamento estético, pois os produtos zincados por imersão a quente podem ser pintados com a vantagem adicional de aumentar a vida útil do recobrimento.

Nas tabelas 3 e 4, apresentam-se exemplos comparativos entre esquemas de pintura

em diferentes ambientes corrosivos, destacando-se que os valores constantes da tabela são baseados em dados práticos, considerando-se tintas de boa qualidade, aplicação adequada e ausência de danos mecânicos.

Hoje no Brasil temos 60 empresas de Galvanização a fogo protegendo o aço, 17 delas associadas a Abcem, 8 empresas com cubas acima de 10 metros de comprimento e larguras acima de 1,50 m.

A Galvanização é um setor preocupado em satisfazer às necessidades dos fabricantes de peças em aço buscando supri-las.

## COMPARAÇÃO ENTRE AS DIFERENTES ATMOSFERAS TINTAS LÍQUIDAS

	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMA SEMI-NOBRE	SISTEMA NOBRE
Limpeza superficial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspeção</li> <li>• Limpeza c/ solvente</li> <li>• Limpeza mec. S13 ou jateamento abrasivo Sa2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspeção</li> <li>• Limpeza c/ solvente</li> <li>• Jateamento abrasivo Sa2 ao metal quase branco Sa2. 1/2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspeção</li> <li>• Limpeza c/ solvente</li> <li>• Jateamento abrasivo ao metal quase branco Sa2. 1/2</li> </ul>
Tinta de fundo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 demãos de tinta zarcão alquídico óleo modificado com 35 micra por demão; película seca</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 demãos de óxido de ferro Epóxi c/ 35 micras por demão; película seca</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 demão de zinco e etilsilicato com espessura de 75 micras; película seca1.</li> <li>• demão de óxido de ferro epoxi com espessura de 35 micras; película seca.</li> </ul>
Tinta de acabamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 demãos de tinta alquídica brilhante com espessura de 30 micras por demão; película seca</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 demãos de esmalte fenólico pigmentado com alumínio, com 25 micra por demão; película seca</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 demãos de epóxi com 120 micra por demão; película seca</li> </ul>

Tabela 3

Esquemas de Pintura	Atmosfera								
	Rural			Industrial			Marinha		
	Retoques	Repintura Parcial	Repintura Total	Retoques	Repintura Parcial	Repintura Total	Retoques	Repintura Parcial	Repintura Total
Esquema Convencional	4 a 6 anos	6 a 8 anos	8 a 10 anos	2 a 4 anos	4 a 7 anos	7 a 10 anos	0,3 a 0,8 anos	0,8 a 1,5 anos	1,5 a 2,5 anos
Esquema Seminobre	5 a 7 anos	7 a 10 anos	10 a 12 anos	3 a 6 anos	6 a 8 anos	8 a 12 anos	0,5 a 1 anos	1 a 2 anos	2 a 4 anos
Esquema Nobre	4 a 6 anos	8 a 12 anos	12 a 16 anos	5 a 7 anos	7 a 10 anos	10 a 15 anos	2 a 4 anos	4 a 7 anos	7 a 10 anos
Galvanização a Fogo Espessura de Camada 86 micra Aplicação única	86 anos (1 micron/ano)			17 anos (5 micra/ano)			10 anos (8,4 micra/ano)		

Tabela 4



# Perfis de aço vencem grandes vãos

em mais uma unidade  
do Colégio Salesiano



A cidade de Niterói, no Rio de Janeiro, vai ganhar mais uma unidade do Colégio Salesiano. O projeto, gerenciado pela Villa Arquitetura e

2005

Engenharia, consiste na construção de quatro prédios, que somam uma área total de aproximadamente 7.000 m<sup>2</sup>. A escola vai atender a turmas da primeira

a oitava série do Ensino Fundamental.

A construção que conta com estruturas metálicas da Codeme venceu vãos de 14 metros na quadra poliesportiva



com terças de aço fornecidas pela Metform. A empresa participou ainda com Steel Deck para laje e telhas de aço.

Entregue em duas etapas: A primeira, finalizada em fevereiro, a obra é composta por dois prédios que constituem a parte administrativa e as salas de aula, e a segunda, entregue no final de abril, formada pelo auditório e pelas quadras poliesportivas.

Para a arquiteta e diretora da Villa Arquitetura e Engenharia, Ângela Bicalho, "a qualidade dos materiais e a rapidez na montagem foram fatores importantes para a escolha dos produtos". Segundo ela, "com o Steel Deck, foi possível economizar cerca de três meses do tempo em comparação à laje de concreto, possibilitando assim, a entrega da obra no prazo determinado". Além da velocidade de montagem, a arquiteta salientou os grandes vãos vencidos pelas terças de aço.



# Ficha Técnica:

**Cliente:** Colégio Salesiano  
**Estrutura metálica:** Codeme  
**Estrutura:** Perfis soldados e perfis laminados Gerdau Açominas  
**Steel Deck, Telhas de aço e Terças:** Metform  
**Construtora:** Signus  
**Gerenciadora da obra:** Villa Arquitetura e Engenharia  
**Arquiteta:** Ângela Bicalho  
**Engenheiro:** Paulo Roberto Talis Aguiar





antes de construir clique aqui

- Mais de 1.300 páginas de conteúdo técnico
- Empresas, Fabricantes e Fornecedores
- Jornal on-line com as notícias do setor
- Obras nacionais e internacionais com mais de 10.000 imagens
- Tabelas técnicas, biblioteca, dicas de construção
- Em breve, lançamento do MET@LICA Shopping

**O maior Portal de construção civil com estruturas metálicas**

(11) 5565 - 3232  
metalica @ metalica.com.br

[www.metalica.com.br](http://www.metalica.com.br)



# Automatização do dimensionamento de elementos estruturais de aço segundo a norma brasileira NBR 8800/1986

## AUTORES

WELLINGTON YAMAMOTO  
*in memoriam*

LUTTGARDES DE OLIVEIRA NETO  
Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Engenharia  
Departamento de Engenharia Civil  
Bauru / SP - Brasil - CEP: 17.033-360  
e-mail: lutt@feb.unesp.br

**E**ste trabalho apresenta um programa computacional de fácil execução que visa agilizar e otimizar o dimensionamento de elementos estruturais de aço, possibilitando ao engenheiro utilizar maior parte de seu tempo na modelagem dos sistemas estruturais e na análise de seu comportamento. O programa computacional realiza automaticamente os procedimentos para a obtenção das resistências de cálculo de elementos de barra em aço quanto às solicitações normais (tração e compressão), solicitações em barras fletidas (flexão e força cortante) e combinadas, segundo as recomendações da norma técnica brasileira ABNT- NBR 8800/86. O aplicativo Borland Delphi foi utilizado por possuir uma linguagem compilada orientada a objeto e uma tecnologia para composição de banco de dados escaláveis, proporcionando uma interface amigável entre o usuário e o programa por meio de caixas de diálogo em formato Windows. Portanto, a utilização do programa torna eficaz, segura e precisa a determinação da resistência de cálculo dos elementos de barras, desta maneira, tornando mais confiável e econômico o trabalho do engenheiro projetista.

*Palavras-chave: Estruturas de aço, Norma Técnica Brasileira NBR8800, Dimensionamento de barras.*

## Introdução

O engenheiro responsável pelos cálculos estruturais deve conhecer programas computacionais que modelem estruturas, que calculem os esforços em seus elementos componentes e, finalmente, que façam o dimensionamento destes elementos estruturais segundo as normas técnicas vigentes. Poucos programas comerciais se propõem a satisfazer todas estas etapas. Na impossibilidade de acesso fácil a estes programas comerciais, a elaboração de programas que realizem algumas etapas, mesmo que para utilização acadêmica e didática, ou ainda para o trabalho profissional, é de grande valia.

No que se refere ao dimensionamento de barras, a norma técnica NBR 8800-ABNT (1986) fornece os procedimentos de cálculo para o dimensionamento de elementos estruturais em aço. Algumas publicações tratam destes procedimentos apresentando os aspectos teóricos envolvidos, podendo ser citados os

trabalhos de Queiroz (1986) e de Bellei (1994) e outros acadêmicos como os de Gomes (1993), Araújo (1993) e Sales et al. (1994).

O aplicativo Borland Delphi fora escolhido por ser uma ferramenta de programação que permite combinar a utilização de um ambiente de desenvolvimento visual, uma linguagem compilada orientada a objeto e uma tecnologia para composição de banco de dados escaláveis, possibilitando um rápido desenvolvimento de aplicações em plataforma Microsoft Windows, sendo a linguagem de programação Pascal usada para o desenvolvimento das rotinas de cálculo.

Portanto, este artigo apresenta um programa computacional que realiza automaticamente os procedimentos para determinação das resistências de cálculo de elementos estruturais em aço, quanto às solicitações normais (tração e compressão), solicitações em barras fletidas (flexão e força cortante) e combinadas, seguindo a norma NBR 8800/86.

Este programa acadêmico poderá no futuro ser acoplado a um programa que realize os cálculos de esforços solicitantes para análise completa de estruturas de barras, de maneira semelhante ao realizado pelo programa computacional Autometal, elaborado e disponibilizado pelo Departamento de Engenharia Civil da Unicamp (<http://www.fec.unicamp.br/downloads.html>).

### Exemplos numéricos

A seguir são apresentadas, por meio de dois exemplos numéricos, as telas de acesso ao programa para introdução dos dados e de resultados cálculos na determinação das resistências de cálculo de elementos estruturais em aço.

Apresentam-se inicialmente os cálculos das etapas intermediárias e na seqüência a demonstração do programa, com a apresentação dos resultados finais obtidos e as telas do programa computacional desenvolvido, explicitando as etapas de cálculo.

Exemplo 2.1. Neste exemplo, deve-se verificar o perfil CS 400x106, considerando o aço MR250 ( $f_y = 250\text{MPa}$ ), possuindo 9.00 metros de altura, com um ponto de contraventamento lateral na posição de 4.50 metros, correspondente ao eixo de menor momento de inércia. Abaixo seguem as dimensões do perfil e os demais dados relevantes ao problema.

#### Solicitações de cálculo:

$$N_d = -1500 \text{ kN}$$

$$M_{dx} = 19400 \text{ kN.cm}$$

#### Comprimentos de flambagem (l):

$$l_x = 900 \text{ cm}$$

$$l_y = 450 \text{ cm}$$

#### Características geométricas (valores tabelados):

$$A_g = 135.60 \text{ cm}^2$$

$$I_x = 41727 \text{ cm}^4; I_y = 13336 \text{ cm}^4; r_x = 17.54 \text{ cm}; r_y = 9.92 \text{ cm};$$

$$I_T = 68 \text{ cm}^4; r_T = 10.92 \text{ cm};$$

$$W_x = 2086 \text{ cm}^3; W_y = 667 \text{ cm}^3; Z_x = 271.48 \text{ cm}^3.$$

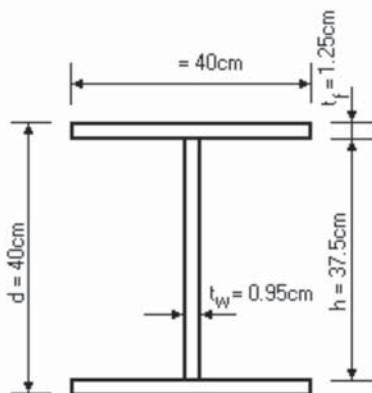


Figura 1 - Dimensões do perfil a ser verificado.

### Primeira etapa: cálculo manual

a) Verificação da força normal de compressão

a.1) Cálculo do coeficiente de redução para a flambagem local  $Q$

De acordo com a tabela 1 da NBR 8800/86, o valor da relação largura/espessura máximo  $(b/t)_{\max}$  para a mesa é 16.00 e para a alma é 42.00. Assim, mesa (elemento não enrijecido)

$$\frac{b}{t} = \frac{20.00}{1.25} = 16.00 = \left(\frac{b}{t}\right)_{\max} \rightarrow OK! \quad \therefore Q_s = 1.0$$

alma (elemento enrijecido)

$$\frac{b}{t} = \frac{37.50}{0.95} = 39.47 < \left(\frac{b}{t}\right)_{\max} \rightarrow OK! \quad \therefore Q_a = 1.0$$

$$\therefore Q = Q_s \cdot Q_a = 1.0$$

a.2) Cálculo do coeficiente de redução para a estabilidade global  $\rho$

em relação ao eixo x

Índice de esbeltez:

$$\lambda_x = \frac{K_x \cdot L_x}{r_x} = \frac{1.0 \cdot 900}{17.54} = 51.31$$

$$\bar{\lambda}_x = \frac{51.31}{\pi} \sqrt{\frac{1.0 \cdot 25.0}{20500}} = 0.57$$

$$\beta_x = \frac{1}{2 \cdot (0.57)^2} \left( + 0.281 \sqrt{(0.57)^2 - 0.04} + (0.57)^2 \right) = 2.270$$

$$\rho_x = 2.227 - \sqrt{(2.227)^2 - \frac{1}{(0.57)^2}} = 0.829$$

em relação ao eixo y

Índice de esbeltez:

$$\lambda_y = \frac{K_y \cdot L}{r_y} = \frac{1.0 \cdot 450}{9.92} = 45.36$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{45.36}{\pi} \sqrt{\frac{1.0 \cdot 25.0}{20500}} = 0.50$$

$$\beta_y = \frac{1}{2 \cdot (0.50)^2} \left( + 0.384 \sqrt{(0.50)^2 - 0.04} + (0.50)^2 \right) = 2.852$$

$$\rho_y = 2.852 - \sqrt{(2.852)^2 - \frac{1}{(0.50)^2}} = 0.819$$

Portanto, a resistência de cálculo será calculada a partir do menor valor,  $\rho_y = 0.819$ .

a.3) Resistência de cálculo em relação ao eixo y sem o valor de  $\rho$ , para a primeira interação:

$$\phi \cdot N_n = 0.90 Q A_g f_y = 0.90 \cdot 1.00 \cdot 135.60 \cdot 25.00 = 3051.00 \text{ kN}$$

com o valor de  $\rho$ , para a segunda interação:

$$\phi_c \cdot N_n = 0.90 \rho Q A_g f_y = 0.90 \cdot 1.00 \cdot 0.819 \cdot 135.60 \cdot 25.00 = 2498.77 \text{ kN}$$



b) Verificação quanto ao esforço de flexão

b.1) Cálculo da resistência nominal para a flambagem lateral da mesa (FLM)

De acordo com o anexo D, tabela 27, da NBR 8800/86, o valor de  $\lambda_p$  é igual a

$$\lambda_p = 0.38 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 0.38 \sqrt{\frac{20500}{25}} = 10.88$$

e com os valores, para o elemento não enrijecido:

$$\lambda = \frac{b_f}{t_f} = \frac{20.00}{1.25} = 16 > \lambda_p$$

$$\therefore M_n = M_{pl} - (M_n - M_{pl}) \frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda_r - \lambda_p}$$

onde,

$$M_{pl} = Z_x f_y = 2271.48 * 25.00 = 56787 \text{ kN.cm}$$

$$M_r = (f_y - f_r) W_x = (25.00 - 11.50) * 2086.00 = 28161 \text{ kN.cm}$$

e

$$\lambda_r = 0.62 \sqrt{\frac{E W_x}{M_r}} = 0.62 \sqrt{\frac{20500 * 2086.00}{28161}} = 24.16$$

$$\therefore \lambda_p < \lambda = 16 < \lambda_r$$

Desta maneira,

$$M_n = M_{pl} - (M_{pl} - M_r) \frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda_r - \lambda_p} = 56787 - (56787 - 28161) \frac{16.00 - 10.88}{24.16 - 10.88}$$

$$M_n = 39246.56 \text{ kN.cm}$$

b.2) Cálculo da resistência nominal para a flambagem lateral da alma (FLA)

De acordo com o anexo D, tabela 27, da NBR 8800/86, o valor de  $\lambda_p$  é igual a

$$\lambda_p = 3.50 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 3.50 \sqrt{\frac{20500}{25}} = 100.22$$

e com os valores, para o elemento enrijecido de:

$$\lambda = \frac{h}{t_w} = \frac{37.50}{0.95} = 39.47 < \lambda_p$$

$$\therefore M_n = M_{pl} = Z_x \cdot f_y = 56787 \text{ kN.cm}$$

b.3) Cálculo da resistência nominal para a flambagem lateral a torção (FLT)

O parâmetro de esbeltez da barra para a flambagem lateral com torção, em relação ao eixo y, é:

$$\lambda = \frac{L_{by}}{r_y} = \frac{450}{9.92} = 45.36$$

De acordo com a tabela 27 da NBR 8800/86, tem-se:

$$\lambda_p = 1.75 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 1.75 \sqrt{\frac{20500}{25}} = 50.11$$

Como  $\lambda < \lambda_p$ :

$$M_{pl} = Z_x f_y = 2271.48 * 25.00 = 56787.00 \text{ kN.cm}$$

Comparando-se os valores obtidos para Mn considerando os três estados de flambagem (FLM, FLA, FLT), emprega-se o menor valor dentre eles que é:

$$M_n = 39246.56 \text{ kN.cm}$$

b.4) Resistência de cálculo à flexão simples

$$\phi_b M_n = 0.90 * 39246.56 = 35321.90 \text{ kN.cm}$$

c) Cálculo da carga de flambagem elástica por flexão para o eixo x

$$N_{ex} = \frac{A_g \cdot f_y}{\lambda^2} = \frac{135.60 * 25.00}{0.57^2} = 10433.98 \text{ kN}$$

d) Equações de interação

$$\frac{N_d}{\phi_c \cdot N_n} + \frac{M_{dx}}{\phi_b \cdot M_{nx}} + \frac{M_{dy}}{\phi_b \cdot M_{ny}} \leq 1.00$$

$$\frac{1500.00}{0.90 * 3051.00} + \frac{19400.00}{0.90 * 39246.56} + 0.00 \leq 1.00$$

$$0.961 \leq 1.00 \rightarrow OK!$$

$$\frac{N_d}{\phi_c \cdot N_n} + \frac{C_{mx} \cdot M_{dx}}{\left(1 - \frac{N_d}{0.73 \cdot N_{ex}}\right) \cdot \phi_b \cdot M_{nx}} + \frac{C_{my} \cdot M_{dy}}{\left(1 - \frac{N_d}{0.73 \cdot N_{ey}}\right) \cdot \phi_b \cdot M_{ny}} \leq 1.00$$

$$\frac{1500.00}{0.90 * 2575.04} + \frac{1.00 * 19400.00}{\left(1 - \frac{1500.00}{0.73 * 10434.00}\right) 0.90 * 39246.56} + 0.00 \leq 1.00$$

$$1.167 > 1.00$$

Portanto, não foi verificada sua resistência quanto aos esforços combinados.

## Segunda etapa: cálculo utilizando o programa

Inicia-se o processo com a tela principal dada pela Fig. 2, onde se pode selecionar primeiramente o tipo de esforço desejado. É mostrada a tela dada na Fig.3.

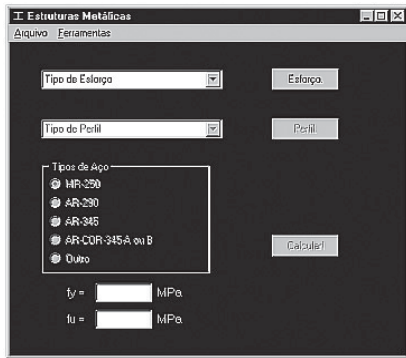


Figura 2 - Tela principal do programa.

Nesta tela pode-se inserir os valores de comprimentos de flambagem para os eixos de inércia x e y, subseqüentemente. Na Fig. 3 é

mostrada apenas a tela correspondente ao eixo x.

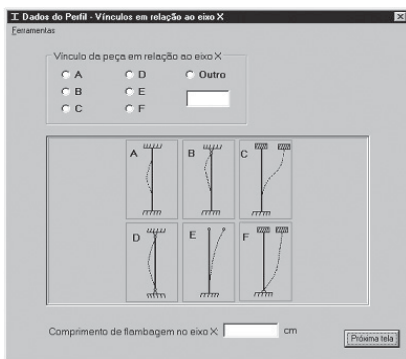


Figura 3 - Tela para inserção do tipo de vinculação e comprimento de flambagem da barra.

Na seqüência, na tela apresentada, devem ser inseridos os valores de  $C_b$ ,  $L_{bx}$ ,  $L_{by}$ , como mostrada na Fig. 4.

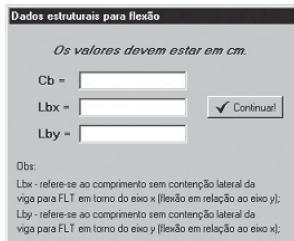


Figura 4 - Tela para inserção de  $C_b$ ,  $L_{bx}$ ,  $L_{by}$ .

Em seguida, devem ser inseridos pelo usuário os valores das solicitações de cálculo ( $N_d$ ,  $M_{dx}$ ,  $M_{dy}$ ), apresentada na tela mostrada na Fig. 5.

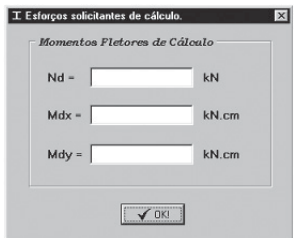


Figura 5 - Tela para inserção dos valores dos esforços de cálculo.

Os próximos valores a serem inseridos no programa, são os valores dos coeficientes correspondentes a flexão,  $C_{mx}$  e  $C_{my}$ , como solicitado pela tela

mostrada na Fig. 6.

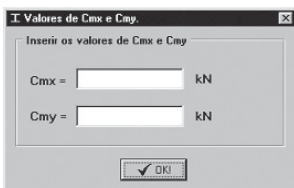


Figura 6 - Tela para inserção dos valores de  $C_{mx}$  e  $C_{my}$ .

Depois de inseridos os valores pertinentes à geometria e à solicitação do problema, o tipo de perfil deve ser escolhido, neste caso um perfil I soldado, como mostrada na tela

dada pela Fig. 7.

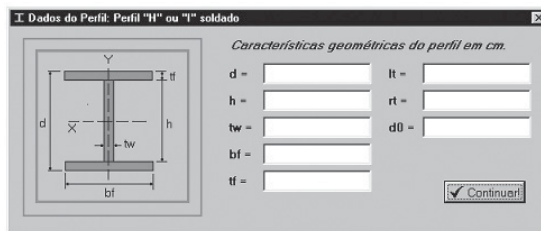


Figura 7 - Tela com dimensões e características geométricas do perfil solicitado a flexo-compressão.

Em seguida é mostrada a tela (Fig. 8) com os demais valores das características geométricas pertinentes ao restante do cálculo.

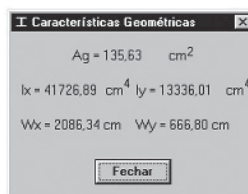


Figura 8 - Tela com características geométricas do perfil.

Depois de inseridos os valores necessários para o dimensionamento a flexo-compressão, escolhe-se o tipo de aço, neste exemplo aço MR-250, e clica-se no botão "Calcular!". Será mostrada, então, a tela com os resultados obtidos pelo perfil escolhido (Fig. 9). Nesta tela são também mostrados alguns valores parciais pertinentes para entendimento e orientação do usuário no caso de necessitar ou preferir alterar algum dado. Podem ver os resultados do exemplo, notando-se as diferenças de valores entre os obtidos manualmente e através do programa.

**Barras sujeitas à flexão composta.**

Interação de tensões:

$$\frac{N_d}{\phi_c N_n} + \frac{M_{dx}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{dy}}{\phi_b M_{ny}} < 1$$

0,96 < 1

Interação de estabilidade:

$$\frac{N_d}{\phi_c N_n} + \frac{C_{mx} M_{dx}}{\left(1 - \frac{N_d}{0,73 N_{ex}}\right) \phi_b M_{nx}} + \frac{C_{my} M_{dy}}{\left(1 - \frac{N_d}{0,73 N_{ey}}\right) \phi_b M_{ny}} > 1$$

1,19 > 1

**Discriminação dos resultados obtidos:**

Interação de tensões:	Interação de estabilidade:
$\phi_c N_n = 3037,39 \text{ kN}$	$\phi_c N_n = 2482,28 \text{ kN}$
Gerais:	
$N_d = 1500,00 \text{ kN}$	$M_{dy} = 0,00 \text{ kN.cm}$
$M_{dx} = 19400,00 \text{ kN.cm}$	$\phi_b M_{ny} = 15003,01 \text{ kN.cm}$
$\phi_b M_{nx} = 41179,14 \text{ kN.cm}$	$N_{ex} = 10422,85 \text{ kN}$
	$N_{ey} = 13324,67 \text{ kN}$
$\left(1 - \frac{N_d}{0,73 N_{ex}}\right) = 0,80$	$\left(1 - \frac{N_d}{0,73 N_{ey}}\right) = 0,85$

Resultados Fechar

Figura 9 - Tela de apresentação dos resultados para o dimensionamento a flexo-compressão.



Após a apresentação dos resultados, fechando-se a respectiva tela, surgirá uma tela para escolha do próximo passo, dada pela Fig. 10. Então o usuário poderá refazer o cálculo escolhendo outro perfil ou alterar apenas as condições do problema. Há ainda a possibilidade de refazer todo o cálculo, a partir do início.

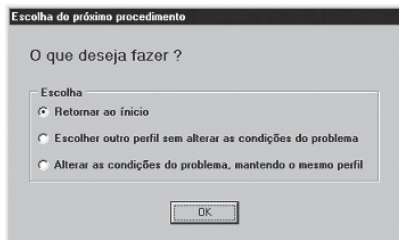


Figura 10 - Tela com a escolha da próxima etapa.

Para efeito de demonstração, na Fig. 11, é apresentada mais uma tela referente à força cortante.

também mostrando alguns valores parciais de intervalo do parâmetro de esbelteza obtido.

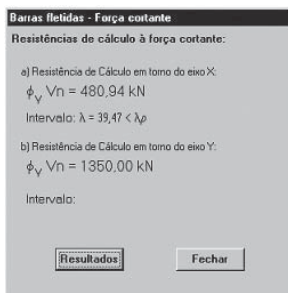


Figura 11 - Tela de apresentação dos resultados à força cortante.

Exemplo 2.2. Para este exemplo, deve-se verificar uma coluna de altura  $l = 4.00\text{m}$ , aço AR-345 e submetida ao esforço de compressão  $N_d = 4530\text{kN}$ , com o seguinte perfil I soldado:

#### Dimensões e características geométricas

$$d = 60.00 \text{ cm}; \quad h = 57.50 \text{ cm}; \quad t_w = 0.80 \text{ cm};$$

$$b_f = 40.00 \text{ cm}; \quad t_f = 1.25 \text{ cm};$$

$$A_g = 146.0 \text{ cm}^2; \quad I_x = 98976.04 \text{ cm}^4; \quad I_y = 13335.76 \text{ cm}^4.$$

### Primeira etapa: cálculo manual

a) Cálculo do coeficiente de redução para a flambagem local Q

De acordo com a tabela 1 da NBR 8800/86, o valor da relação largura/espessura máximo  $(b/t)_{\max}$  para a mesa é 13.00 e para a alma é 36.00. Assim,

mesa (elemento não enrijecido)

$$b_{\text{mesa}} = 20.00 \text{ cm} \quad e \quad t_{\text{mesa}} = 1.25 \text{ cm}$$

$$\frac{b}{t} = \frac{20.00}{1.25} = 16 > \left(\frac{b}{t}\right)_{\max} \rightarrow \text{anexo E}$$

No item E-2.b, do anexo E, referente a elemento não enrijecido, tem-se:

$$1.02 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 24.86$$

$$\therefore Q_s = 1.42 - 0.76 \frac{b}{t} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = 0.921$$

alma (elemento enrijecido)

$$b_{\text{alma}} = 57.50 \text{ cm} \quad e \quad t_{\text{alma}} = 0.80 \text{ cm}$$

$$\frac{b}{t} = \frac{57.50}{0.80} = 71.88 > \left(\frac{b}{t}\right)_{\max} \rightarrow \text{anexo E}$$

No item E-3.b, do anexo E, o valor do coeficiente  $Q_a$  é obtido por meio de um processo iterativo iniciado pelo valor inicial adotado de tensão atuante  $f$ , como segue abaixo os passos de cálculo.

Passo inicial:

$$f = \frac{N_d}{A_{ef}} = \frac{0.90 A_g f_y}{A_g} = \frac{0.90 * 146.00 * 34.50}{57.50 * 0.80 + 100.00} = 31.05 \text{ kN/cm}^2$$

$$b_{ef} = \frac{797t}{\sqrt{f}} \left( 1 - \frac{140}{\left(\frac{b}{t}\right)\sqrt{f}} \right) = \frac{797 * 0.80}{\sqrt{31.05}} \left( 1 - \frac{140}{71.88\sqrt{31.05}} \right) \leq b$$

$$b_{ef} = 32.54 \text{ cm} < b$$

- Segundo passo:

$$f = \frac{N_d}{A_{ef}} = \frac{0.90 * 146.00 * 34.50}{32.54 * 0.80 + 100.00} = 35.97 \text{ kN/cm}^2$$

$$b_{ef} = \frac{797t}{\sqrt{f}} \left( 1 - \frac{140}{\left(\frac{b}{t}\right)\sqrt{f}} \right) = \frac{797 * 0.80}{\sqrt{35.97}} \left( 1 - \frac{140}{71.88\sqrt{35.97}} \right) \leq b$$

$$b_{ef} = 30.17 \text{ cm} < b$$

- Terceiro passo:

$$f = \frac{N_d}{A_{ef}} = \frac{0.90 * 146.00 * 34.50}{30.17 * 0.80 + 100.00} = 36.52 \text{ kN/cm}^2$$

$$b_{ef} = \frac{797t}{\sqrt{f}} \left( 1 - \frac{140}{\left(\frac{b}{t}\right)\sqrt{f}} \right) = \frac{797 * 0.80}{\sqrt{36.52}} \left( 1 - \frac{140}{71.88\sqrt{36.52}} \right) \leq b$$

$$b_{ef} = 29.96 \text{ cm} < b$$

A diferença entre o valor obtido de  $b_{ef}$  no último passo e o valor do passo anterior é de menos de 1%; desta maneira o programa assume como  $b_{ef}$  o valor final de 29.96cm.

$$\therefore Q_a = \frac{A_{ef}}{A_g} = \frac{29.96 * 0.80 + 100.00}{146.00} = 0.849$$

$$\therefore Q = Q_s * Q_a = 0.921 * 0.849 = 0.782$$

Cabe comentar aqui que, no caso de se calcular um perfil com seção-caixão cujos elementos mesa e alma são enrijecidos, o processo iterativo introduzido no código computacional realiza, em cada passo, o cálculo das duas larguras efetivas obtendo, assim, uma área efetiva  $A_{ef}$  referente a cada passo.

b) Cálculo do coeficiente de redução para a estabilidade global  $\rho$  para o eixo de inércia y:

$$r_{\min} = r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{13335.79}{146.00}} = 9.56 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{K * l}{r_{\min}} = \frac{1.00 * 400.00}{9.56} = 41.84$$

$$\bar{\lambda} = \frac{41.84}{\pi} \sqrt{\frac{0.782 * 34.50}{20500}} = 0.48$$

De acordo com a tabela 3 da NBR 8800/86, utiliza-se, para o eixo y, a curva C, obtendo-se o valor de  $\rho = 0.856$ .

c) Resistência de cálculo em relação ao eixo y

$$\phi_c N_n = 0.90 \rho Q A_g f_y = 0.90 * 0.856 * 0.782 * 146.00 * 34.50 = 3034.55 \text{ kN}$$

## Segunda etapa: cálculo utilizando o programa

Inicia-se o processo com a tela principal dada pela Fig. 2, onde, selecionando-se o respectivo esforço, surge a mesma tela mostrada na Fig. 3.

Inseridos os valores dos tipos de vinculação e comprimentos de flambagem, em relação ao eixo x e y, escolhe-se o perfil e inserem-se suas dimensões, semelhante a tela da Fig. 7.

Em seqüência, escolhe-se o tipo de aço e clica-se o botão "Calcular!".

Para este exemplo, aparece uma tela de aviso, mostrada na Fig. 12, e em seguida outra caixa de diálogo para confirmação para se continuar com o mesmo perfil. Este aviso

aparece pelo fato de o valor de  $\lambda$  resultar menor do que 0.20. Duas possibilidades no processo de cálculo fazem com que isto ocorra:

- esbeltez excessiva de alma ou de mesa, acarretando a obtenção de um valor muito pequeno de Q e, conseqüentemente, de um valor negativo na raiz quadrada na fórmula de  $\beta$  ( $\bar{\lambda} < 0.20$ ). É necessária a modificação do perfil!
- esbeltez global da barra muito pequena, peça excessivamente robusta, resultando em valor de  $\rho = 1.00$ . Neste caso não seria necessária a modificação do perfil.

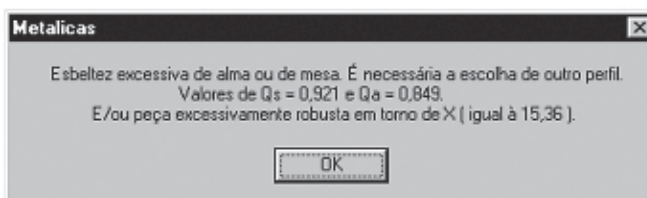


Figura 12. Tela de aviso, demonstrando problema.

Caso seja escolhido prosseguir o cálculo com o mesmo perfil, são mostrados todos os resultados relativos às barras comprimidas, novamente mostrando alguns valores parciais pertinentes para orientação do usuário, conforme se observa na Fig. 13; caso contrário, retornar-se-á à tela de inserção das novas dimensões do mesmo tipo de perfil.

Fechando-se a tela de resultados, aparecerá a tela mostrada na Fig. 10, devendo o usuário escolher a próxima etapa que lhe convier.

Resistências à Compressão	
<b>Resistências de Cálculo - Flambagem à Flexão:</b>	
a) Resistência de Cálculo em torno do eixo X:	Rc = 3545,37 kN
b) Resistência de Cálculo em torno do eixo Y:	Rc = 2931,50 kN
<b>Características Geométricas:</b>	
$A_g = 146.00 \text{ cm}^2$	$A_{ef} = 123.96 \text{ cm}^2$
$I_x = 98976.04 \text{ cm}^4$	$I_y = 13335.79 \text{ cm}^4$
$r_x = 26.04 \text{ cm}$	$r_y = 9.56 \text{ cm}$
$\lambda_x = 15.36$	$\lambda_y = 41.85$
$\rho_x = 1.000$	$\rho_y = 0.827$
$Q_s = 0.921$	$Q_a = 0.849$
$Q = 0.782$	
<input type="button" value="Resultados"/> <input type="button" value="Fechar"/>	

Figura 13. Tela de apresentação dos resultados para o dimensionamento à compressão.



A diferença entre os dois valores de resistência de cálculo obtidos,  $N_c = 3034.55\text{kN}$  para a forma manual e  $N_c = 2931.50\text{kN}$  para o programa, da ordem de 3.40%, se deve à distinção dos valores de  $\rho$  calculados em cada um deles, o primeiro obtido por tabela ( $\rho=0.856$ ) e o segundo pela formulação apresentada ( $\rho=0.827$ ), ambas constantes na norma.

## Conclusões

A proposta deste trabalho foi de apresentar um programa computacional para o dimensionamento de elementos de barra de aço, segundo as recomendações da norma técnica brasileira ABNT-NBR 8800/86. Pode-se observar nos exemplos numéricos que a utilização do programa possibilita ao usuário realizar os cálculos de dimensionamento de maneira simples, rápida e segura. Os dois exemplos visam abranger situações de cálculo importantes como esbeltez de elementos da seção transversal (processo iterativo em elementos

enrijecidos) e de combinação de esforços (momentos fletores e força normal de compressão por meio das equações de interação).

Tomou-se portanto, o cuidado de apresentar uma boa interface com o usuário, procurando orientá-lo no processo de cálculo, avisando-o de alguns pontos críticos que possam surgir neste processo e também em apresentar valores intermediários de cálculo e de limites a que a norma impõe às resistências e aos parâmetros envolvidos no cálculo.

Considerando-se os procedimentos adotados pelo programa, diferenças aparentes podem surgir nos resultados devidas ao arredondamento feito quando obtidos manualmente ou devidas aos valores representados em tabelas.

## Reconhecimentos

Os autores agradecem à Fapesp - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo auxílio financeiro na realização deste projeto.

## Referências

- Alves, A. P., 1978, Programação: codificação, testes, depuração de erros, documentação, Editora Atlas, São Paulo.
- Andrade, P. B., 1994, Curso básico de estruturas de aço, Segunda edição revisada, IEA Editora, Belo Horizonte.
- Araujo, E. C. de, 1993, Elementos de aço flexo-comprimidos, Mestrado, dissertação, Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, São Paulo, Brasil.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1984, NBR 8681 - Ações e segurança nas estruturas, ABNT, Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1986, NBR 8800 - Projeto e execução de estruturas de aço de edifícios, ABNT, Rio de Janeiro.
- Bellei, I. H., 1994, Edifícios estruturais em aço - Projeto e cálculo, Editora Pini, São Paulo.
- Cantù, M., 1998, Dominando o Delphi 4 - A Bíblia, Makron Books, São Paulo.
- Davis, W. S., 1987, Análise e projeto de sistemas; uma abordagem estruturada, Livros Técnicos e Científicos Editora S. A., Rio de Janeiro.
- Ducassé, P., 1962, História das técnicas, Publicações Europa América, Lisboa.
- Gomes, O. F., 1993, Análise dos elementos fletidos em estruturas de aço, Mestrado, dissertação, Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, São Paulo, Brasil.
- Queiroz, G., 1986, Elementos das estruturas de aço, Imprensa Universitária, UFMG, Belo Horizonte.
- Sales, J. J. et alii, 1994, Elementos de estruturas de aço - Dimensionamento, Imprensa Universitária, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- Yamamoto, W.; Oliveira Neto, L. (2001). Dimensionamento de elementos estruturais em aço, segundo a norma brasileira NBR8800/1986, utilizando o aplicativo Delphi 4.0. In: XXII CILAMCE 2001 - XXII Congresso Ibero-Latino Americano de Métodos Computacionais para Engenharia, *Anais*. UNICAMP, Campinas, SP Brasil.

# Galvanização a fogo: proteção simples e eficiente

## Zincagem por imersão a quente

A galvanização sem dúvida alguma, é a melhor proteção contra a corrosão do ferro e do aço, tanto pela praticidade do seu processo, como pela fácil manipulação dos materiais, não causando danos na estocagem e transporte. Um acabamento versátil, no qual pode-se acrescentar a pintura, que seria um complemento à proteção e garantia do zinco.

Bastam alguns minutos para se revestir completamente uma peça de aço com zinco, contra as várias horas, ou mesmo dias, de outros processos. Terminada a operação, as peças galvanizadas a fogo estão imediatamente prontas para utilização, sem necessidade de retoque ou pintura. Além de simples, o processo é facilmente controlável, permitindo que se obtenha um revestimento uniforme. Superfícies internas, externas, cantos vivos e fendas estreitas são integralmente revestidos.

A imersão da peça de aço no zinco fundido produz um revestimento constituído de camada de liga Fe-Zn e Zn, criando uma liga metalúrgica entre os materiais. Com isso, o produto galvanizado a fogo, além da proteção contra corrosão, ganha uma grande resistência à avarias mecânicas durante a manipulação, estocagem, transporte e instalação. É uma característica exclusiva deste processo e um dos seus mais destacados diferenciais de superioridade.

Também notável é a dureza do revestimento, o que o torna especial-

mente adequado a aplicações que enfrentam fortes abrasões. Nada menos de 20% da produção mundial de aço é destruída pela oxidação. É um desperdício que gera uma procura cada vez maior pelo processo de galvanização a fogo em todo o mundo, inclusive no Brasil.

A galvanização a fogo confirma ao longo do tempo, que é uma solução vantajosa também pelo lado econômico, pois se eliminam manutenções intermediárias, necessárias em outros processos. São várias situações em que essas características são altamente desejáveis, as estruturas complexas, localizadas em área de difícil acesso são casos típicos.

Os setores elétricos e de telecomunicações, onde é grande a utilização, principalmente em torres e pos-

tes metálicos não prescindem do uso da galvanização a fogo. O rodoviário e de irrigação também utilizam largamente o serviço.

No Brasil, o consumo de zinco, principal matéria-prima da galvanização a fogo é de 1,3 kg/habitante, muito baixa, se compararmos por exemplo com o do EUA que é de 4,2 kg/habitante, do Japão de 4,9 kg/habitante, da França 5,0 kg/habitante e Espanha 6,1kg/habitante. Por isso o Comitê de Galvanização a Fogo da ABCEM, com o apoio da Votorantim Metais, vem divulgando o processo junto aos profissionais de todos os setores que utilizam o aço e nas universidades e, ainda fazendo um trabalho de conscientização por todo o Brasil sobre as enormes vantagens da utilização da galvanização a fogo.



**RAUL LUIZ SFREDO**

Diretor-presidente da Lisy Industrial e Comercial



## CURSOS ABCEM MAIO E JUNHO

A Abcem com o patrocínio da Gerdau Açominas está realizando, nos meses de maio e junho, os cursos de "Edifícios Multiandares Estruturados com Aço" e "Cálculo de um Edifício de Múltiplos Andares com Estruturas Mistas".

Cálculo de um Edifício de Múltiplos Andares com Estruturas Mistas

**Módulos I** - Dias 2, 3 e 4 de junho

Horários: Dias 2 (quinta-feira), 3 (sexta-feira) das 18 às 22 h e dia 4 (sábado), das 8h30 às 17 h.

**Módulos II** - Dias 9, 10 e 11 de junho

Horários: Dias 9 (quinta-feira), 10 (sexta-feira) das 18 às 22 h e 11 (sábado), das 8h30 às 17 h.

**Maiores informações visite o site da Abcem: [www.abcem.org.br](http://www.abcem.org.br)**

## EUCATEX LANÇA TELHA FORRO

### Produto proporciona redução de tempo na instalação e de gastos com climatização

A Eucatex, que através de seus produtos destaca a versatilidade do aço, acaba de disponibilizar mais um produto que garante maior comodidade aos profissionais ligados ao segmento da construção civil: a Telha Forro. Composta por uma telha trapezoidal com núcleo de poliuretano e acabamento em PVC texturizado, ela vem pronta para uso.

A Telha Forro é uma excelente opção para áreas que necessitam de temperatura controlada, como galpões de indústrias e de estocagem por exemplo, já que possui excelente isolamento termoacústico em poliuretano. Por tratar-se de um produto isolante térmico, permite significativa redução dos gastos com climatização. O novo produto tem acabamento interno superior e, devido ao processo contínuo exclusivo, permite produção a custo baixo.

O produto, composto por telha trapezoidal em aço galvanizado (tipo B) ou liga de alumínio-zinco (AZ 150g/m<sup>2</sup>) pode ser fornecida com pós ou pré-pintura. A película de PVC texturizado, com acabamento Lunar Soil na cor branca, é ideal para substituir os forros convencionais.

## R.TELHAS PARTICIPA DA 12ª AGRISHOW

A Regional Telhas está participando, de 16 a 21 de maio, da 12ª Agrishow - Feira Internacional de Tecnologia Agrícola em Ação - em Ribeirão Preto (SP) feira de agro-negócios, apresentando toda sua linha de produtos para o mercado agrícola, em destaque as telhas RT260.

Projetada para vencer um vão livre de até 13 metros, a RT260 é uma solução auto-portante que proporciona mais

economia, deixa a obra mais leve, facilita o processo de construção e a montagem da cobertura.

Visite a Agrishow e conheça os produtos da Regional Telhas.

## A ABCEM MARCA PRESENÇA:

**No 4º Congresso Brasileiro de Material de Construção** - A Abcem participou, na presença do diretor engenheiro Paulo Andrade, do 4º Congresso Brasileiro de Material de Construção, promovido pela Anamaco - Associação Nacional de Comerciantes de Materiais de Construção.

Realizado em março, o evento trouxe como temas principais: A Conscientização de que "O preço de um produto deve ser justo e não obrigatoriamente o mais barato; O preço é apenas um dos componentes do processo de comercialização; A importância da interação cliente-fornecedor; A importância da permanente atualização e acompanhamento; A necessidade de adaptação à evolução tecnológica e comercial; A qualidade, preocupação prioritária; A busca da isonomia de qualidade, Os PSQs; Os cursos à distância via internet (conscientização, ensinamentos e treinamentos); A fidelização do cliente: conquista e manutenção.

**Na Conferência da AGA** - O Comitê de Galvanização da Abcem, participou, em abril, da Conferência Anual da American Galvanizers Association, na Flórida.

Segundo o vice-presidente de Galvanização da Abcem, Ulysses Barbosa Nunes, o evento proporcionou trocas de experiência enriquecedoras, além de informações da alta tecnologia aplicada à Galvanização nos Estados Unidos.



# As tintas na proteção anticorrosiva

Na indústria da Construção Metálica a pintura de proteção anticorrosiva desempenha uma função importante do produto final, já que é através do acabamento e cores que o produto é visto pelo consumidor final. No entanto muito antes do acabamento existe por trás um estudo elaborado por um projeto de pintura que avalia o uso do aço, o local, a agressividade, e outros fatores que afetarão a durabilidade.

As indústrias de tintas têm destinado grandes verbas em pesquisa e controle de qualidade para desenvolvimento de proteções anticorrosivas cada vez mais adequadas às necessidades do mercado, bem como as empresas especializadas de aplicação de pintura e tratamento anticorrosivo.

No Brasil ainda se perde uma quantidade muito elevada de equipamentos por falta de manutenção ou até mesmo erro na especificação técnica e/ou uso incorreto do revestimento anticorrosivo, e sabemos que isto poderia ser evitado através da proteção anticorrosiva.

Para que um sistema anticorrosivo tenha sucesso, ou seja, proteja o aço contra a corrosão, é necessário conhecimento técnico do material que está sendo empregado para proteção (as tintas), a correta especificação das tintas, a mão-de-obra especializada e o controle de qualidade, sem isto, fatalmente o sistema não funcionará.

As tintas são fabricadas utilizando resinas diversas, aditivos, secantes, pigmentos de cor, solventes, etc. Muitos destes produtos são importados ou se fabricados no Brasil acompanham variações do mercado internacional, assim sendo



As indústrias de tintas tem destinado grandes verbas em pesquisa e controle de qualidade para desenvolvimento de proteções anticorrosivas cada vez mais adequadas às necessidades do mercado, bem como as empresas especializadas de aplicação de pintura e tratamento anticorrosivo.

seu custo por metro quadrado somado à aplicação deve ser cuidadosamente estudado para não onerar o projeto.

Outro cuidado importante é a preparação de superfícies. A falta de um correto preparo de superfícies, com certeza acarretará em um fraco desempenho da proteção anticorrosiva. Assim sendo devemos em um projeto definir e controlar adequadamente o preparo de superfície, o tempo de pintura inicial, as condições ambientais em que este preparo de superfície está sendo feito, contaminações, etc. Para isso utilizando-se de métodos e normas como da Petrobrás, DIN, SSPC, NACE, SIS, Siderbras, etc, cada qual define o grau de corrosão do aço através de padrões visuais e determina o tipo de preparação de superfície para cada método (as mais usuais preparações de superfícies são: manual, mecânica ou jateamento abrasivo)

Muitas das estruturas de aço ou equipamentos recebem o jateamento abrasivo como método de preparação de superfícies e alguns cuidados devem ser tomados como: a escolha correta do abrasivo, o controle da contaminação do abrasivo após a sua reutilização, o correto perfil de rugosidade em função da espessura do revestimento, o controle da contaminação do ar comprimido, etc.

Quanto às tintas sua função além de estética, são para identificar equipamentos, estruturas e tubulações através das cores de identificação de segurança, função anticorrosiva com resinas e pigmentos que possuem esta característica e função de barreira contra intempéries.



As Resinas normalmente utilizadas, são: as alquídicas ou sintéticas, acrílicas, epoxidicas, poliuretanicas, silicatos e silicone, cada uma com sua função e resistência.

Qualquer sistema de pintura anticorrosivo deverá portanto definir o preparo de superfícies o tipo e espessura da tinta de fundo, intermediária e acabamento.

Atualmente o sistema epóxi para o fundo e poliuretano como acabamento é o mais utilizado pois alia a ótima resistência e dureza da resina epóxi como tinta de fundo à capacidade da resina poliuretano frente às agressividades do meio ambiente. Destacam-se neste caso as tintas chamadas LOW-VOC que possuem um elevado teor de sólidos em suas formulações possibilitando camadas mais espessas de película, com uma baixa quantidade de solventes or-

gânicos, requisitos solicitados por inúmeras empresas pois atendem a normas de segurança e meio ambiente. nacionais e internacionais.

Da mesma maneira que o preparo de superfícies, na aplicação das tintas deve-se ter um rigoroso controle de qualidade, iniciando-se pela definição da metodologia de aplicação, a correta utilização das ferramentas, como rolos e pincéis, pistolas com ar e sem ar (Air Less), e também: o controle da espessura úmida e seca, os tempos máximos e mínimos de pintura entre camadas e repintura, a umidade relativa do ar, a temperatura ambiente e da peça, o ponto de orvalho, a correta mistura dos componentes das tintas, o acompanhamento do tempo de vida útil da mistura dos componentes normalmente reduzida devido à temperatura ambiente, o correto uso dos diluentes, o controle de aderência das tintas. A não observância

aos corretos controles de qualidade acarretarão em defeitos diversos na película das tintas, tais como: bolhas, empolamento, escorrimento, enrugamento, fendilhamento, porosidades, crateras, impregnações, over spray, etc que não permitirão a adequada performance do revestimento.

Muitas especificações ainda indicam resinas pouco resistentes com baixa espessura e que inicialmente representam um custo baixo, no entanto a médio prazo comprovam serem ineficazes, necessitando de ações corretivas que são muito mais caras. Se optarmos inicialmente por revestimentos mais resistentes com qualidade na aplicação certamente colheremos os frutos desta opção no futuro.

Este artigo tem caráter informativo e não pretende esgotar todas as considerações técnicas do assunto.

Fonte: Departamento Técnico da Pintur Pinturas Técnicas ([www.pintur.com.br](http://www.pintur.com.br))

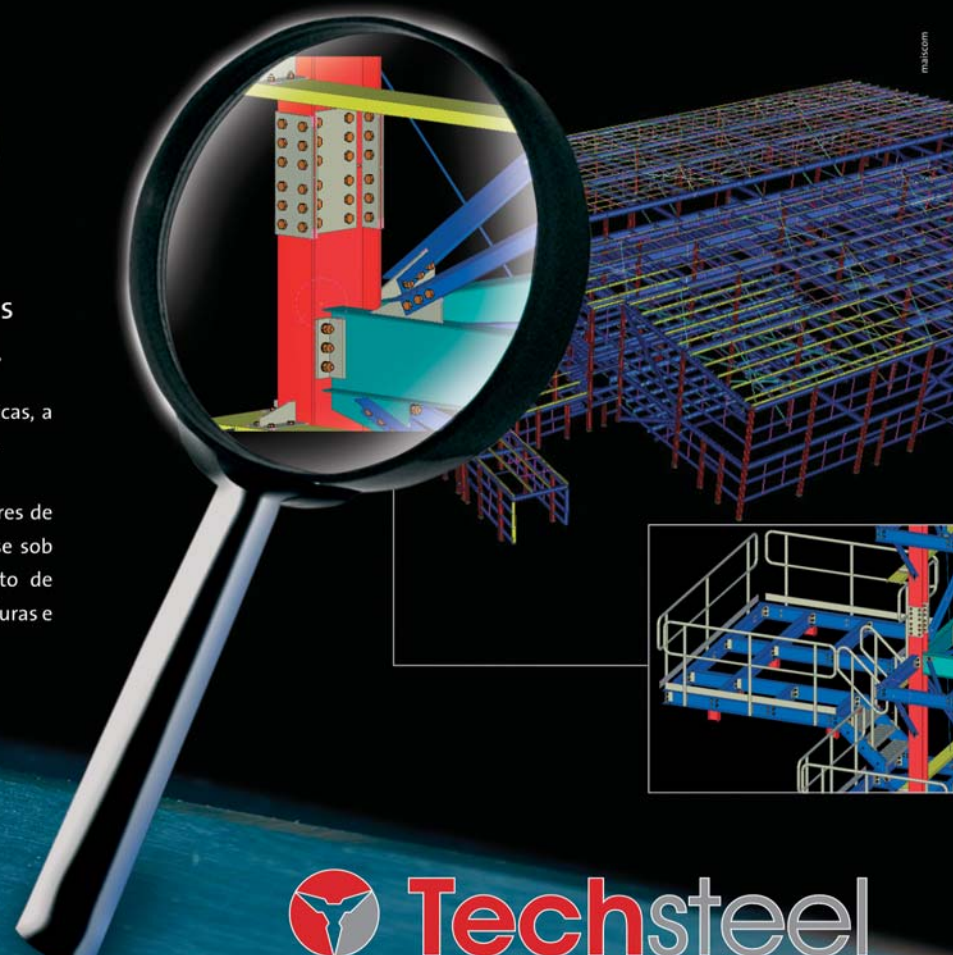
## Detalhamento de Fabricação em 3D

Consulte quem conhece a dimensão das suas necessidades, detalhe por detalhe.

Mais do que projetos e consultoria em estruturas metálicas, a Techsteel Engenharia oferece um benefício muito desejado: foco nos mínimos detalhes do seu projeto.

Não é por acaso que a Techsteel investe tanto em softwares de última geração, oferecendo o máximo de precisão. Analise sob esta dimensão o seu próximo projeto de Detalhamento de Fabricação em 3D, seja em prédios industriais, torres, coberturas e plataformas.

- Cálculo estrutural
- Projeto unifilar e executivo
- Detalhamento de fabricação
- Consultoria técnica



Rua Emiliano Pernetá, 725 sala 903 Centro  
Curitiba-PR Fone: 41 233-9910 Fax: 41 322-9836  
[www.techsteel.eng.br](http://www.techsteel.eng.br) [techsteel@techsteel.eng.br](mailto:techsteel@techsteel.eng.br)



**Techsteel**  
engenharia

# Racionalização na construção metálica

A integração dos processos envolvidos nas construções com estruturas de aço

Continuação da Palestra apresentada pelo engenheiro Paulo A. Andrade, publicada na edição 68, representando a Abcem no IAB Instituto dos Arquitetos do Brasil. Site: [www.pauloandrade.com.br](http://www.pauloandrade.com.br)

## Projeto definitivo

Após a contratação, a primeira etapa trata do projeto definitivo. Em casos de obras menores este projeto poderá ser uma continuidade ou "lapidação" do projeto básico.

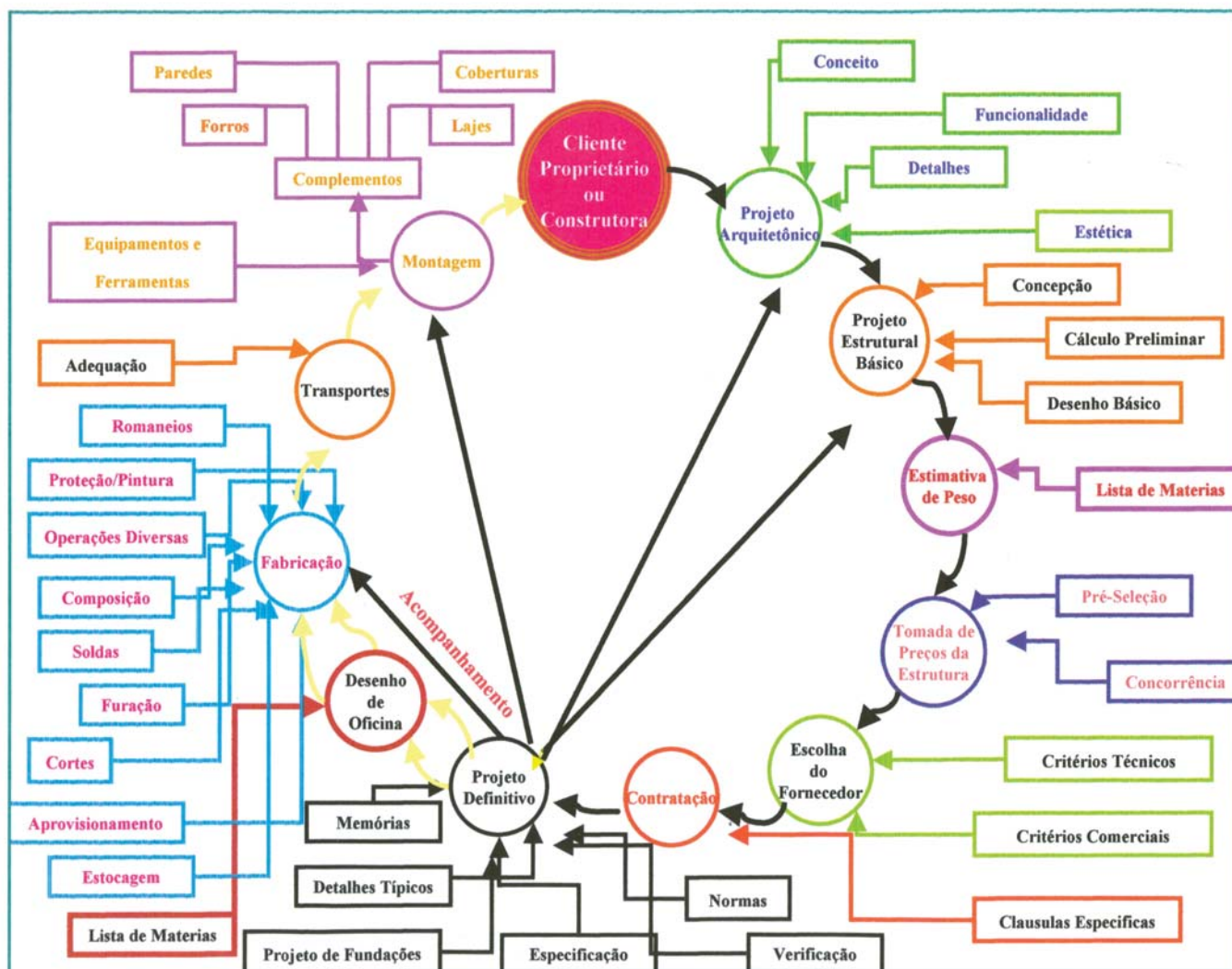
Este projeto definitivo deverá estar de conformidade com as normas técnicas brasileiras em tudo que envolva a obra.

Deverá ficar também bem definido o nome e qualificação do engenheiro responsável.

O projeto informará as especificações dos materiais, não só dos perfis e chapas, mas também dos materiais acessórios como parafusos, eletrodos,

chumbadores, tintas ou outros sistemas de proteção, materiais de coberturas e fixações, além das referentes aos sistemas de fabricação (cortes, furações, soldas, entre outros) e à montagem, deposições, guarda e proteção das estruturas na obra, contra as agressões atmosféricas e perigos de extravios ou roubos.

Muito importante é o item de verificação do projeto para a comprova-





---

ção da obediência às definições do memorial de cálculo e às dimensões compatíveis. É altamente recomendável o acompanhamento e a verificação do projeto do engenheiro calculista. Isto não deverá ser considerado uma fiscalização, mas sim, uma fase complementar de colaboração para o êxito da obra.

Na fase do projeto definitivo, os detalhes típicos deverão ficar claramente definidos, e devidamente adequados aos processos construtivos de fábrica e às condições de montagem. Não se poderá negligenciar o inter-relacionamento do projeto de estruturas metálicas, com os projetos das fundações, ou de outras estruturas de apoio (blocos, colunas de concreto ou muros de alvenaria).

## Desenho de oficina

Independentemente do tamanho da obra, deverão sempre existir os desenhos de detalhe de fabricação, a fim de se evitar improvisações e indefinições na fase executiva. Estes desenhos cotados obrigatoriamente em milímetros, deverão indicar diâmetros e quantidades dos parafusos, extensão e dimensões de cordões de solda e todas as demais informações necessárias aos cortes, furações, soldas e composição de conjuntos na oficina. Estes desenhos deverão ser numerados por listas de materiais. Estas listas deverão indicar o peso individual de cada peça, sua dimensão principal, a quantidade e o peso total, por perfil e por tipo de conjunto.

## Fabricação

É o elo mais importante desta cadeia de processos interdependentes

Essa fase caracteriza o fato das estruturas metálicas serem resultado de um sistema industrializado de construção.

Ao contrário dos demais tipos, ditos convencionais de construção, caracteriza-se pelo fato de serem executadas em uma oficina ou numa fábrica, ou seja, num edifício fechado e controles de produção bastantes mais eficazes do que os sistemas construtivos executados no próprio campo ou canteiro de obra, sob os vários efeitos climáticos.

Com estruturas metálicas, poder-se-ia dizer que não se constrói a obra,

apenas se monta o que foi previamente projetado, desenhado e fabricado.

Uma fábrica de estruturas metálicas, independentemente do tamanho, deverá ter locais e organizações adequadas para estocagem dos materiais que chegam dos fornecedores de insumos, e para as estruturas fabricadas e prontas para embarque.

Uma etapa importante desta fase do processo é o provisionamento dos materiais que deverão estar na fábrica à medida da seqüência da fabricação das peças e em tempo correto para atender os cronogramas contratuais.

Seguem-se os diversos trabalhos operacionais, iniciando-se pelos cortes, sejam por guilhotinas, serras, prensas, bancadas de oxi-corte, plasma, entre outros.

Os processos de furação, de acordo com os desenhos de detalhes ou mais modernamente de acordo com os sistemas computadorizados e programados para as máquinas operacionais. São as punçoneadeiras, as furadeiras por brocas rotativas, as prensas, entre outras. Com capacidades e sistemas diversos cada vez mais automatizados.

Obtidas as peças componentes dos conjuntos, são elas ligadas por soldas de vários tipos, sejam com eletrodos manuais, por processos contínuos com proteção gasosa (MIG ou TIG), por sistema de arco submerso (especialmente para solda de composição de vigas longas), além das soldas a ponto, para caso de chapas finas.

No processo de composição são empregadas mesas de posicionamento, gabaritos e posicionadores, onde o objeto a ser soldado é que se move, e não o soldador ou o porta-eletrodo.

Diversas operações auxiliares, tais como: retirada de rebarbas, esmerilha-

mentos, chanfro de chapas, desempenos, calandragem, dobramentos, preparo para pintura tais como: jateamentos abrasivos e pintura por diversos processos, complementam as operações produtivas.

As peças e conjuntos estruturais, devidamente identificados por marcas de montagem, conforme desenho específico, deverão constar de um romaneio de embarque, de forma a facilitar o controle na obra.

## Transporte

A transferência das estruturas fabricadas do local de produção até o canteiro de obra deverá ser feita por meios convenientes, sejam eles de caminhões, carretas ou mesmo vagões ferroviários (infelizmente hoje em dia no Brasil, quase inexistente) levando-se em conta as dimensões econômicas (prevista desde a concepção do projeto), os cuidados com a não-deformação de peças esbeltas, a proteção das pinturas e os meios de cargas e descargas.

## A montagem A etapa final do processo

Costumo chamar de “boca de funil”, onde tudo de bom ou de ruim ocorrido ou ainda omitido no processo seqüencial se reúne e onde irão aparecer as qualidades ou defeitos, sejam da concepção do projeto, dos desenhos em geral e dos cuidados durante a fabricação.

Quando este processo integrado se desenvolveu dentro dos princípios corretos, a montagem passa a ser a fase mais simples. Porém se a estrutura a ser montada apresenta falta de qualidade, pela não confor-

midade com os preceitos recomendados, a montagem poderá ser o “calcanhar de Aquiles” do sistema, onde contratante e contratado se ressentem das negligências no decorrer do processo e das falsas economias obtidas.

A montagem propriamente dita demandará equipamentos adequados: ferramental correto, pessoal treinado e sistemas corretos de proteção contra acidentes.

A fase de montagem por sua vez, deverá estar em consonância com os complementos da obra, especialmente com aqueles com os quais tem dependências e interfaces. Citem-se as lajes e sistema de pisos, as coberturas com os diversos sistemas de telhas, as paredes de alvenarias ou pré-fabricados (painéis internos e externos) e os diversos sistemas de forros. Voltamos a lembrar que estes aspectos deverão ser previstos desde a fase de concepção e projeto, citado no início da cadeia seqüencial de processos.

## Conclusão

Pela seqüência das diversas fases do processo construtivo, tipicamente um sistema industrializado, depreende-se que a obra bem sucedida se inicia na concepção arquitetônica e estrutural, no dimensionamento, no detalhamento e, que desde essas fases iniciais, o projeto já levará em conta as características globais da obra, sua localização, finalidade, funcionalidade, enfim:

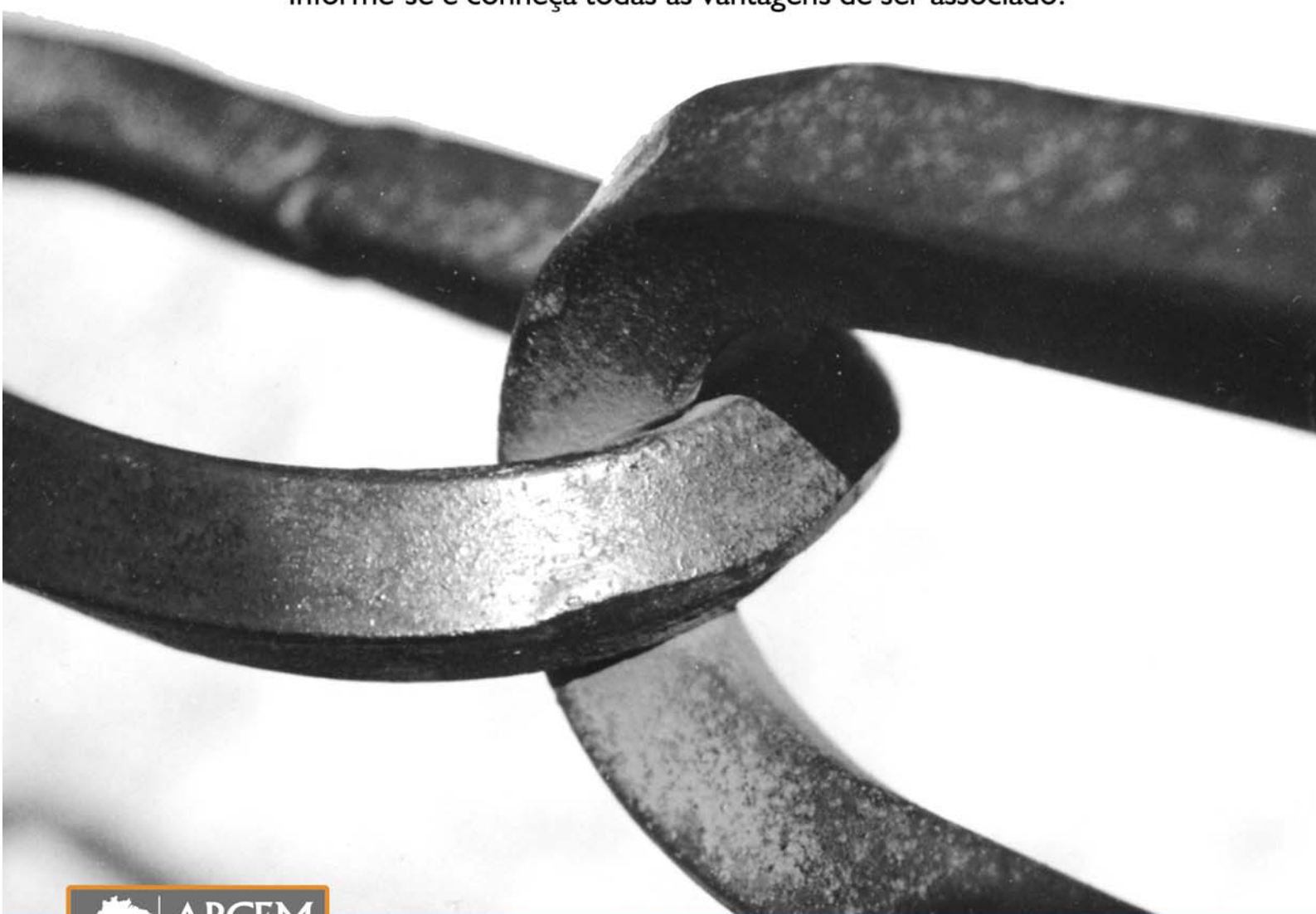
***“Uma boa obra com estruturas metálicas deverá partir de um projeto concebido, sabendo-se ou prevendo-se o que acontecerá durante seu desenvolvimento e como será a obra quando for realizada”.***



# Juntos somos mais fortes

## Seja sócio da ABCEM

A Associação Brasileira da Construção Metálica congrega empresas, institutos, entidades de classes regionais, setoriais e pessoas físicas que se dedicam à construção metálica. Informe-se e conheça todas as vantagens de ser associado.



# A Construção em Aço na Revolução Ambiental do século XXI

## Precursos da Construção em Aço

A construção metálica, com utilização do ferro em escala industrial, ganhou impulso em meados do século dezenove, associada ao processo de industrialização experimentado pelos países mais envolvidos na Revolução Industrial, tais como Inglaterra, França e Alemanha.

Houve progressos na elaboração e conformação deste metal como a laminação de trilhos para estrada de ferro (1830) e a produção de perfis I de ferro forjável (1854) que se tornariam a peça fundamental da construção metálica.

O advento das ferrovias proporcionou notável disseminação das estruturas metálicas, pois, devido à necessidade de execução de grandes pontes e estruturas para estações ferroviárias, desenvolveram-se notavelmente as teorias de cálculo estrutural, pesquisas de materiais, ensaios, detalhes de ligações, técnicas de montagem, etc.

Em 1851, iniciou-se a era dos grandes edifícios metálicos. Em 1872, a primeira fábrica que antecipa alguns dos elementos estruturais da moderna construção com esqueleto de aço: as laterais do edifício apoiadas em vigas em balanço e, principalmente, a estabilidade lateral do prédio garantida por uma rede de diagonais, sistema idêntico ao de contraventamento de modernos arranha-céus. Já em 1895, o novo método de construir era empregado em quase todas as grandes cidades americanas. Desde o início foi valorizado o princípio de que as plantas dos pisos deveriam ser as mais "abertas possíveis" de forma a possibilitar a posterior variação na distribuição dos espaços.

Avanços tecnológicos como o elevador viabilizaram o edifício de andares múltiplos. Mas, acima das considerações técnicas, não se pode esquecer a força criativa que está por trás dos primeiros edifícios modernos com esqueleto de aço. É o inesgotável espírito de pioneirismo que animava os arquitetos e conferia às suas obras uma força e leveza próprias, dando ao conjunto uma unidade que não se pode deixar de reconhecer.

Em 1885, ocorreu o salto tecnológico quando as vigas de ferro forjado foram substituídas pelas vigas laminadas de aço. Após essa inovação, a coluna de ferro fundido caiu rapidamente em obsolescência bem como os perfis complexos de colunas compostas de seções curvas e chanfros rapidamente substituídos por perfis padronizados laminados. Após a 1ª Guerra Mundial, a construção em aço havia se retraído quantitativamente tanto na mente dos arquitetos quanto na de seus clientes. Entretanto, tremendos progressos foram feitos nos métodos de executar ligações nas estruturas de aço, quando se fez a transição do rebite para a solda e para os parafusos de alta resistência.

Nas décadas seguintes aconteceram na Europa e nos EUA construções emblemáticas de edifícios de andares múltiplos em aço, com novas expressões arquitetônicas e novos materiais, originalmente desenvolvidos para a indústria de equipamentos.

No Brasil, as perspectivas criadas pelo desenvolvimento dos meios de transportes, com a introdução das ferrovias e do transporte fluvial, proporcionaram o uso

das estruturas pré-fabricadas importadas. Tratados político-comerciais realizados com a Inglaterra ocasionaram o aparecimento dos primeiros edifícios e pontes em estrutura metálica no Brasil. Essa importação se explica, por um lado, pelo alto grau de desenvolvimento técnico dos fabricantes, incluindo escoceses, belgas e franceses, que asseguravam aos compradores produtos funcionais, racionais e duráveis e, por outro, pelo atraso da siderurgia brasileira que só veio a se afirmar posteriormente.

A 1ª Guerra Mundial produziu profundas alterações no panorama da construção em geral refletindo-se no país pela dificuldade de se conseguir material importado. A produção interna de aço era pequena e só tomou impulso na década de 40 com a criação da CSN. Na década de 50, a siderurgia brasileira teve novos estímulos. Nessa época, marcada por elevadas taxas de industrialização e também pela política de substituição de importações de bens de consumo duráveis e de bens de capital, várias siderúrgicas foram instaladas no país. O aço foi prioritariamente desenvolvido e comercializado para estas indústrias - sem opções de uso de materiais alternativos. Por isso, desde a década de 30 no século passado, a construção civil no País privilegiou o concreto e a alvenaria.

### As mudanças climáticas e a dinâmica das mudanças tecnológicas

Entre os grandes desafios da humanidade para o século XXI, o tema mudan-

ças climáticas é um dos mais urgentes.

Para o ano 2015, os 191 países membros das Nações Unidas comprometeram-se a cumprir oito objetivos, estabelecidos pela Cúpula do Milênio - realizada na Assembléia Geral das Nações Unidas em 8 de setembro de 2000, entre as quais GARANTIR A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL.<sup>1</sup>

Recentemente, José Armando de Figueiredo Campos, presidente do IBS e do CEBDS - Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável, divulgou o documento "Fatos e Tendências para 2050" da entidade congênere mundial, WBCDS - World Business Council for Sustainable Development", e ressaltou "que todos tomem as decisões certas. Não há outro futuro a não ser o futuro sustentável".

Recentemente, também, o professor Alfeu Trancoso afirmou que: "A forma civilizatória atual, baseada em paradigmas ainda da Revolução Industrial do século XIX,

se revela antiecológica e incompatível com um desenvolvimento auto-sustentável". O homem não pode negligenciar o fato de que, como espécie dominante, vive também num ecossistema integral (atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera) e que ele é apenas um elo dessa imensa cadeia.

### **Como situar o aço neste contexto? E a construção em aço?**

Para que uma economia sustente o progresso deverá satisfazer os princípios básicos da ecologia. Se não o fizer, declinará e entrará em colapso. Não há meio termo. Uma economia é sustentável ou não é. A economia global atual foi formada por forças de mercado e não por princípios de ecologia. Uma economia sustentável respeita os ecossistemas dos quais dependem. A conversão da economia atual em eco-

economia será tarefa gigantesca.

Uma economia em sincronia com os ecossistemas contrastará profundamente com a economia poluidora, perturbadora e, por fim, autodestruidora de hoje - uma economia do descarte, baseada no combustível fóssil e centrada no automóvel. As mudanças mais profundas ocorrerão nos setores econômicos chaves: energia e materiais.

É difícil imaginar uma reestruturação setorial mais fundamental do que a do setor energético, saindo do petróleo, carvão e gás natural para a energia eólica, solar e geotérmica.

Quanto aos materiais, a mudança não será tanto no tipo de materiais utilizados. A mudança se dará no modelo de produção, saindo do modelo econômico linear - em que os materiais vão da mina ou floresta para os lixões - para o modelo da reutilização/reciclagem. Nesse sistema de ciclo fechado, que espelha a natureza, as indústrias de



Telhas de Aço Pré-Pintadas | Galvanizadas | Zinalume® | Galvalume® | Translúcidas | Multidobras | Acessórios

## Novo conceito

## Nova Logomarca.

[www.regionaltelhas.com.br](http://www.regionaltelhas.com.br)

[regionaltelhas@regionaltelhas.com.br](mailto:regionaltelhas@regionaltelhas.com.br)

Central de atendimento  
**(18) 3322-7377**



reciclagem substituirão, em grande parte, as indústrias extrativas. O ciclo dos materiais se fechará, sem gerar desperdício ou resíduos para os aterros.

À medida que o mundo se desvia de uma economia de descarte, serão necessários engenheiros para desenhar produtos que possam ser reciclados - desde automóveis até computadores.

Em escala, a Revolução Ambiental é comparável às Revoluções Agrícola e Industrial, que a precederam.

O desafio é replanejar a economia de materiais, para que seja compatível com o ecossistema e desenvolver / aplicar tecnologias que requeiram menos materiais.

A extração e processamento de matérias-primas são responsáveis pela maioria das emissões de poluentes assim como pela devastação da paisagem. Na reciclagem, os três materiais para enfoque são o aço, o cobre e o alumínio. Em termos de potencial de reciclagem, o aço - com produção mundial superior a um bilhão de toneladas ano - lidera a lista dos materiais recicláveis.

O uso do aço é, há muito, uma medida de industrialização. O aço é consumido, principalmente, pelas indústrias automotiva, de bens de capital, de eletrodomésticos, de embalagens e da construção. Entre os vários produtos que utilizam aço nos Estados Unidos, a maior taxa de reciclagem é a do automóvel. Os veículos agora são simplesmente valiosos demais para serem abandonados como sucatas enferrujadas em ferro-velhos. Nos Estados Unidos, quase todos os automóveis descartados são reciclados. A taxa de reciclagem dos eletrodomésticos está estimada em 77%. No setor de construção em aço, a reciclagem de vigas e chapas é ainda maior, cerca de 95%.

Embora pouca atenção tenha sido dada à indústria de construção, ela é uma das grandes usuárias de materiais, incluindo aço e cimento. Medidas simples de gestão desde a fase de concepção da obra até a sua demolição - análise de ciclo de vida - poderão reduzir em muito o uso dos materiais empregados hoje na indústria da construção e, conseqüente-

À medida que o mundo se desvia de uma economia de descarte, serão necessários engenheiros para desenhar produtos que possam ser reciclados - desde automóveis até computadores.

mente, reduzir a energia consumida na fabricação desses materiais.

No futuro, os países industrializados dependerão muito mais dos estoques de materiais já presentes na economia do que de matérias-primas virgens.

### Aço: inovando e construindo um futuro sustentável.

Estima-se que a metade dos aços usados atualmente não existia até o início dos anos 90. Essa tendência permanecerá e novos aços continuarão a serem desenvolvidos, atendendo às necessidades do mercado.

O uso do aço agrega valor quando une a plasticidade às possibilidades estruturais. Desde seu uso em chapas pré-oxidadas, até as superfícies escuras, oferece inúmeras opções. As chapas moldáveis e recortáveis, cabos, barras e perfis de formas variadas atendem a propostas bem diversificadas. Os revestimentos metálicos e os produtos pré e pós-pintados são alternativas para coberturas e acabamentos.

O setor siderúrgico vem ampliando a oferta de uma variedade muito grande de produtos. Nas estruturas, podem ser empregados perfis laminados, em diferentes seções como no formato de "I", "H", "U", "L", "T", e tubos de seção circular ou quadrada. Acresce, ainda, a grande variedade de alternativas oferecidas pelos perfis soldados e perfis formados a frio obtidos a partir de chapas.

No mesmo ambiente, novos sistemas construtivos estão sendo implementados. Concorrem hoje, por exemplo, a estrutura moldada *in loco*, a metálica, a pré-moldada em concreto, a metálica com pilar misto, a metálica com pilar pré-moldado, o *light steel framing*.

A sociedade está diante do concorrido mercado de materiais para construção que apresenta muitas alternativas. Sua comparação abrange desde a disponibilidade dos produtos às características dos materiais, garantias, preço, assim como o amplo conhecimento para emprego de novas técnicas. A normalização também é importante e deve regulamentar a padronização e o dimensionamento com o apoio da mesma sociedade que demanda qualidade e inovação.

A solução estrutural deve ser escolhida em função dos benefícios dando ênfase não apenas a uma única análise comparativa como custo, peso ou tempo de uma construção. Há outros fatores que devem ser avaliados pelo seu valor agregado, custos econômicos, de produtividade e de sustentabilidade. A opção entre os materiais e os novos sistemas só pode ser assim decidida de forma racional após a análise conjunta de todos os fatores que influenciam a organização dos espaços e os interesses do cliente. O equilíbrio racional preconizado pelo desenvolvimento sustentável deve substituir o modelo de visão que prevaleceu até hoje e que, historicamente, pôs em campos opostos progresso sócio-econômico e conservação ambiental.



**CATIA MAC CORD SIMÕES COELHO**

Gerente executiva do CBCA ([www.cbca-ibs.org.br](http://www.cbca-ibs.org.br))  
Secretária de mercado e economia do IBS

# Quer uma obra rápida, limpa, sem desperdício e em consonância com o meio ambiente?

Contate a ABCEM



[www.abcem.org.br](http://www.abcem.org.br)

# MANZATO

*Tecnologia e Qualidade em Fixadores*  
**AUTOPERFURANTES • AUTO-ATARRAXANTES**



METALÚRGICA MANZATO LTDA.  
Fone: (54) 221.5966 • Rua Sarmento Leite, 2041 • CEP 95084-000 • Caxias do Sul • RS • Brasil  
[www.manzato.com.br](http://www.manzato.com.br) • [vendas@manzato.com.br](mailto:vendas@manzato.com.br)

PRODUTO NACIONAL









*Estes profissionais fazem parte da categoria "Sócios Colaboradores".*

**Aquiles Miyamoto**

Arquiteto e Urbanista

Fone: 11- 6950.4484 – Fax: 11- 6283.1231

E-mail: vertentearquitetos@uol.com.br

**Antônio Patricio Moreira Gattai**

Engenheiro

Fone: 11- 3735.5774 – Fax: 11- 3735.6179

E-mail: gattaienge@aol.com

**Gabriel Jeszensky**

Engenheiro Industrial

Fone/Fax: 11- 5051.1131

E-mail: gabriel.j@uol.com.br

**Leonardo Ryoza Katori**

Engenheiro Civil

Fone/Fax: 61- 3037.7107

E-mail: leonardo.katori@dearquitetura.com.br

**Márcio Dantas de Medeiros**

Engenheiro Civil

Fone: 84- 201.9187 – Fax: 84- 211.8118

E-mail: mmedeiros@digizap.com.br

**Nelson Custódio Fér**

Engenheiro Mecânico

Fone: 15- 3233.6440 – Fax: 15- 3229.8480

E-mail: nelson\_nuclear@yahoo.com.br

**Paulo Ehrenberger Machado**

Engenheiro Civil

Fone/Fax: 11- 3868.3229

E-mail: paulo.ax@uol.com.br

**Tuing Ching Chang**

Arquiteto

Fone/Fax: 48- 222.3658

E-mail: stabile@k1.com.br

## agenda abcem

---

### **CURSO ABCEM - CÁLCULO DE UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS ANDARES COM ESTRUTURAS MISTAS**

**Módulo I** - Data: 2, 3 e 4 de junho

**Módulo II** - Data: 9, 10 e 11 de junho

**Local:** Abcem (Av. Brigadeiro Faria Lima, 1931 - 9º Andar,

São Paulo, SP) - Tel.: 11- 3816.6597

abcem@abcem.org.br / www.abcem.org.br

### **HABITACON SUL**

**Data:** 24 a 28 de maio de 2005

**Local:** Pavilhão de Exposições

Ilha Shopping Florianópolis – SC

www.montebelloeventos.com.br

### **CURSO DE ESTRUTURAS METÁLICAS**

**Datas:** 9, 16, 23 e 30 de maio e 6 e 13 de junho

**Local:** sede da Abece – Av. Brigadeiro Faria Lima, 1685 – cj. 2D

www.abece.com.br

### **8ª COTEQ – CONFERÊNCIA SOBRE TECNOLOGIA DE EQUIPAMENTOS**

**Data:** 7 e 10 de junho de 2005

**Local:** Bahia Othon Palace, em Salvador, BA

www.abende.org.br

### **CONFERÊNCIA INTERGALVA**

**Data:** 11 a 16 de junho de 2006

**Local:** Napoli, Itália

**Contato:** mail@egga.com

### **6<sup>th</sup> Asia Pacific General Galvanizing Conference**

**Data:** 29 de maio a 2 de junho de 2005

**Local:** Melbourne, Austrália

www.ausconf.com

### **Brazil Show & Trade**

**Data:** 8 a 12 de Junho de 2005

**Local:** Exponor Feira Internacional do Porto - Portugal

**Site:** www.brazilshowtrade.com.br

**Email:** comercial@verdesmareseventos.com.br

# **COSIPA (FOTOLITO)**



# **AÇOMINAS (FOTOLITO)**