

RENATA DE TOLEDO CINTRA

**O USO DO AÇO CARBONO NA CONSTRUÇÃO CIVIL
INDUSTRIALIZADA: UMA ANÁLISE PROSPECTIVA E
COMPARATIVA DO MERCADO BRASILEIRO**

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para conclusão do curso de
Engenharia de Materiais

São Paulo

2002

RENATA DE TOLEDO CINTRA

**O USO DO AÇO CARBONO NA CONSTRUÇÃO CIVIL
INDUSTRIALIZADA: UMA ANÁLISE PROSPECTIVA E
COMPARATIVA DO MERCADO BRASILEIRO**

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para conclusão do curso de
Engenharia de Materiais

Área de Concentração:
Engenharia de Materiais

Orientador:

Prof. Dr. Angelo Fernando Padilha

Co-Orientador:

Dr. Gabriel Jeszensky

São Paulo

2002

RESUMO

O uso do aço carbono na construção civil industrializada: uma análise prospectiva e comparativa do mercado brasileiro

O presente trabalho reúne informações sobre a construção metálica, focando o uso de perfis estruturais de aço carbono em construções industrializadas. Apresenta uma análise do quadro atual da construção civil brasileira, com seus déficits e potenciais de crescimento. É feita também uma análise comparativa de alguns aspectos deste sistema construtivo entre alguns países, como consumo, tecnologia, custos e materiais complementares a este sistema. Descreve as etapas de fabricação dos perfis de aço carbono, desde a obtenção da matéria-prima até a conformação final dos perfis, além das especificações técnicas relacionadas a estes produtos, apresentando suas composição e propriedades. Indica a cadeia produtiva e as empresas e órgãos relacionados a cada segmento. Descreve projetos em andamento de construção metálica desenvolvidos por usinas siderúrgicas, além dos mercados potenciais de aplicação da construção metálica. Evidencia o crescimento deste sistema construtivo no Brasil, apresentando também as barreiras e pontos de dificuldade neste crescimento. O trabalho, além de apresentar informações e análises sobre este sistema construtivo, também busca maior divulgação deste sistema construtivo novo no Brasil, mas largamente empregado em outros países.

ABSTRACT

The use of carbon steel in industrialized civil construction: a prospective and comparative analysis of the brazilian market

The present work gathers information about metallic structures, mainly of carbon steel structural profiles used in industrialized construction. It analyses the present situation of the brazilian civil construction, its deficits and growing possibilities. Also a comparison of some aspects of such type of construction is made, between several countries, based on technologies, consumption, costs and complementary materials. This paper describes the steps of fabrication of carbon steel profiles, starting with the mining of raw materials up to the final rolling passes. Moreover, technical specifications of the profiles, as chemical compositions and mechanical properties are considered. Also considered is the productive chain of the products, including companies and agencies, related to each segment of production. Projects are described of metallic construction being implemented by steelworks, besides the potential market of metallic structures. Also in evidence is the growing of such type of construction in Brazil, with special consideration of barriers and difficulties encountered. This work, besides presenting information and analysis of such constructive system, also searches the spreading of its knowledge, a system new in Brazil but largely employed in other countries.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---|-----------|
| 1. OBJETIVOS | 1 |
| 2. INTRODUÇÃO | 2 |
| 3. METODOLOGIA..... | 7 |
| 4. APLICAÇÕES DA CONSTRUÇÃO METÁLICA..... | 8 |
| 5. “BENCHMARKING” | 9 |
| 5.1. Consumo | 9 |
| 5.2. Tecnologia..... | 14 |
| 5.3. Custos | 15 |
| 5.4. Materiais Complementares..... | 16 |
| 6. MERCADO POTENCIAL NO BRASIL..... | 20 |
| 6.1. Déficit Habitacional..... | 20 |
| 6.2. Setor econômico e emprego..... | 21 |
| 6.3. Financiamentos..... | 23 |
| 7. ESTRUTURA METÁLICA: PERFIS DE AÇO | 25 |
| 7.1. Etapas de Fabricação | 25 |
| 7.1.1. Obtenção do aço..... | 25 |
| 7.1.1.1. Matérias-Primas | 26 |
| 7.1.1.2. Coqueria e Sinterização..... | 26 |
| 7.1.1.2.1 Coqueria..... | 26 |
| 7.1.1.2.2 Sinterização..... | 27 |
| 7.1.1.3. Alto-Forno | 27 |
| 7.1.1.4. Aciaria..... | 28 |
| 7.1.1.5. Lingotamento Contínuo | 29 |
| 7.1.2. Laminação..... | 29 |
| 7.1.2.1. Laminação a Quente..... | 29 |
| 7.1.2.2. Chapas Grossas | 31 |

| | | |
|----------|---|----|
| 7.1.2.3. | Laminação a Frio..... | 32 |
| 7.1.3. | Zincagem por Imersão a Quente..... | 34 |
| 7.1.4. | Fabricação dos perfis..... | 35 |
| 7.1.4.1. | Perfis Conformados a Frio / Dobrados..... | 36 |
| 7.1.4.2. | Perfis Soldados..... | 36 |
| 7.1.4.3. | Perfis Laminados..... | 36 |
| 7.1.5. | Revestimentos para Proteção | 37 |
| 7.1.5.1. | Estruturas Revestidas..... | 37 |
| 7.1.5.2. | Estruturas Aparentes | 38 |
| 7.1.6. | Ligações..... | 38 |
| 7.2. | Especificação técnica do aço (Composição e Propriedades)..... | 39 |
| 7.2.1. | Aços Laminados a Quente | 39 |
| 7.2.2. | Chapas Grossas..... | 41 |
| 7.2.3. | Aços Laminados a Frio | 42 |
| 7.2.4. | Aços Zincados por Imersão a Quente | 43 |
| 8. | CADEIA PRODUTIVA..... | 44 |
| 8.1. | Estrutura Metálica | 44 |
| 8.2. | Componentes da Cadeia Produtiva | 46 |
| 8.3. | Empresas integrantes da cadeia produtiva | 46 |
| 9. | PROJETOS EM AÇO DAS SIDERÚRGICAS..... | 53 |
| 9.1. | CSN – Casa Modular | 53 |
| 9.2. | USIMINAS - UsiTeto | 54 |
| 9.3. | GERDAU – Casa Fácil..... | 55 |
| 9.4. | COSIPA – Casa Cosipa..... | 56 |
| 10. | CUSTOS DESTE SISTEMA NO BRASIL..... | 57 |
| 11. | NOVOS MERCADOS NO BRASIL..... | 59 |
| 11.1. | Galpões industriais..... | 59 |
| 11.2. | Redes de “Fast Food”..... | 59 |
| 11.3. | Projetos públicos | 59 |
| 11.4. | Shopping Centers | 60 |
| 11.5. | Fechamentos externos de prédios | 60 |
| 11.6. | Rede de hotelaria e turismo | 60 |

| | |
|--|----|
| 11.7. Construção de 2º piso em obras já existentes | 60 |
| 11.8. Tesouras Metálicas..... | 61 |
| 12. CONCLUSÃO | 62 |
| ANEXOS | 64 |
| Anexo A - Estimativa da evolução do consumo aparente por produto siderúrgico na construção civil..... | 64 |
| Anexo B - Participação no mercado ‘EUA’ por tipo de estrutura | 66 |
| Anexo C - Comparativo para as diferentes modalidades de financiamentos | 67 |
| LISTA DE REFERÊNCIAS..... | 68 |
| BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA | |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Consumo de aço em alguns países (Kg / Hab) | 10 |
| Figura 2 - Percentual de construções em aço no mundo | 11 |
| Figura 3 - Construção Metálica em edifícios de andares múltiplos em alguns países..... | 12 |
| Figura 4 - Construção Metálica em edifícios industriais em alguns países..... | 12 |
| Figura 5 - Construção Metálica em pontes em alguns países..... | 13 |
| Figura 6 - Consumo de chapas de gesso acartonado em diferentes países..... | 17 |
| Figura 7 - Crescimento do consumo de gesso acartonado no Brasil | 18 |
| Figura 8 - Consumo de gesso acartonado por ano em alguns países | 18 |
| Figura 9 - Evolução do déficit habitacional no Brasil..... | 20 |
| Figura 10 - PIB do setor Construção Civil e Participação da Construção no PIB da Indústria | 22 |
| Figura 11 - Participação da Construção Civil no PIB Brasil..... | 22 |
| Figura 12 - Fluxo de Processos para obtenção do aço | 25 |
| Figura 13 - Laminador de Tiras a Quente | 30 |
| Figura 14 - Esquema de um Laminador de Tiras a Quente..... | 30 |
| Figura 15 - Chapa Grossa (esquerda) e Laminador de Chapas Grossas (direira)..... | 32 |
| Figura 16 - Esquema de um Laminador de Chapas Grossas..... | 32 |
| Figura 17 - Esquema de um Laminador de Tiras a Frio | 33 |
| Figura 18 - Laminador de Tiras a Frio | 33 |
| Figura 19 - Classificação dos tipos de perfis de aço | 35 |
| Figura 20 - Detalhe do cordão de solda nos perfis soldados | 36 |
| Figura 21 - Esquema de um laminador de perfis..... | 37 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela I - Produção anual de perfis de aço no Brasil..... | 9 |
| Tabela II - Peso estimado de aço por tipo de edificação | 14 |
| Tabela III - Estimativa de preço dos perfis estruturais leves..... | 16 |
| Tabela IV - Especificação dos aços Laminados a Quente com qualidade estrutural. | 40 |
| Tabela V - Especificação de Chapas Grossas com qualidade estrutural..... | 41 |
| Tabela VI - Especificação dos aços Laminados a Frio com qualidade estrutural | 42 |
| Tabela VII - Especificação dos aços Zincados por Imersão a Quente com qualidade estrutural | 43 |
| Tabela VIII - Capacidade de produção dos fabricantes de gesso acartonado no Brasil | 50 |
| Tabela IX - Custo por quilo de alguns produtos acabados..... | 57 |
| Tabela X - Comparativo de custos entre métodos construtivos | 58 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|--------|---|
| ABCEM | - Associação Brasileira da Construção Metálica |
| AISI | - American Iron and Steel Institute |
| ASTIC | - Associação das Tecnologias Integradas da Construção |
| ASTM | - American Society for Testing Materials |
| BNDES | - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social |
| CEF | - Caixa Econômica Federal |
| FAT | - Fundo do Amparo ao Trabalhador |
| FGTS | - Fundo de Garantia do Tempo de Serviço |
| GSCM | - Grupo de Desenvolvimento da Construção Metálica |
| IBGE | - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| IBS | - Instituto Brasileiro de Siderurgia |
| IPT | - Instituto de Pesquisas Tecnológicas |
| NAHB | - National Association of Home Builders |
| NBR | - Normas Brasileiras |
| PBQP-H | - Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat |

1. OBJETIVOS

O Estudo realizado sobre a Cadeia da Construção Civil Industrializada irá proporcionar um maior conhecimento dos processos utilizados, tornando possível uma análise mais ampla deste setor.

É dada grande ênfase para o aço utilizado neste tipo de construção, apresentando as especificações destes aços, além dos materiais complementares a esta tecnologia. Fornece informações sobre a situação mercadológica deste tipo de construção no Brasil, fazendo uma análise comparativa com outros países e projeções deste mercado.

A partir destes dados, previsões foram constatadas e oportunidades abertas sobre os novos sistemas de construção civil e as novas tecnologias em desenvolvimento que estão sendo colocadas no mercado.

2. INTRODUÇÃO

Existe hoje uma enorme diversidade de materiais para a construção, e parte deles tão antigos quanto esta técnica. Muitos materiais perduram até hoje e continuam sendo largamente empregados (construção tradicional); mas há também muitos outros materiais e sistemas construtivos que vêm sendo utilizados, originados do avanço das pesquisas e de novas tecnologias.

Nas civilizações primitivas, o homem empregava os materiais assim como os encontrava na natureza; não os trabalhava. Não demorou muito, porém, para que começasse a aprender a modelá-los e adaptá-los às suas necessidades. A partir daí a evolução se deu a passos lentos. Na construção predominava a pedra, a madeira e o barro. Os metais eram empregados em menor escala.

Aos poucos foram aumentando as exigências do homem e, conseqüentemente, os padrões requeridos. O homem passou a demandar materiais de maior resistência, maior durabilidade e melhor aparência do que aqueles até então empregados. Assim, iniciou-se um ciclo: melhores materiais possibilitavam melhores resultados e melhores técnicas, e estas, por sua vez, demandavam materiais ainda melhores.⁽¹⁾

E nesse ciclo, com a necessidade de melhores materiais e sistemas de construção, começou a ser dada mais ênfase à construção metálica, um sistema construtivo industrializado, que apresenta inúmeras vantagens, e que vêm ganhando cada vez mais espaço, principalmente no Brasil, um país com uma grande produção de aço.

Neste estudo estaremos falando especificamente sobre as construção realizadas com aço (perfis pré-fabricados) e materiais complementares a essa construção industrializada, como a construção a seco "Dry-Wall"*.

* "Dry Wall" é a expressão utilizada para o sistema de construção a seco, pois não utiliza argamassa nem concreto para sua edificação.

Em 1998 começaram a ser implantadas no Brasil as primeiras construções no processo "Steel Frame"*, dando prosseguimento à necessidade de um produto industrializado que apresentasse inúmeras vantagens frente ao sistema tradicional, podendo ser considerado um produto tecnológico novo no país.

Os primeiros grandes projetos em "Steel Frame" tiveram como foco as construções residenciais de médio e alto padrão, para romper conceitos culturais, formar opinião e adequar as possibilidades de financiamento existentes. Outro objetivo importante no processo de desenvolvimento e sedimentação do sistema no Brasil é atender às construções comerciais, industriais e casas populares.⁽²⁾

Dentre as inúmeras vantagens que a construção metálica apresenta, a seguir são listadas algumas delas^{(3), (4), (5)}:

- A alta eficiência construtiva deste sistema é devido à construção metálica basear-se em processos construtivos simples, modernos, utilizando técnicas industriais, sem uso de equipamentos mais sofisticados.
- O aço também implica em prazos menores de construção. A redução do tempo de obra é alcançada pelo somatório de diversos fatores, como fabricação da estrutura em paralelo à execução das obras de fundação, simplificação do escoramento, dispensa de formas, tempo de secagem e cura e possibilidade de abertura de maior número de frentes de serviço, com conseqüente redução do tempo de fechamento da estrutura. Quando comparada ao método convencional, a redução de prazo da construção metálica é de 1/3.
- Outra vantagem é a sensível redução nos custos pois esse sistema construtivo não gera grande quantidade de entulho, diminuindo grandemente o desperdício de material, se comparado com as obras comuns. Os perfis de aço são produzidos e cortados segundo especificações e tamanhos precisos, eliminando, mais uma vez,

* "Steel Frame" significa estrutura em aço, utilizando perfis leves

sobras de material. E as boas condições do canteiro (mais limpo e organizado) levam, também, a uma melhor segurança do trabalho.

- O aço apresenta uma excelente relação entre resistência e peso, além de serem bem mais leves que outros materiais. Montados os perfis, as estruturas das paredes pesam até um terço das estruturas feitas com métodos tradicionais, o que representa importante redução da carga sobre as fundações. E esse alívio nas fundações proporciona custo de 20% a 30% por metro quadrado inferior ao convencional.
- Devido à sua comprovada resistência, o aço é capaz de vencer grandes vãos, eliminando colunas ou paredes intermediárias e permitindo a adoção de pilares de menor secção. Com isso, oferece maiores espaços (grande vantagem nos centros urbanos, onde o espaço é vital e caro) e confere flexibilidade na concepção e execução de projetos.
- A construção metálica é ideal para quem não dispensa qualidade na hora de construir. Além de ser resistente à corrosão, possui estabilidade dimensional, não empena nem trinca por causa de dilatação, ao contrário de outros materiais. A condição mais industrializada deste sistema possibilita um resultado perfeito no alinhamento da construção, permitindo a encomenda antecipada de outros elementos.
- Os perfis de aço galvanizado não contribuem para a propagação do fogo. São, por isso, sinônimo de segurança.
- Por conta de suas características naturais, o aço não sofre o ataque de cupins. A estrutura do telhado em aço galvanizado, portanto, elimina qualquer necessidade de tratamento e despesas de manutenção.
- Outra vantagem é a reciclabilidade; um produto ecologicamente correto. O aço é um material que pode ser reaproveitado inúmeras vezes sem nunca perder suas características básicas de qualidade e resistência. Dispensa o uso da madeira,

diminuindo o impacto sobre o meio-ambiente. E não é por acaso que o aço, em suas várias formas, é o material mais reciclado em todo o mundo.

- A construção metálica, quando utilizado gesso acartonado como revestimento nas paredes, também apresenta elevado isolamento acústico, permitindo maior proteção para aquelas construções que precisam evitar muito barulho. Isso devido à lã de rocha e lã de vidro entre as paredes e forro.
- A boa adaptação da estrutura metálica a outros materiais permite uma variada utilização de produtos no fechamento, cobertura e acabamento da obra. A boa trabalhabilidade e facilidade de adaptação de mão-de-obra leva a uma fácil adoção do sistema, considerando ainda que esse tipo de construção pode ser desmontado e transportado para outro local, sem grandes perdas, dando à construção metálica uma grande flexibilidade.
- Também facilita as instalações, como hidráulicas, elétricas, ar condicionado e gás, por exemplo, visto que estes elementos de passagem e fixação de utilidades podem ser construídos durante a fabricação da estrutura, possibilitando, assim, um bom desenvolvimento construtivo na fase de montagem. Além da facilidade na manutenção destas instalações.
- A estética é outro fator que favorece a construção metálica, já que permite grande flexibilidade de layout e variedade de formas (prática e versátil), e é possível que a estrutura fique aparente, sendo necessária apenas pintura para proteção do aço.

Em contrapartida, são apresentadas também algumas desvantagens deste sistema construtivo:

- O aspecto cultural também deve ser levado em consideração, já que o brasileiro está muito acostumado com a alvenaria tradicional, e muitas vezes tem dificuldade em aceitar novas tecnologias. E também o preconceito cultural da área técnica.

- Também a falta de divulgação faz com que se conheça pouco sobre o assunto, dificultando ainda mais a implantação deste novo sistema construtivo.
- Por ser um sistema novo no país, existem muitas empresas pequenas que poderiam atuar neste mercado, mas ainda falta “know-how” que as qualifique.
- Outra grande dificuldade está relacionada às instituições financeiras, visto que o sistema ainda necessita de aprovação junto a estas entidades para que possa receber financiamento.
- Geralmente nos sistemas de construção mais comuns o material é adquirido ao longo do período da obra (consequentemente os gastos podem ser divididos a longo prazo), podendo esta até mesmo parar no meio por falta de verba e recomeçar novamente quando puder. E isso na construção metálica é impossível de ser feito, já que é necessário um grande investimento financeiro inicial na obra para aquisição de toda a estrutura de uma só vez (já que só pode ser montada inteira), dificultando muitas vezes a escolha deste sistema construtivo.

Hoje em dia existe uma tendência crescente de busca por materiais e sistemas construtivos alternativos, com menos desperdício, menores prazos e preços, visando minimizar o déficit habitacional existente. As construtoras brasileiras estão procurando novas tecnologias em centros mais avançados, a fim de criarem novas alternativas para métodos de construções próprios.

Com isso, um vasto mercado potencial traz oportunidades de desenvolvimento de novos materiais e produtos para as grandes siderúrgicas brasileiras.

3. METODOLOGIA

O trabalho foi realizado a partir de informações obtidas via internet, feiras técnicas, revistas que tratam de assuntos ligados à construção civil e visitas às construções onde estas tecnologias foram empregadas, especialmente na área residencial.

Além disso, associações e empresas envolvidas neste ramo também foram contatadas, fornecendo catálogos, dados e indicando outras fontes para busca, complementando as informações previamente colhidas. Todas estas informações tornaram viável a realização deste estudo, com dados atuais e abrangentes sobre a situação do aço na construção metálica.

4. APLICAÇÕES DA CONSTRUÇÃO METÁLICA ^{(5), (6)}

- Pontes, viadutos, passarelas, elevados
- Edifícios residenciais e comerciais
- Casas e sobrados
- Galpões industriais, agrícolas e comerciais
- Shopping Centers
- Supermercados
- Garagens
- Aeroportos
- Terminais Rodoviários e Ferroviários
- Hangares, portos, abrigos e quiosques
- Coberturas, telhas, forros, revestimentos, suportes, elementos de fixação, calhas, dutos e estrutura geral de engradamento
- Estruturas Espaciais
- Reformas e ampliações
- Hotéis, hospitais, escolas, alojamentos e creches
- Tanques
- Tubulações
- Plataformas
- Esculturas e monumentos
- Postes e torres de transmissão
- Painéis e “out-doors”
- Postos de gasolina, ginásios poliesportivos, estádios e arquibancadas
- Escadas, pisos
- Reservatórios, caixas d’água, piscinas, bebedouros
- Esquadrias, portões, janelas, portas, armários

Apesar da enorme diversidade de aplicações, neste estudo será focada a construção metálica somente no que se refere a perfis estruturais.

5. “BENCHMARKING”*

5.1. Consumo

O mercado do aço no Brasil apresenta dados aproximados em função de um histórico recente e da onda de investimentos através dos diferentes projetos, basicamente associados às usinas siderúrgicas.

Tabela I – Produção anual de perfis de aço no Brasil

| PERFIS | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 (previsão) |
|----------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|
| LEVES | 306.000 tons. | 297.000 tons. | 344.000 tons. | 352.000 tons. |
| MÉDIOS/PESADOS | 225.000 tons. | 259.000 tons. | 263.000 tons. | 268.000 tons. |
| TOTAL | 531.000 tons. | 556.000 tons. | 607.000 tons. | 620.000 tons. |

Fonte: Anuário Estatístico 2002 - IBS e Estatísticas da Siderurgia (jul. 2002) – IBS⁽⁷⁾

O Brasil é o maior fornecedor de minério de ferro, mas apenas o oitavo maior produtor de aço. E essa diferença se deve ao pequeno uso do aço no dia-a-dia do brasileiro, quando comparado com a sua utilização nos Estados Unidos, Japão e nos países da Europa.⁽⁶⁾

A seguir é apresentado gráfico de comparação do consumo de aço por habitante em alguns países:

* **Benchmarking** é um processo de medição e comparação sistemática de processos com os líderes nestes processos em qualquer parte do mundo, para obter informações que ajudarão a implementar ações para melhorar seu desempenho.

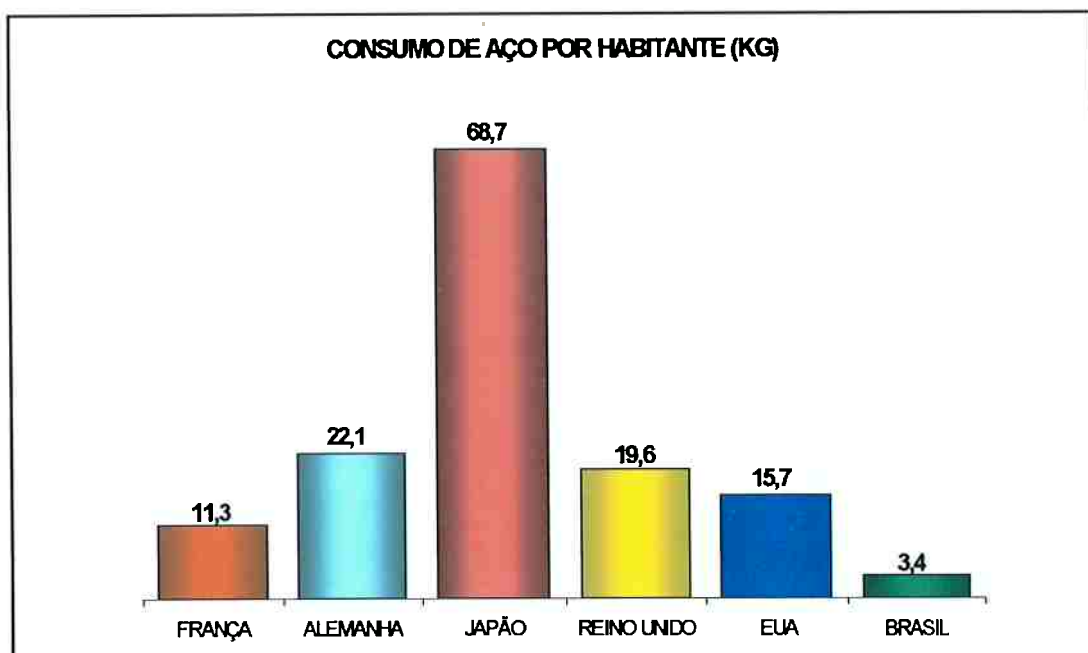


Figura 1 - Consumo de aço em alguns países (Kg / Hab)

Nota: Dados de 1998

Fonte: Palestra Açominas⁽⁸⁾

Se for feita uma análise de perfis de aço por ano nos seguintes países, os EUA consomem 5,4 milhões de ton/ano, e a Inglaterra 1,2 milhões de ton/ano.⁽⁹⁾

Na indústria da construção residencial nos Estados Unidos e Canadá, foi previsto para 2001/2002 um mercado de 14.5 M ton de aços galvanizados. Dados de 1999 indicaram um consumo real neste segmento de 1.0 M ton, evidenciando, assim, um crescimento muito importante. A grande maioria dos produtos são na forma de perfis leves galvanizados e obtidos através dos processos de perfilação contínua (Roll Forming).⁽¹⁰⁾

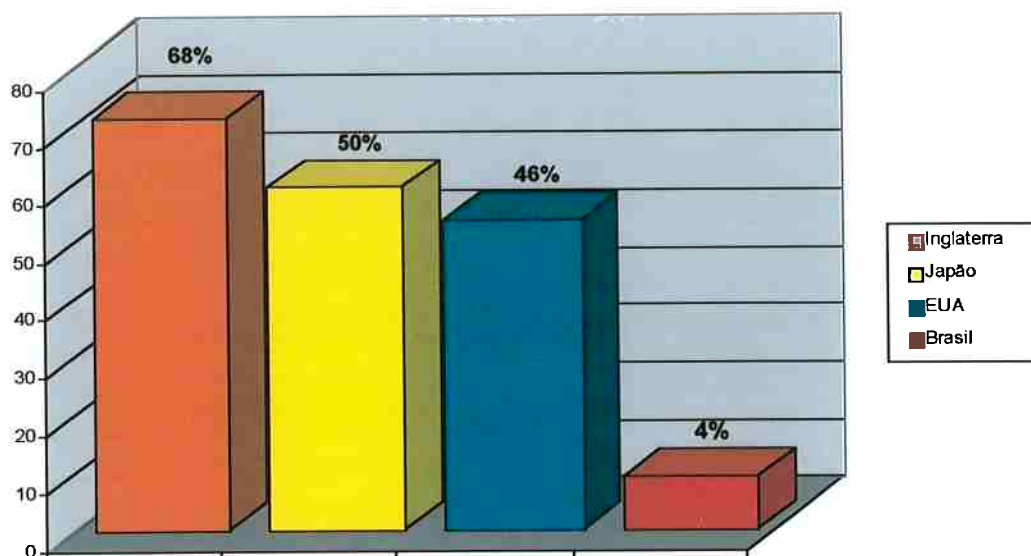


Figura 2 - Percentual de construções em aço no mundo

Fonte: CSN

O gráfico acima apresenta valores estimados, mas evidencia a grande utilização da construção metálica em diversos países em comparação ao Brasil.

O diretor comercial da Açominas, Alfredo Huallem, acredita que é possível elevar o crescimento anual de consumo estruturas metálicas no país de 10-15% para 20-25%, e a participação do aço na construção brasileira de 4% para 10%. Nos últimos 6 anos a demanda da construção metálica aumentou 68%.

No Reino Unido, a porcentagem de construções com estrutura metálica é de 97% no setor de edificações térreas,⁽¹¹⁾ e também de 97% no que se refere a galpões industriais. No Brasil, a maior aplicação de construção metálica está na construção de galpões industriais, com 65% deste setor⁽⁹⁾

No que se refere a andares múltiplos, valores podem ser obtidos na tabela a seguir:

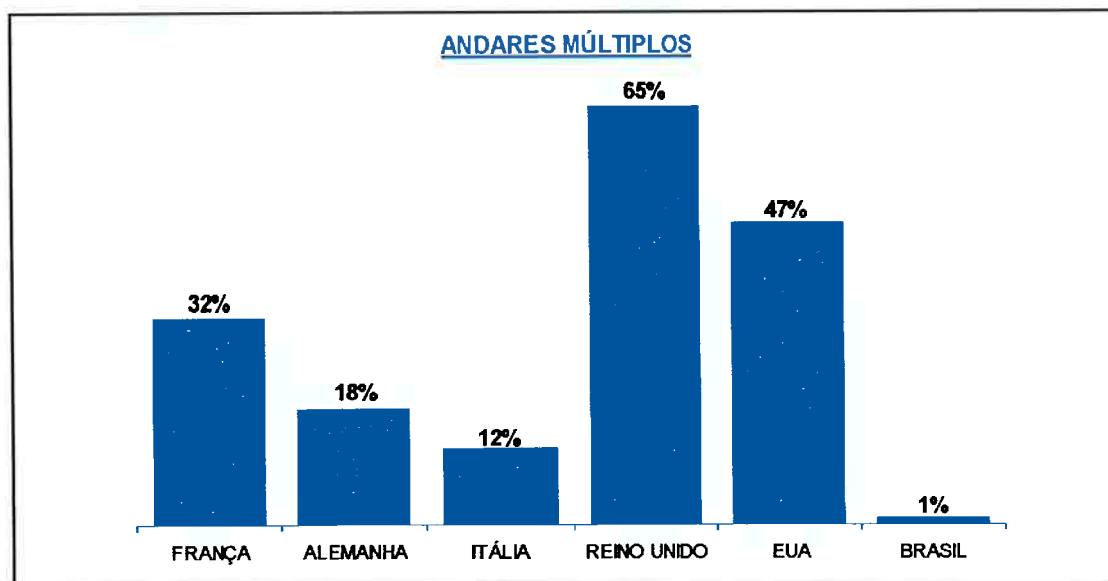


Figura 3 - Construção Metálica em edifícios de andares múltiplos em alguns países⁽⁸⁾

Do setor de edifícios no Brasil, 73% são residenciais; mas a construção metálica ocupa apenas 1% deste mercado específico.

Com relação a edifícios industriais, alguns valores podem ser vistos na tabela abaixo:

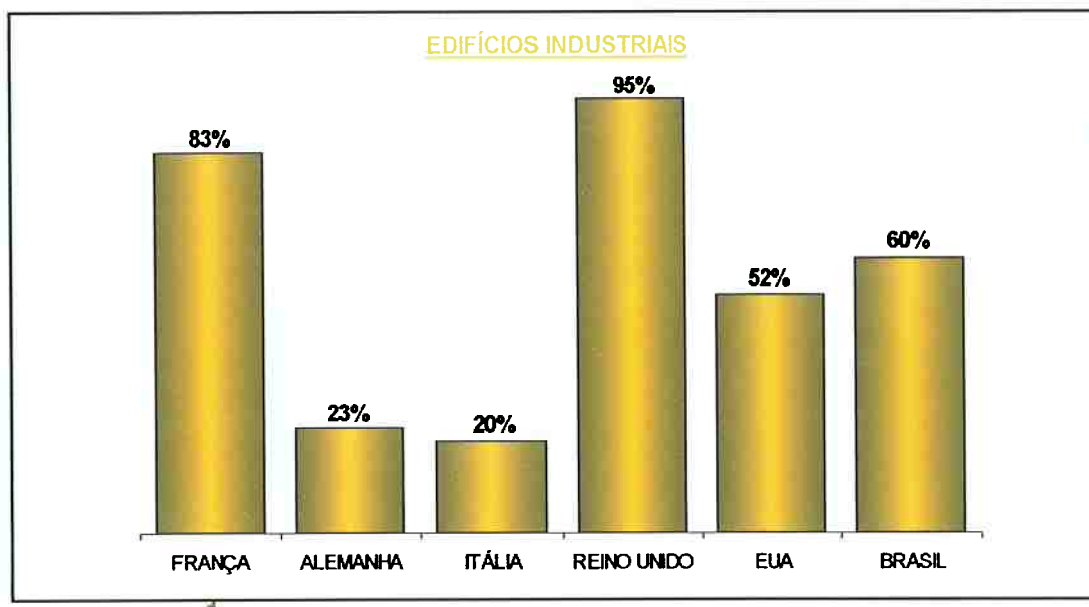


Figura 4 - Construção Metálica em edifícios industriais em alguns países⁽⁸⁾

No que se refere à construção de pontes, segue gráfico abaixo:

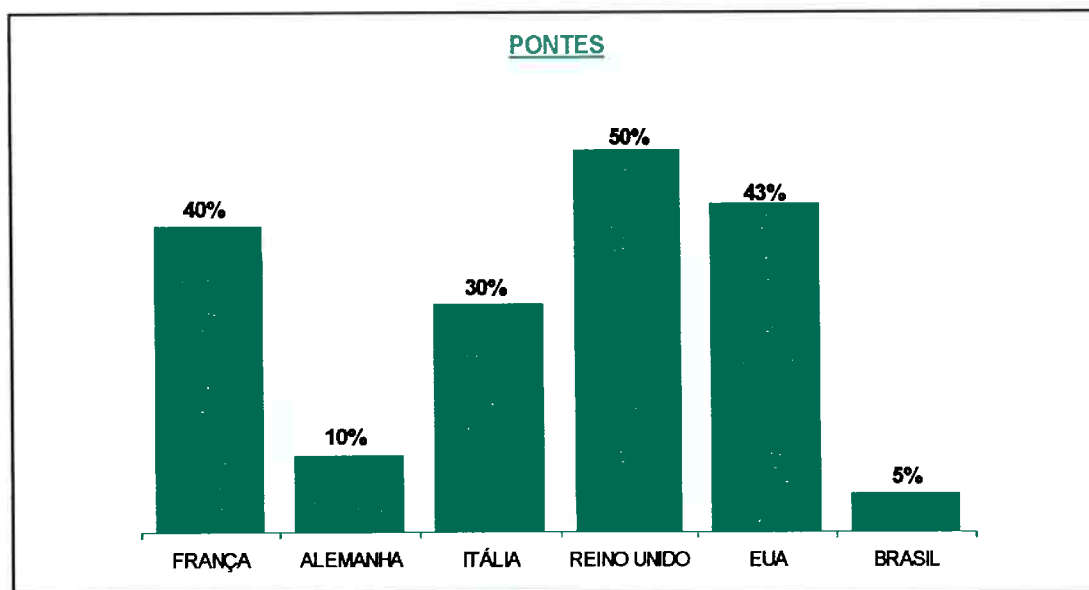


Figura 5 - Construção Metálica em pontes em alguns países⁽⁸⁾

No Brasil, apenas recentemente a indústria da construção civil está se voltando para a implementação de processos industrializados, fazendo com que aspectos como custos, qualidade e racionalização permitam o aumento do consumo de perfis leves de aço galvanizado.

O consumo de estruturas metálicas no Brasil se concentra na região sudeste, principalmente SP e RJ, com 56% do consumo do país e de 20% nos estados de MG e ES.⁽⁹⁾

E a comparação não se restringe somente ao consumo do aço, mas também com relação à produtividade na obra. A produtividade americana em uma construção é de 12 a 15 h.h/m², enquanto que no Brasil varia de 50 a 80 h.h/m². O custo com a mão-de-obra é o de maior valor incidente no custo final da obra (45%, aproximadamente), e a construção industrializada é uma excelente alternativa, visando reduzir grandemente o trabalho no canteiro de obra. Mesmo considerando o aumento do trabalho na fabricação dos produtos na indústria, ainda assim apresenta menor custo.⁽¹²⁾

É apresentada a seguir uma tabela com o consumo de aço estimado na estrutura metálica em função dos diversos tipos de construção.

Tabela II - Peso estimado de aço por tipo de edificação

| PESO ESTIMADO POR TIPO DE EDIFICAÇÃO | |
|--|--------------------------------|
| TIPO DE EDIFICAÇÃO | PESO (Kg/m²) |
| Edifícios até 4 pavimentos padrão popular | 20 a 35 |
| Edifícios até 4 pavimentos padrão médio/alto | 35 a 50 |
| Edifícios de 4 a 12 pavimentos | 40 a 50 |
| Edifícios com mais de 12 pavimentos | 45 a 60 |
| Residências | 20 a 70 |
| Galpões Industriais | 20 a 35 |
| Shopping Center | 50 a 55 |

Fonte: COSIPA⁽¹³⁾

5.2. Tecnologia

Na década de 80 iniciaram-se estudos nos EUA para a normalização técnica do uso do aço na construção civil, principalmente o segmento altamente demandado das construções residenciais.

Como consequência, institutos como NAHB (National Association of Home Builders) e AISI (American Iron and Steel Institute) nos Estados Unidos implementaram um programa de normalização técnica para a utilização do aço em “Steel Frame” (perfis industrializados de aço). Os aços estruturais aplicados no segmento “Steel Frame” utilizam materiais com controles da qualidade rigorosos através do suporte das normas e especificações AISI e ASTM. E como consequência do avanço da tecnologia, os produtos são apresentados com tolerâncias bastante controladas.

A tecnologia usada no Brasil ainda não está no nível da tecnologia disponível em outros países onde o sistema já é usado em grande escala, como nos EUA. E pelo fato deste sistema construtivo ser novo no Brasil, a tecnologia utilizada está bastante baseada em normas internacionais, principalmente americanas. Inicialmente os perfis estruturais utilizados no Brasil eram importados, sendo que agora todos os componentes do sistema estão nacionalizados. Mesmo assim, os perfis são desenvolvidos em conformidade com as normas AISI, garantindo a qualidade dos produtos.⁽¹⁴⁾

Está havendo uma grande exigência por parte dos sindicatos envolvidos na indústria da construção, juntamente com programas de qualidade (PBQP-H – Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat⁽¹⁵⁾), a normalização dos materiais e produtos da construção civil, elevando, assim, a qualidade neste setor. Este programa foi instituído em 1998 e teve seu conceito ampliado em 2000. Alguns dos materiais mais utilizados na construção brasileira já foram padronizados, e a tendência é que rapidamente haja padronização da grande maioria dos materiais construtivos, inclusive perfis estruturais em aço.

Esta forte exigência irá aprimorar as tecnologias existentes, conhecendo-se melhor os materiais e suas qualidades, que trazem inúmeras vantagens. E principalmente irá favorecer os materiais que verdadeiramente apresentam as qualidades necessárias para uma boa construção.

A tecnologia da construção metálica está fundamentada no conceito de industrialização da construção, e a melhoria na qualidade dos materiais e produtos fabricados auxiliaria no progresso deste sistema construtivo.

5.3. Custos

Comparativamente a outros países, apesar de se encontrarem em estágios distintos, é possível vislumbrar a médio prazo uma grande competitividade na aplicação dos

perfis leves para a construção civil no Brasil. Empresas locais já estão sendo consultadas para possíveis exportações dos perfis leves.

Na tabela abaixo são apresentados valores estimados dos preços de venda dos perfis estruturais leves.

Tabela III - Estimativa de preço dos perfis estruturais leves

| PAÍS | PREÇO (por Kg) |
|--------|----------------------------|
| EUA | US\$ 1.10 |
| Brasil | US\$ 0.80 (R\$2,80 - 2,90) |
| Europa | US\$ 1.00 |

Fonte: Kofar / Outubro 2002⁽¹⁶⁾

Nota: Com impostos e FOB

5.4. Materiais Complementares

As estruturas metálicas possuem compatibilidade com uma grande diversidade de materiais de vedação. Podem ser usados painéis de concreto, concreto celular, fibrocimento, aço e gesso acartonado (“Dry-Wall”). O mais utilizado é o sistema “Dry-Wall”, e por isso será dado maior enfoque a este sistema de fechamento das estruturas metálicas. É composto por duas placas de gesso acartonado preenchidas internamente com lã de vidro, formando um conjunto com isolamento termo-acústico adequado.⁽¹⁴⁾

O sistema de construção a seco “Dry-Wall” começou a ser apresentado pela construção civil brasileira no início da década de 90. No entanto, era apenas utilizada nas paredes internas de uma construção, como paredes de vedação. Por isso o consumo ainda era pequeno, como pode ser visto nos gráficos seguintes.

Com o incremento cada vez maior das paredes em “Dry-Wall” e a busca por maior competitividade do setor de construção civil, pelo próprio efeito da globalização, as

construtoras começaram a procurar com mais intensidade novas tecnologias para atender à nova dinâmica de mercado. E a construção a seco atendeu a essa expectativa.

Em 1998 começaram a ser implantadas no Brasil as primeiras construções no processo "Steel Frame", elevando o consumo do gesso acartonado.

Os gráficos a seguir mostram que apesar do Brasil utilizar muito pouco estas chapas, existe um aumento no consumo de gesso acartonado no país (material complementar ao "Steel Frame"), evidenciando o potencial de mercado para as aplicações dos perfis leves, utilizados neste sistema construtivo.

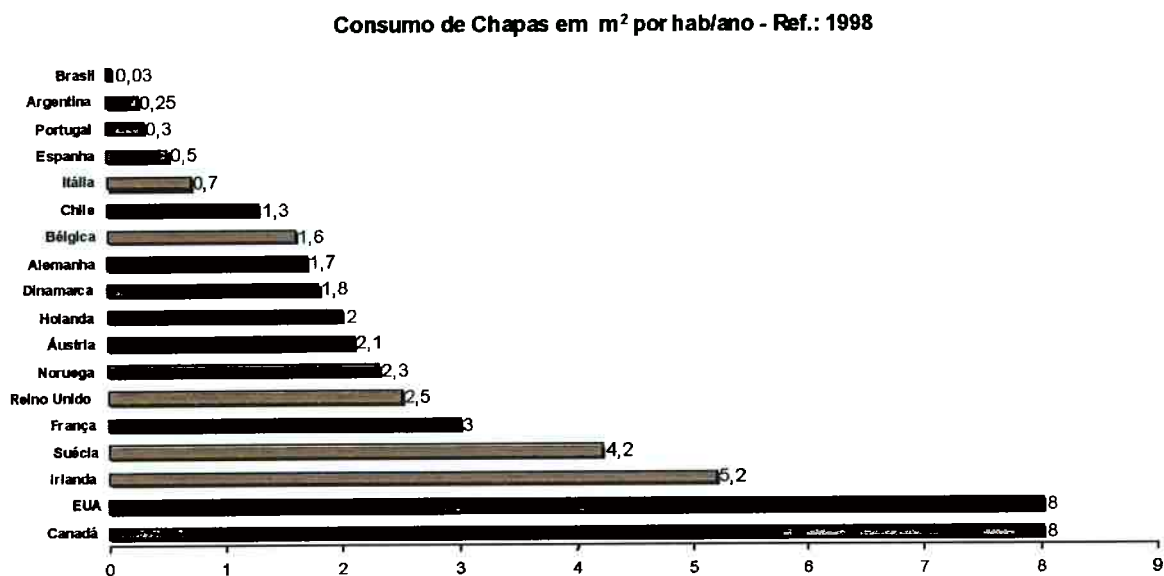


Figura 6 - Consumo de chapas de gesso acartonado em diferentes países

Fonte: ASTIC – VII Seminário de Soluções Tecnológicas Integradas



Figura 7 - Crescimento do consumo de gesso acartonado no Brasil

Fonte: ASTIC – VII Seminário de Soluções Tecnológicas Integradas



Figura 8 - Consumo de gesso acartonado por ano em alguns países

Fonte: ASTIC – VII Seminário de Soluções Tecnológicas Integradas

A importância do gesso acartonado para o consumo do sistema “Steel Frame” fica evidente considerando:

- Uso dos perfis leves em escala;
- Formadores de opinião para o uso do sistema industrializado;
- Um dos mais importantes componente da cadeia produtiva;
- Treinamento de pessoal e divulgação técnica;
- Empresas multinacionais - "know-how".

Apesar da construção industrializada utilizar gesso acartonado como fechamento para os perfis leves, a alvenaria (tijolos maciços de barro, blocos cerâmicos, blocos de concreto ou de concreto celular) também é compatível com o sistema de perfis metálicos e pode ser usada para fechamento de paredes. Porém, a construção não é mais caracterizada pela industrialização, que consiste na fabricação dos componentes do sistema antes de ir para a obra.

6. MERCADO POTENCIAL NO BRASIL

6.1. Déficit Habitacional

Um dos maiores problemas sociais do Brasil é o déficit habitacional existente no país. Dados atuais indicam um déficit de aproximadamente 6,6 milhões de moradias*. Apesar desse dado alarmante, o Brasil ainda não conseguiu definir uma política habitacional eficaz para esse problema.

Do valor total de cerca de 6,6 milhões de moradias, 5,4 milhões representam o déficit nas regiões urbanas (80%, aproximadamente). Ou seja, quase 40 milhões de brasileiros não têm casa ou vivem sob condições precárias de moradia. Desse total, cerca de 90,4% são famílias cuja renda mensal não supera 5 salários mínimos, segundo a Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República.

O gráfico abaixo mostra a evolução do déficit habitacional brasileiro, nos últimos anos:

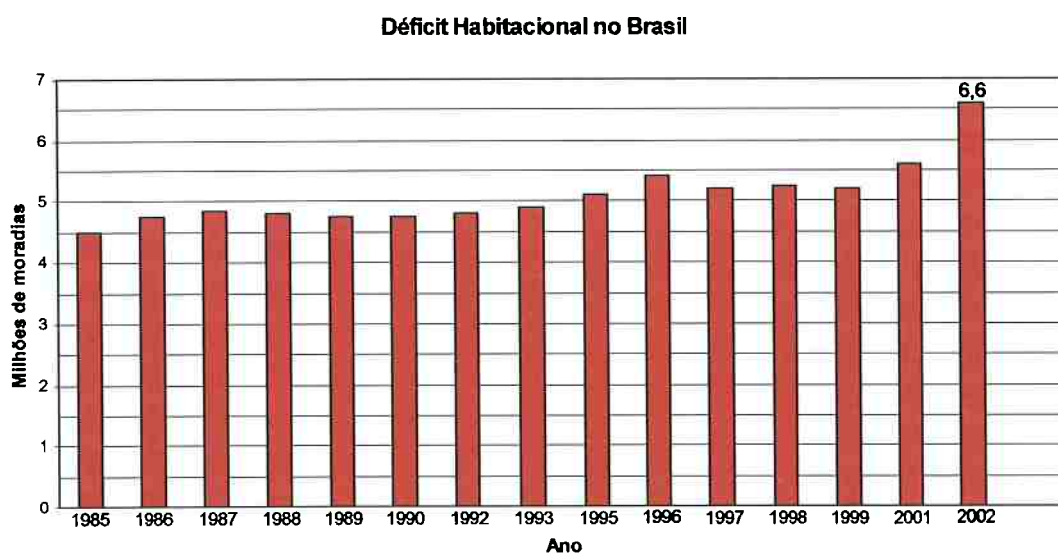


Figura 9 - Evolução do déficit habitacional no Brasil

Nota: dados não disponíveis para 1991, 1994 e 2000

* Sinopse Preliminar do Censo Demográfico 2000 - IBGE

Fonte: ConstruBusiness (1999). Mapeamento do Déficit Habitacional Brasileiro, 1981-1995, Robson R. Gonçalves, 1998. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (PNAD) 1999 – IBGE. Sinopse Preliminar do Censo Demográfico 2000 - IBGE

Existe uma necessidade imediata de construção de novas moradias para resolução de problemas sociais e específicos de habitação. Programas de Habitação estão sendo propostos, que buscam reduzir sensivelmente o déficit habitacional através da diminuição dos custos, aumento da qualidade das residências ofertadas e favorecimento do aperfeiçoamento tecnológico.^{(15), (17), (18)}

E a construção industrializada é uma das tecnologias que está sendo utilizada para minimizar este problema no país, ainda mais levando-se em conta o custo, tempo e qualidade deste tipo de construção.

6.2. Setor econômico e emprego

Os dias já foram melhores para a cadeia produtiva da construção civil – uma indústria que representa quase R\$ 180 bilhões da produção nacional e gera mais de 14 milhões de empregos diretos e indiretos.

Diante das sucessivas crises, o setor obteve um mau desempenho no primeiro semestre de 2002, não favorecendo um maior aumento do PIB, que cresceu apenas 0,14% no período em relação ao mesmo semestre do ano anterior, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

A construção civil registrou queda de 7,3% no primeiro semestre do ano, redução igual à apresentada pelos serviços industriais, um dos piores índices registrados pelo setor de um ano para outro.

A construção civil serve como instrumento de alavancagem da economia e retomada dos investimentos. Para cada R\$ 1 milhão aplicado no setor, são criados cerca de 30 postos de trabalho. E para cada 100 pessoas ocupadas diretamente, são gerados mais de 280 empregos indiretos.*

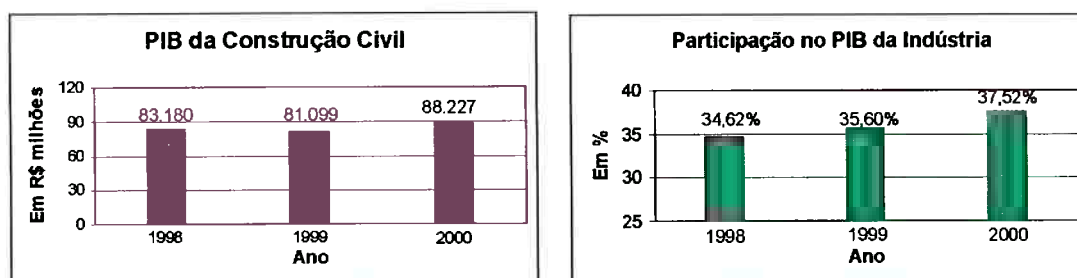


Figura 10 - PIB do setor Construção Civil e Participação da Construção no PIB da Indústria

Fonte: Jornal Valor Econômico⁽¹⁹⁾

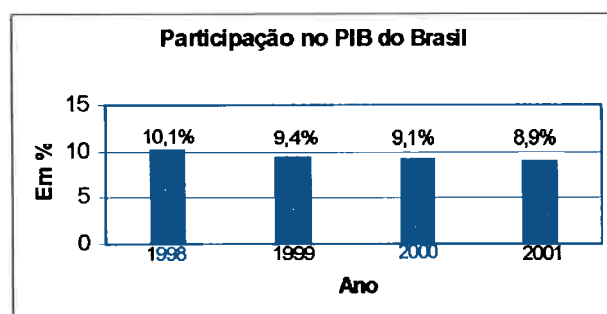


Figura 11 - Participação da Construção Civil no PIB Brasil

Fonte: IBGE

Nota: 8,9% (em 2001) equivale a R\$ 94 bilhões

Desafio é encontrar uma fórmula para assegurar acesso ao crédito e desenvolvimento da habitação popular, que desencadearia também investimentos em outros segmentos, como infra-estrutura, sistemas de transporte e saneamento básico.⁽¹⁹⁾

Com relação à construção metálica, um entrave está primeiro no imposto em cascata cobrado sobre o aço e, depois, no perfil industrializado, que encarece o sistema. Os

* Avaliação do presidente da Câmara Brasileira da Construção Civil (CBIC), Luis Roberto Ponte.

materiais industrializados, assim como os painéis pré-moldados, sofrem taxa  o de IPI e ICMS em cada etapa de industrialização, o que não ocorre com o concreto. A carga tributária sobre a construção metálica   da ordem de 34% do custo da obra.⁽²⁰⁾

6.3. Financiamentos

A Caixa Econômica Federal (CEF)   a principal fonte de financiamento   habitação, com recursos do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS) – em linhas de crédito para a população de baixa renda – e da poupança – responsável pelos financiamentos para a classe média. Desde 1995, a CEF financiou cerca de 2,1 milhões de unidades habitacionais, com recursos da ordem de R\$ 28,9 bilhões.

Em 2001, devido ao aumento na rigorosidade na avaliação dos candidatos a mutuários, as linhas de financiamentos caíram quase 35% entre 2000 e 2001 (de R\$ 7,1 bilhões para R\$ 4,7 bilhões de um ano para outro). No fim de 2000, a CEF cortou as linhas de crédito para a classe média para a aquisição de imóveis usados.

No fim de 2001, encerrou os financiamentos para essa parcela da população, quando também eliminou as linhas de crédito para a compra de imóveis novos e na planta. A verba só foi retomada este ano (2002), quando o Fundo do Amparo ao Trabalhador (FAT) liberou recursos de R\$ 1 bilhão para créditos   classe média.

O que deve dar novo ânimo ao setor é a recente resolução do Banco Central, que deve injetar pelo menos R\$ 20 bilhões no mercado nos próximos 8 anos. É projetado um aumento de 160% na oferta de crédito. Juntando-se a esse valor as correções monetárias e juros a serem pagos no período, em oito anos os recursos para habitação devem aumentar em cerca de R\$ 35 bilhões. Uma vez que a média dos financiamentos de imóveis concedidos para a classe média gira em torno de R\$ 70 mil, os valores seriam suficientes para financiar 500 mil unidades no período ou 2.857 unidades por mês. Mas isso ainda é muito pouco visto que a necessidade

brasileira é de 1 milhão de unidades por ano e que o déficit hoje está em 6,6 milhões de unidades.⁽¹⁹⁾

Os investimentos no setor da construção geralmente encontram dificuldade pela falta de crédito. O país precisa melhorar o sistema de financiamento de longo prazo para a população de média e baixa renda, com juros baixos, e de um programa com recursos orçamentários da União para subsidiar as famílias carentes.*

Outro fato importante em relação aos financiamentos é o novo “Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat - PBQP-H”, que busca qualificação das empresas envolvidas na construção civil, principalmente normalização dos materiais de construção e qualidade dos serviços e obras. Este programa vem exigindo qualidade e aprovando as empresas que estão adequadas. E o sistema de financiamento da Caixa Econômica Federal (CEF) e BNDES, buscando qualidade nas construções que financiam, apenas concedem financiamento para os incorporadores que cumprem as normas de padronização do programa. Isso irá provocar uma elevação na qualidade dos materiais e da construção, além de não conceder financiamento àqueles que não se adequarem a este nível de qualidade, dificultando o crescimento destas incorporações no mercado.

Um dos problemas na viabilização do uso de estruturas metálicas, especialmente o segmento residencial, é devido à necessidade de desembolso inicial muito alto para a realização da obra, e a dificuldade no financiamento prejudica isso ainda mais.⁽²⁰⁾

Existem estudos na Caixa Econômica Federal (CEF) para viabilização de construção em aço; porém, até o momento não há nada oficializado.

Outra forma de se adquirir imóveis é através dos consórcios imobiliários.

* Diz Romeu Chap Chap, presidente do Secovi, entidade que reúne as empresas do ramo imobiliário.

7. ESTRUTURA METÁLICA: PERFIS DE AÇO

O aço estrutural tem como principal característica a resistência mecânica e uma composição química definida. Proporciona boa soldabilidade e fácil corte. Todas essas propriedades garantem a um projeto bem executado a segurança, solidez, estabilidade da estrutura e a certeza da qualidade do material, sempre acompanhando rigidamente as exigências arquitetônicas.

7.1. Etapas de Fabricação⁽²¹⁾

Serão descritas a seguir as etapas de fabricação dos perfis estruturais, desde a redução da matéria-prima (minério de ferro), passagem pelo alto-forno, lingotamento, bem como a preparação das chapas, tratamentos para proteção e a fabricação propriamente dos perfis, além de revestimentos para proteção dependendo de como são usados e suas ligações.

No item 7.2 serão apresentadas as especificações técnicas dos aços utilizados na fabricação dos perfis estruturais.

7.1.1. Obtenção do aço

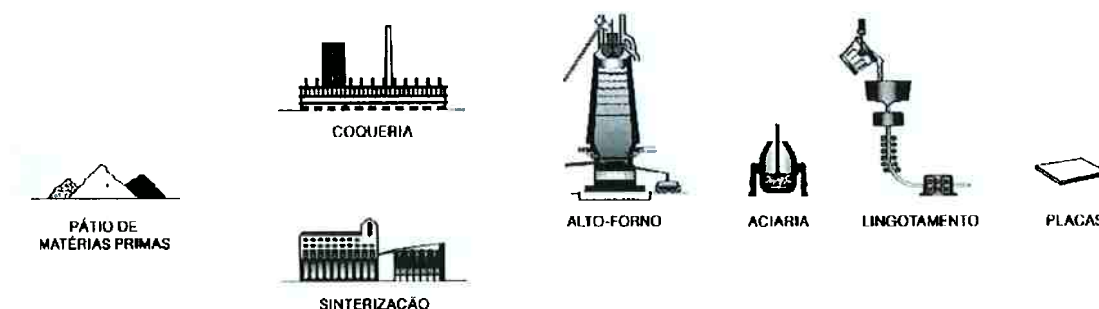


Figura 12 - Fluxo de Processos para obtenção do aço⁽²¹⁾

7.1.1.1. Matérias-Primas

Para a obtenção do aço são necessárias basicamente duas matérias-primas: o minério de ferro e o carvão mineral. O minério de ferro (principalmente a hematita) e o carvão mineral não são encontrados puros, sendo acompanhados de elementos indesejáveis ao processo. O preparo prévio das matérias-primas tem por objetivo aumentar a eficiência de operação do alto-forno e da aciaria, bem como reduzir o consumo de energia.

7.1.1.2. Coqueria e Sinterização

7.1.1.2.1 Coqueria

O carvão mineral utilizado nos altos-fornos deve fornecer energia térmica e química necessária ao desenvolvimento do processo de redução (produção de gusa) e ainda assegurar uma permeabilidade adequada à carga do alto-forno. E eliminação das impurezas é feita em uma bateria de fornos ou células de coqueificação denominada coqueria.

A coqueificação é o processo de destilação do carvão em ausência de ar, com liberação de substâncias voláteis, que ocorre nas células de coqueificação à temperatura de 1.300°C, em média durante 18 horas. O produto restante, o coque metalúrgico, é um resíduo poroso composto basicamente de carbono, com elevada resistência mecânica e alto ponto de fusão. O coque, nas especificações físicas e químicas requeridas, é encaminhado ao alto-forno e os finos de coque são enviados à sinterização e à aciaria. O coque é a matéria-prima mais importante na composição do custo de um alto-forno (60%).

7.1.1.2.2 Sinterização

A preparação do minério de ferro para a produção do gusa é o mais importante aperfeiçoamento do alto-forno moderno, pois deve haver um cuidado especial com a granulometria da carga a ser nele colocada, uma vez que a velocidade com que o ar pode entrar para executar a combustão é proporcional à permeabilidade do meio. Como os finos de minério são indesejáveis para o processo de obtenção do gusa no alto-forno, devido a fatores de granulometria e de resistência mecânica, eles devem ser aglutinados antes do início do processo. Aos finos do minério são adicionados fundentes (finos de calcário, areia de sílica, por exemplo, e moinha de coque, além de finos do próprio sinter); o conjunto é depositado em uma grelha móvel que passa por um forno para fundir a mistura. Segue-se um processo de resfriamento e britagem, para que o material atinja a granulometria adequada. Tal processo de aglomeração é denominado sinterização e o produto final é o sinter, que possui dimensão superior a 5 mm de diâmetro médio. Em decorrência de suas características combustíveis e de permeabilidade, o sinter tornou-se mais importante para o processo do que o próprio minério de ferro.

7.1.1.3. Alto-Forno

A metalurgia do ferro consiste basicamente na redução dos seus óxidos por meio de um redutor, o coque metalúrgico. A transformação do minério de ferro em gusa é feita em um equipamento chamado alto-forno, enorme cuba com 50 a 100 m de altura, na presença de coque metalúrgico e de fundentes. O princípio básico de operação de um alto-forno é a retirada do oxigênio do minério, que assim é reduzido a ferro.

Esta redução é resultado da combinação do carbono presente no coque com o oxigênio do minério, em uma reação exotérmica. Simultaneamente, a combustão do carvão com o oxigênio do ar fornece calor para fundir o metal reduzido.

O minério de ferro, na forma de sinter, é misturado em proporções adequadas com o coque e os fundentes. O ar necessário para a queima do coque é previamente aquecido e injetado sob pressão através de tubos. Ao entrar em contato com o ar quente (1.000°C) soprado, o coque entra em combustão, gerando calor e reduzindo o minério de ferro, dando origem ao ferro-gusa e à escória. A temperatura no interior do alto-forno chega a 1.500°C . Os gases resultantes da combustão atravessam no sentido ascendente as camadas de minério e coque, que devem possuir permeabilidade adequada, até o topo do alto-forno.

O gusa líquido vazado do alto-forno passa por uma estação de dessulfuração, em que o enxofre é reduzido a teores aceitáveis. Concluída a análise química que fornece a composição da liga em termos de carbono, silício, fósforo, enxofre e manganês, o gusa segue para a aciaria, setor em que será transformado em aço.

7.1.1.4. Aciaria

O gusa ainda contém vários elementos indesejáveis ao processo e à composição química adequada do aço. Há, portanto, necessidade da redução suplementar dos teores desses elementos, o que é feito por meio da operação de refino, na unidade industrial denominada aciaria.

A finalidade da aciaria é transformar o ferro-gusa em aço (refino). Esta operação é feita em um conversor, por meio de injeção de oxigênio puro, sob alta pressão, em banho de gusa líquido, com adição de sucata de aço (que ajuda no controle da composição da liga metálica e também da temperatura do metal líquido). No conversor, o oxigênio soprado reage com os produtos existentes, gerando altas temperaturas (aproximadamente 1.700°C), combinando-os com o silício, manganês, carbono, etc., caracterizando o processo de refino ou de redução.

Os produtos indesejáveis são eliminados pela escória, que se forma na superfície do banho, ou como gases, que são queimados na boca do equipamento. Em seguida,

quando o aço está na composição correta, o metal é transferido diretamente para o lingotamento contínuo.

7.1.1.5. Lingotamento Contínuo

No lingotamento contínuo, o aço é transferido diretamente do conversor para o distribuidor e deste para o molde. No início da operação, uma barra falsa limita a quantidade de metal líquido no molde, no qual se inicia a solidificação do aço, que é retirado continuamente por rolos extratores. O veio metálico é resfriado, sendo cortado a maçarico e transformado em esboço de placa.

7.1.2. Laminação

7.1.2.1. Laminação a Quente⁽²²⁾

Este processo consiste na redução da área da seção transversal da placa de aço, com conseqüente alongamento para conformá-lo na apresentação desejada (chapas grossas ou finas, perfis, etc.). A laminação de uma placa (250mm de espessura aproximadamente) compreende o seu pré-aquecimento e posterior deformação, pela passagem sob pressão entre os laminadores (cilindros), reduzindo a sua espessura até a medida desejada. Denomina-se chapa a placa que sofreu redução de espessura por laminação.

As placas entram no laminador de tiras a quente com uma espessura de 30mm, saindo tiras a quente com a espessura reduzida, variando de 1,20 a 12,50mm, largura entre 800 a 1.800mm e comprimento entre 2.000 a 6.000mm. As placas entram a uma temperatura de 1250°C, saindo do laminador a uma temperatura de 850°C.

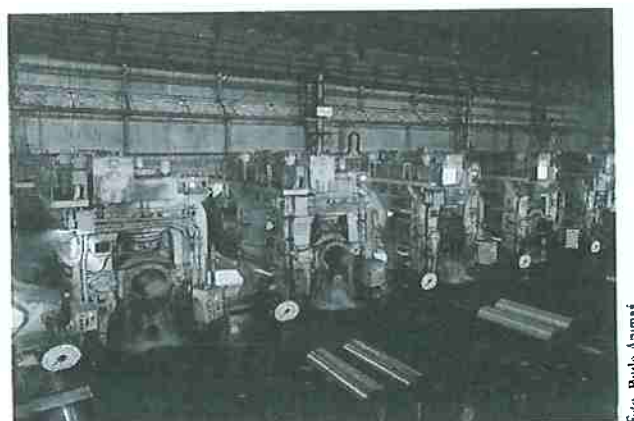


Figura 13 - Laminador de Tiras a Quente⁽²¹⁾

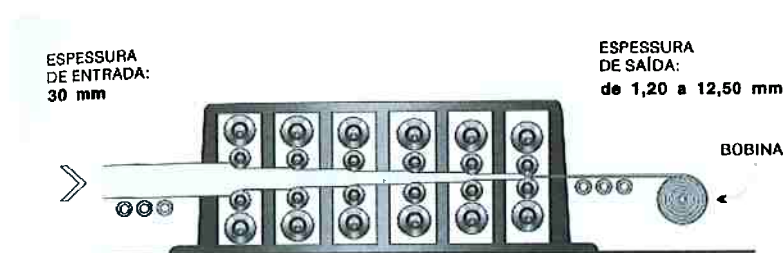


Figura 14 - Esquema de um Laminador de Tiras a Quente⁽²¹⁾

Após a laminação, conforme o grau de exposição da chapa ou do perfil laminado, as diferentes velocidades de resfriamento levam ao aparecimento de tensões permanentes nos laminados, que recebem o nome de tensões residuais. Em chapas, por exemplo, as extremidades resfriam-se mais rapidamente do que a região central, contraindo-se; quando a região central da chapa resfria-se, as extremidades, já solidificadas, a impedem de contrair-se livremente.

As operações executadas posteriormente, nas fábricas de estruturas metálicas, envolvendo aquecimento e resfriamento (soldagem, corte com maçarico, etc.) também provocarão o surgimento de tensões residuais. A presença de trações residuais faz com que a seção comece a plastificar-se progressivamente, antes que a peça atinja a sua plena carga de plastificação.

Por isso, às vezes é necessário que a chapa passe por processos de alívio de tensões, minimizando a tensão residual. Em casos onde há exigência rigorosa de tenacidade pode ser necessário a normalização do material através de tratamento térmico, após a operação de conformação. Por simplicidade, a norma NBR 8800 indica um valor único a ser adotado para a tensão residual igual a 115MPa.

Dependendo de sua espessura, as chapas podem ser fornecidas sob a forma de bobinas, mas este acondicionamento pode não ser adequado ao uso em perfis soldados, pois as chapas têm a tendência de retornar à sua posição deformada na bobina, por ocasião da soldagem dos perfis. Nestes casos é preferível o fornecimento sob a forma de chapas finas.

7.1.2.2. Chapas Grossas⁽²³⁾

Chapas Grossas são produtos laminados planos (mesmo processo de laminação a quente), mas com espessura superior a 5mm e são fabricados em laminadores de chapas grossas. Estes produtos caracterizam-se pela alta qualidade, apresentando valores de resistência até 1.200MPa, produzidos segundo técnicas de laminação controlada e tratamento térmico de normalização, têmpera e/ou revenimento. Em determinadas qualidades e dimensões podem ser produzidas na linha de tiras a quente. No laminador de chapas grossas são produzidas chapas com espessura variando entre 6 e 200mm, largura de 1.000 a 3.800mm, e comprimento de 5.000 a 18.000mm. As placas entram a uma temperatura de 1.250°C (espessura entre 200 a 500mm), saindo do laminador a uma temperatura de 850°C e com a espessura reduzida.



Figura 15 - Chapa Grossa (esquerda) e Laminador de Chapas Grossas (direita)⁽²¹⁾

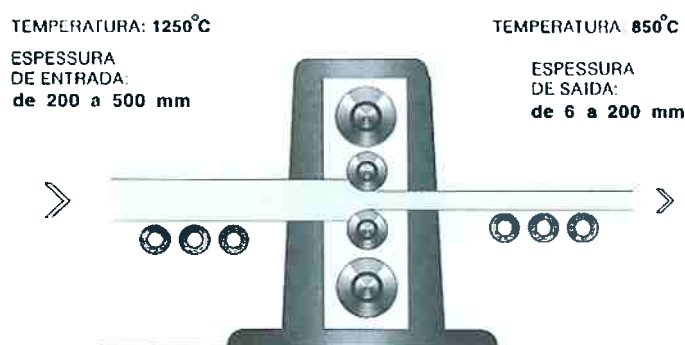


Figura 16 - Esquema de um Laminador de Chapas Grossas⁽²¹⁾

7.1.2.3. Laminação a Frio⁽²⁴⁾

As chapas são obtidas em Laminadores de Tiras a Frio, em que ocorre o mesmo processo descrito na laminação a quente, com a diferença de não haver aquecimento neste processo. A laminação a frio ocorre à temperatura ambiente. As placas entram com uma espessura de 1,50 a 5,00mm, e são produzidas tiras a frio, com espessura variando entre 0,30 e 3,00mm, largura de 800 a 1.600mm, e comprimento de 5.000 a 18.000mm. A principal vantagem deste processo em relação aos outros descritos é o melhor acabamento que ele proporciona à tira final.



Figura 17 - Esquema de um Laminador de Tiras a Frio⁽²¹⁾

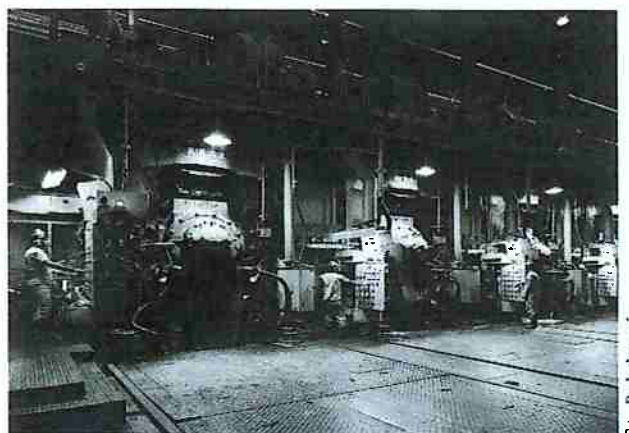


Figura 18 - Laminador de Tiras a Frio⁽²¹⁾

Para resgatar a ductilidade do aço severamente encruado no processo de laminação a frio, podem ser realizados dois processos: recozimento contínuo de chapas e recozimento em caixa de alta convecção com atmosfera de hidrogênio puro, proporcionando uniformidade de propriedades mecânicas ao longo da bobina e limpeza de superfície.

Subsequente ao processo de laminação podem ser realizados processos de revestimento, tais como fosfatização, pintura ou zincagem. Por isso é necessário que o produto laminado apresente características de superfície adequadas para a realização destes processos.

Após o recozimento, a laminação de encruamento visa dar acabamento ao produto laminado a frio, através de um leve passe de laminação, eliminando o patamar de escoamento e conferindo ao produto a rugosidade e a planicidade adequadas.

7.1.3. Zincagem por Imersão a Quente⁽²⁵⁾

A Zincagem é um dos processos mais efetivos e econômicos empregados para proteger o aço contra a corrosão atmosférica. A proteção do aço pelo revestimento de zinco se desenvolve segundo dois mecanismos: proteção por barreira exercida pela camada de revestimento e proteção galvânica ou sacrificial, operante nos casos de exposição simultânea do par aço-zinco (arranhões, cortes, bordas). E quanto mais espesso for o revestimento, maior será a durabilidade da chapa.

As chapas podem ser zincadas por imersão a quente com revestimento de zinco puro ou liga Zn-Fe. No segundo caso o aço zincado por imersão a quente é submetido a um tratamento térmico posterior, o que proporciona um revestimento constituído totalmente de liga Zn-Fe, formado pela difusão do ferro oriundo do aço-base para o revestimento. Esta estrutura confere à chapa um excelente aspecto superficial, possibilitando melhor qualidade de solda e melhor adequação para pintura, quando comparada às chapas com revestimentos constituídos de zinco puro.

Podem ser submetidas aos mesmos processos de fabricação que as chapas não revestidas, às vezes com apenas alguns pequenos ajustes de processo.

Aços laminados a quente e aços laminados a frio podem ser igualmente usados como metal-base no processo de zincagem por imersão a quente.

As propriedades de conformação das chapas zincadas dependem do processo de fabricação empregado, da composição química do aço utilizado e da conformabilidade da camada de revestimento. As características de conformabilidade das chapas zincadas devem, portanto, ser observadas sob dois aspectos: a capacidade de conformação do aço e a ductilidade do revestimento.

Quanto à capacidade de conformação do aço, dependendo da composição química e das condições de processamento utilizadas, pode-se obter uma vasta gama de

propriedades mecânicas para chapas zincadas por imersão a quente. Isto significa que é necessário selecionar o grau do aço mais adequado, de maneira a assegurar a conformabilidade necessária para a obtenção da forma final pretendida da peça.

Com relação ao revestimento de zinco, este não afeta significativamente a conformabilidade final das chapas zincadas, uma vez que tanto o revestimento de zinco puro quanto o revestimento de liga Zn-Fe são controlados de modo a se ter uma boa aderência do revestimento mesmo nas mais severas condições de conformabilidade das chapas zincadas.

7.1.4. Fabricação dos perfis

Os perfis podem ser conformados a frio, soldados ou laminados. No Brasil a grande maioria dos perfis fabricados é dobrado ou soldado, e apenas recentemente iniciou-se a produção de perfis laminados.

Abaixo segue classificação entre os diferentes tipos de perfis, que devem ser usados de acordo com as solicitações. A viabilidade de uso do perfil depende do seu peso por metro. Algumas tolerâncias nas faixas de transição de uma família a outra são respeitadas se não encarecem a obra; porém, às vezes a melhor solução é a mistura de perfis de diferentes tipos.⁽²⁰⁾



Figura 19 - Classificação dos tipos de perfis de aço⁽²⁰⁾

7.1.4.1. Perfis Conformados a Frio / Dobrados

Estes perfis são formados a frio a partir de chapas de aço laminadas, processo descrito nos itens anteriores. Estas chapas são dobradas ou passam por perfiladeiras, conformando a frio o perfil desejado. Pela facilidade do dobramento em posições convenientes das chapas planas de aço, estes perfis apresentam maior variedade de formas, obtendo-se as mais diferentes seções.⁽²⁶⁾

7.1.4.2. Perfis Soldados

São perfis formados pela combinação de chapas laminadas, unidos através da solda a partir de diversas composições, permitindo grande variedade de formas e dimensões de seções.⁽²⁶⁾

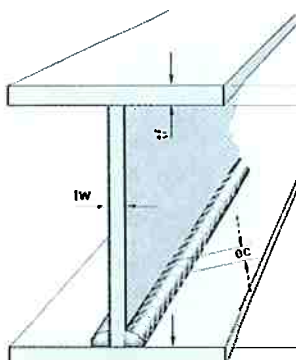


Figura 20 – Detalhe do cordão de solda nos perfis soldados⁽²⁶⁾

7.1.4.3. Perfis Laminados

Os perfis Laminados são obtidos a partir do processo de laminação diretamente do material proveniente do lingotamento contínuo (produto produzido nas siderúrgicas, como placa, bloco ou tarugo) entrando diretamente para a perfilação, na qual laminadores com cilindros conformadores vão esboçando os perfis por meio de uma

sucessão de passes. Na sequência, um laminador de acabamento dará a conformação final ao perfil.⁽²⁶⁾

Estes perfis não são obtidos a partir de produtos laminados planos como nos outros dois tipos.

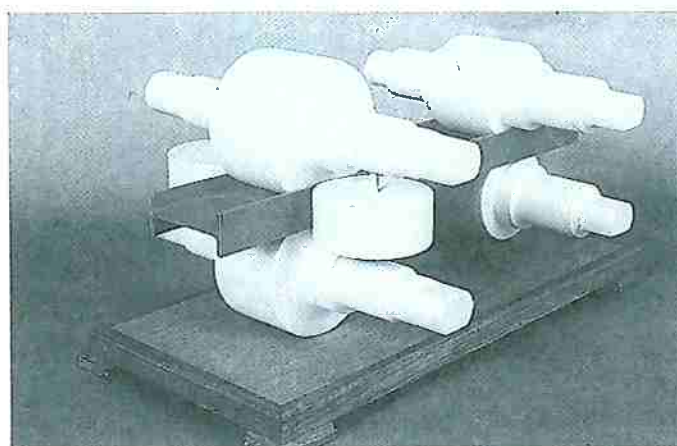


Figura 21 – Esquema de um laminador de perfis⁽²⁶⁾

7.1.5. Revestimentos para Proteção⁽¹³⁾

7.1.5.1. Estruturas Revestidas

Excetuando-se alguns tipos de aço, que sob determinadas condições podem ser utilizados sem pintura, todos os demais aços estruturais para a construção requerem algum tipo de revestimento para proteção contra os efeitos da corrosão atmosférica.

Nos países desenvolvidos, a grande maioria das edificações em aço tem a estrutura revestida. Esta técnica permite uma redução nos custos dos itens pintura e proteção contra incêndio.

Existem várias formas de revestimento sendo as mais usuais: a utilização de painéis industrializados, projeção de argamassas, encapsulamento com alvenarias ou concreto.

7.1.5.2. Estruturas Aparentes

Em estruturas metálicas aparentes, recomenda-se a utilização dos aços resistentes à corrosão. A estrutura aparente poderá eventualmente ficar sem nenhum tipo de pintura quando empregada em atmosfera urbana, rural ou industrial não muito severa.

Quando for usado em ambientes mais agressivos, o aço deve ser submetido a ciclos alternados de molhamento (chuva e umidade) e secagem (sol e vento), e ser exposto a atmosferas que contenham substâncias como SO_2 para que haja a formação da camada de pátina inibidora do processo corrosivo.

Óxidos provenientes de laminação (carepa), resíduos de óleo, graxa e respingo de solda devem ser totalmente removidos de modo a permitir a perfeita formação da pátina, processo que pode levar de um a três anos para se completar.

O projeto estrutural deve evitar regiões de estagnação de água e resíduos, pois isso propicia a dissolução da pátina. Se não puderem ser eliminadas do projeto, essas regiões assim como partes da estrutura expostas à ação do intemperismo, regiões de juntas móveis e frestas, devem ser convenientemente pintadas.

7.1.6. Ligações

Outro ponto importante na etapa de projeto é a definição do sistema de ligação a ser adotado entre os elementos que compõem a estrutura metálica (vigas, pilares e contraventamentos). É fundamental que os elementos de ligação (chapas, parafusos, soldas, etc.) apresentem resistência mecânica compatível com o aço utilizado na estrutura. E se a intenção do projeto é deixar as estruturas aparentes, o sistema de ligação (tipo de elemento, desenho, formato, posição e quantidade) assume uma importância maior.⁽¹³⁾

7.2. Especificação técnica do aço (Composição e Propriedades)

7.2.1. Aços Laminados a Quente

As especificações dos aços Laminados a Quente com qualidade estrutural estão descritas abaixo, podendo variar um pouco dependendo do fabricante. Para aços com qualidade estrutural e também resistentes à corrosão atmosférica a composição pode mudar um pouco, sendo necessária a adição de elementos como Al e Cr. Para aços com qualidade estrutural de resistência ainda mais alta são adicionados elementos como Al, Cr, Ni e Ti.⁽²⁷⁾

Tabela IV - Especificação dos aços Laminados a Quente com qualidade estrutural

| Norma Técnica | Grau | Composição Química (% máx.) | | | | | Propriedades Mecânicas | | | | | |
|------------------|------|--------------------------------|------|-------|------|------|------------------------|----------------------|------------------------|---------------------------|----------------------|---------------------------|
| | | C | Mn | P | S | Si | LE* (MPa) mín | LR** (MPa) mín | Alongamento | | | Dobra- mento a 180° |
| | | | | | | | | | Espessura (mm) | Base de Medida (mm) | Valor mín. (%) | |
| NBR 6650 | CF21 | 0,20 | - | 0,04 | 0,04 | - | 210 | 340 | $e < 3,0$ | 50 | 22 | 1,0e |
| | | | | | | | | | $3,0 \leq e \leq 5,0$ | | 25 | |
| | CF24 | 0,25 | - | 0,04 | 0,04 | - | 240 | 370 | $e < 3,0$ | | 20 | 1,5e |
| | | | | | | | | | $3,0 \leq e \leq 5,0$ | | 23 | |
| | CF26 | 0,25 | - | 0,04 | 0,04 | - | 260 | 410 | $e < 3,0$ | | 18 | 2,0e |
| | | | | | | | | | $3,0 \leq e \leq 5,0$ | | 22 | |
| | CF28 | 0,25 | - | 0,04 | 0,04 | - | 280 | 440 | $e < 3,0$ | | 17 | 2,5e |
| | | | | | | | | | $3,0 \leq e \leq 5,0$ | | 21 | |
| | CF30 | 0,30 | - | 0,04 | 0,04 | - | 300 | 490 | $e < 3,0$ | | 16 | 3,0e |
| | | | | | | | | | $3,0 \leq e \leq 5,0$ | | 19 | |
| ASTM A36 | - | 0,25 | - | 0,04 | 0,05 | 0,40 | 250 | 400- 550 | $4,57 \leq e \leq 5,0$ | 50 | 23 | - |
| ASTM A570 | GR30 | 0,25 | 0,90 | 0,035 | 0,04 | - | 205 | 340 | $1,8 \leq e < 2,5$ | 50 | 24 | 1,0e |
| | | | | | | | | | $2,5 \leq e \leq 5,0$ | | 25 | |
| | GR33 | 0,25 | 0,90 | 0,035 | 0,04 | - | 230 | 360 | $1,8 \leq e < 2,5$ | | 22 | 1,0e |
| | | | | | | | | | $2,5 \leq e \leq 5,0$ | | 23 | |
| | GR36 | 0,25 | 0,90 | 0,035 | 0,04 | - | 250 | 365 | $1,8 \leq e < 2,5$ | | 21 | 1,5e |
| | | | | | | | | | $2,5 \leq e \leq 5,0$ | | 22 | |
| | GR40 | 0,25 | 0,90 | 0,035 | 0,04 | - | 275 | 380 | $2,0 \leq e < 2,5$ | | 20 | 2,0e |
| | | | | | | | | | $2,5 \leq e \leq 5,0$ | | 21 | |
| | GR45 | 0,25 | 1,35 | 0,035 | 0,04 | - | 310 | 415 | $2,0 \leq e < 2,5$ | | 18 | 2,0e |
| | | | | | | | | | $2,5 \leq e \leq 5,0$ | | 19 | |
| | GR50 | 0,25 | 1,35 | 0,035 | 0,04 | - | 345 | 450 | $2,5 \leq e \leq 5,0$ | | 17 | 2,5e |

Fonte: CSN ⁽²⁷⁾

Notas: * LE – Limite de Escoamento

** LR – Limite de Resistência

Nas normas ASTM A36 e A570, quando especificado cobre, 0,20% mínimo.

7.2.2. Chapas Grossas

Tabela V - Especificação de Chapas Grossas com qualidade estrutural

| Norma Técnica | Grau | Composição Química (% máx.) | | | | | Propriedades Mecânicas | | | | | |
|---------------|-------|-----------------------------|------|-------|------|------|------------------------|----------------------|-------------|-----|----|---------------------------|
| | | C | Mn | P | S | Si | LE* (MPa) mín | LR** (MPa) mín | Alongamento | | | Dobra- mento a 180° |
| NBR 6648 | CG 21 | 0,20 | 1,00 | 0,04 | 0,05 | - | 205 | 340 | 5,0<e≤12,7 | 200 | 23 | 1,0e |
| | CG 24 | 0,25 | 1,20 | 0,04 | 0,05 | - | 235 | 380 | | | 21 | 1,5e |
| | CG 26 | 0,25 | 1,20 | 0,04 | 0,05 | - | 255 | 410 | | | 20 | 2,0e |
| | CG 28 | 0,20 | 1,50 | 0,04 | 0,05 | 0,50 | 275 | 440 | | | 19 | 2,5e |
| ASTM A36 | - | 0,25 | - | 0,04 | 0,05 | 0,40 | 250 | 400- 550 | 5,0<e≤12,7 | 200 | 23 | - |
| ASTM A283 | GR A | 0,14 | 0,90 | 0,035 | 0,04 | 0,40 | 165 | 310- 415 | 5,0<e≤12,7 | 200 | 27 | - |
| | GR B | 0,17 | 0,90 | 0,035 | 0,04 | 0,40 | 185 | 345- 450 | | | 25 | |
| | GR C | 0,24 | 0,90 | 0,035 | 0,04 | 0,40 | 205 | 380- 515 | | | 22 | |
| | GR D | 0,27 | 0,90 | 0,035 | 0,04 | 0,40 | 230 | 415- 550 | | | 20 | |
| ASTM A570 | GR 30 | 0,25 | 0,90 | 0,035 | 0,04 | - | 205 | 340 | 5,0<e<6,0 | 200 | 19 | 1,0e |
| | GR 33 | 0,25 | 0,90 | 0,035 | 0,04 | - | 230 | 360 | | | 18 | 1,0e |
| | GR 36 | 0,25 | 0,90 | 0,035 | 0,04 | - | 250 | 365 | | | 17 | 1,5e |
| | GR 40 | 0,25 | 0,90 | 0,035 | 0,04 | - | 275 | 380 | | | 16 | 2,0e |
| | GR 45 | 0,25 | 1,35 | 0,035 | 0,04 | - | 310 | 415 | | | 14 | 2,0e |
| | GR 50 | 0,25 | 1,35 | 0,035 | 0,04 | - | 345 | 450 | | | 12 | 2,5e |

Fonte: CSN ⁽²⁷⁾

Notas: * LE – Limite de Escoamento

** LR – Limite de Resistência

Nas normas ASTM A36, A283 e A570, quando especificado cobre, 0,20% mínimo.

7.2.3. Aços Laminados a Frio

Tabela VI - Especificação dos aços Laminados a Frio com qualidade estrutural⁽²⁸⁾

| Norma Técnica | Grau | Composição Química (% máx.) | | | | Propriedades Mecânicas | | | | | |
|---------------|----------------|-----------------------------|------|-------|-------|------------------------|-----------------|----------------|---------------------|----------------|-------------------|
| | | C | Mn | P | S | LE* (MPa) mín. | LR** (MPa) mín. | Alongamento | | | Dureza máx. (HRB) |
| | | | | | | | | Espessura (mm) | Base de Medida (mm) | Valor mín. (%) | |
| NBR 6649 | CF 21 | 0,20 | - | 0,04 | 0,04 | 210 | 340 | - | 50 | 24 | - |
| | CF 24 | 0,20 | - | 0,04 | 0,04 | 240 | 370 | - | | 22 | - |
| ASTM A611 | A - Tipo 1 | 0,20 | 0,60 | 0,035 | 0,035 | 170 | 290 | - | 50 | 26 | - |
| | B - Tipo 1 | 0,20 | 0,60 | 0,035 | 0,035 | 205 | 310 | - | | 24 | - |
| | C - Tipo 1 | 0,20 | 0,60 | 0,035 | 0,035 | 230 | 330 | - | | 22 | - |
| | C - Tipo 2 *** | 0,15 | 0,60 | 0,200 | 0,035 | 230 | 330 | - | | 22 | - |

Fonte: CSN⁽²⁸⁾

Notas: * LE – Limite de Escoamento

** LR – Limite de Resistência

*** Sob consulta

7.2.4. Aços Zincados por Imersão a Quente

Tabela VII - Especificação dos aços Zincados por Imersão a Quente com qualidade estrutural⁽²⁹⁾

| Norma Técnica | Grau | Composição Química (% máx.) | | | Propriedades Mecânicas | | | | |
|---------------|------------------------|-----------------------------|------|------|------------------------|-----------------|----------------|---------------------|----------------|
| | | C | P | S | LE* (MPa) mín. | LR** (MPa) mín. | Alongamento | | |
| | | | | | | | Espessura (mm) | Base de Medida (mm) | Valor mín. (%) |
| NBR 10735 | ZAR-230 | 0,20 | 0,04 | 0,04 | 230 | 310 | Qualquer | 50 | 22 |
| | ZAR-250 | 0,20 | 0,10 | 0,04 | 250 | 360 | | | 18 |
| | ZAR-280 | 0,20 | 0,10 | 0,04 | 280 | 380 | | | 16 |
| | ZAR-345 | 0,20 | 0,10 | 0,04 | 345 | 430 | | | 12 |
| | ZAR-550 | 0,20 | 0,10 | 0,04 | 550 | 570 | - | - | - |
| ASTM A-653 | SS33 (ou 230) | 0,20 | 0,04 | 0,04 | 230 | 310 | Qualquer | 50 | 20 |
| | SS37 (ou 255) | 0,20 | 0,10 | 0,04 | 255 | 360 | | | 18 |
| | SS40 (ou 275) | 0,25 | 0,10 | 0,04 | 275 | 380 | | | 16 |
| | SS50 (ou 340) Classe 1 | 0,40 | 0,20 | 0,04 | 340 | 450 | | | 12 |
| | SS50 (ou 340) Classe 2 | 0,40 | 0,20 | 0,04 | 340 | - | | | 12 |
| | SS50 (ou 340) Classe 3 | 0,50 | 0,04 | 0,04 | 340 | 480 | | | 12 |
| | SS80 (ou 550) | 0,20 | 0,04 | 0,04 | 550 | 570 | - | - | - |

Fonte: CSN⁽²⁹⁾

Notas: * LE – Limite de Escoamento

** LR – Limite de Resistência

Para o grau ZAR-550, se o valor de dureza ultrapassar 83 HRB, e para o grau SS80, se o valor de dureza for igual ou superior a 85 HRB, o ensaio de tração deve ser dispensado. NBR 10735 (ZAR-345 e ZAR-550) e ASTM A-653 (SS50 classe 1, 2 e 3 e SS80) são especificações de aços de qualidade estrutural de Alta Resistência.

8. CADEIA PRODUTIVA

8.1. Estrutura Metálica

Fazem parte da Cadeia Produtiva no Brasil os seguintes integrantes, desde a extração da matéria-prima até a comercialização do produto final ao último consumidor, agrupados da seguinte maneira:

- Matéria-Prima:
 - Usinas Siderúrgicas brasileiras
 - Importação
- Transformação:
 - Centros de Serviço
 - Fabricantes de Perfis
- Comercialização:
 - Construtoras
 - Empresas Fabricantes de Perfis
 - Empresas de Gesso Acartonado

O processo produtivo como um todo é devidamente integrado, desde o fornecedor de matéria-prima, transporte, vendas, planejamento dos materiais, suprimentos, planejamento da produção, manufatura, armazenagem e comercialização do perfil, irá proporcionar um melhor atendimento à enorme demanda deste sistema construtivo. Mas devido a inúmeras falhas nesta cadeia no Brasil, ainda não é possível atender com segurança toda essa demanda.

Só recentemente as empresas fabricantes têm investido em novos equipamentos para a produção dos perfis, conhecendo melhor esse mercado promissor e os produtos empregados.

A falta de divulgação do sistema construtivo e de estratégia de abordagem e atuação junto ao mercado prejudicam a comercialização do produto, já que pouco se sabe a respeito desse sistema construtivo e suas vantagens, além de concorrer com sistemas construtivos tradicionais, que já fazem parte da “cultura” de construção no país.

Outro fator que também dificulta o processo produtivo é a ausência de representatividade deste sistema construtivo nos sindicatos da área, dificultando também o financiamento destas construções. É necessária a incorporação de grupos ligados à construção civil com poder e recursos financeiros compatíveis com as características e necessidades do mercado.

A divulgação e comercialização indireta ocorre através dos fabricantes de gesso acartonado, com forte influência das empresas multinacionais; contudo, para estas empresas ainda falta maior conhecimento do sistema construtivo “Steel Frame”.

Existe uma grande diversidade de empresas fabricantes de perfis médio e leves, que ainda não participam efetivamente do processo produtivo por falta de conhecimento do sistema industrializado e de como interagir com o mercado da construção civil. Estes fabricantes estão voltados à fabricação de componentes específicos, como serralheria e esquadrias.

A integração do processo produtivo busca a garantia da qualidade do produto final em termos de requisitos do cliente e especificações com as normas técnicas. Uma vez que sua ausência reduz a qualidade e encarece o preço dos produtos, a melhor integração da cadeia produtiva faz-se necessária para o aumento da competitividade do sistema de construção metálica na indústria da construção brasileira. Ainda mais com o grande potencial de negócios previstos para este sistema construtivo.⁽³⁰⁾

8.2. Componentes da Cadeia Produtiva

Complementarmente à Cadeia Produtiva, existe um conjunto de empresas, órgãos e associações que auxiliam este sistema construtivo para torná-lo viável. Alguns são destacados abaixo.

O que efetivamente ocorre é que o comando do processo é extremamente dispersivo e dependente de esforços individuais dos envolvidos na cadeia produtiva.

- Empresas fabricantes de painéis de vedação, em que o principal é o gesso acartonado, produzido principalmente por empresas multinacionais, que atende muito bem o mercado deste item específico; contudo, não tem poder para comandar o processo da construção metálica.
- Associações, como ASTIC (Associação das Tecnologias Integradas da Construção), que congregam importantes provedores da cadeia produtiva;
- Empresas fabricantes de diversos componente e acessórios para os sistemas industrializados, tanto para a montagem da estrutura quanto para a fase de acabamento;
- Agentes Financeiros, como Caixa Econômica Federal, Bancos Estaduais, BNDES, etc.;

8.3. Empresas integrantes da cadeia produtiva

Alguns exemplos de empresas integrantes da cadeia produtiva da construção civil industrializada podem ser destacadas abaixo:

a) Matéria-Prima – Usinas Siderúrgicas

- CSN*
- Cosipa†
- Usiminas‡
- CST§

De acordo com dados recentes do IBS, o Brasil fabrica 29 milhões de toneladas de aço/ano. E deste total 5,4 milhões de ton/ano são destinados ao consumo da construção civil. Hoje, o Brasil tem plena capacidade para atender à demanda da construção civil: o consumo que aumentou 68% em seis anos, com média de 11% ao ano.⁽³¹⁾ Em anexo (Anexo A) segue uma tabela com estimativas da evolução do consumo aparente de aço por produto siderúrgico na construção civil.

Em vista do grande potencial de mercado, a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), maior produtora de aço no Brasil, desenvolveu um sistema de construção modular, que conta com aço beneficiado pela Cisa, empresa CSN. Segundo o engenheiro da empresa responsável pelo setor, Francisco Lima, essa é uma área que reserva grandes esperanças de crescimento. “Nosso principal concorrente não é a USIMINAS, e sim a falta de utilização da estrutura metálica no Brasil”.⁽³²⁾

A CSN é atualmente a única produtora de folhas de aço galvanizado no Brasil, e produz cerca de 800.000 ton por ano, 30% destinado à indústria da construção.

A USIMINAS, outra grande produtora de aço brasileira, inaugurou uma nova planta em Agosto de 2000, com capacidade de produzir 300.000 toneladas de folhas de aço galvanizado por ano. A indústria será primeiramente direcionada para os setores automobilístico e da construção.

* CSN – Companhia Siderúrgica Nacional

† COSIPA – Companhia Siderúrgica Paulista

‡ USIMINAS – Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S/A

§ CST – Companhia Siderúrgica de Tubarão

A CSN, CST, COSIPA, USIMINAS e AÇOMINAS são membros de um grupo chamado GSCM (Grupo de Desenvolvimento da Construção Metálica), além de serem patrocinadores do CBCA (Centro Brasileiro da Construção em Aço). Estes têm encontros regulares desenvolvendo estratégias para aumentar o uso do aço na construção.⁽³³⁾

b) Fabricantes de Perfis Leves (Tipo “Steel Frame”)

- Kofar*
- Roll-For†

Atualmente, há somente dois fabricantes de perfis leves de aço galvanizado tipo “Steel Frame” no Brasil: Kofar⁽³⁴⁾ e Roll-For. Ambas compram folhas de aço galvanizado da CSN para produzir os perfis, principalmente para estruturas “Dry-Wall”.

Prevendo uma grande demanda das estruturas de aço galvanizado no Brasil, a CSN e a Knauf (vide item seguinte) estão preparando suas subsidiárias para iniciar a produção destes produtos no Brasil, que deve resultar dos planos de expansão dentro do setor da construção de estrutura de aço.

c) Fabricantes de Perfis para “Dry-Wall” (não-estruturais)

- Knauf
- Ananda
- Eucatex
- Multiperfil

* KOFAR Produtos Metalúrgicos Ltda.

† RollFor Artefatos Metálicos Ltda.

d) Fabricantes de Perfis Médios e Pesados

- Açominas*
- Gerdau†
- Belgo-Mineira‡
- Multiaço
- Perfinco
- Centros de Serviço

A Açominas é a única da América do Sul fabricante de perfis laminados, produzidos diretamente do material proveniente do lingotamento contínuo (produzido nas siderúrgicas). Iniciou recentemente a produção, tornando mais competitivas as construções mais pesadas, como edifícios de andares múltiplos, galpões comerciais e industriais. Tem capacidade de produzir 440 mil ton/ano, mas neste primeiro ano que se inicia a produção pretendem atingir 110 mil ton/ano. A Açominas já tem até perspectivas de exportar estes perfis para América do Sul e México, bem como planos de atingir também EUA e Ásia.⁽⁹⁾

As demais empresas e centros de serviço que produzem os perfis fabricam perfis soldados ou conformados a frio.

e) Fabricantes de Gesso Acartonado

- Lafarge Gypsum
- Knauf
- Placo

* Aço Minas Gerais S/A

† GERDAU S/A

‡ Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira Grande Vitória

A divulgação e comercialização indireta dos perfis leves (“Steel Frame”) ocorre através dos fabricantes de gesso acartonado, com forte influência das empresas multinacionais listadas acima.

O comércio de gesso acartonado está estimado em 4,5 milhões de m², mercado muito pequeno se comparado aos 2,0 bilhões de m² nos EUA. Entretanto, este mercado tem crescido 50% anualmente desde 1996 e deve continuar a expandir nos próximos anos. Prevendo um estável crescimento do mercado, os principais fabricantes de gesso acartonado construíram plantas no Brasil nos últimos anos.

Estas três empresas fabricantes do gesso acartonado estão juntamente desenvolvendo um mercado praticamente inexistente até 1995. Neste ano, a primeira empresa a iniciar produção no Brasil foi a Lafarge. Em seguida, a fabricante Placo entrou no mercado em 1996 com produtos importados, iniciando a produção local em 1999. Neste mesmo ano, a companhia Knauf trouxe ao mercado produtos importados, e inaugurou uma planta de fabricação em fevereiro de 2000. Os investimentos da Knauf também incluem a construção de uma planta para produção dos perfis estruturais do sistema “Dry-Wall”.

Tabela VIII - Capacidade de produção dos fabricantes de gesso acartonado no Brasil

| FABRICANTES DO GESSO ACARTONADO | CAPACIDADE DE PRODUÇÃO ANUAL |
|--|---|
| KNAUF (Alemanha) | 13,5 milhões de m ² |
| PLACO (Inglaterra) | 10,8 milhões de m ² |
| LAFARGE (França) | 4,5 milhões de m ² |

Fonte: U.S & Foreign Commercial Service and U.S. Department of State⁽³³⁾

A empresa Lafarge tem planos de construir uma segunda planta em 2003 com capacidade de produzir 10,8 milhões de m² de gesso acartonado por ano.

Placo e Lafarge têm parceria com uma associação chamada ASTIC (Associação de Tecnologias Integradas na Construção) que inclui empresas que suprem a

necessidade de produtos como portas, janelas, etc., compatíveis ao sistema “Dry-Wall”.

O estabelecimento destas três empresas européias de gesso acartonado no Brasil e seus substanciais investimentos na fabricação, comércio e treinamento indicam o potencial de crescimento que o Brasil oferece aos perfis leves de aço galvanizado usados para estrutura “Dry-Wall”⁽³³⁾.

f) Construtoras

- InPar
- Rossi
- Cyrella
- Método
- Vifran
- ABS
- Sequencia
- Pórtico
- Construtora J. Lira
- Pilar Construções e Incorporações Ltda.
- R. S. Darvix
- Gafisa

As construtoras estão no final da cadeia produtiva, realizando a comercialização deste sistema. Algumas construtoras como InPar, Rossi, Cyrella, Método e Gafisa estão usando o sistema “Dry Wall” para fechamento interno na maioria dos prédios que estão construindo. Mas o maior alvo é introduzir este sistema para as pequenas construtoras, responsáveis por cerca de 80% da construção residencial no Brasil.

Uma das pioneiras em tecnologia de casas com estruturas de aço no Brasil é a Construtora Seqüência (situada em São Paulo), uma empresa brasileira de porte médio. Esta construtora tem incentivado a produção de perfis comprando estruturas fabricadas pela Kofar.

Também a Construtora Vifran* tem construído casas em um condomínio residencial de classe média alta na vizinhança de Campinas, estado de São Paulo, e tem planos

* Vifran Comercial & Construtora Ltda.

ambiciosos de usar essa tecnologia em projetos similares por todo o país. Esta construtora tem importado estruturas metálicas da Classic Homes.

Outra construtora brasileira, a ABS*, já construiu casas no interior do estado de São Paulo com “kits” de estrutura metálica importados da Pacific Metal, mas está buscando comprar as estruturas de fabricantes locais devido às altas taxas de importação.⁽³³⁾

A construtora Pórtico está também atuando no mercado de conjuntos habitacionais em associação à Usiminas, com financiamento para comercialização através da Caixa Econômica Federal (CEF)

* ABS Empresa de Projetos e Construções Ltda.

9. PROJETOS EM AÇO DAS SIDERÚRGICAS

Embora o aço seja muito utilizado em outros países na construção metálica, a participação do Brasil ainda é bastante reduzida. Entretanto, o mercado brasileiro já começa a perceber as vantagens do uso das estruturas metálicas na construção civil e grandes oportunidades de negócios estão se abrindo nesse segmento.

A seguir são descritos alguns exemplos de sistemas de construção metálica que usinas siderúrgicas brasileiras estão desenvolvendo, alguns deles muito voltados à população de baixa renda, oferecendo a possibilidade de aquisição de casas mais baratas, porém de boa qualidade.

9.1. CSN – Casa Modular

Em vista do grande potencial de mercado, a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), maior produtora de aço no Brasil, desenvolveu um sistema de construção modular, destinada à demanda de casas de baixa renda. O sistema já foi testado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), e adquiriu certificado técnico garantido por esse Instituto. Este sistema utiliza chapas de aço galvanizado, dobradas a frio na forma de perfis estruturais, segundo os mais rigorosos padrões de qualidade. O aço é beneficiado pela Cisa, empresa CSN.

O aço galvanizado é empregado na estrutura do telhado e em paredes externas, ao invés de madeira e tijolo; paredes internas com revestimento em gesso acartonado, facilitando a instalação e manutenção das tubulações de água, esgoto e eletricidade. O revestimento externo pode ser feito tanto em vinil quanto em placas de gesso ou fibrocimento.

Os principais empreendimentos executados com o Sistema Modular de Construção CSN são postos médicos, escritórios, quiosques, conjuntos habitacionais, lanchonetes “fast-food”, escolas, chalés, além de projetos para edificações de até 5 andares, comprovando a utilização deste sistema da CSN em diversas aplicações.⁽³⁾

9.2. USIMINAS - UsiTeto

A USIMINAS desenvolveu um projeto em estrutura metálica chamado UsiTeto, voltado para população de baixa renda, que já foi aprovado pelo departamento técnico da Caixa Econômica Federal (CEF) e está apto para receber financiamentos da instituição para moradia popular em todo o país.

A aposta da USIMINAS está na adoção do sistema pelas empresas, empreiteiras ou não de obras públicas, que demandam agilidade na construção de grandes conjuntos de casas e edifícios populares. A economia vem da redução do desperdício e da demanda menor por homem/hora trabalhada. Com uma equipe de quatro homens é possível montar, em um único dia, estruturas metálicas destinadas à construção de dez casas; e uma casa pode ser inteiramente construída entre 10 e 15 dias. Já para um prédio padrão (modelo de 4 pavimentos) o tempo médio previsto para a construção é de 116 dias, menos da metade do tempo gasto pelo sistema convencional.

As casas, ao contrário dos prédios, não possuem aço aparente: a estrutura e engradamento são recobertos. Nos prédios, os espaços das paredes podem ser preenchidos tanto com alvenaria comum (processo construtivo semi-industrializado) quanto com painéis (processo industrializado). Mas o sistema garante maior solidez e melhor acabamento. O padrão de qualidade da estrutura é garantido em fábrica e não no canteiro de obra.* As casas são modulares e flexíveis a ampliações e modificações no projeto.

Para a USIMINAS, a venda do aço para a construção civil ainda não é significativa em termos de quantidade, mas trata-se de negócio promissor. Cada unidade construída consome 550 quilos de aço, ou 10% do volume total de materiais empregados na obra. Como a siderúrgica fabrica apenas aços planos, o kit de aço para construção é produzido por fabricantes de estruturas metálicas credenciados pela USIMINAS. Mas com o aumento da demanda os perfis poderão ser fabricados

* Segundo Pedrovaldo Caram Santos, Gerente de Desenvolvimento da Usiminas

pela Usiminas-Mecânica*, empresa do grupo USIMINAS com unidade de corte, dobra e solda de chapas em Taubaté (SP)

Já foram construídos cerca de 90 edifícios, aproximadamente 1000 casas e mais de 1600 “frames” metálicos do projeto UsiTeto em várias cidades do país. O custo final da casa pode variar entre R\$ 8 mil e R\$ 10 mil, dependendo do tipo do terreno, da fundação e do acabamento.^{(35), (36), (5), (37)}

9.3. GERDAU – Casa Fácil

A GERDAU, grande fabricante de perfis de aço destinados à construção metálica, vêm desenvolvendo há algum tempo um sistema de construção rápido, econômico e de excelente qualidade, e lançou esse sistema em julho de 2001. Fornece kits de estrutura metálica para a construção de casas, oferecendo algumas sugestões de projetos. O futuro morador apenas escolhe entre os 10 tipos de projetos oferecidos, podendo depois optar por ampliação da residência. E para ficar mais simples, as casas são “montadas” a partir de uma estrutura pré-fabricada de aço laminado totalmente parafusada que dispensa mão-de-obra especializada, que pode ser montada por completo (estrutura e revestimento) em alguns poucos dias, tempo bem menor se comparado ao do sistema construtivo convencional.⁽³⁸⁾

Os itens complementares a essa estrutura de aço são materiais convencionais, como paredes de alvenaria, telhas de barro, forro de gesso e esquadrias.

As casas possuem área de 48 m² (algumas podendo ser germinadas), e a estrutura (kit inteiro) pesa 850Kg.

A GERDAU também tem planos de exportar estes kits para os países da África e América Central, onde o déficit habitacional é expressivo.^{(39), (40)}

* Usiminas Mecânica S/A

9.4. COSIPA – Casa COSIPA

A COSIPA apresenta um projeto habitacional para atender à população de baixa renda. O kit da “Casa COSIPA” de aço representa a mais nova tecnologia da siderúrgica para combater o problema do déficit habitacional brasileiro. A grande velocidade de execução, qualidade e redução de desperdício tornaram possível o custo deste “kit” bastante competitivo, cerca de R\$ 2 mil para uma casa de 36m².

A estrutura metálica é feita com o aço Cos AR COR 400E da COSIPA, que representa maior resistência à corrosão. Possui todas as ligações parafusadas e é constituída por apenas cinco tipos de perfis, o maior pesando apenas 23kg, facilitando o processo de montagem.

Depois de montada, a casa pode receber qualquer tipo de telha (cerâmica, metálica) e a alvenaria é usada apenas para a vedação, aceitando qualquer tipo de bloco (concreto, cerâmico), esquadrias, forros e pisos. O custo total da casa fica entre R\$ 7mil e R\$ 13,5 mil, dependendo da forma de construção (mutirão ou empreitada) e do tipo de acabamento.⁽⁴¹⁾

10. CUSTOS DESTE SISTEMA NO BRASIL

Na indústria da construção um fator que pesa muito na hora de decidir pelo material e sistema construtivo é o custo. Ao selecionar os materiais para um determinado produto, além da exigência de propriedades e qualidades, o preço deve ser levado em conta. E no caso da construção civil este é um fator essencial se comparado a outros produtos acabados, como pode ser visto na tabela abaixo. Deve ser mais barato ou ligeiramente mais caro, desde que apresente vantagens muito melhores e que compense os maiores gastos (manutenção mais barata, por exemplo).

Tabela IX - Custo por quilo de alguns produtos acabados⁽⁴²⁾

| PRODUTO | CUSTO |
|----------------------------|--------|
| Casas | 1 |
| Navios | 5 |
| Automóveis | 10 |
| Bicicletas | 15-25 |
| Aparelhos eletrodomésticos | 40-100 |
| Calçados esportivos | 15-60 |
| Aeronave civil | 1.000 |
| Satélites | 15.000 |

Nota: custo em unidade monetária européia (ECU)

Na seleção de materiais para a construção civil, inúmeros materiais apresentam propriedades muito interessantes, mas têm sua utilização inviabilizada pelo preço. Em compensação, na construção de satélites o preço dos materiais empregados pode ficar em segundo plano, em comparação com as exigências de propriedades e qualidades, que são os fatores que predominam dentre os critérios de seleção.⁽⁴²⁾

Para comprovar o menor custo do sistema de construção metálica é necessária uma comparação com um sistema construtivo nacional. Por isso é apresentada abaixo uma tabela comparativa de custos destes dois sistemas, considerando o sistema construtivo tradicional o que se utiliza de tijolos maciços comuns para alvenaria, por

tratar-se do material mais encontrado em todo o território brasileiro. Para uma melhor comparação também foram desconsiderados os acabamentos comuns aos dois sistemas (esquadrias, revestimentos cerâmicos, pintura decorativa, louças, metais sanitários, etc.), visando um comparativo restrito às etapas diferenciadas entre si. Também é desconsiderado sistema elétrico e hidráulico por serem os mesmos; é considerado apenas os serviços de abertura e fechamento para instalação destes sistemas. A obra considerada foi uma unidade residencial unifamiliar de 197,60 m², com dois pavimentos.⁽⁴³⁾

Tabela X - Comparativo de custos entre métodos construtivos

| ETAPA DA OBRA | TRADICIONAL | | STEEL FRAME | |
|-----------------------------------|---------------|--------|---------------|--------|
| | Valor | % | Valor | % |
| SERVIÇOS INICIAIS – PROJETOS | R\$ 1.500,00 | 2,92 | R\$ 1.500,00 | 3,15 |
| INFRA-ESTRUTURA | R\$ 3.552,30 | 6,91 | R\$ 2.983,99 | 6,27 |
| SUPER-ESTRUTURA | R\$ 9.926,27 | 19,30 | - | 0,00 |
| PAREDES E PAINÉIS | R\$ 12.024,37 | 23,37 | R\$ 31.150,45 | 65,44 |
| COBERTURA | R\$ 5.747,06 | 11,17 | R\$ 4.506,16 | 9,47 |
| IMPERMEABILIZAÇÃO | R\$ 538,56 | 1,05 | R\$ 2.131,90 | 4,48 |
| ISOLAMENTO TÉRMICO | - | 0,00 | R\$ 3.413,52 | 7,17 |
| FORRO | R\$ 3.702,86 | 7,20 | R\$ 1.914,90 | 4,02 |
| REVESTIMENTOS DE PAREDES INTERNAS | R\$ 6.276,64 | 12,20 | - | 0,00 |
| REVESTIMENTOS DE PAREDES EXTERNAS | R\$ 4.007,67 | 7,79 | - | 0,00 |
| PISOS INTERNOS | R\$ 2.873,41 | 5,59 | - | 0,00 |
| INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS | R\$ 411,04 | 0,80 | - | 0,00 |
| INSTALAÇÕES ELÉTRICAS | R\$ 882,00 | 1,71 | - | 0,00 |
| TOTAL | R\$ 51.442,18 | 100,00 | R\$ 47.600,92 | 100,00 |
| Custo por m² | R\$ 260,33 | - | R\$ 240,90 | - |

Comparativo somente entre serviços com equivalência final (sem acabamentos)

Fonte: “Estudo comparativo de custos entre métodos construtivos – Tradicional x Steel Frame”⁽⁴³⁾

11. NOVOS MERCADOS NO BRASIL ^{(44), (45)}

Vários segmentos do mercado da construção civil estão buscando novas tecnologias, fato comprovado pelo grande número de orçamentos solicitados para diversos tipos de uso, em várias regiões do país. É importante que novos projetos sejam atendidos, com o objetivo de implementar o sistema de construção metálica. Abaixo estão alguns nichos do mercado da construção:

11.1. Galpões industriais

A demanda por galpões industriais começou a crescer com a busca de imóveis para centros de distribuição, que hoje é o setor que mais consome este tipo de imóvel na região metropolitana. Entretanto, a produção desses imóveis não acompanha a necessidade das empresas. Por se tratar de um mercado que começou a crescer nos últimos dez anos, ainda são poucos os investidores que conhecem e investem em novos projetos.

11.2. Redes de “Fast Food”

Redes internacionais de “fast food” já utilizam o processo industrializado para a construção de suas lojas no país de origem. E aqui no Brasil projetos de lojas modulares começam a ser desenvolvidos para a construção de novas unidades, (McDonald’s e Habbib’s, por exemplo). Outras redes da cadeia “fast food” virão por consequência, à medida que são implementadas as primeiras unidades.

11.3. Projetos públicos

Estão sendo desenvolvidas unidades básicas de creches, clínicas de saúde e escolas públicas por interesse de prefeituras do país, que vêm nos empreendimentos “Steel Frame” racionalização, baixo custo e grande velocidade de construção, tendo grande alcance social e retorno político.

11.4. Shopping Centers

Shopping Center é outro foco de atuação desse sistema construtivo, procurando integrar os aspectos de industrialização e padronização em seus projetos. A Abrasce (Associação Brasileira de Shopping Centers) confirma a potencialidade de crescimento desse setor, que vem empregando cada vez mais o aço nas construções. Um exemplo é o Shopping Santa Cruz, construído em cima da estação de metrô de mesmo nome.⁽⁴⁶⁾

11.5. Fechamentos externos de prédios

Fechamento interno de grandes áreas comerciais e industriais já é utilizado, com paredes estruturais em “steel frame” para grandes vãos; busca-se também fechamento externo de prédios altos, como condomínios verticais, residenciais e comerciais. As paredes estruturais em “steel frame” apresentam-se como solução inovadora, como verificado em obras nos EUA onde já se adota este sistema.

11.6. Rede de hotelaria e turismo

O Brasil possui grande potencial turístico, ao mesmo tempo pouco explorado. A infra-estrutura (incluindo hotéis, pousadas, motéis) ainda é pequena, mas é crescente a procura para implantação da estrutura metálica nestes tipos de construção. Este tipo de empreendimento exige garantia de prazos curtos no cronograma de obra, aspecto que o sistema “steel frame” tem como um dos principais argumentos de venda.

11.7. Construção de 2º piso em obras já existentes

Devido à leveza das estruturas em aço outro segmento que desponta com boas possibilidades de realização é a construção de 2º piso em obras já existentes, o que não seria viável com materiais muito pesados, já que a fundação não estava preparada para isso.

11.8. Tesouras Metálicas

Também é crescente a procura por tesouras metálicas na construção de telhados (“Steel Truss”) para todo tipo de obra, em substituição às estruturas de madeira, mais pesadas e mais caras.

12. CONCLUSÃO

Diante de todas as informações que foram apresentadas neste trabalho, pode-se evidenciar um enorme campo de atuação para o aço, que já está presente em inúmeras outras áreas, devido às excelentes propriedades que apresenta.

A construção civil é hoje o mais importante setor consumidor de aço no mundo. E a expansão do consumo de aço na construção se deve aos contínuos avanços tecnológicos da siderurgia, que vem desenvolvendo produtos com a qualidade indispensável requerida por projetistas e pelas crescentes exigências do mercado.

Todos os integrantes deste segmento têm buscado esforços conjuntos no desenvolvimento e consolidação da construção em aço, prevendo que ações individuais tornariam o processo muito mais difícil ou até mesmo inviável. São as siderúrgicas, fabricantes da estrutura e de materiais complementares, construtoras e outras empresas que comercializam o sistema, além dos órgãos de financiamento, entidades e associações.

Muitos esforços já estão sendo feitos para divulgação deste sistema construtivo novo no país, mas que já é muito usado em outros países. Os diversos integrantes da cadeia produtiva da construção metálica têm se empenhado bastante para ampliação de suas atuações frente a estas novas oportunidades. Vêm enfrentando algumas dificuldades, mas estão buscando analisar as experiências e dificuldades que outros países também tiveram. Países em que agora este sistema já está largamente difundido, mas que passaram pelas mesmas etapas que o Brasil vem passando. São países como a Grã-Bretanha, EUA e Japão, que se empenharam em ampliar o uso do aço na construção, e que agora apresentam excelentes resultados, com grande participação do aço no segmento da construção.

A construção metálica pode ser vista não como um sistema restrito no país, de pequena aplicação até o momento, mas sim como um sistema com enorme potencial de uso pela frente, com grandes oportunidades em todas as áreas da construção.

É necessário que cada vez mais haja espaço para desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias, com menos barreiras e mais incentivos. O uso de novos materiais e métodos construtivos, que incorporam tecnologias redutoras de custo e maior qualidade (além de inúmeras outras vantagens), no entanto, deve vir acompanhado pelo emprego de mão-de-obra mais qualificada, que seja capaz de aplicar eficientemente as novas tecnologias disponíveis e gerar os ganhos de produtividade. Neste sentido, é fundamental que os investimentos sejam direcionados tanto para a pesquisa e aquisição de novos materiais, quanto para a qualificação da mão de obra.

Convém lembrar que o aço não vai resolver todos os problemas, mas se for levado em consideração suas qualidades e sabendo utilizá-las, com certeza serão obtidos os melhores resultados para a construção civil.

ANEXOS

Anexo A - Estimativa da evolução do consumo aparente por produto siderúrgico na construção civil

| DESCRIÇÃO | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 |
|-------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| CONSTRUÇÃO CIVIL | 3.337.331 | 4.049.153 | 4.834.473 | 4.710.042 | 4.524.114 | 4.922.355 | 5.378.696 |
| PLANOS COMUNS | 948.274 | 1.106.346 | 1.336.530 | 1.190.443 | 1.089.565 | 1.331.803 | 1.589.189 |
| PLACAS | 3.579 | 254 | 587 | 0 | 314 | 52 | 2.791 |
| BOB. E CHAPAS GROSSAS | 226.598 | 282.038 | 365.255 | 323.683 | 253.002 | 385.386 | 454.962 |
| BOB E CHAPAS FINAS A QUENTE | 292.829 | 341.539 | 392.170 | 348.081 | 304.854 | 408.806 | 510.996 |
| BOB E CHAPAS FINAS A FRIO | 163.769 | 161.217 | 178.288 | 153.867 | 187.079 | 152.355 | 267.992 |
| FOLHAS METÁLICAS | 2.246 | 7.551 | 5.480 | 3.028 | 4.365 | 4.060 | 8.298 |
| CHAPAS GALVANIZADAS | 259.253 | 313.747 | 394.751 | 361.784 | 339.951 | 381.144 | 344.130 |
| PLANOS ESPECIAIS | 8.344 | 6.875 | 7.059 | 4.861 | 5.016 | 3.513 | 8.628 |
| CHAPAS INOXIDÁVEIS | 4.101 | 3.513 | 3.673 | 3.000 | 3.473 | 3.580 | 8.628 |
| CHAPAS SILICIOSAS | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CHAPAS ALTO CARBONO E LIGADAS | 4.243 | 3.362 | 3.386 | 1.861 | 1.543 | 5 | 0 |
| LONGOS COMUNS | 2.331.638 | 2.888.292 | 3.438.232 | 3.461.660 | 3.423.709 | 3.583.929 | 3.775.954 |
| LING. BLOCOS SE TARUGOS | 98.762 | 109.853 | 216.736 | 130.724 | 95.907 | 110.739 | 123.535 |
| TRILHOS E ACESSÓRIOS | 74 | 95 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PERFIS MÉDIOS E PESADOS | 55.311 | 41.668 | 39.920 | 50.347 | 79.508 | 93.728 | 107.119 |
| PERFIS LEVES | 80.997 | 112.678 | 146.262 | 145.567 | 139.856 | 145.987 | 159.255 |
| BARRAS | 162.734 | 190.616 | 208.683 | 215.917 | 211.883 | 244.464 | 270.093 |
| VERGALHÕES | 1.424.331 | 1.860.110 | 2.172.705 | 2.199.306 | 2.191.410 | 2.090.196 | 2.236.236 |
| FIO MAQUINA | 101.936 | 111.935 | 222.224 | 248.268 | 264.188 | 299.089 | 270.226 |

| | | | | | | | | |
|----------------------------------|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| TREFILADOS | | 407.494 | 461.336 | 431.702 | 471.531 | 391.464 | 519.944 | 525.171 |
| TUBOS SEM COSTURA | | 0 | 0 | 0 | 0 | 49.494 | 79.783 | 84.319 |
| LONGOS ESPECIAIS | | 49.076 | 47.640 | 52.652 | 53.079 | 5.824 | 3.110 | 4.925 |
| LING. BLOCOS E TARUGOS | | 0 | 9 | 8 | 15 | 3.379 | 0 | 0 |
| BARRAS CONTRUÇÃO MECÂNICA | | 697 | 777 | 711 | 844 | 128 | 202 | 1.597 |
| BARRAS FERRAMENTA | | 111 | 88 | 35 | 81 | 73 | 79 | 6 |
| BARRAS INOX/VALVULA/ALTA LIGA | | 21 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| FIO MÁQUINA CONSTRUÇÃO MECÂNICA | | 6.092 | 7.798 | 8.502 | 5.559 | 2.100 | 2.479 | 1.784 |
| FIO MÁQUINA FERRAMENTA | | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| FIO MÁQUINA INOX/ÁVULA/ALTA LIGA | | 95 | 116 | 145 | 124 | 122 | 185 | 187 |
| TUBOS SEM COSTURA | | 42.038 | 38.845 | 43.246 | 46.682 | 10 | 130 | 1.125 |
| TREFILADOS | | 23 | 3 | 2 | 12 | 13 | 34 | 226 |

Nota: Unidade: ton

De 1995 a 1998 – série tradicional (planos e longos comuns e especiais)

De 1999 a 2001 – série nova (planos e longos carbono e ligados/especiais)

Fonte: IBS

Anexo B - Participação no mercado 'EUA' por tipo de estrutura⁽⁴⁷⁾

| PARTICIPAÇÃO NO MERCADO 'EUA' POR TIPO DE ESTRUTURA RELATADAS EM PÉS QUADRADOS (EM MILHARES DE PÉS QUADRADOS) | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|
| | 1996 | | 1997 | | 1998 | | 1999 | | 2000 | | 2001 | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Tipo de Projeto | P.Q. | % Total | P.Q. | % Total | P.Q. | % Total | P.Q. | % Total | P.Q. | % Total | P.Q. | % Total |
| Aço | 602,139 | 46 | 696,592 | 45 | 758,745 | 48 | 773,900 | 48 | 805,555 | 48 | 737,904 | 48 |
| Outros | 104,097 | 8 | 141,816 | 9 | 192,123 | 9 | 188,668 | 8 | 154,978 | 7 | 123,047 | 6 |
| Tipos | | | | | | | | | | | | |
| Pré-fabricado | 106,570 | 8 | 98,888 | 6 | 109,519 | 6 | 113,184 | 6 | 95,814 | 5 | 86,489 | 5 |
| Super Estrutura | 243,717 | 19 | 285,389 | 18 | 312,476 | 12 | 329,654 | 12 | 352,369 | 13 | 312,128 | 12 |
| Madeira | 78,637 | 6 | 98,254 | 6 | 108,742 | 6 | 127,012 | 7 | 125,442 | 6 | 124,647 | 7 |
| Concreto | 168,054 | 13 | 222,848 | 14 | 336,237 | 19 | 360,999 | 19 | 421,700 | 21 | 387,389 | 22 |
| | | | | | | | | | | | | |
| Fonte: American Institute of Steel Construction (AISC) | | | | | | | | | | | | |

Anexo C – Comparativo para as diferentes modalidades de financiamentos

| | C.E.F. | CONSÓRCIO | COOP. | FINANCIAMENTO |
|--------------------|--|---|---|---|
| Forma de Liberação | Sorteio, após poupança vinculada. | Sorteio ou lance. | Vinculado ao término da obra. Sorteio. | Vinculado aprovação. Aproximadamente 2 meses. |
| Valor Financiado | 100% | 100% | 100% | De 40% a 60% |
| Tipo de Imóvel | Somente residenciais, deve estar localizado na cidade onde o mutuário reside. Não serve para imóveis de lazer. | Somente residências. | Imóvel pré determinado. Localidade pré determinada. | Imóveis residenciais com no máximo 20 anos de uso. Somente em localidades de atuação do banco. |
| Prazo de Liberação | Mínimo 13 meses. | Até 100 meses. | Mínimo 60 meses. | Sujeito à aprovação de crédito. |
| Prazo de Quitação | De 10 a 25 anos. | 8 anos. | Sem prazo determinado. | 8 anos. |
| Garantias Exigidas | Comprovação de renda apresentação de avalistas, nenhuma restrição no serviço de proteção ao crédito (imóvel não fica no nome do proprietário). | Comprovação de renda de 5 a 8 vezes o valor da parcela, apresentação de avalistas, nenhuma restrição no serviço de proteção ao crédito. | Comprovação de renda de 5 a 8 vezes o valor da parcela, apresentação de avalistas, nenhuma restrição no serviço de proteção ao crédito. | Comprovação de renda de 5 a 8 vezes o valor da parcela, apresentação de avalistas, nenhuma restrição no serviço de proteção ao crédito. |
| Correção | T.R. mensal | Cub, I.G.P.M. ou Sinduscon mensal. | Através da correção salarial da classe a qual a cooperativa for vinculada. | Variação Cambial mensal. |
| Custo Final * | Imóvel de R\$ 20.000,00 custará R\$ 65.000,00 aproximadamente, juros de 12% ao ano mais T.R. | Imóvel de R\$ 20.000,00 custará R\$ 30.000,00 aproximadamente, taxa administrativa de até 35%. | Não existe previsão do custo final. | Imóvel de R\$ 20.000,00 custará R\$ 65.000,00 aproximadamente, juros de 25% ao ano mais V.C. (variação cambial). |

Valores sem correção ou atualização.

LISTA DE REFERÊNCIAS

-
- ¹ BAUER, L.A.F. **Materiais de Construção**. 5.ed. Rio de Janeiro: LTC Editora - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1994. v.1, Cap.01, p.1-2.
- ² REVISTA CONSULTE ARTE & DECORAÇÃO. São Paulo: Roma Internacional Editora, n.25, 2001, anoX. Revista trimestral.
- ³ CSN: Casa Modular. [S.l.]: Companhia Siderúrgica Nacional, 2001. Catálogo Técnico.
- ⁴ Construção. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 11 jun. 2001. Construção.
- ⁵ USIMINAS: Usi-Sac. O aço na construção civil. [S.l.]: Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S/A., 2001. Catálogo Técnico.
- ⁶ CSN: Construção Civil. O aço na construção civil. [S.l.]: Companhia Siderúrgica Nacional, 2001. p.02-04. Manual Técnico.
- ⁷ COELHO, J.A.A. **Produção de Perfis de aço no Brasil – dados fornecidos pela USIMINAS**. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: <renata.cintra@poli.usp.br> em 13 nov.2002.
- ⁸ HUALLEN, A. **O mercado brasileiro da construção em aço**. São Paulo, Açominas, 11 nov.2002. /Palestra de abertura proferida por ocasião do II Congresso Internacional da Construção Metálica (II CICOM), Centro de Convenções Frei Caneca - São Paulo, 2002/
- ⁹ CONSTRUÇÃO METÁLICA. São Paulo: Associação Brasileira da Construção Metálica (ABCEM), ano 12, n.55, jul./ago. 2002. Revista bimestral.
- ¹⁰ MARTINEZ, M. **Modern Metal**. [S.l.: s.n.], Sept.99. Catálogo Informativo.

-
- ¹¹ CONSTRUÇÃO METÁLICA. São Paulo: Associação Brasileira da Construção Metálica (ABCEM), n.48, maio/jun. 2001. Revista bimestral.
- ¹² FAVERSANI JR., N. **A construção metálica no mercado brasileiro**. Trabalho apresentado a II CICOM – Congresso Internacional da Construção Metálica, Centro de Convenções Frei Caneca - São Paulo, 2002. Não publicado.
- ¹³ COSIPA: Construção Metálica. O uso do aço na Construção Civil. [S.l.]: Companhia Siderúrgica Paulista, 2001. Manual Técnico.
- ¹⁴ KOFAR Produtos Metalúrgicos Ltda. **Kofar Isobuild – Sistema Construtivo “Steel Frame”**. São Paulo, jun.2001. (Estudo Técnico, 2001).
- ¹⁵ PROGRAMA BRASILEIRO DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO HABITAT (PBQP-H). Brasil. **Programas de Qualidade na Construção Civil e Déficit Habitacional no Brasil**. Disponível em: <<http://www.pbqp-h.gov.br/>>. Acesso em: 13 de set. 2002.
- ¹⁶ HERNANDES, H. **Comparativo de custos de perfis metálicos**. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: <renatacintra@hotmail.com> em 4 nov. 2002.
- ¹⁷ KISS, P. Velhos problemas mais conhecido – Editorial. **Téchne Construção: Revista de Tecnologia e Negócios da Construção**. São Paulo: Editora Pini Ltda., n.64, p.02, jul.2002. Revista mensal.
- ¹⁸ LEAL, U. Construção Crítica – Habitação. **Téchne Construção: Revista de Tecnologia e Negócios da Construção**. São Paulo: Editora Pini Ltda., n.64, p.36-40, jul.2002. Revista mensal.
- ¹⁹ Canteiro de Projetos. **Jornal Valor Econômico**, São Paulo, 10 set.2002. Valor Especial - Construção Civil, p.F1-F2.

-
- ²⁰ BOCCHILE, C. Quando vale a pena usar aço. **Téchne Construção: Revista de Tecnologia e Negócios da Construção**. São Paulo: Editora Pini Ltda., n.66, p.29-33, set. 2002. Revista mensal.
- ²¹ DIAS, L.A.M. **Estruturas de Aço – Conceitos, Técnicas e Linguagem**. São Paulo: Zigurate Editora, 2000. Cap.01, p.15-23: O aço.
- ²² USIMINAS: Laminados a Quente. Hot Rolled Products. [s.l.]: Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S/A., 2001. Manual Técnico.
- ²³ USIMINAS: Chapas Grossas. Plates. [S.l.]: Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S/A., 2001. Manual Técnico.
- ²⁴ USIMINAS: Laminados a Frio. Cold Rolled Products. [S.l.]: Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S/A., 2001. Manual Técnico.
- ²⁵ USIMINAS: UsiGal. Aço galvanizado por imersão a quente. [S.l.]: Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S/A., 2001. Manual Técnico.
- ²⁶ DIAS, L.A.M. **Estruturas de Aço – Conceitos, Técnicas e Linguagem**. São Paulo: Zigurate Editora, 2000. Cap.5, p.75-79: Perfis.
- ²⁷ CSN: Construção Civil. Laminados a Quente. [S.l.]: Companhia Siderúrgica Nacional, 2001. p.10-11. Manual Técnico.
- ²⁸ CSN: Construção Civil. Laminados a Frio. [S.l.]: Companhia Siderúrgica Nacional, 2001. p.12. Manual Técnico.
- ²⁹ CSN: Construção Civil. Aço zincado por imersão a quente. [S.l.]: Companhia Siderúrgica Nacional, 2001. p.7. Manual Técnico.

-
- ³⁰ SINDUSCON-MG. Belo Horizonte. **Informações sobre cadeia produtiva na construção civil em geral.** Disponível em: <<http://www.sinduscon-mg.org.br/pbqp-h/cadeia.html>>. Acesso em: 07 out.2002.
- ³¹ SOCIEDADE MINEIRA DE ENGENHARIA: II Congresso Internacional da Construção Metálica (II CICOM). Belo Horizonte. **Informações de mercado da Construção Metálica.** Disponível em: <<http://www.sme.org.br/em/cicom%20noticias.htm>>. Acesso em: 05 out.2002.
- ³² REVISTA BRASILEIRA DO AÇO. [S.l.: s.n.], ano 9, n.54, jul./ago. 2001. Revista bimestral.
- ³³ KONNO, M.; CUNHA, R.; VASCONCELOS, M. **Galvanized Steel Frames for the Construction Industry.** São Paulo: U.S. & Foreign Commercial Service and U.S. Department of State, 31 abr.2000. (Estudo Técnico: análises do setor industrial, BLD).
- ³⁴ KOFAR. Divisão Construção Civil. [S.l.]: Kofar Produtos Metalúrgicos Ltda., 2001. Catálogo Técnico.
- ³⁵ USIMINAS: UsiTeto. O aço aplicado em benefício da comunidade. [S.l.]: Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S/A., 2001. Catálogo Técnico.
- ³⁶ USIMINAS: UsiTeto. Solução Usiminas para Habitação Popular. [S.l.]: Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S/A., 2001. Catálogo Técnico.
- ³⁷ USIMINAS: Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S/A. Usiminas investe no mercado de construção. **Revista Construção Metálica (ABCeM)**, São Paulo, ano 12, n.55, p.23, jul./ago. 2002. Revista bimestral.
- ³⁸ CASA FÁCIL GERDAU. Um sonho de casa fácil de ser realizado. [S.l.]: Gerdau S/A, 2001. Catálogo Técnico.

-
- ³⁹ GERDAU. São Paulo. **Informações sobre empresa Gerdau.** Disponível em: <<http://www.gerdau.com.br>>. Acesso em: 01 set. 2002.
- ⁴⁰ CASA FÁCIL GERDAU. São Paulo. **Informações sobre Casa Popular Gerdau.** Disponível em: <<http://www.casafacilgerdau.com.br>>. Acesso em: 01 de set. 2002.
- ⁴¹ COSIPA: Companhia Siderúrgica Paulista. Cosipa apresenta projeto habitacional. **Revista Construção Metálica (ABCEM)**, São Paulo, ano 12, n.55, p.23, jul./ago. 2002. Revista bimestral.
- ⁴² PADILHA, A.F. **Materiais de Engenharia: Microestrutura e Propriedades.** São Paulo: Hemus Editora Ltda., 1997. Cap.1, p.24: Os materiais de engenharia.
- ⁴³ KOFAR Produtos Metalúrgicos Ltda. - Divisão de Construção Civil. **Estudo Comparativo de custos entre métodos construtivos: Tradicional (Tijolo Maciço) x Steel Frame.** São Paulo, jun.2001. (Estudo Técnico, 2001).
- ⁴⁴ **Jornal Gazeta Mercantil**, São Paulo, 21 jun. 2001. Construção Civil
- ⁴⁵ HERNANDES, H. **Novos mercados para a construção metálica no Brasil.** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: <cintra_renata@hotmail.com> em jun. 2001.
- ⁴⁶ STEWART, P. Mercado de shopping centers está em ascensão. Entrevista à Construção Metálica. **Revista Construção Metálica (ABCEM)**, São Paulo, ano 11, n.49, p.8-18, jul./ago. 2001. Revista bimestral.
- ⁴⁷ JOHNSON, A.B. **Structural Steel: The Material of Choice.** Chicago: American Institute of Steel Construction (AISC), Nov.22, 2002. (General Bulletin #2242).

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

AÇOMINAS: Perfis Laminados. **A solução para Estruturas Metálicas**. [S.l.]: Aço Minas Gerais S/A, 2001. Catálogo Técnico.

CENTRO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO EM AÇO. **Informações e Divulgação da Construção em aço**. Disponível em: <www.cbca-ibs.org.br>. Acesso em: 12 nov.2002.

CONSTRUÇÃO METÁLICA. São Paulo: Associação Brasileira de Construção Metálica (ABCEM), 1998- . Revista Bimestral.

CONSTRUÇÃO. São Paulo. **Informações sobre construção civil**. Disponível em: <<http://www.construservice.com.br>>. Acesso em: 04 de jun. 2001.

CONSTRUIR. São Paulo. **Apresenta informações sobre construção civil**. Disponível em: <<http://www.portalconstruir.com.br>>. Acesso em: 03 de jun. 2001.

CONSTRUTIVO. São Paulo. **Apresenta informações sobre construção civil**. Disponível em: <<http://www.construtivo.com>>. Acesso em: 03 de jun. 2001.

FIESP. **ConstruBusiness 1999: Habitação, Infra-Estrutura e emprego**. São Paulo: Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, 1999. Catálogo.

FIESP. **ConstruBusiness 2001: Habitação Social e Moradia para todos**. São Paulo: Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, 2001. Catálogo.

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasil. **Informações estatísticas do Brasil**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 13 de out. 2002.

IISI: International Iron and Steel Institute. [S.l.]: IISI, 1991-1998. Revista.

METÁLICA. Informações sobre empresas relacionadas à construção metálica. Disponível em: <<http://www.metalica.com.br>>. Acesso em: 10 out.2002.

METFORM: Inovação na medida certa. Perfis de aço formados a frio. [S.l.: s.n.], 2001. Catálogo Técnico.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. Indicadores e Estatísticas – Anuário Estatístico. Disponível em: <http://www.desenvolvimento.gov.br/indicadores/Outras_Estatisticas/anuarioEstatistico.html>. Acesso em: 31 ago.2002.

NASFA: North America Steel Framing Alliance. Prescriptive Method For Residential Cold-Formed Steel Framing. [S.l.: s.n.], Oct.2000. Manual Técnico.

OBRA CIVIL. São Paulo. Informações sobre obra civil. Disponível em: <<http://www.nobra.com.br>>. Acesso em: 04 de jun. 2001.

PERFIPAR. Catálogo Referencial de Perfis Leves. [S.l.: s.n.], 2000. Catálogo Técnico.

REFORMAR E CONSTRUIR. São Paulo: Editora Camelot, n.15, ago.2000. Revista Mensal.

REVISTA OESP: Construção. São Paulo: O Estado de São Paulo, n.37, fev.2001.

SERVIÇO DE BIBLIOTECAS DA ESCOLA POLITÉCNICA DA USP. São Paulo. 2001. Diretrizes para apresentação de dissertações e teses. Disponível em: <<http://www.poli.usp.br/Bibliotecas/ServicosOnLine/DIRETrev1.pdf>>. Acesso em: 14 de jun. 2002.

SINDUSCON-SP: Sindicato da Indústria da Construção. São Paulo. **Apresenta informações da indústria da construção em São Paulo.** Disponível em: <<http://www.sindusconsp.com.br>>. Acesso em: 22 de fev. 2001.

STEEL FRAME DO BRASIL. São Paulo. **Apresenta informações sobre perfis metálicos no Brasil.** Disponível em: <<http://www.steelframedobrasil.com.br>>. Acesso em: 15 de abr. 2001.

STEEL FRAMING ALLIANCE. **Apresenta informações sobre construção metálica nos Estados Unidos e Canadá.** Disponível em: <<http://www.steelframingalliance.org>>. Acesso em: 14 de mar. 2001.

STEEL PROFILE. Crows Nest: BHP Steel Limited, Mar.2000- . Revista trimestral.

TECNOBUILD: Arquitetura e Construção de alta tecnologia. Projeto Design. **Dry-Wall: Paredes “just-in-time”.** [S.l.: s.n.], 2000. p.11-12. Catálogo.

USIMINAS. Gerência de Desenvolvimento da Aplicação do Aço – DGA. **Tecnologia para pré-dimensionamento de estrutura metálica.** Minas Gerais: Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S/A., 2000. 1 CD-ROM.

USIMINAS: UsiLight. **Soluções Metálicas para sua construção.** [S.l.]: Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S/A., 2001. Catálogo Técnico.