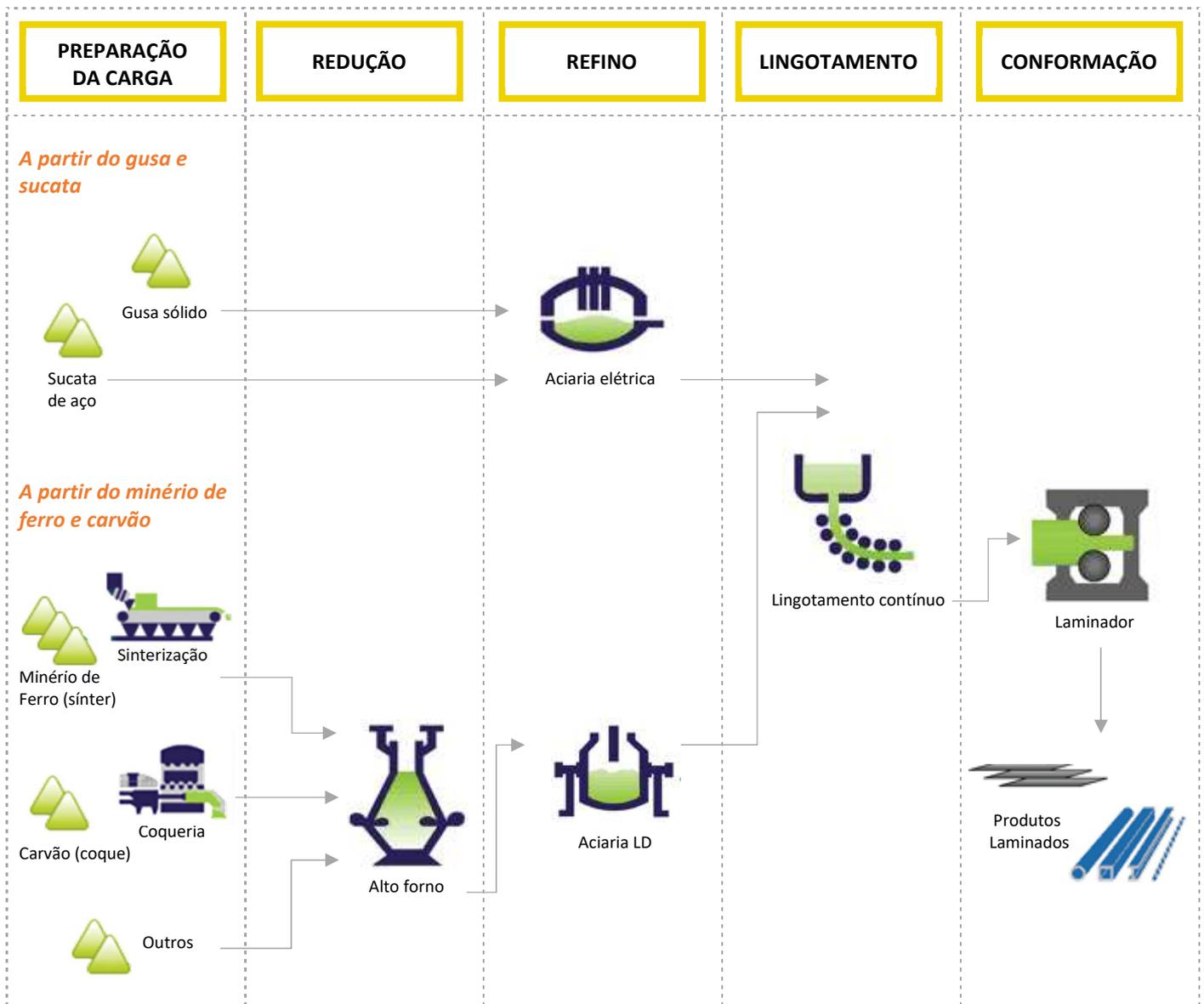


AÇO

Os aços são ligas de ferro (Fe) e carbono (C), que podem apresentar certas quantidades de concentração de elementos da liga. São obtidos de duas formas básicas: a partir do (1) gusa sólido e sucata ou (2) minério de ferro, carvão e fundente.

Fluxo simplificado da produção do aço



Fonte: Adaptado de <https://portalvirtuhab.paginas.ufsc.br/aco/>

(*). Para mais informações, ver Anexo 1.

Os aços podem ser classificados em três grupos principais e seus subgrupos.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

(*) Para mais informações, ver Anexo 2.

As diferentes composições químicas, estrutura, formas de processamento e tratamentos térmicos permitem a obtenção de propriedades diversas para os aços, estabelecidas em função da aplicação do produto, sendo esta uma de suas principais características: a versatilidade. Desta forma, as características apresentadas a seguir são apenas para referência, pois variam de acordo com o tipo de aço.

- . **Resistência a baixas temperaturas:** *Algumas variedades de aço (criogênicos) mantêm a sua resistência em temperaturas extremamente baixas, tornando-o ideal para certas aplicações industriais.*
- . **Resistência a altas temperaturas:** *Algumas variedades de aço (refratários) mantêm a sua resistência em temperaturas extremamente altas, tornando-o ideal para certas aplicações industriais.*
- . **Resistência à corrosão:** *A presença do cromo em teores elevados (acima de 11%) no aço, ao reagir com o oxigênio do ar, forma uma camada passiva de óxido de cromo na superfície do aço, protegendo-o contra corrosões (ferrugem).*
- . **Resistência mecânica:** *Dependendo da composição e do tratamento térmico, o aço pode ser muito resistente, com boa capacidade de suportar impactos. Em geral, quanto maior for o percentual de carbono em sua liga, maior será a resistência ao esforço de tração e à penetração (maior dureza).*
- . **Ponto de Fusão:** *Temperatura em que a substância passa do estado sólido para o estado líquido. Para o aço, varia de 1300°C a 1530°C.*
- . **Dúctil:** *Facilidade de deformar o material. Ao contrário da resistência, quanto menor for o percentual de carbono em sua liga, maior será a sua ductilidade.*
- . **Inerte:** *O aço inoxidável é resistente a uma ampla variedade de produtos químicos, tornando-o ideal para ambientes onde os materiais são expostos a substâncias agressivas. Além disso, impede o acúmulo de bactérias e outras impurezas, tornando-o uma opção higiênica para a indústria alimentícia e médica.*
- . **Reciclável:** *Quando um produto de aço chega ao fim da sua vida útil, ele pode ser completamente reciclado e usado para produzir novos produtos.*
- . **Densidade:** *Propriedade que relaciona a massa e o volume de um corpo. O aço é considerado pesado quando comparado ao alumínio, pois seu peso é quase três vezes maior que o do alumínio.*

Vídeo sugerido: “Fluxo de produção do aço ”

<https://www.youtube.com/watch?v=mdLwjRpZucM>

ONDE SOU USADO?

Nesta aplicação, sua principal característica é a ductilidade, pois é necessário que o aço seja deformado por meio de prensagem para criar uma forma específica.

Aço carbono baixo carbono: carroceria de automóveis



<https://acomais.com.br/o-aco-para-automoveis/>

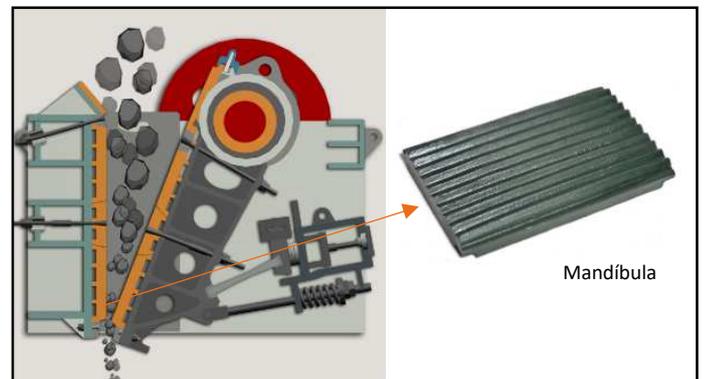
Aço baixa liga: eixos de veículos pesados



<https://automotivebusiness.com.br/pt/posts/noticias/allison-lanca-linha-de-eixos-eletricos-para-caminhoes-medios-e-pesados/>

Apresenta média resistência mecânica, é de fácil usinagem, pode ser tratado termicamente para adequação de suas propriedades mecânicas (têmpera) e conta com grande propensão a sofrer torções.

Aço ligado Hadfield: mandíbula de britador



<https://br.pinterest.com/pin/651333164842465601/>

<https://acosecoplan.com.br/peças-para-equipamentos-de-britagem/>

Resistência ao desgaste, resistência ao impacto e durabilidade.

VOCÊ SABIA?

I – É verdade que as estruturas metálicas não são duráveis em decorrência da ferrugem?

Como outros métodos construtivos, o que realmente faz a diferença na utilização do metal nas construções é a qualidade do material e adequação do projeto. Mesmo em locais com condições climáticas marcadas pela umidade, existem diferentes tipos de aço e alternativas para anular a ferrugem, como o aço galvanizado e tintas especiais

II – Rodas de aço versus rodas de liga leve, qual a melhor?

- As resistências das rodas de aço e de liga são equivalentes. Ambas passam pelos mesmos testes: choque térmico, resistência a agentes químicos, salinidade, teste de impacto, etc.

- A roda de liga leve não melhora o desempenho do carro. Achar que seu carro vai acelerar e parar muito mais rápido porque você trocou as rodas originais de aço por um belo conjunto de liga é um engano.

- Por serem fundidas, as rodas de liga leve permitem mais criatividade no visual, ou seja, são mais bonitas que as de aço que são criadas a partir de uma chapa prensada.

Rodas de liga leve



<https://quatorrodas.abril.com.br/auto-servico/mitos-e-verdades-sobre-as-rodas-de-liga-leve>

CRÉDITOS

Redação: Guilherme Cunha Rocha

Diagramação: Arthur Ferreira Borges

Revisão Ortográfica: -

Aprovação: Prof. João Bosco dos Santos

Atualização: ago/24

FONTES

ASHBY, Michael F; JONES, David R.H. Engenharia de materiais. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2007. 368 p.

ASKELAND. Donald R; PHULÉ, Pradeep P. Ciência e engenharia dos materiais. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning; 2008. 594 p.

CALLISTER, William D Jr. Ciência e engenharia de materiais: uma introdução. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC; 2008. 705 p.

CALLISTER, William D Jr. Fundamentos da ciência e engenharia de materiais. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC; 2014. 807 p.

PROVENZA, Francisco. Materiais para construções mecânica. 1. ed. São Paulo: Centro de comunicação gráfica da Escola "Protec"; 1982. 9.04 p.

http://aciarianews.blogspot.com/2012/12/convertedores-ou-conversores-ld_12.html

<http://aciarianews.blogspot.com/2012/12/forno-eletrico-arco-fea.html>

<http://acobrasil.org.br/site/>

<https://acomais.com.br/o-aco-para-automoveis/>

<https://acosecoplan.com.br/pecas-para-equipamentos-de-britagem/>

<https://automotivebusiness.com.br/pt/posts/noticias/allison-lanca-linha-de-eixos-eletricos-para-caminhoes-medios-e-pesados/>

<https://br.pinterest.com/pin/651333164842465601/>

<https://dustre.com.br/tipos-de-aco-inox/>

<https://metalthaga.com.br/artigos/como-funciona-o-processo-de-laminacao-de-aluminio/>

https://monografias.ufop.br/bitstream/35400000/3866/7/MONOGRAFIA_Simula%C3%A7%C3%A3oDistribuidorBarreira.pdf

<https://portalvirtuhab.paginas.ufsc.br/aco/>

<https://quatorrodas.abril.com.br/auto-servico/mitos-e-verdades-sobre-as-rodas-de-liga-leve>

<https://www.brazilianironore.com.br/pt/sinter-de-ferro>

<https://www.cbmm.com/pt/>

<https://www.infomet.com.br/site/acos-e-ligas.php>

<https://www.infomet.com.br/site/siderurgia-3a-processo.php>

<https://www.kaysuns.com/pt/blog/a-diferenca-entre-2205-duplex-aco-inoxidavel-e-304-316/>

<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/114453/000953409.pdf>

<https://www.youtube.com/watch?v=mdLwjRpZucM>

FLUXO SIMPLIFICADO DA PRODUÇÃO DO AÇO

PREPARAÇÃO DA CARGA

→ A PARTIR DO GUSA SÓLIDO



Gusa sólido: O ferro gusa é obtido a partir do alto-forno.



Sucata: Sucatas para uso na produção do aço são restos de objetos metálicos já utilizados e considerados inúteis, que podem ser refundidos para serem novamente utilizados. Muitas vezes as sucatas não são puramente metálicas, podendo o objeto ser, por exemplo, metálico envolto por uma proteção de polímero.

→ A PARTIR DO MINÉRIO DE FERRO E CARVÃO



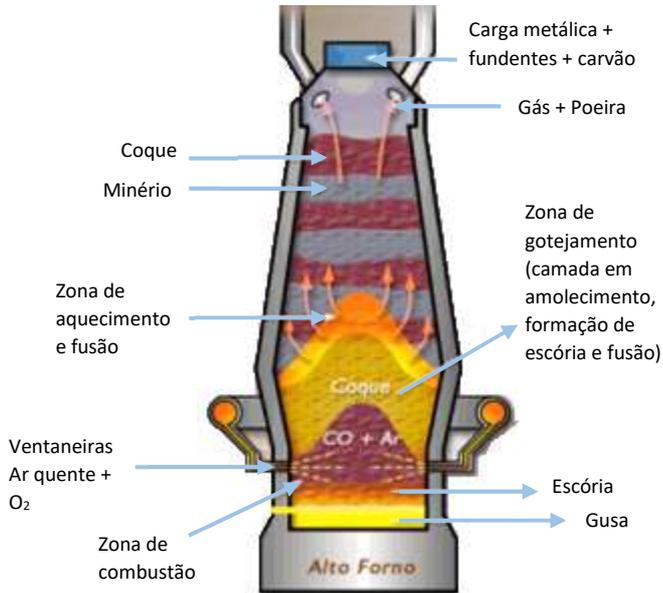
Sínter: Obtido pelo processo de sinterização que consiste na aglomeração a quente dos finos de minério de ferro (juntamente com o carvão moído, calcário e água) para que o mesmo possa ser utilizado no alto-forno.



Coque: O carvão mineral quando submetido a altas temperaturas na ausência de oxigênio, se transforma em um resíduo sólido e poroso de alta resistência mecânica e rico em carbono, denominado coque.

REDUÇÃO

Alto-forno utilizado para produção de ferro gusa

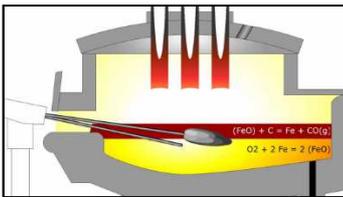


O processo químico de redução do minério de ferro a ferro metálico ocorre a partir do minério de ferro, carvão, óxido de cálcio ou óxido de magnésio e ar quente, em um equipamento denominado alto-forno, cujo produto obtido é o ferro gusa. O processo de redução refere-se basicamente à combinação do carbono proveniente do carvão com o oxigênio do minério de ferro liberando o ferro para produção do gusa.

Adaptado de <https://www.infomet.com.br/site/siderurgia-3a-processo.php>

REFINO

→ ACIARIA ELÉTRICA

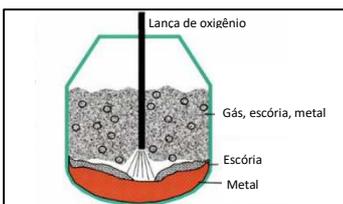


Forno elétrico a arco - Produção de aço a partir da fusão de uma carga metálica ferrosa (sucata de aço e gusa).

É um processo físico para transformar o ferro gusa sólido e sucata em aço líquido por meio da fusão da carga metálica.

<http://aciarianews.blogspot.com/2012/12/forno-eletrico-arco-fea.html>

→ ACIARIA LD



Conversor LD - Produção de aço (redução do percentual de carbono do gusa líquido por um jato de oxigênio puro).

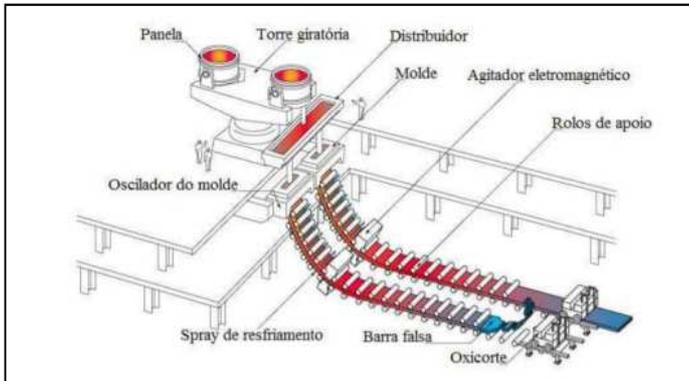
Ainda que também seja um processo químico de redução, utiliza um equipamento chamado conversor LD para refinar a liga transformando o ferro gusa obtido no alto forno em aço. Injeta-se um jato de oxigênio puro no gusa líquido propiciando a oxidação de alguns elementos do gusa que se deseja remover ou reduzir, como o carbono, silício, fósforo e enxofre.

http://aciarianews.blogspot.com/2012/12/convertedores-ou-conversores-ld_12.html

LINGOTAMENTO

→ LINGOTAMENTO CONTÍNUO

Representação esquemática do processo de lingotamento contínuo

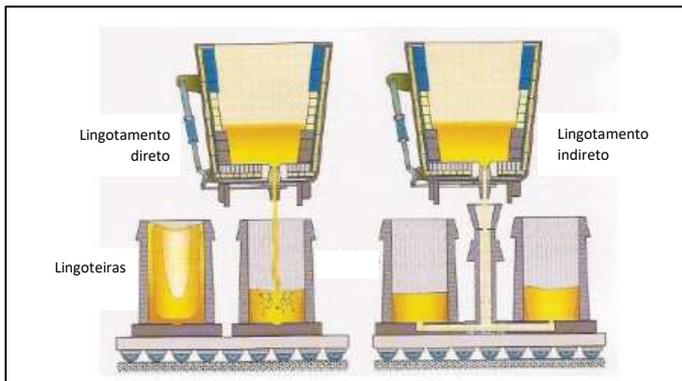


https://monografias.ufop.br/bitstream/35400000/3866/7/MONOGRAFIA_Simula%C3%A7%C3%A3oDistribuidorBarreira.pdf

Lingotamento contínuo é o processo pelo qual o metal líquido é vazado continuamente, ao invés de ser lançado em moldes distintos. A maior parte do aço líquido obtido da aciaria é lingotado em barras, para produzir blocos, lingotes e produtos semiacabados.

→ LINGOTAMENTO CONVENCIONAL

Representação esquemática do processo de lingotamento convencional direto e indireto

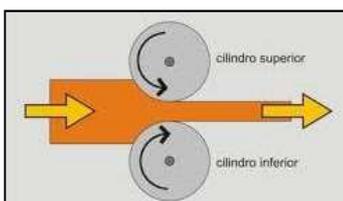


<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/114453/000953409.pdf>

Há a opção de se realizar o lingotamento pelo método convencional, onde o aço líquido é vazado em lingotes (lingoteiras) com dimensões pré-definidas.

CONFORMAÇÃO

Laminador



Existem diversas formas de conformação do material. A laminação é o processo de conformação mecânica que consiste em modificar a seção transversal de um metal pela passagem entre dois cilindros (laminação de produtos planos) ou contendo canais entalhados (laminação de produtos não planos), sendo que a distância entre os dois cilindros deve ser menor que a espessura inicial da peça metálica.

A redução ou desbaste inicial dos lingotes em blocos, tarugos ou placas é realizada normalmente por laminação a quente, em equipamentos chamados laminadores.

<https://metalthaga.com.br/artigos/com-o-funciona-o-processo-de-laminacao-de-aluminio/>

AÇO CARBONO

Constituído por Ferro - Fe, Carbono - C, Silício - Si, Manganês - Mn, Fósforo - P e enxofre - S e outros elementos residuais, em função da matéria-prima. Não há adição intencional de elementos de liga e a soma dos elementos de liga é inferior a 1% e, isoladamente, inferior a 0,3%.

AÇO BAIXA LIGA

Contém até 5% de adição de elementos de liga com o objetivo de melhorar a temperabilidade (capacidade de adquirir dureza em profundidade) do aço.

AÇO LIGADO

Contém mais de 5% de adição de elementos de liga com o objetivo de alterar as propriedades tecnológicas dos materiais, como resistência ao calor, resistência a corrosão, etc.

→ Criogênico

Aços para serviço envolvendo temperaturas até -273°C.

→ Hadfield

Aço com elevado teor de manganês (1,2% de carbono e 12% de manganês) de natureza austenítica, que apresenta elevada resistência ao desgaste.

→ Ferramenta

Aço usado na fabricação de ferramentas, sejam manuais ou matrizes de máquinas. Sua dureza, resistência à abrasão e capacidade de manter a forma em temperaturas mais altas são as principais propriedades desse material.

. Aço ferramenta trabalho a quente

Dureza, resistência à abrasão e capacidade de manter a forma em temperaturas mais altas são as principais propriedades desse material.

. Aço ferramenta trabalho a frio

Apresentam elevada dureza e resistência, tolerância dimensional precisa e melhor acabamento da superfície.

→ Refratário

Aços que sob a ação de temperaturas elevadas, apresentam capacidade de suportarem aquelas condições de serviços química e mecanicamente sem alterar suas características.

→ Inoxidável

Aço com elevado teor de cromo que confere ao mesmo elevada resistência à corrosão.

. Aço inox duplex

O aço duplex apresenta resistência plástica suficiente para a conformação, tem excelente resistência à corrosão sob tensão e tem maior capacidade de absorção de energia do que os aços inoxidáveis austeníticos em condições de carregamento dinâmico ou estático. Isso tem uma vantagem significativa ao lidar com acidentes repentinos, como colisões e explosões.

. Aço inox martensítico

É um tipo de aço inoxidável que pode ser endurecido por tratamento térmico, o que significa que ele pode atingir alta resistência mecânica e dureza. Ele também é conhecido por sua alta resistência à corrosão e capacidade de manter a dureza em altas temperaturas.

. Aço inox ferrítico

É altamente resistente à corrosão, mas não é tão resistente quimicamente quanto o aço inox austenítico. Apresenta propriedades magnéticas.

. Aço inox austenítico

Este é o tipo mais comum de aço inox, comumente usado em aplicações em que a resistência à corrosão é uma prioridade. É composto de cromo, níquel e molibdênio, o que o torna ainda mais resistente. Ele também é um aço não magnético e altamente resistente à deformação sob tensão.