

## *Capítulo 3*

---

### **CONSIDERAÇÕES SOBRE O AÇO**

#### **3.1 – INTRODUÇÃO**

Se faz necessário, inicialmente, algumas considerações sobre o aço, não só para apresentar suas características, mas, principalmente para expor suas vantagens na construção civil, já que a concepção estrutural no projeto aqui proposto, é composta exclusivamente de barras metálicas.

Dos itens 3.2 a 3.6, são expostas a forma de extração e obtenção, assim como a composição básica das chapas encontradas no Brasil. Os itens seguintes, 3.7 – Características das Estruturas Metálicas – e 3.8 – Principais Produtos em Aço – têm como objetivo demonstrar, de forma esquemática, a diversidade dos produtos metálicos, produzidos no país, como por exemplo: o aço de qualidades estruturais, aço carbono, aço para usos gerais, chapas de piso, etc, e onde também são descritos seus aspectos relativos ao tipo, forma, aplicação, especificação além de alguns comentários.

## **3.2 – OBTENÇÃO DO AÇO**

Pelos dados e informações apresentados no histórico sobre o aço e o ferro, foi analisado que as dificuldades na obtenção de ligas metálicas ao longo da história, deram-se basicamente sob dois aspectos: tecnologia que permitisse controle da temperatura, conseguida através dos altos fornos e dos foles hidráulicos e a substituição do carvão vegetal pelo mineral.

Atualmente, o processo empregado baseia-se na extração em jazidas naturais de minério de ferro, de carvão mineral ou de carvão vegetal, este último oriundo de reservas florestais.

### **3.2.1 – Elemento Ferro**

Encontrado na natureza, e basicamente composto de oxigênio, ferro e sílica sob forma de pedra compactada, o minério de ferro passa por um processo de redução, com o objetivo de separar-ló de outros elementos.

### **3.2.2 – Elemento Carbono**

Elemento fundamental na obtenção do aço, o carbono, é obtido a partir do carvão vegetal ou mineral, que assim como o minério de ferro, também tem que ser separado de outros elementos.

No carvão mineral é aplicado o processo de destilação, denominado coqueificação, que o isola do alcatrão, benzol, amônia, tolueno e do fenol, entre outros componentes. Resultam desse processo: carbono e cinzas, os quais são então chamados de coque.

No carvão vegetal, devido ao alto teor de carbono e baixa incidência de outros elementos, o uso é direto e sem nenhum preparo.

### **3.2.3 – Sinter**

Entre as matérias primas empregadas na obtenção do aço, temos o sinter, que não é básico. Esse produto é resultante da queima de mistura de finos de minérios de ferro, constituída basicamente de moinha de coque, finos de calcários , areia de sílica e finos do próprio sinter. A importância desse componente está condicionada com a possibilidade de um maior rendimento e qualidade do ferro, denominado ferro gusa, que se obtém diretamente do alto-forno.

## **3.3 – REDUÇÃO**

Como foi visto nos tópicos anteriores, onde registrou-se a forma pela qual são encontrados os elementos básicos para a obtenção do aço, conclui-se que do minério de ferro e coque, só interessam respectivamente: o ferro e o carbono.

A redução ocorre em um alto-forno, no qual são introduzidos: minério de ferro, coque, calcário e sinter. O processo ocorre ao se injetar ar em alta temperatura, do que resulta a combustão do coque e o carbono em parte queimado pelo oxigênio do ar. Forma-se assim o monóxido de carbono que, passando pelo minério de ferro, “rouba” oxigênio e transforma-se em dióxido de carbono, liberando o ferro.

Por último, ocorre a separação entre o ferro em estado líquido e a escória, constituída por uma mistura de silício, calcário além de outros elementos, da qual resulta um ferro denominado ferro gusa, que contém impurezas, e que, sendo refinado posteriormente, resultará em aço.

## **3.4 – REFINO**

O refino ocorre em um setor da siderúrgica chamado aciaria, que trata o ferro gusa em um forno especial para remover o silício e outros elementos indesejáveis, através de aditivos que incorpora e que é conjuntamente eliminado nas escórias ou sob forma de gases, além de provocar a diminuição do carbono.

Após os processos descritos, o aço, ainda líquido, sofre variações na sua composição química. Dependendo de qual o emprego lhe que será dado, são adicionados vários outros elementos. É então, vazado em lingoteiras ou nos fornos e poços de laminação, solidificando-se lentamente. Podem ocorrer também transformações mecânicas e, portanto, esta é a última fase para obtenção do aço, conseguido através de laminação ou forjamento.

### **3.5 – LAMINAÇÃO**

O processo de laminação subdivide-se basicamente em laminação a quente e laminação a frio.

No processo de laminação a quente os lingotes entram primeiramente em um laminador, denominado desbastador, afim de tornar os lingotes menos bastos. Logo em seguida, entram em um forno de reaquecimento para então passarem por outro laminador, denominado de reversível. Finalmente, as chapas entram no laminador contínuo de acabamento a quente, tomando, após esse processo, a forma de bobinas, para posteriormente serem cortadas através da tesoura e guardadas na forma de chapas finas. Essas chapas são empregadas para confecção de perfis soldados, ligações, emendas e bases de colunas.

Na laminação a frio, empregada principalmente em chapas finas, sob forma de bobinas, o processo se inicia com seu desenrolamento a quente, através de uma linha de decapagem, para novamente serem rebobinadas. A bobina decapada passa então em um laminador contínuo de acabamento a frio, para em seguida entrar em um forno de recozimento. Na última fase do processo as chapas passam por um linha de encruamento e finalmente são cortadas através de uma tesoura. Nesse processo de laminação são empregadas chapas geralmente com espessura inferior a 3 mm.

Na Figura 3.1, tem-se uma idéia clara das fases da laminação de diversos componentes metálicos, nos quais pode-se observar a evolução, passo a passo, na obtenção das seções de perfis.

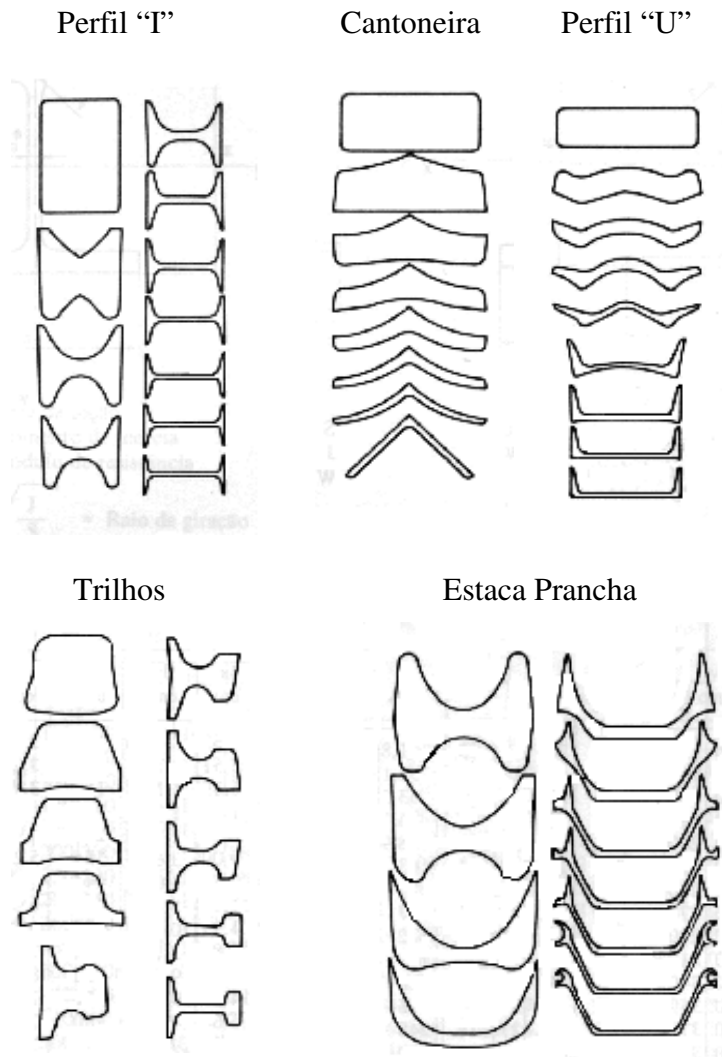


Figura 3.1 – Fases da Laminação (AÇOMINAS, vol. I, pp. 29, 1982).

### 3.6 – COMPOSIÇÃO QUÍMICA BÁSICA DAS CHAPAS

Composto quase que exclusivamente de ferro, em uma proporção de 98% e com pequenas quantidades de carbono, silício, enxofre, fósforo, manganês, etc., o aço, é um dos

materiais que melhor relação oferece entre esbeltez e resistência, um dos motivos pelo qual foi escolhido para este trabalho. Entre os materiais que compõem a liga de aço, o que tem maior influência sobre suas propriedades é o carbono, responsável pela alta resistência mecânica e ductilidade (capacidade de deformação antes da ruptura).

Os aços utilizados na construção civil são divididos basicamente em dois grupos: aço carbono e aço de baixa liga.

### **3.6.1 – Aço Carbono**

O aço carbono é o tipo mais empregado na construção civil. Como o próprio nome indica, é através da adoção de carbono e, em menor quantidade, também de manganês, que se consegue aumentar a resistência em relação ao ferro puro. Na prática, o teor empregado de carbono não ultrapassa 0,45%, pois acima desse padrão ocorre um decréscimo da soldabilidade e o material torna-se quebradiço.

### **3.6.2 – Aço De Baixa Liga**

O aço de baixa liga é o aço carbono, acrescido dos chamados elementos de liga, em pequenas quantidades, como por exemplo: nióbio, cobre, manganês, silício, etc. Esses elementos permitem baixos teores de carbono, na ordem de 0,20%, sem contudo se alterar a soldabilidade, e o mais importante, obtém-se assim altas resistências nas ligas de aço.

Outra preocupação ao se fabricar chapas metálicas, incide na resistência à corrosão, ou seja, com pequenas variações químicas, acrescentado-se componentes como vanádio, cromo, cobre, níquel e alumínio conseguem-se obter os chamados aços de baixa liga, com alta resistência mecânica e resistente à corrosão atmosférica.

### **3.7 – CARACTERÍSTICAS DAS ESTRUTURAS METÁLICAS**

O aço na construção civil possui as seguintes características mecânicas:

#### **3.7.1 – Resistência**

O aço possui alta resistência a tensões (tração, compressão, flexão, etc.) se comparado à madeira ou concreto. Isso significa que os elementos de uma estrutura em aço (pilares, vigas, etc.) suportam grandes esforços com perfis delgados, ou seja, com áreas de seções pequenas se comparadas ao comprimento da peça. Isto é possível graças à sua alta densidade,  $7.850 \text{ kg/m}^3$ , que possibilita um menor volume estrutural.

Essa elevada resistência mecânica, conseguida em relação ao seu peso específico, permite ao projetista buscar estruturas mais leves, não só através do material, mas também em relação à geometria, ou seja, o aço permite conformá-lo de modo que as forças que agem nas barras tenham uma melhor distribuição.

#### **3.7.2 – Comportamento Estrutural**

Os elementos em aço oferecem grande segurança, pois seu comportamento estrutural, representado pela elasticidade, ruptura e limite de escoamento, são bem definidos. Esse comportamento se dá pelo fato do material se apresentar único, uma vez que na maioria das estruturas metálicas, dificilmente atuarão outros materiais.

A maior resistência do aço permite a realização de um projeto mais leve, com bom alinhamento na construção, pois os elementos estruturais chegam à obra já nas dimensões exatas, e desse modo se reduzem os excessos de correções, com revestimentos e reboco.

### **3.7.3 – Construção**

Os elementos em aço são produzidos nas fábricas de forma seriada, restando apenas sua montagem, diminuindo-se assim bastante o tempo da obra. A dispensa de escoramento e a realização rápida de várias lajes, pois montam-se rapidamente os pavimentos a partir do momento da entrega dos elementos estruturais no local da obra, pode-se construir em ambiente limpo, reduzindo-se o acúmulo de entulhos dentro e fora do canteiro.

### **3.7.4 – Manutenção**

Devido à produção padronizada e dimensões estruturais (áreas das seções menores), torna-se mais fácil trocar ou reforçar elementos estruturais em aço, além da possibilidade de se desmontar e transportar para outro local, sem grandes perdas.

### **3.7.5 – Economia**

As estruturas metálicas, principalmente em edifícios de múltiplos andares, reduzem o custo da obra a partir das fundações. Devido ao peso menor do esqueleto estrutural são utilizadas fundações mais econômicas. Ao mesmo tempo em que são executadas as fundações, paralelamente, se fabrica o esqueleto estrutural. Com o esqueleto pronto e entregue, resta apenas sua montagem. Foram apontados nos itens anteriores, a dispensa de escoramento, assim como a redução do acúmulo de entulhos dentro e fora do canteiro além do bom alinhamento na construção, reduzindo-se excessos de correções, o que diminui o custo total da obra.

Fazendo-se uma comparação entre as espessuras empregadas no reboco de estruturas metálicas, observa-se um ganho significativo em relação as estruturas em concreto e alvenaria. O reboco empregado, nas estruturas de concreto para corrigir imperfeições, é em torno de 20 mm a 25 mm de espessura, enquanto nas obras em aço não é necessário mais do que 5 mm,



sem prejudicar a finalidade e qualidade do mesmo. Considerando-se que o revestimento pesa em torno de  $2 \text{ t/m}^3$ , verifica-se que a economia direta obtida ultrapassa a cifra de 30 t. por cada  $1.000 \text{ m}^2$  de revestimento, reduzindo assim o custo com materiais, mão de obra, transportes, deslocamentos, e armazenagem, bem como carga nas fundações, (Werneck, pp. 41, 1984).

É importante salientar que para uma economia significativa, em comparação com outros tipos de estruturas, é necessário um ordenamento rigoroso do cronograma da obra, pois o aço requer uma execução sistemática para que se possa reduzir também os encargos sociais da construção.

### **3.7.6 – Reaproveitamento**

As estruturas metálicas possibilitam o reaproveitamento após sua desmontagem ou apenas de partes que não estejam mais atuando na estrutura. Esse aspecto, de certa forma remoto, é entretanto um fator importante no uso de estruturas metálicas, pois o preço de uma demolição, varia entre 10% e 15% do valor total, que pode até ser diminuído, levando-se em consideração que o aço pode ser vendido como sucata ou reaproveitado, dependendo do caso e do estado de conservação da estrutura.

### **3.7.7 – Aumento da Área Útil**

O aumento da área útil de uma planta baixa pode ser comprovado através da Figura 3.2, na qual são comparadas as dimensões entre pilares de concreto e de aço. Dada a maior resistência da estrutura metálica, consegue-se uma redução na área das seções dos pilares. São comparados pilares dimensionados para carregamentos de 1000t pilares à esquerda, e 100t pilares à direita. No emprego de grandes estruturas, observa-se que o ganho é bem maior no pilar em aço revestido de concreto e de seção quadrada de 45 cm, representando um ganho na diminuição de sua área de quase 75%, se comparado ao pilar de concreto. Embora também ocorra uma diminuição da área da seção do pilar submetido a 100t, o índice é reduzido pela metade.

No caso específico de habitações populares, como o dimensionamento interno das casas quase sempre se mantêm nos limites de medidas mínimas, isto significa que o aço é também indicado para esse tipo de construção, já que ocorre um ganho de área na planta baixa em relação às dimensões dos pilares e vigas da estrutura.

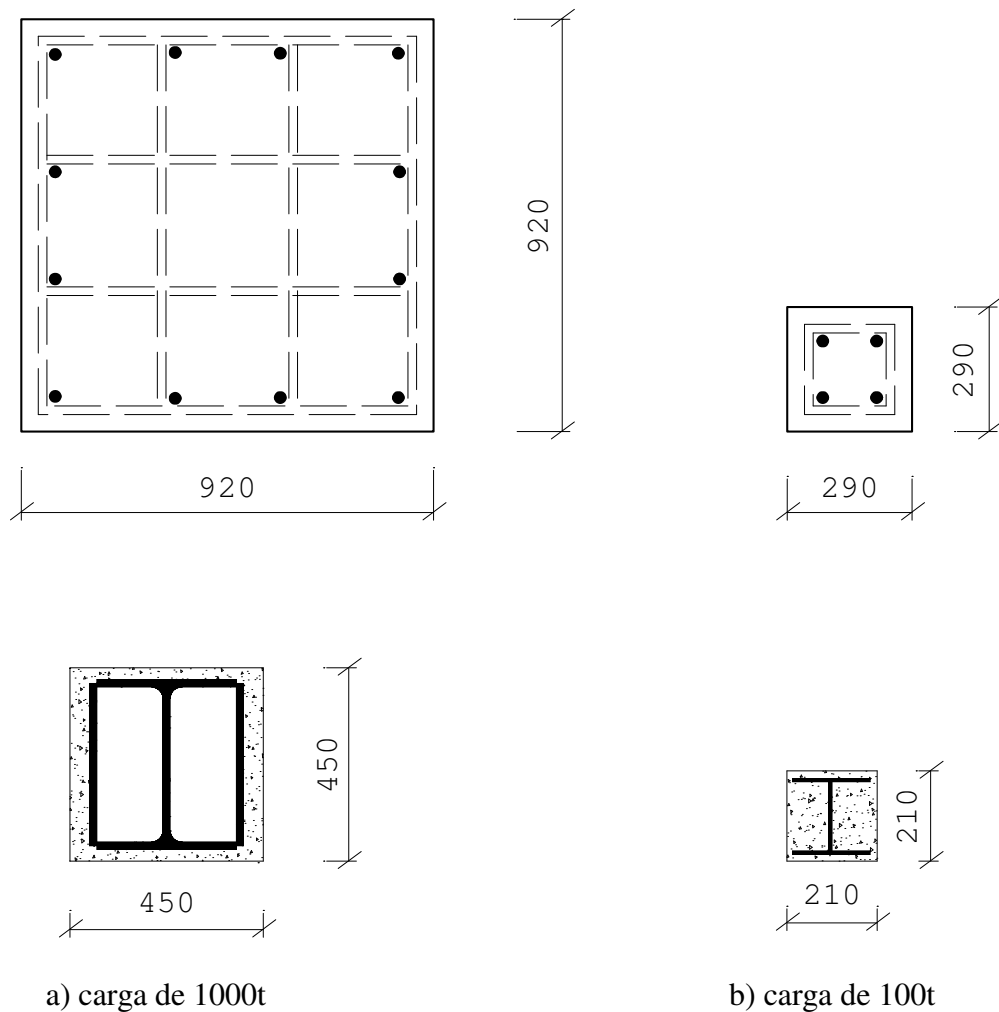


Figura 3.2 – Comparação de Dimensões de Colunas de Aço com Colunas de Concreto (AÇOMINAS, Vol. I, pp. 54, 1982).

### 3.7.8 – Resistência à Corrosão

Uma das características dos metais expostos ao ar ou oxigênio é o fato da oxidação ocorrer de forma bastante rápida nas etapas iniciais, tornando-se posteriormente mais lenta.

Essa diminuição do tempo de oxidação ocorre quando se forma uma película, resultado da própria corrosão, capaz de separar o metal do oxigênio. Caso ocorra o aparecimento de cavidades entre o metal e a película, pode-se gerar grave diminuição da sustentação, pois se o óxido não é o suficientemente plástico para assentar-se sobre o ferro serão produzidas fissuras que deixarão o oxigênio entrar, fazendo com que ocorra aumento de regiões corroídas.

Especificamente em relação à corrosão do ferro, ocorrem três capas, que correspondem, salvo algumas variações, aos três óxidos:  $\text{FeO}$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  e  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , e que variam em relação à quantidade de ferro, sendo o nível máximo nas mais profundas.

Pode-se teoricamente admitir que, ao se aumentar a espessura da capa de óxido em ligas de ferro, estas estariam mais protegidas da oxidação. Na prática, entretanto ocorre o desprendimento dessa capa por atrito, ou mais freqüentemente por flexão, quando diminui a temperatura, já que se produzem esforços desiguais devido às contrações, entre o metal e o óxido, além da fragilidade deste último, o que provoca pequenos desprendimentos em barras, quando submetidas a esforços.

Alguns elementos são adicionados ao aço como prevenção à corrosão, como por exemplo cromo, alumínio, tungstênio e silício. Quando se emprega alumínio, se utiliza também níquel, para lhe dar estrutura austenítica, como é o caso dos aços inoxidáveis.

Por último, resta acrescentar que as proteções contra corrosão, dentro dos processos de limpeza, aplicações de tintas de fundo e de acabamento, sendo feitas na fábrica, terão todas as condições de conferir uma excelente qualidade ao material. Entre os processos mais comuns, tem-se:

#### **3.7.8.1 – Pintura**

Este é o processo mais prático e usual para se proteger as superfícies metálicas, devido à sua relativa facilidade de aplicação. O aspecto mais importante dessa operação é a fase de limpeza da superfície a ser pintada, pois dela dependerá a qualidade do serviço.

Podem-se distinguir quatro categorias de tratamento: detergência, emprego de solventes, decapagem e ação mecânica, que é o método mais comum. Esse último consiste na utilização da ação abrasiva manual ou mecanizada. No caso de processos manuais são utilizados escovas, marteletes, lixas etc., e no caso dos mecanizados, raspadeiras, lixadeiras, escovas rotativas, etc.

Entre os processos mecânicos, a limpeza por jateamento constitui o procedimento mais eficiente para remoção de escamas de laminação e ferrugem, para depois então ser executada a etapa seguinte, que é a pintura.

### **3.7.8.2 – Revestimentos Metálicos**

Existem diversos processos, entre os quais: galvanização, metalização, eletrodeposição, etc. O processo mais empregado é a metalização com zinco, através da aplicação do metal fundido, por meio de pistolas.

### **3.7.8.3 – Proteção Catódica**

Este processo usa anodos, cujo potencial é inferior ao do aço, o que provoca um fluxo de corrente através de eletrólito nos metais, de tal maneira que os cátions saem do anodo para o eletrólito, ao mesmo tempo que os elétrons se dirigem do anodo para o catodo, seguindo o circuito metálico, formando-se assim uma pilha galvânica.

### 3.8 – PRINCIPAIS PRODUTOS EM AÇO PRODUZIDOS NO BRASIL

Na Tabela 3.1, são apresentados os principais tipos de aços produzidos no Brasil com o tipo, características, classe e respectivos comentários. Na tabela 3.2, expõem-se os tipos de produtos produzidos em aço no país, com sua forma, aplicação, especificação e comentários.

Tabela 3.1 – Tipos de Aços Produzidos no Brasil (Magalhães, pp. 145 e 148, 1984).

Tipo	Característica	Classe	Comentário
Aços carbono.	Diversas.	De baixo até alto carbono.	<p>São fabricados em todos os graus de desoxidação, desde aço doce até alto carbono, em forma de chapas, tiras tubos, perfis I, U, H, cantoneiras, barras, etc.</p> <p>Seguem normas tais como SAE (1006-1095), diversas classes de ABNT, ASTM, API, DIN, ABS, BV, LR, normas próprias das usinas, caracterizadas para uso em estruturas de engenharia civil, arquitetura, engenharia naval, engenharia química, engenharia mecânica, etc.</p> <p>Todas as classes deste aço são fabricadas no Brasil, inclusive produtos de grandes dimensões com tratamento térmico de normalização, têmpera de revenimento. Os aços para estrutura naval são fabricados pelas usinas homologadas pelas entidades classificadoras e os produtos são inspecionados rigorosamente e periodicamente por estas entidades. Existem também alguns outros produtos sujeitos à inspeção terceira.</p>

Tipo	Característica	Classe	Comentário
Aços micro-ligados e baixa liga.	Alta resistência com excelente soldabilidade.	50 kgf / mm <sup>2</sup> a 80 kgf / mm <sup>2</sup>	Alguns tipos desta classe são fabricados no Brasil, principalmente, em chapas e tiras de grandes dimensões. São fornecidos com baixo carbono equivalente, conforme normas próprias de empresas siderúrgicas, ABNT, ASTM, DIN, NAVAL, API, etc., como laminados ou normalizados, das quais algumas garantem até propriedades de impacto. Entre os produtos desta série, como laminados e tratados termicamente (temperados e revenidos), são fabricados no Brasil principalmente em forma de chapas e tiras de grandes dimensões. São fornecidos em baixo carbono equivalente, conforme normas próprias de empresas siderúrgicas, DIN, API, etc. Quase todos os tipos de produtos desta série têm garantia até de propriedades de impacto.
Aços micro-ligados e baixa liga.	Alta resistência soldável e resistente à corrosão atmosférica.	50 kgf / mm <sup>2</sup>	São fabricados alguns tipos desta série, em chapas e tiras de grandes dimensões e diversos tipos de perfis, vigas, cantoneiras, etc. A maioria dos produtos é fabricada pelas normas próprias desenvolvidas por empresas siderúrgicas, tais como, a série de SAC da Usiminas, NIOCOR e CORTEN da CSN, sendo outros à parte fabricados conforme a norma ASTM.
	Alta resistência soldável, com boa tenacidade a baixa temperatura.	50 kgf / mm <sup>2</sup>	São fabricados alguns tipos desta série, com garantia de tamanho de grão austenítico fino e tenacidade a temperatura relativamente baixa, principalmente, em forma de chapas grossas, tiras de grande dimensões e tubos conforme ASTM, DIN, etc.
	Média resistência para uso a altas temperaturas.	Temperado até 600°C aproximadamente	Dentre os diversos tipos de aços micro-ligados e de baixa liga, quase todos os tipos desta série são fabricados em forma de chapas grossas e tiras de grandes dimensões, tubos, alguns tipos de perfis, etc.

Tabela 3.1 (continuação)

Tipo	Forma	Aplicação	Comentários	Especificação
Aços ligados.	Diversas.	Média até alta liga.	<p>Dentre os aços média e alta liga com grande variedade de tipos de aços, alguns são fabricados no Brasil, principalmente, em duas empresas siderúrgicas integradas.</p> <p>A Mannesmann fabrica, principalmente, aços até média liga em forma de tubos sem e com costura. A Acesita fabrica maior gama de chapas finas a quente, platina barras, etc.</p>	

Tabela 3.2 – Tipos de Produtos (Magalhães, pp. 147 e 148, 1982).

--	--	--	--	--

Tipo	Forma	Aplicação	Comentários	Especificação
Qualidade Usos Gerais.	CG, BQ, CFQ, BF, CFF, CGT e BG.	Diversos.	Aços de baixo, médio e alto carbono com garantia somente de composição química. Conforme a aplicação e/ ou composição química são fabricados em diversas graus de desoxidação.	ABNT-NB 82 1006-1080 SAE 1006-1080.
Qualidade estrutural.	CG, BQ, CFQ, CGT e BG.	Pontes, locomotivas, vagões, edifícios, máquinas, equipamentos em geral, peças para automóveis ,etc.	Aços de baixo carbono com ou sem adição de cobre e com a garantia de composição química e propriedades mecânicas. São produzidos, principalmente de semi-acalmado ou acalmado e em diversas classes de propriedades mecânicas, sendo alguns aços de alta resistência de classe de 50 kgf / mm <sup>2</sup> e 60 kgf / mm <sup>2</sup> .	ABNT-E B-225, ASTM-A 36 A283, A284, A572 e A573, G-65. DIN 17, 100 e 17,135.
Qualidade estrutural soldável de alta resistência.	CG, BQ, CFG.	Estrutura geral, pontes, edifícios, navios, guindastes, vagões, vasos de pressão, implementos agrícolas, plataformas, etc.	Aços de baixo carbono, micro ligados e de baixa liga com garantia de composição química e propriedades mecânicas. A maioria dos produtos são da série de alta resistência e fabricados como aços acalmados. Nos produtos da série NTU, norma própria da Empresa, é garantida a propriedade de impacto.	AB NT- EB -326, NTU-SAR-50, 55, 60, SER-36, DIN- 17.100 . RRST. 52.3 e QST- 52.3. ASTM-A-441 e A-607, NTU SER-36. BS-4360, ASTM A572-4573-G-70.

Tabela 3.2 (continuação)

Tabela 3.2 (continuação)				



Tipo	Forma	Aplicação	Comentários	Especificação
Qualidade Estrutural Soldável de Alta Resistência Resistente à Corrosão Atmosférica.	CG, BQ, CFQ, BF, CFF.	Estrutura geral, pontes, edifícios, vagões, equipamentos para mineração, navios, automóveis, implementos agrícolas, plataformas, etc.	Aços de baixo carbono, micro ligados e de baixa liga, com garantia de composição química e propriedades mecânicas. A maioria é produzida com aço acalmado, com adição de elementos de liga em diversas combinações, de maneira a se obter boas características mecânicas, aliadas a uma maior resistência à corrosão atmosférica. Os aços dessa classe possuem boas propriedades de impacto, com baixo carbono equivalente. São geralmente da classe de 50 kgf / mm <sup>2</sup> e produzido segundo norma própria da Usiminas.	NTU SAC 41, 50.I, 50II, 50.II, ASTM -A-242, 588 e 606.

Tabela 3.2 (continuação)

Tipo	Forma	Aplicação	Comentários	Especificação
------	-------	-----------	-------------	---------------

Qualidades Tubos.	CG, BQ, CFG.	Tubulações, oleodutos, etc.	Aços de baixo carbono com ou sem micro-adição de elementos de liga, com garantia de composição química e propriedades mecânicas. Entretanto a norma API, especifica material sob a forma de tubo acabado. Considerando que as chapas sofrem alterações das propriedades mecânicas, através dos processos de conformação e soldagem efetuados pelos fabricantes de tubos, o fornecimento de produtos dessa série é feito mediante minucioso entendimento entre Usina e o consumidor. A maioria dos aços desta série é de alta resistência, com excelente soldabilidade e tenacidade.	API-5LX (até x-65).

Tabela 3.2 (continuação)

Tabela 3.2 (continuação)				
Tipo	Forma	Aplicação	Comentários	Especificação

Qualidade estrutural naval.	CG, CGT, CFQ.	Estruturas de navios.	A comercialização de aços desta série, principalmente segundo as normas das entidades classificadoras navais (Lloyd Register, American Bureau, etc.) é permitida somente nas usinas homologadas por aquelas devido ao fato de serem os navios segurados por armadores. Existem diversos tipos desta série, desde aços ao baixo carbono, até de baixa liga, sendo todos com garantia de composição química e propriedades mecânicas. Os aços de alta resistência são fabricados somente em chapas grossas (PLATE MILL).	ASTM-A-131 LRS, ABS, BV, GL. Grau A.
Qualidade caldeiras, vasos de pressão e nuclear.	CG, BQ.	Caldeiras e vasos de pressão para trabalho em temperaturas baixas, médias e elevadas.	Aços ao carbono e de baixa liga, com garantia de propriedades mecânicas e composição química. São produzidos como acalmados, com baixo carbono equivalente. A série é composta de aços até a classe 50 kgf / mm <sup>2</sup> de resistência. Entre os aços para altas temperaturas, alguns tipos garantem tamanho de grão austenítico médio e propriedades a altas temperaturas. São quase totalmente laminados em forma de chapas grossas, sendo apenas uma pequena proporção sob a forma de bobinas a quente	ASTM-A-255, A-285, A-299, A-442, A-455, A-515, A-516, DIN 17155-15Mo3, WSTE-26 e 36.

Tabela 3.2 (continuação)

Tipo	Forma	Aplicação	Comentários	Especificação

Qualidade estrutural para automóveis.	CG, BQ, CFG.	Longarinas, chassis, aros discos de rodas, etc.	Aços de baixo carbono, com ou sem micro adição de elementos de liga, com garantias de composição química e propriedades mecânicas. São produzidos desde efervescentes até acalmados. Todos os produtos são fabricados visando boa conformabilidade para confecção de peças para automóveis, mesmo na classe de alta resistência. A maioria é fornecida sob a forma de bobinas a quente e uma parte como chapas grossas.	ABNT-EB 593. NTU-RW-28, 30 e 32. RWE-28 e 30.
Qualidade chapas de piso.	CG, BQ, CFQ.	Piso.	São fabricados por laminados a quente, utilizando-se cilindros com depressões usinadas, de maneira a imprimir relevos na superfície das chapas. Essas saliências, são em forma de dentículos perpendiculares alternadamente, de modo a tornar a chapa adequada para confecção de pisos. São utilizados aços de média dureza, com o controle de carbono equivalente e silício.	NTU-USIPISO.

Tabela 3.2 (continuação)

Tabela 3.2 (continuação)				
Tipo	Forma	Aplicação	Comentários	Especificação

Qualidade recipientes transportáveis para gases liquefeitos de petróleo.	BQ, CFQ.	Botijões e recipientes para gases liquefeitos de petróleo.	Aços de Baixo carbono com garantia de composição química e propriedades mecânicas, principalmente com boas características de conformação, com garantia de razão elástica de 0,55 a 0,75 kgf / mm <sup>2</sup> .	ABNT-EB-253, NTU-BG.
Qualidade estampagem.	BQ, CFG, BF, CFF.	Peças componentes estruturas mecânicas metálicas e diversas peças que requerem estampagem.	Aços extra-doce, com garantia de composição química e propriedades mecânicas, utilizados para estampagem média, profunda e extra profunda. São produzidos em todos os graus de desoxidação. Aqueles destinados a estampagem extra-profunda são também resistentes ao envelhecimento. Nas chapas laminadas a frio, são garantidos valores de embutimento Erichsen, que representam os seus graus de conformabilidade. A maioria dos produtos desta série é destinada à indústria automobilística, eletrodoméstica e fabricantes de tambores e latas para embalagem.	ABNT-EB-295 e DIIN 1623-F1-1 NTU-EM-EP e EPA ASTM-A-619, A-621, A-622.

Tabela 3.2 (continuação)

Tipo	Forma	Aplicação	Comentários	Especificação
Qualidade Esmaltação	BF, CFF.	Aparelhos e utensílios	Aços extra-doce, com garantia de composição química e propriedades	ABNT-EB-294-QCV, EEV.

vítrea.		eletrodomésticos, peças esmaltadas em geral, e como revestimento decorativo na construção civil.	mecânicas, utilizados para estampagem média e extra profunda. São produzidos em todos os graus de desoxidação (efervescente, capeado e acalmado especial). Aqueles destinados à estampagem extra-profunda são também resistentes ao envelhecimento. Nas chapas laminadas a frio, são garantidos valores de embutimento Erichsen. Esses produtos têm também características excelentes para receber a esmaltação vítrea nos fabricantes de aparelhos eletrodomésticos.	
Qualidade eletro-magnética.	BE, CE.	Núcleo de geradores e motores elétricos.	Estas chapas são fabricadas como produtos semi-processados, que necessitam de tratamento térmico e isolamento superficial nos fabricantes de equipamentos elétricos. São fornecidos com garantia de composição química, dureza e perda no núcleo (W/kg), como aços baixo carbono com encruamento forçado, e aços de baixo e médio teor de Si, em espessuras de 0,45, 0,50 e 0,61 mm.	NTU-USICORE 300 e 360, 45/500.

Produtos atuais (legenda):

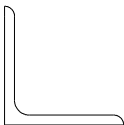
- 01. Placa - PL,
- 02. Chapas grossas - CG,
- 03. Bobinas grossas - BG,
- 04. Chapas grossas laminadas a quente - CGT,
- 05. Bobinas a quente - BQ,
- 06. Chapas finas a quente - CFQ,
- 07. Bobinas a frio - BF,

- 08. Chapas finas a frio - CFF,
- 09. Bobinas de folhas não revestidas - BNR,
- 10. Chapas de folhas não revestidas - FNR,
- 11. Bobinas de piso - BP,
- 12. Chapas de piso - CP,
- 13. Chapas elétricas - CE,
- 14. Bobina elétrica - BE.

Os tipos de produtos produzidos no Brasil, apresentados nas Tabelas 3.2 e 3.3, possuem variações entre alguns fabricantes, mas, através de seus catálogos, têm-se informações suficientes para se especificar os tipos de elementos estruturais desejados.

Apenas com intuito informativo, pois fugiria do escopo deste trabalho a apresentação de todos os componentes metálicos e suas dimensões, é exposto de forma bastante simplificada na Tabela 3.3, os principais tipos de perfis encontrados na Indústria Nacional.

Tabela 3.3 – Perfis de Seção Simples e Composta (AÇOMINAS, Vol. III, pp. 47, 1982).

Perfil		Indicação
	Cantoneiras de abas iguais.	Torres, como montante e nos treliçamentos. Treliças planas, principalmente nos treliçamentos.

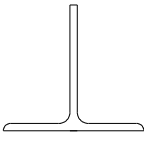
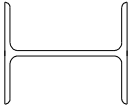
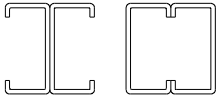

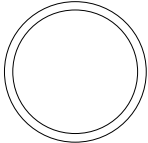
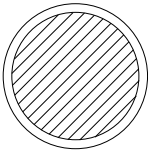
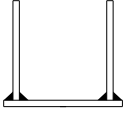
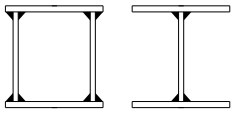
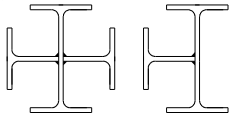
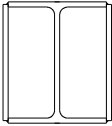
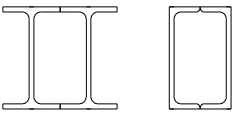
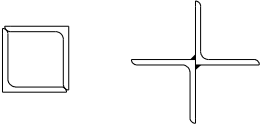
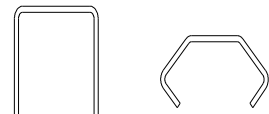
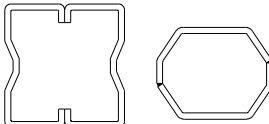
	$\frac{1}{2}$ “T”, $\frac{1}{2}$ “H” ou “T” laminados.	Cordas comprimidas de treliças.
	HPL, HPM, HPP.	Colunas, cordas e treliçamentos de treliças.
	Dois perfis “U” conformados a frio e soldados.	Colunas ou montantes em estruturas leves.
	Barra redonda.	Somente nos treliçamentos de vigas “R”.
	Tubo.	Colunas ou montantes em estruturas leves.
	Tubo cheio de concreto.	Colunas.
	Perfil composto por chapas.	Cordas de treliças. Quando as chapas são finas há perigo de flambagem local.
	Perfis compostos por chapa em caixão ou “T”.	Colunas, cordas de treliças, Nos treliçamentos em treliças de parede dupla.

Tabela 3.3 (continuação)

Tabela 3.3 (continuação)	
Perfil	Indicação
	Dois “H”, um inteiro e dois $\frac{1}{2}$ “H” ou um inteiro e um $\frac{1}{2}$ “H”.
	Colunas



	<p>“H” reforçado por chapas, formando caixão.</p>	<p>Coluna.</p>
	<p>Perfis Laminados formando caixão.</p>	<p>Colunas</p>
	<p>Cantoneiras soldadas.</p>	<p>Colunas e montantes de estruturas leves.</p>
	<p>Perfis conformados a frio.</p>	<p>Cordas e treliçamentos de treliças leves.</p>
	<p>Perfis especiais conformados a frio formando caixão.</p>	<p>Colunas e montantes de estruturas leves.</p>