

**INSTITUTO DE QUÍMICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
CAMPUS CIDADE UNIVERSITÁRIA - BUTANTÃ  
GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**

**Produção industrial de ferro e aço**

Disciplina: Química Inorgânica I: Química dos Elementos (QFL1231)

Docentes: Flávio Maron Vichi e Gianluca Camillo Azzellini

Período: Integral

Alunos:

Daniel Veloso Braga - nºUSP: 11259524

Matheus Costa Lourenço - nºUSP: 11221122

Nathan Rodrigues da Silva - nºUSP: 11220559

São Paulo

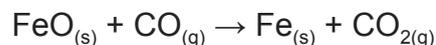
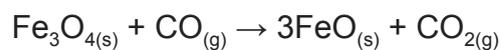
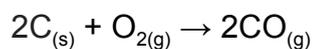
Abril/2020

## Produção de Ferro

O ferro é um dos elementos mais abundantes na crosta terrestre, sendo encontrado na forma de minério de ferro, a hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), pirita ( $\text{FeS}_2$ ), siderita ( $\text{FeCO}_3$ ) são exemplos de minérios dos quais o ferro é extraído<sup>[1]</sup>.

A hematita é principalmente usada para extrair o ferro, pois é o mais abundante, o processo demanda muita energia, já que o ponto de fusão da hematita é muito elevado, necessitando uma temperatura superior a  $1500\text{ }^\circ\text{C}$ , usa-se então o alto-forno, que chega a temperaturas de até  $1900^\circ\text{C}$ . Para diminuir a temperatura necessária para o processo ocorrer é usado  $\text{CaCO}_3$ , que também ajuda no processo de separação e reage com as impurezas<sup>[2]</sup>.

O minério e o carbonato de cálcio são adicionados ao alto-forno na presença de carbono amorfo, este tem o papel de reduzir o ferro, a partir do aquecimento desse sistema ocorrem reações que reduzem o ferro, o ferro desce para as partes mais inferiores do alto-forno onde é cada vez mais reduzido<sup>[3]</sup>.



Inicialmente o carbono reage com o oxigênio formando o monóxido de carbono, que reduz o ferro à medida que as temperaturas vão se elevando.

Porém esse metal não está 100% puro, ainda possui uma taxa de carbono que pode ser diminuída a partir de processos de purificação.

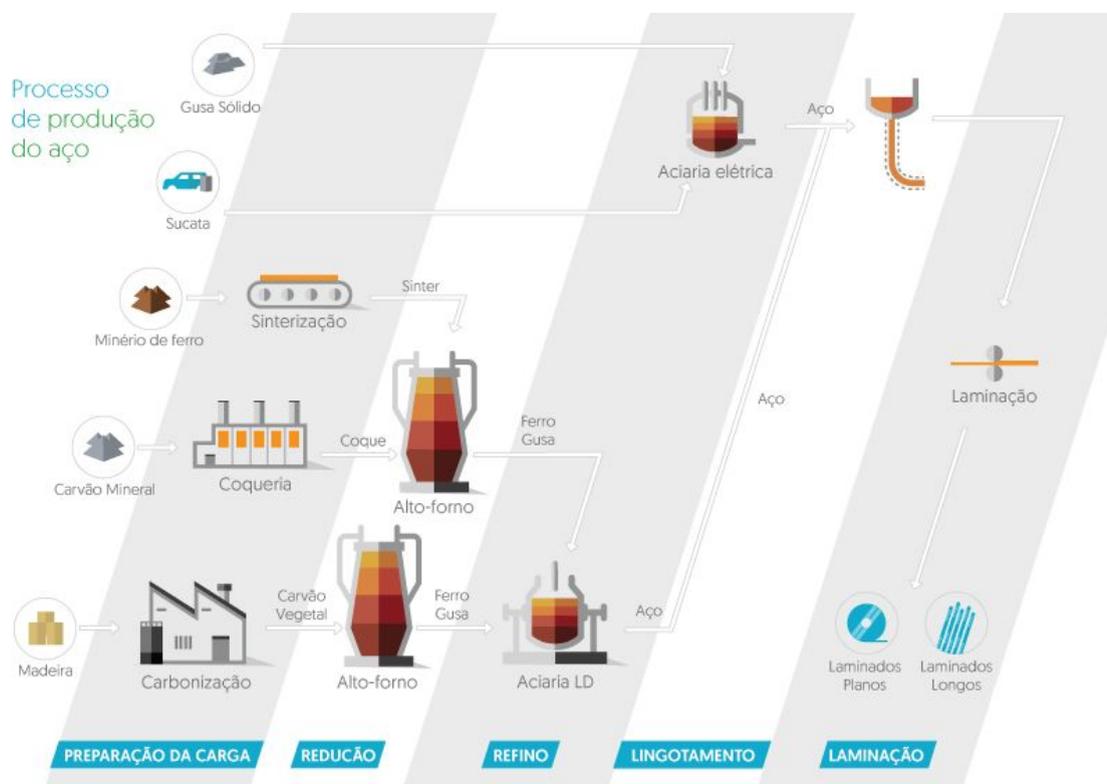
O Brasil é um grande produtor de ferro e aço, a extração do minério ocorre principalmente em carajás, no norte do Brasil, que é considerado um dos minérios com melhor qualidade no mundo<sup>[4]</sup>.

## Produção de Aço

O aço é uma liga de ferro e carbono, com cerca de 95% de ferro e variando a porcentagem de carbono e outros elementos que podem ser provenientes do minério e estar de forma indesejada, ou pela adição de outros elementos para obter um tipo específico de liga, estas variações nas porcentagens é um fator para diferenciar os tipos de aços<sup>[5]</sup>.

Dentro da metalurgia o processo de obtenção de aço é chamado de siderurgia, este processo de fabricação do aço é semelhante ao do ferro, o minério de ferro é levado até o alto-forno, com carbono e calcário, a partir do aquecimento é produzido o ferro-gusa e escória, sendo que o ferro-gusa possui cerca de 90 a 95% em ferro, 3,5 a 4,5 em carbono, e o restante são traços de elementos que são encontrados nos minérios (manganês, silício, enxofre, fósforo) e a escória é resultante das impurezas junto ao calcário<sup>[6]</sup>.

Figura 1 – fluxograma de produção do aço.



Fonte: IABr

O ferro-gusa é levado a aciaria onde ocorre um processo controlado para remoção das impurezas, é injetado oxigênio ao ferro-gusa líquido onde as impurezas são oxidadas e removidas para a escória, também ajustando o teor de carbono, após isso o aço líquido é levado ao lingotamento onde é solidificado em produtos semi acabados, como placas, blocos etc. Na laminação ocorre uma deformação para diminuir a espessura e o tamanho para serem utilizados na produção de tubos, chapas, barras, dentre outros.

O aço também pode ser produzido pela reciclagem da sucata em forno elétrico, esse processo é chamado de rota semi-integrada, e depende principalmente da disponibilidade de sucata.

### **Tipos de aço**

O aço pode ser classificado como:

Aço de alto teor de carbono, é usado em facas, ferramentas de corte e brocas. E possui de 0,61 a 2% de carbono.

Aço de médio teor de carbono, usado em pregos, trilhos e vigas, possui aproximadamente de 0,2 a 0,6% de carbono.

Aço de moderado teor de carbono, usado em pregos, cabos e ferraduras, possui cerca de 0,15 a 0,25% de carbono.

E o aço de baixo teor de carbono, com menos de 0,15% de carbono, tem baixa dureza e é usado em arames de ferro<sup>[2]</sup>..

Um tipo de aço muito famoso é o aço inoxidável, que se destaca pela sua resistência e capacidade contra corrosão. O aço inoxidável possui em sua composição cromo em cerca de 11%, o cromo cria uma fina camada de óxido de cromo ( $Cr_2O_3$ ) que evita a oxidação do ferro, a formação dessa camada protetora se dá pelo fato da oxidação do cromo em contato com o oxigênio presente no ar, a adição do cromo gera também uma resistência em relação ao calor. Para aumentar a resistência a corrosão pode-se aumentar o teor de cromo, adicionar níquel (cerca

de 8%) e a adição de nitrogênio pode aumentar a resistência contra corrosão e aumentar a resistência mecânica.

A variação no teor dos elementos também pode classificar os aços inoxidáveis. O aço inoxidável ferrítico não possuem níquel em sua composição, e um teor muito baixo de carbono, pode se tornar quebradiço em baixas temperaturas, e é utilizado em utensílios domésticos por exemplo.

O aço inoxidável martensítico é composto por cromo (10.5 a 18%) e carbono (0.2 a 1.0%), não é tão resistente contra corrosão como outros aços com a mesma porcentagem de cromo, porém apresenta uma resistência maior.

Com a presença de níquel e cromo surge a definição de aço inoxidável austenítico que possui resistência à corrosão maior que os tipos anteriores, e é facilmente soldado<sup>[7]</sup>..

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DUARTE. Helio A. **FERRO - UM ELEMENTO QUÍMICO ESTRATÉGICO QUE PERMEIA HISTÓRIA, ECONOMIA E SOCIEDADE**. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422019005001146](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422019005001146)>. Acesso em: 27 abr 2020
2. ATKINS, Peter. Et. Al. **Princípios de Química: Questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 5ª. ed. Porto Alegre, 2012. Páginas 208-209.
3. ScienceAid. **Bast Furnace**. Disponível em: <<https://scienceaid.net/chemistry/applied/blastfurnace.html>>. Acesso em: 28 abr 2020.
4. Vale. **Minério de ferro e pelotas**. Disponível em: <<http://www.vale.com/brasil/PT/business/mining/iron-ore-pellets/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 29 abr 2020.
5. Chiaverini, Vicente (1986). **Tecnologia Mecânica**. São Paulo: McGraw Hill. Páginas 115-119.

6. INSTITUTO AÇO BRASIL. **Relatório de Sustentabilidade**. 2018. Disponível em: <<http://www.acobrasil.org.br/sustentabilidade/>>. Acesso em: 28 abr 2020.
7. International stainless steel forum. **The stainless steel family**. Disponível em: <<https://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/TheStainlessSteelFamily.pdf>>. Acesso em 28 abr 2020.