

Tecnologias e Processos Industriais

Aula 1 – Introdução aos processos industriais

Objetivos

Conhecer o principal processo de obtenção do aço.

Diferenciar aço de ferro fundido através do percentual de carbono.

Diferenciar ligas metálicas ferrosas das não ferrosas.

Identificar os principais tipos de materiais para os processos de construção mecânica.

Aço

Existem muitas técnicas, processos e maneiras para se produzir os diversos elementos (peças) necessários para obtenção de uma máquina. A escolha do processo vai depender de vários fatores, entre os quais destacamos:

- O tipo de material a ser trabalhado.
- A quantidade de peças a ser produzida.
- A finalidade da peça a ser produzida.
- As dimensões da peça.
- A precisão requerida.
- A qualidade desejada.
- O custo de produção.

Com relação aos diversos processos de fabricação de componentes de máquinas, podemos dividi-los nos seguintes grupos:

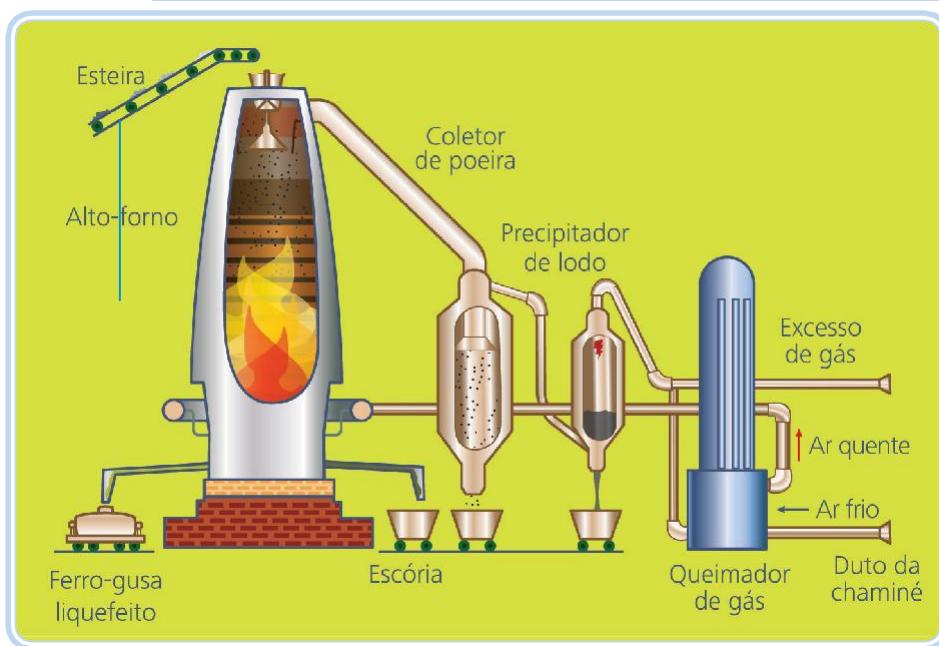
- Conformação.

- Usinagem.
- Junção.
- Moldagem.

Na realidade, o que ocorre, na maioria das vezes, é um somatório de processos para se obter a peça desejada.

O ferro é o metal mais utilizado pelo homem, pois é abundante, tem baixo custo de produção e apresenta propriedades físico-químicas que lhe dão uma extensa variedade de aplicações.

No entanto, ele não é encontrado puro na natureza. Geralmente, encontra-se combinado com outros elementos na formação de rochas, denominando-se, assim, como “minério de ferro”. Depois de ser retirado da natureza, o minério de ferro é lavado, moído e transformado em pequenas esferas para, só então, ser levado para a usina siderúrgica, onde é processado no alto-forno, conforme o esquema da Figura 1.1.



O ferro que sai do alto-forno, chamado “ferro-gusa”, contém elevados teores de carbono e de impurezas. Por esse motivo não pode ser usado diretamente

na produção de componentes industriais e necessita, em uma etapa anterior, passar por um conversor que fará a redução do carbono através da injeção de oxigênio. A partir daí, será, finalmente, transformado em ferro fundido ou em aço. Tanto o ferro fundido quanto o aço são ligas de Fe – C (ferro e carbono); o que os diferencia é o percentual de carbono, conforme Figura 1.2.

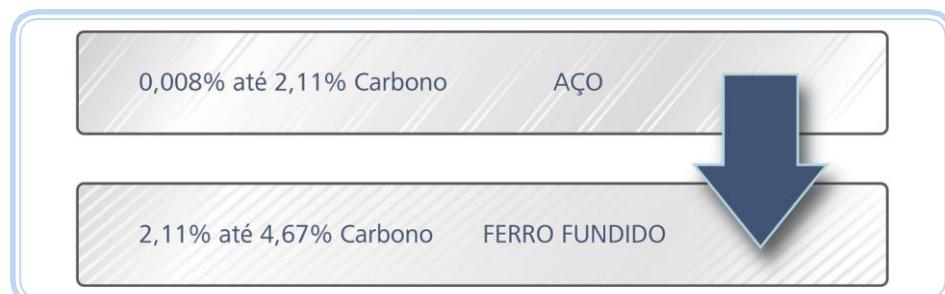


Figura 1.2: Diferença entre aço e ferro fundido quanto ao percentual de carbono

Fonte: CTISM

Quanto maior for o percentual de carbono maior será a **dureza** e a **fragilidade** da liga; isso quer dizer que o ferro fundido tem uma dureza maior do que o aço, porém é mais quebradiço.

A-Z

dureza

Resistência que o aço apresenta ao desgaste.

fragilidade

Menor resistência a choques (batidas).

Classificação das ligas metálicas

Liga metálica é toda a mistura resultante da união de dois ou mais elementos onde pelo menos um é metálico. As ligas metálicas desempenham um papel importante nas indústrias atuais, pois são as responsáveis pelo surgimento de novas ligas que satisfazem as constantes mudanças e exigências do mercado.

Exemplos

Ferro – Carbono = aço

Cobre – Zinco = latão

As ligas metálicas podem ser classificadas conforme a Figura 1.3.



Entre as ligas metálicas, o aço é o material de construção mecânica mais utilizado, tanto na forma de aço comum (liga predominante de Fe – C), quanto na forma de aço-liga (quando contiver, além de Fe – C, outro(s) elemento(s) de liga).

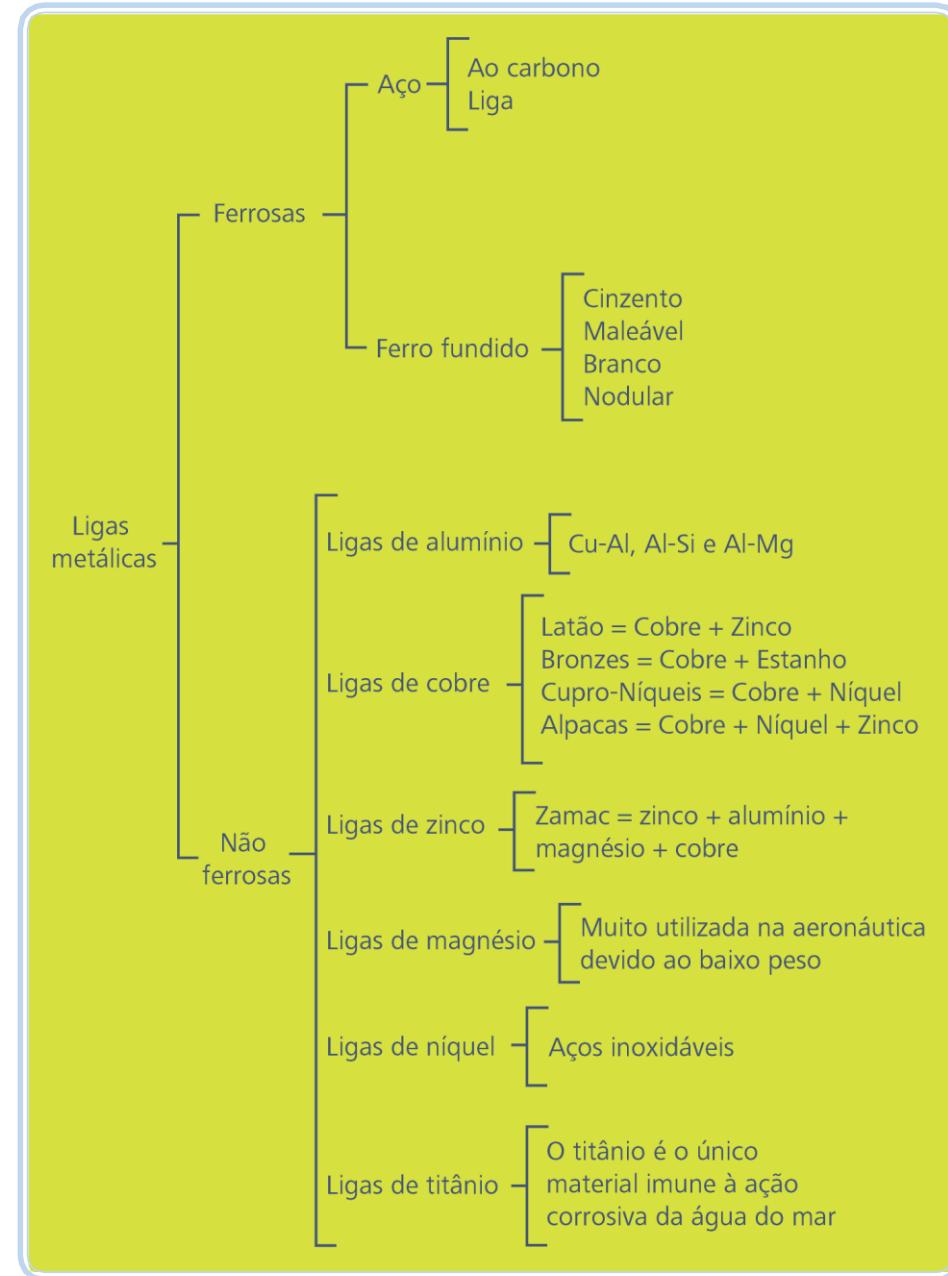


Figura 1.3: Classificação das ligas metálicas

Fonte: CTISM

As ligas metálicas podem ser obtidas através de:

- Fusão de metais** – neste processo os metais são aquecidos até a fusão; em seguida passam pela homogeneização e são resfriados lentamente. Este processo é o mais utilizado, pois a maioria dos metais são **miscíveis** no estado líquido.
- Compressão** – consiste em submeter os metais a uma pressão no estado pulverizado em alta temperatura. Este processo permite obter ligas

 A-Z

miscíveis

É toda substância que, em contato com outra, resulta numa mistura homogênea. Exemplo: água e álcool.

com diferentes graus de porosidade e é o mais utilizado na obtenção de ligas com metais de alto ponto de fusão. Exemplo: mancais, onde há necessidade de porosidade para reter óleo lubrificante (mancais autolubrificantes).

As ligas metálicas têm grande utilização, pois a adição de outro(s) elemento(s) criam novas propriedades ou melhoram as existentes.

Os aços são classificados de diversas formas, dentre elas, apresentamos no Quadro 1.1 a classificação estabelecida pela SAE (*Society of Automotive Engineers – EUA*). Através da tabela podemos observar algumas ligas e os elementos adicionados à liga Fe – C.

Quadro 1.1: Classificação dos aços estabelecida pela *Society of Automotive Engineers (SAE)*

Designação SAE	Tipos de aço
10XX	Aços carbono comuns (no máximo 1% Mn)
11XX	Aços de usinagem (ou corte) fácil, com alto S
12XX	Aços resulfurados e refosforizados
13XX	Aço manganês com 1,75% de Mn
14XX	Aços com adição de nióbio, Nb 0,10%
15XX	Aços com adição de manganês, Mn 1,00% a 1,65%
23XX	Aços níquel com 3,5% de Ni
25XX	Aços níquel com 5,0% de Ni
31XX	Aços níquel cromo com 1,25% de Ni e 0,65% de Cr
33XX	Aços níquel cromo com 3,5% de Ni e 1,55% Cr
40XX	Aços molibdênio com 0,25% de Mo
41XX	Aços cromo molibdênio com 0,50% ou 0,90% de Cr e 0,12% ou 0,20% de Mo
43XX	Aços níquel cromo com molibdênio com 1,80% de Ni e 0,20% ou 0,25% de Mo
46XX	Aços níquel molibdênio com 1,55% ou 1,80% de Ni e 0,20% ou 0,25% de Mo
47XX	Aços níquel cromo molibdênio com 1,05% de Ni, 0,45% de Cr e 0,20% de Mo
48XX	Aços níquel molibdênio com 3,5% de Ni e 0,25% de Mo
50XX	Aços cromo com 0,28% ou 0,65% de Cr
51XX	Aços cromo com 0,80% a 1,05% de Cr
501XX	Aços de baixo cromo para rolamentos, com 0,50% de Cr
511XX	Aços de médio cromo para rolamentos, com 1,20% de Cr
521XX	Aços de alto cromo para rolamentos, com 1,45% de Cr
61XX	Aços cromo vanádio com 0,8% ou 0,95% de Cr a 0,1% ou 0,15% de V
86XX	Aços-níquel-cromo-molibdênio com 0,55% de Ni, ou 0,65% de Cr e 0,20% de Mo
87XX	Aços-níquel-cromo-molibdênio com 0,55% de Ni, 0,50% de Cr e 0,25% de Mo
92XX	Aços silício manganês com 0,85% de Mn e 2,0% de Si
93XX	Aços silício manganês com 3,25% de Ni, 1,20% de Cr e 0,12% de Mo
94BXX	Aço níquel cromo molibdênio com baixos teores de Ni, Mo e no mínimo 0,0005% de B
98XX	Aços níquel cromo molibdênio com 1,0% de Ni, 0,80% de Cr e 0,25% de Mo

Fonte: Adaptado de Chiaverini, 1986



A variedade de elementos que podem ser adicionados ao aço é enorme e, cada elemento adicionado, altera uma propriedade existente, ou cria propriedade(s) nova(s).

A Figura 1.4 mostra exemplos da classificação dos aços e o que os números dessa classificação representam:



Figura 1.4: Exemplos da classificação de determinados aços

Fonte: CTISM

Formas comerciais do aço

- a) **Vergalhões e perfilados** – são vergalhões laminados em perfis especiais, tais como na Figura 1.5.

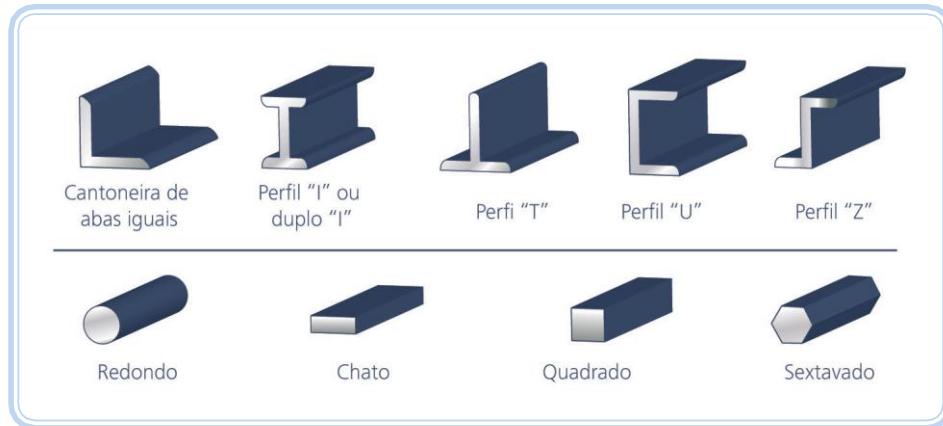


Figura 1.5: Perfis

Fonte: CTISM

- b) Chapas de aço** – no mercado, existem chapas com diversas dimensões e espessuras padronizadas para atender as exigências das indústrias.

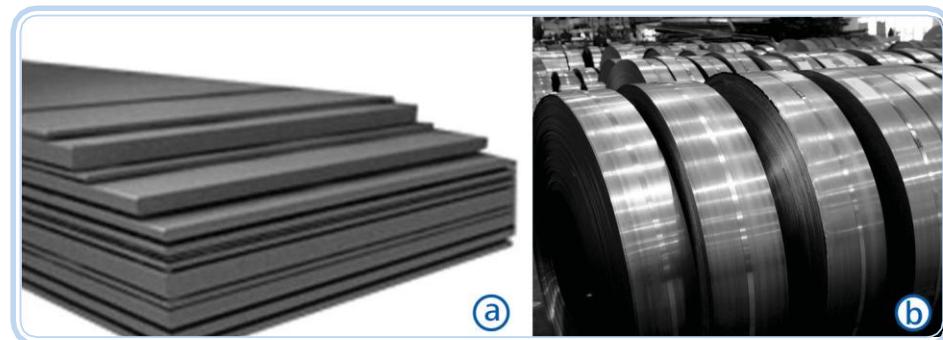


Figura 1.6: (a) Chapas e (b) bobinas

- c) Outros** – podem ser tubos redondos com diversos diâmetros e espessuras de parede (também padronizados), tubos quadrados, retangulares e outras formas que irão satisfazer as indústrias.



Figura 1.7: Outros perfis

Resumo

Nesta aula abordamos a obtenção do aço a partir do minério de ferro, o qual é processado no alto-forno. Desse processo origina-se toda a cadeia de materiais utilizados nos mais diversos processos de construção mecânica, que vai desde a construção de um portão ou janela de uma residência até a construção de enormes e complexas máquinas.

É importante salientar que, além das ligas metálicas ferrosas, na indústria atual, também são muito utilizadas as ligas não ferrosas. Podemos enumerar como exemplos de não ferrosos e suas ligas o alumínio, o cobre, o zinco, o níquel, entre outros.

Devemos observar também que os perfis de construção mecânica, ferrosos ou não, se apresentam na forma comercial com perfil, tipos, modelos e formas padronizadas. As ligas são importantes porque apresentam materiais com propriedade(s) específica(s) para atender determinada(s) exigência(s) do projeto de uma máquina, estrutura ou componente.



Atividades de aprendizagem

- 1.** Descreva como obtemos o ferro-gusa, matéria-prima para obtenção do aço e ferro fundido.
- 2.** Com relação ao percentual de carbono, qual é a diferença entre aço e ferro fundido?

- 3.** Enumere as principais ligas não ferrosas.
- 4.** Na tabela de classificação SAE dos aços, identifique qual elemento de liga é adicionado à liga de Fe – C para a fabricação de rolamentos.
- 5.** Na sua casa, ou de vizinhos de bairro, observe as janelas, portas e portões de ferro e procure identificar quais formas comerciais do aço (perfis) foram utilizadas.
- 6.** No Quadro 1.1 (Classificação dos aços estabelecida pela *Society of Automotive Engineers*), identifique outros materiais que formam ligas com o ferro e o carbono.
- 7.** Como se chama a liga Fe – C (ferro – carbono)?
- 8.** O que o percentual de carbono causa nas ligas Fe – C?
- 9.** O que é fragilidade de um aço?
- 10.** O que é dureza de um aço?

Aula 2 – Tratamentos térmicos e termoquímicos

Objetivos

Reconhecer os tratamentos térmicos e termoquímicos para os componentes metálicos.

Identificar o tratamento térmico ou termoquímico indicado para cada situação.

Finalidade

Os tratamentos térmicos dos metais surgiram há muitos anos, quando o homem descobriu que ao aquecer um metal e resfriá-lo em seguida, o mesmo mudava suas propriedades. Podemos afirmar então que tratamento térmico constitui uma ou mais operações de aquecimento e esfriamento dos metais.

O aperfeiçoamento dos tratamentos térmicos deve-se ao fato de que muitos metais não desenvolvem a totalidade de suas propriedades senão após um tratamento térmico, o qual tem como objetivos: aumento da resistência mecânica, aumento ou redução da dureza, remoção de tensões e melhora da **ductibilidade**.

Os metais que mais sofrem tratamentos térmicos são as ligas “Fe – C”, principalmente os aços.

O tratamento térmico é realizado em três (3) fases bem distintas: aquecimento (cada material tem sua própria temperatura tabelada em função do tratamento a ser realizado), manutenção da temperatura (para que a peça fique toda com a mesma temperatura) e resfriamento.

Nos tratamentos térmicos e termoquímicos, o aquecimento, normalmente, é realizado em fornos elétricos fabricados especialmente para esse fim.

A-Z

ductibilidade

Propriedade física do metal de se deformar sem se romper.

Tratamentos térmicos

São tratamentos que não alteram a composição química do metal, os quais podemos destacar: a têmpera, o revenido, o recozimento e a normalização.



Têmpera

Tratamento aplicado aos aços com 0,4% de carbono (aço 1040) ou mais, que confere ao aço o aumento de dureza superficial. Como dito anteriormente, é realizado em três (3) fases: aquecimento (por volta de 800°C para os aços ao carbono), manutenção da temperatura, e resfriamento rápido em água, óleo ou jato de ar.

A têmpera causa no aço um aumento considerável na dureza superficial e na sua fragilidade (o aço torna-se mais quebradiço), o que é abrandado por outro tratamento térmico denominado “revenido” que, normalmente, é efetuado logo após a têmpera.

Revenido

Tratamento realizado através do aquecimento da peça temperada até determinada temperatura (aços ao carbono entre 210 e 320°C) e do resfriamento natural ao ar (mais lento) ou do mergulho da peça em água ou óleo (mais rápido).

usinável

Facilita o processo de usinagem que consiste na remoção de material de uma peça.

A-Z

O revenido diminui um pouco a dureza da peça temperada, porém aumenta consideravelmente a sua resistência aos choques.

Recozimento

É o tratamento térmico que elimina a dureza de uma peça temperada ou normaliza materiais com tensões internas, resultantes de processos de conformação mecânica. A peça é aquecida entre 500 a 900°C e o resfriamento deve ser feito lentamente (será mais lento quanto maior for a porcentagem de carbono do aço). Como resultado, elimina a dureza de uma peça temperada anteriormente, fazendo-a voltar para a sua dureza normal. Também faz do aço mais homogêneo e melhora sua ductilidade, tornando-o, assim, facilmente **usinável**.

Normalização

Com a “normalização”, além da obtenção dos mesmos objetivos do “recozimento”, é possível melhorar também a uniformidade da microestrutura e a usinabilidade dos aços carbono. Neste processo, a peça é levada ao forno com temperatura acima da zona crítica (na faixa de 750 a 950°C) e, após 3 (três) horas, a peça é retirada e colocada numa bancada para resfriar.



A normalização é usada antes da têmpera e do revenido.

Tratamentos termoquímicos

Os tratamentos termoquímicos são assim denominados por alterarem a composição química dos metais. Essa alteração é superficial e tem por objetivo aumentar a dureza e a resistência ao desgaste da superfície, até certa profundidade. Entre eles, destacamos: a cementação, a nitretação e a cianetação.

Cementação

É um tratamento que consiste em aumentar o percentual de carbono numa fina camada externa da peça (geralmente é feito em aço de baixa porcentagem de carbono) com a finalidade de aumentar sua dureza. É realizado através do aquecimento da peça junto com um material rico em carbono. Quando a peça atinge a temperatura (750 a 1.000°C) é colocada em uma caixa hermeticamente fechada e, envolta em carbono, passa a absorver parte desse carbono. Após esse processo, é feito o resfriamento natural, dentro da caixa. Este tratamento é muito utilizado em engrenagens, pois aumenta a dureza dos seus dentes.

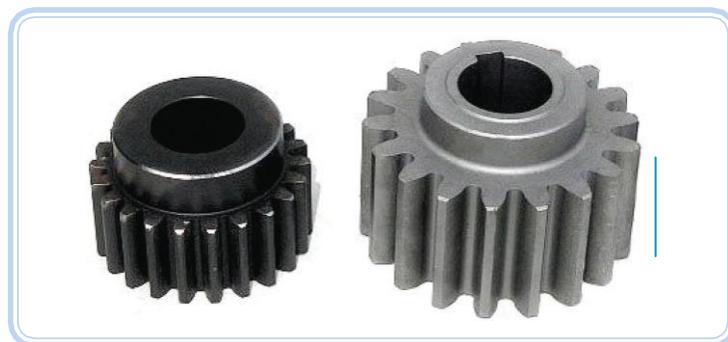


Figura 2.1: Engrenagens

Fonte: CTISM

Nitretação

Semelhante à cementação, a nitretação é obtida através do aquecimento do aço à uma temperatura de 500 a 525°C na presença do gás nitrogênio. Após algum tempo, devido à adição de nitrogênio, obtém-se uma fina camada, extremamente dura, até certa profundidade, não havendo necessidade de se temperar a peça. As peças são resfriadas ao ar ou em salmoura.

Cianetação

Neste processo ocorre enriquecimento na superfície da peça, tanto de carbono quanto de nitrogênio, o que aumenta a sua dureza. A cianetação é realizada em banhos de sal, a temperaturas acima da zona crítica (760 a 870°C) e o tempo dentro do banho de sal fundido varia de 30 a 60 minutos. O resfriamento deve ser em água ou salmoura. Exige têmpera posterior.



Quadro 2.1: Tratamentos térmicos e termoquímicos

Riscos ao trabalhador	Soluções
Temperatura/calor	Luvas/óculos
Fumaça de óleos	Ventilação/máscara
Gases dos fornos	Exaustão

Fonte: CTISM

Resumo

Os tratamentos térmicos foram descobertos pelo homem há muitos séculos quando foi observado que, ao aquecer e logo depois resfriar um aço, esse se modificava e apresentava novas propriedades.

Podemos observar nesta aula que é possível alterar as propriedades dos aços através de um tratamento térmico ou um tratamento termoquímico. Os tratamentos térmicos não alteram a composição química do metal enquanto os termoquímicos alteram.

Existem muitos tratamentos que podem ser aplicados aos aços e que fornecem os mais diferentes resultados. As novas tecnologias, cada vez mais, facilitam o aparecimento de novos tratamentos ou aperfeiçoam os tratamentos existentes.



Atividades de aprendizagem

- 1.** Cite o principal material que é submetido a tratamentos térmicos.
- 2.** Descreva o principal resultado buscado em uma têmpera.
- 3.** Diferencie “tratamento térmico” de “tratamento termoquímico”.
- 4.** Identifique o tratamento térmico que elimina a dureza do aço.
- 5.** Descreva os principais tratamentos térmicos e termoquímicos.
- 6.** Após assistir aos vídeos sobre tratamentos térmicos e participar desta aula, tente, de uma forma simples e objetiva, identificar os riscos aos quais o trabalhador pode ficar exposto ao realizar qualquer tratamento explicado nesta aula.

Aula 3 – Tratamentos superficiais

Objetivos

Identificar os tratamentos superficiais mais utilizados na proteção contra a corrosão.

Apresentar as tintas como material de proteção superficial e embelezamento de materiais metálicos.

Proteção à corrosão

Conforme o que estudamos anteriormente, o aço e suas ligas são os materiais mais utilizados nos processos de construção mecânica. O contato com o meio ambiente ou com o meio corrosivo faz com que surja a corrosão, a qual provoca falhas e rupturas nas peças metálicas. Uma das formas de combater a corrosão consiste em evitar o contato do metal com o meio corrosivo, para tanto, fazemos uso do recobrimento da peça, o qual pode ser feito por meio da pintura ou do recobrimento metálico (metalização).

Cabe aqui ressaltar que nos tratamentos superficiais o cuidado mais importante a ser tomado é a preparação da superfície para receber o recobrimento.

Recobrimento metálico

É quando se deposita uma camada de outro metal sobre a superfície metálica. A escolha do metal de recobrimento depende das condições onde a peça, a ser recoberta, será utilizada. O recobrimento pode ser realizado por eletrodeposição (galvanização ou **zincagem**), por imersão a quente (galvanização a quente) e por metalização. O processo de imersão a quente consiste na introdução da peça num banho de zinco fundido. No processo de eletrodeposição, a peça é colocada em um banho de sais e, por corrente elétrica, o zinco se deposita na peça. Já o processo de metalização consiste em colocar o material de recobrimento fundido sobre a peça através do uso de pistolas que aquecem e jogam o recobrimento de encontro à superfície. Um exemplo bem fácil de ser entendido são as “telhas de zinco” ou simplesmente “zinco” que cobrem muitas casas; na realidade, elas são chapas de aço que sofreram o processo de galvanização ou zincagem.

A-Z

zincagem

Processo que consiste na adição de zinco na superfície da peça para aumentar sua resistência à corrosão.

Pintura

A principal finalidade da pintura é proteger peças contra a corrosão, além de tornar a aparência atraente, auxiliar na segurança industrial, impermeabilizar, facilitar a identificação de fluídos em tubulações e reservatórios, impedir a aderência de vida marinha ao casco de embarcações e boias e permitir maior ou menor absorção de calor, entre outras. As vantagens da pintura que mais se destacam são o custo/benefício e a sua fácil aplicação (pincel, rolo e pistola).

Tinta

Seus constituintes básicos são: veículo, solvente e pigmentos.

Veículo

O veículo é a parte principal da tinta e, geralmente, uma resina dá à película as seguintes propriedades: maior ou menor dureza, maior ou menor resistência à umidade, a ácidos, a bases, a solventes e resistência às radiações ultravioletas do sol.

Exemplos

- Óleos secativos – linhaça, soja, tungue, oiticica.
- Resinas acrílicas.
- Borrachas cloradas.
- Materiais betuminosos – piche de carvão, alcatrão de hulha.

Solvente

O solvente é a parte da tinta que evapora e é capaz de dissolver a resina, bem como diminuir sua viscosidade, facilitando, assim, a aplicação da tinta.

Exemplos

- Hidrocarbonetos alifáticos – aguarrás mineral, nafta.
- Hidrocarbonetos aromáticos – tolueno, xileno, cetonas e água.

Pigmentos

Os pigmentos são substâncias em pó adicionadas às tintas para dar cor, aumentar a espessura da película, conferir propriedades anticorrosivas, entre outros.



Quadro 3.1: Tratamentos superficiais	
Riscos ao trabalhador	Soluções
Eletrodeposição	
Gases	Ventilação exaustora
Produtos químicos	Luvas e protetor facial
Pintura	
Concentração de solventes	Ventilação e máscara
Névoa	Luvas, protetor facial e óculos

Fonte: CTISM

Resumo

Nesta aula vimos que peças e máquinas produzidas de materiais ferrosos e/ou não ferrosos sofrem ação corrosiva do meio onde estão instalados e, para minimizar esta ação, lançamos mão dos tratamentos superficiais que irão proteger e embelezar peças e máquinas.

Estudamos apenas dois processos, o de galvanização ou zincagem e o processo de pintura, porém existem diversos outros processos de proteção que são utilizados quando se exige uma proteção ou durabilidade maior.

Atividades de aprendizagem



1. Observe, na sua casa ou no bairro em que você mora, os portões, portas e grades metálicas e verifique com atenção se a pintura foi bem feita ou se apresenta pontos com oxidação (ferrugem).
2. Após realizar o que foi proposto na questão anterior, você notou que existem portas, portões e grades muitas vezes iguais, porém pintados com cores diferentes? Faça um comentário a respeito apontando os motivos.
3. Observe, em sua casa ou em seu bairro, se o tipo de tinta muda conforme o tipo de material pintado.
4. O que é corrosão?
5. O processo de galvanização não é muito comum em usos residenciais, mas está presente em ambientes comerciais e industriais. Se você andar pela rua e prestar atenção nos postes de distribuição de energia elétrica, irá observar muitos materiais ferrosos (abraçadeiras, travessas, parafusos e porcas) que sofreram galvanização. Agora responda: qual a aparência e/ou cor dessas peças?

- 6.** Após assistir aos vídeos sobre proteção superficial e participar desta aula tente, de uma forma simples e objetiva, identificar os riscos aos quais o trabalhador pode ficar exposto.

Aula 4 – Processos de conformação mecânica

Objetivos

Conhecer os principais processos de conformação mecânica.

Identificar os principais produtos obtidos com cada um dos processos.

Processos de fabricação mecânica

Os processos de fabricação mecânica de peças e componentes podem ser divididos em quatro grandes grupos: conformação, usinagem, junção e moldagem. O Quadro 4.1 mostra um resumo dos processos que compõem cada grupo.

Quadro 4.1: Processos de fabricação mecânica

Conformação	Usinagem	Junção	Moldagem
Laminação	Serramento	Parafusagem	Fundição
Estampagem	Furação	Rebitagem	Injeção
Forjamento	Aplainamento	Soldagem	Sopro
Calandragem	Torneamento		
Extrusão	Fresagem		
Trefilação	Retificação		

Fonte: CTISM

Processo de conformação

É o processo de produção mecânica que se caracteriza pela não produção de cavacos, isto é, produz detalhes em materiais metálicos sem a retirada de material.

Laminação

É um processo onde um lingote de metal é forçado a passar por entre dois cilindros que giram em sentidos opostos, com a mesma velocidade. Assim, é possível se obter a redução da espessura do metal a cada passe de laminação, que é como se chama cada passagem do metal pelos cilindros de laminação. Conforme o processo (normalmente realizado a quente) ocorre, o material sofre um aumento da largura e do comprimento. Os produtos resultantes de uma laminação constituem a maior parte dos perfis de construção mecânica vistos anteriormente, tais como: cantoneiras, vergalhões quadrados, redondos, sextavados, vigas “U”, “I”, “T” e as chapas.

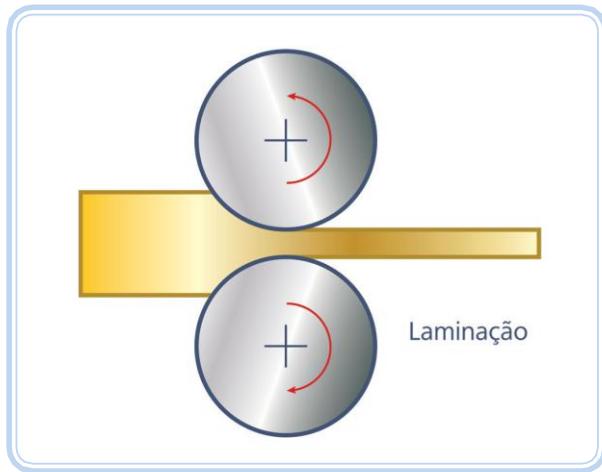


Figura 4.1: Laminagem

Fonte: CTISM

Estampagem

É um processo realizado normalmente a frio, onde são utilizados estampos (punção + matriz), e compreende uma série de operações onde uma chapa plana é transformada em nova forma geométrica plana ou oca, utilizando, para isso prensas hidráulicas ou mecânicas. Exemplo: portas de automóveis.

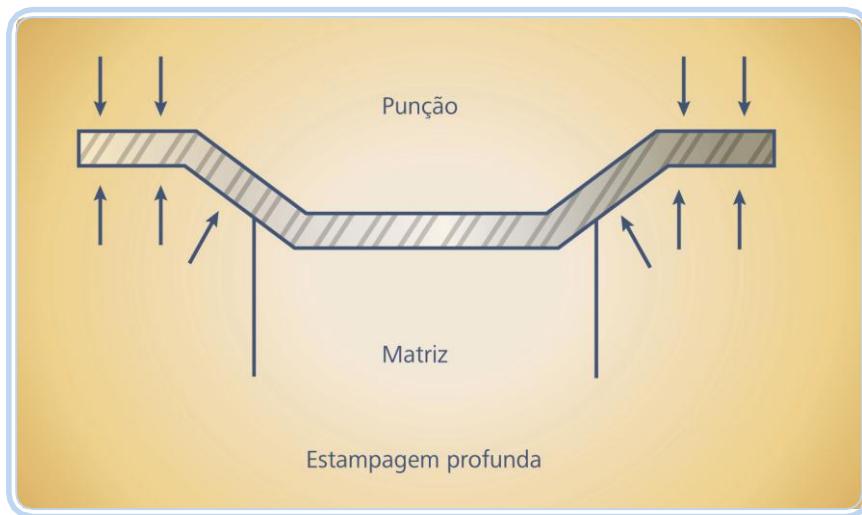


Figura 4.2: Estampagem

Fonte: CTISM

Forjamento

Este processo é empregado na fabricação de produtos semi ou acabados, de alta resistência mecânica, através da deformação por martelamento ou prensagem. O forjamento por martelamento é feito a partir da aplicação de golpes rápidos e sucessivos no metal. Exemplo: eixos de carros.

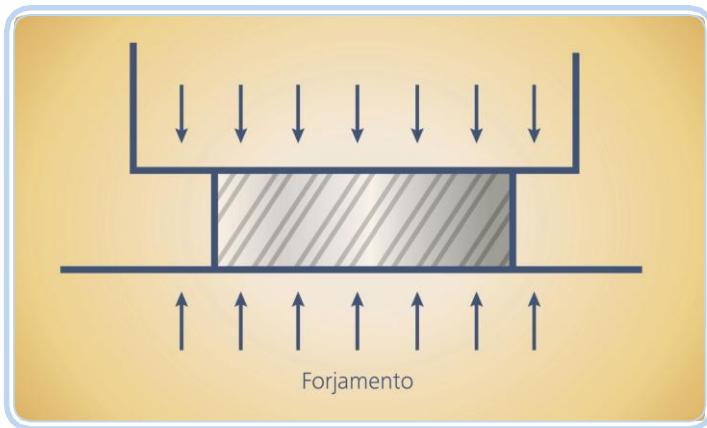


Figura 4.3: Forjamento

Fonte: CTISM

Calandragem

É utilizado para curvar chapas e perfis. Neste processo, o raio de curvamento pode ser ajustado pela distância entre os cilindros (rolos) que compõem a máquina, chamados de “calandras”. Um exemplo bem comum é o cano (tubo) para chaminé.

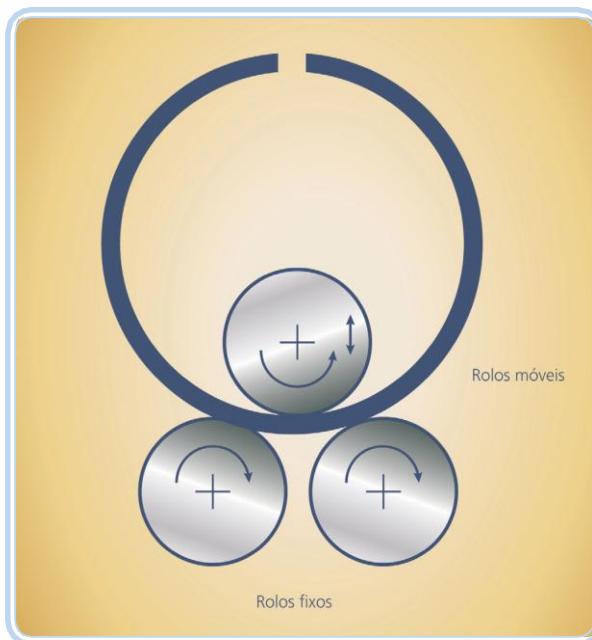


Figura 4.4: Calandragem

Fonte: CTISM

Extrusão

É o processo em que um bloco de metal é forçado a passar através do orifício de uma matriz sob alta pressão. Geralmente, produz barras cilíndricas ou tubos, porém, formas com seção transversal muito irregular podem ser facilmente conseguidas em metais mais facilmente extrudáveis, como é o caso do

alumínio. Normalmente, a extrusão é realizada a quente, devido ao grande esforço necessário para a deformação. Os dois tipos, extrusão e trefilação, estão representados nas Figuras 4.5 e 4.6. Como exemplo, podemos citar a obtenção de perfis complexos de alumínio, aqueles utilizados em boxe para banheiro.

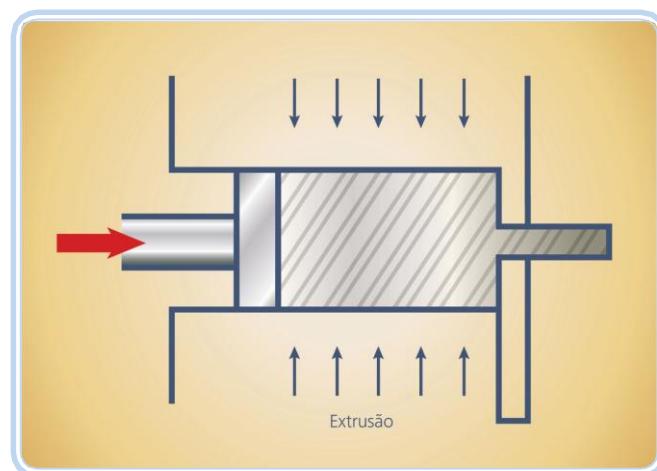


Figura 4.5: Extrusão

Fonte: CTISM

Trefilação

Processo que possibilita a obtenção de produtos com grandes comprimentos, seções pequenas, boa qualidade de superfície e excelente controle dimensional. O princípio do processo de trefilação é semelhante ao da extrusão, ou seja, é necessário que o material metálico passe por uma matriz para ter seu diâmetro diminuído e seu comprimento aumentado. Essa matriz recebe o nome de “fieira” e o material é puxado, ao invés de ser empurrado. Exemplo: obtenção de fios e arames.

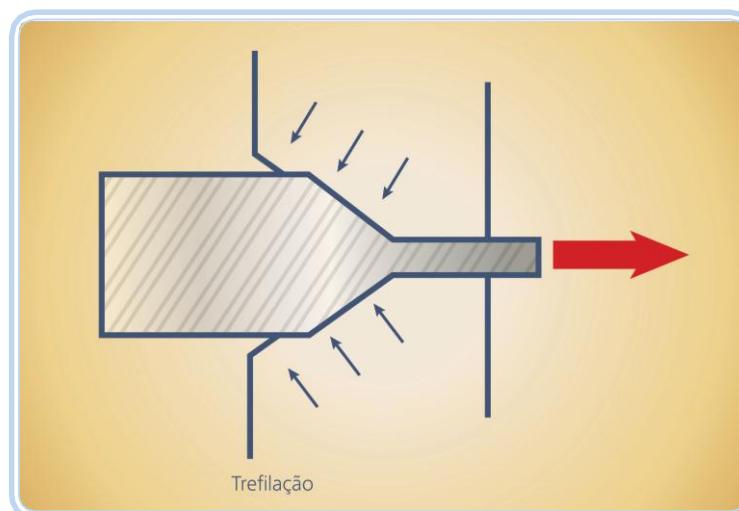


Figura 4.6: Trefilação

Fonte: CTISM

Quadro 4.2: Processos de conformação mecânica

Riscos ao trabalhador	Soluções
Laminação	
Temperatura	Roupas especiais
Radiação	Óculos/protetor facial
Fumos (queima de lubrificantes)	Ventilação
Estampagem	
Ruído	Protetor auricular
Vibração	Intervalos
Forjamento	
Fumos (queima de lubrificantes)	Ventilação exaustora e diluidora
Calor	Roupas especiais/óculos
Ruído	Protetor auricular
Radiação	Óculos coloridos
Fagulhas	Máscara protetor facial de tela de arame
Extrusão e trefilação	
Temperatura/calor	Luvas/óculos

A-Z

Fonte: CTISM

Resumo

Os processos de conformação mecânica se caracterizam pela ausência de cavaco (limalha) e são processos utilizados para a produção de uma grande quantidade de peças, o que chamamos, nas indústrias, de grandes lotes. É importante também observar que muitos materiais e produtos fabricados por esses processos estão presentes diariamente em nossa casa, na escola e em nosso trabalho.

ventilação exaustora

É aquela que retira os contaminantes antes de se misturarem com o ar ambiente.

ventilação diluidora

É aquela que insuflamos ar externo para o interior do prédio para diluir os contaminantes.

- 1.** A chaminé do fogão a lenha pode ser fabricado por qual dos processos aprendidos nesta aula?

- 2.** Procure mais informações sobre os processos estudados, nas diversas formas ofertadas para pesquisa disponibilizadas pelas tecnologias.

Aula 5 – Processos de usinagem

Objetivos

Identificar os principais processos de usinagem.

Reconhecer os serviços executados por tipo de processo de usinagem.

Caracterização

É todo o processo pelo qual a forma de uma peça é modificada através da remoção progressiva de cavacos ou aparas de material. Peças metálicas fabricadas por fundição ou forjamento necessitam de alguma operação posterior de usinagem, tais como: criar saliências, reentrâncias, furos com rosca e outras características que só podem ser obtidas por usinagem, sendo utilizados fluidos de usinagem para resfriamento tanto da peça como da ferramenta.

A-Z

fluidos de usinagem

Fluidos de usinagem
Lubrificam e resfriam as superfícies que estão sendo usinadas.

Serramento

Processo onde a separação (corte) de um material se dá através do arrancamento de pequenas partes do mesmo, formando, assim, o chamado “cavaco”. Pode ser manual ou através de máquinas e é utilizado na maioria das indústrias.

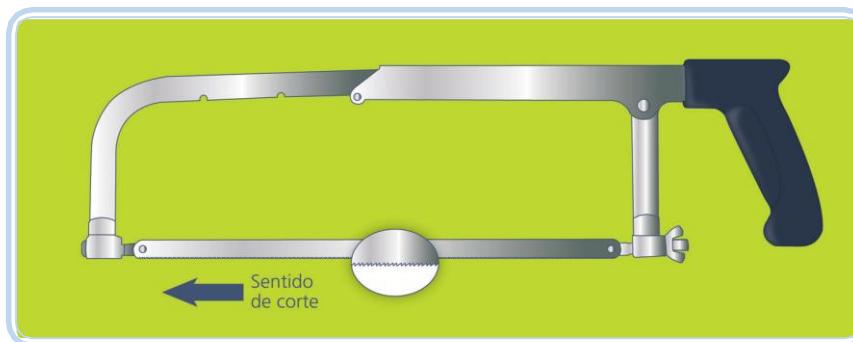


Figura 5.1: Arco de serra

Fonte: CTISM

Furação

Normalmente, é uma operação intermediária de preparação para outras operações posteriores e tem por finalidade abrir furos com diâmetros específicos. A ferramenta utilizada neste processo chama-se “broca”. Na execução do furo, a broca recebe um movimento de rotação (responsável pelo corte) e um movimento de avanço (responsável pela penetração).



Figura 5.2: Furadeira

Fonte: CTISM

Aplainamento

É uma operação de usinagem executada com máquinas chamadas “plainas limadoras” (Figura 5.3) e que busca obter superfícies planas com o emprego de ferramentas, as quais possuem apenas uma aresta cortante e retiram o sobremetal com movimento linear. Na Figura 5.4, você verá algumas operações executadas pelo aplainamento.



Figura 5.3: Plaina limadora

Fonte: CTISM



Figura 5.4: Tipos de aplainamento

Fonte: CTISM

Torneamento

Processo de usinagem onde a peça gira em torno de um eixo fixo, permitindo, assim, trabalhar peças cilíndricas movidas por um movimento uniforme de rotação. O torneamento acontece mediante a retirada progressiva do cavaco, sendo esse cortado por uma ferramenta de um só gume cortante, a qual deve ter uma dureza superior à do material a ser cortado. Para executar o torneamento são necessários três movimentos relativos entre peça e ferramenta: movimento de corte, movimento de avanço e o movimento de penetração. É uma das operações mais utilizadas nas indústrias do ramo metal-mecânico por executar diversas operações e produzir peças de diferentes formas com uma grande variedade de detalhes. Exemplos: eixos de máquinas com diferentes diâmetros, com rosca nas extremidades, etc.

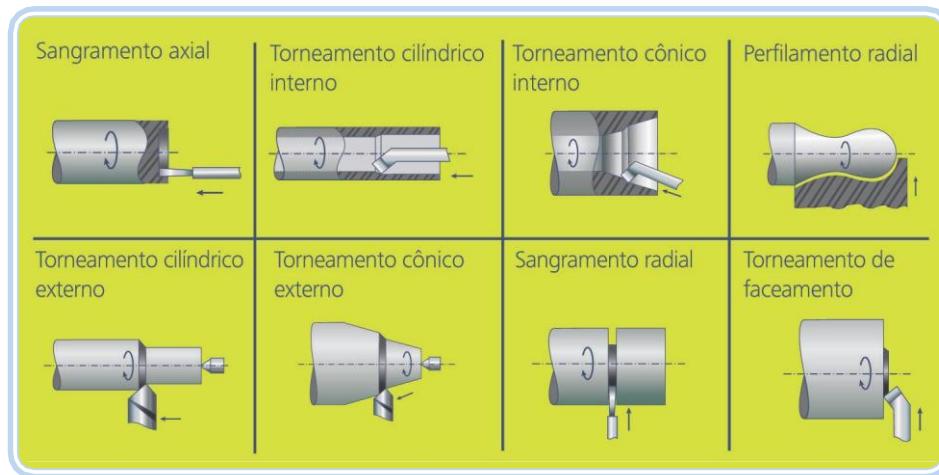


Figura 5.5: Operações de torneamento

Fonte: CTISM, adaptado de Chiaverini, 1986

Fresagem

É um processo de usinagem mecânica executado pelas fresadoras (Figura 5.6) e suas ferramentas chamadas “fresas” (Figura 5.7); um processo mais diferenciado e de uso um pouco mais específico do que os tornos. Consiste na retirada do excesso de metal da superfície de uma peça para dar-lhe forma e acabamento desejados, através da combinação de dois movimentos, efetuados ao mesmo tempo: um de rotação da fresa (ferramenta) e outro da mesa da máquina, onde está fixada a peça a ser fresada. Exemplos: produção de engrenagens, de perfis específicos, de rasgos especiais, etc.



Figura 5.6: Fresadora

Fonte: CTISM

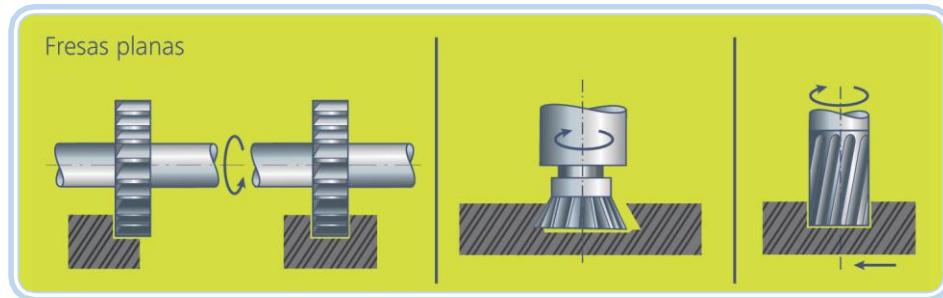


Figura 5.7: Tipos de fresas planas

Fonte: CTISM, adaptado de <http://mechanicalhandbook.blogspot.com.br/2011/02/fresamento.html>

Retificação

Processo de usinagem por abrasão que retifica (corrigindo irregularidades) a superfície de uma peça, reduz rugosidades, concede exatidão de medidas a peças (para que possam substituir outras), retifica peças que tenham se deformado durante os processos de tratamentos térmicos e remove finas camadas de material endurecido por têmpera, cementação ou nitretação. Um bom exemplo é a retifica de motores de automóveis.

Quadro 5.1: Processos de usinagem	
Riscos ao trabalhador	Soluções
Laminação	
Fluidos de usinagem (causam dermatite)	Cremes protetores ou luvas
Cavacos (limalhas)	Óculos
Temperatura	Luvas

Fonte: CTISM

Resumo

Nesta aula foram apresentados, de uma forma básica, os principais processos de fabricação por usinagem, os quais se caracterizam pela retirada de material da peça que está sendo trabalhada.

Iniciamos pelo processo de serramento que nos fornece as peças com medidas aproximadas e que serão trabalhadas e concluídas em outros processos.

A seguir apresentamos a furação que, juntamente com o serramento e oplainamento, é uma operação intermediária, ou seja, prepara as peças para as operações que vão deixá-las com as dimensões finais. Já oplainamento é muito utilizado na obtenção de superfícies paralelas e totalmente planas.

O torneamento talvez seja a operação de usinagem mais utilizada e consegue fornecer peças de diversos formatos e dimensões, com excelente precisão dimensional.

A fresagem é uma operação onde se obtém engrenagens e formas diversas na peça trabalhada através da troca da ferramenta de corte e a associação de movimentos.

Finalmente apresentamos a retificação, uma operação essencialmente de acabamento, isto é, deixa as peças nas dimensões exatas exigidas e com acabamento liso.

Aula 6 – Processos de junção

Objetivos

Identificar os diferentes processos de junção.

Reconhecer os processos que permitem desmontagem e remontagem.

Identificar os diferentes processos de soldagem, suas aplicações e diferenças.

União de peças

São meios possíveis de serem utilizados na união de peças, nas construções mecânicas. Os principais processos de junção são: parafusamento, rebitagem e soldagem.

Parafusamento

É a união de duas peças ou componentes de máquinas com o auxílio de parafusos, porcas e arruelas. Dentre os meios possíveis de união, é o único que permite desmontagem e remontagem, aproveitando os mesmos componentes, por muitas vezes.

Rebitagem

É união de duas peças com o auxílio de rebites (Figura 6.1), compostos por um corpo cilíndrico e uma cabeça que pode ter vários formatos. São fabricados em aço, alumínio, cobre ou latão e unem, de forma manual ou automática, peças ou chapas, principalmente, em estruturas metálicas, máquinas, navios, aviões.



Figura 6.1: Rebites de alumínio

Fonte: CTISM

Soldagem

Consiste em unir duas peças, onde suas superfícies estão liquefeitas ou plásticas por ação de calor e/ou pressão, ainda com ou sem o acréscimo de material de adição, por meio da fusão de um eletrodo com as mesmas.

O material a ser soldado deve ter a mesma composição, ou semelhante, pois os materiais se fundem na região onde ocorre a solda.

A solda apresenta algumas desvantagens, tais como: depois de soldadas, as partes não são mais desmontáveis; devido à temperatura aparecem tensões, trincas e deformações; exige tratamento posterior na região da solda; e por fim, exige mão de obra especializada.

Dentre os inúmeros processos existentes, os mais utilizados, na maioria das indústrias, são os apresentados a seguir.

Solda oxiacetilênica

A temperatura alcançada com a chama oxiacetilênica é de 3200°C na ponta do cone. Com essa temperatura, as superfícies dos metais a serem soldados se fundem com o material de adição, ou não, formando, após o resfriamento, uma liga que se comporta como um único material. A chama mais utilizada é o resultado da combustão do oxigênio e do acetileno.

Solda a arco elétrico

A temperatura do arco elétrico atinge valores de até 6000°C. Seu calor intenso e concentrado solda rapidamente as peças e leva o material de enchimento até o ponto de fusão. Utiliza um eletrodo consumível, o qual forma um arco elétrico com a peça a ser soldada e produz a temperatura necessária para a solda. A proteção da solda é obtida por meio dos gases gerados pela decom-

posição do revestimento do eletrodo, sendo o material de adição proveniente do metal que compõe o eletrodo. Após a soldagem, o cordão de solda deve ser limpo para a retirada das cascas de solda que protegiam a região soldada. Normalmente, este processo é utilizado em aço carbono, ferro fundido, metais não ferrosos, ligas, etc.

Soldagem a arco elétrico com proteção gasosa (MIG/MAG)

Processo na qual um eletrodo é continuamente alimentado com velocidade controlada enquanto um fluxo de gás inerte (MIG – *Metal Inerte Gas*), ou ativo (MAG – *Metal Active Gas*), protege a solda e o arco. A união de materiais metálicos é realizada pelo aquecimento e fusão localizados, através do arco elétrico estabelecido entre um eletrodo metálico não revestido e maciço e a peça a ser soldada. Os gases mais usados são o argônio e o CO₂.

Soldagem a arco elétrico com proteção gasosa (TIG – Tungstênio-Inerte-Gás)

O calor necessário para a soldagem provém de um arco elétrico formado entre um eletrodo de tungstênio (não consumível) e o metal a ser soldado (metal base). O eletrodo, o arco e a área em volta da poça de fusão da solda são protegidos pelo gás inerte.

A soldagem TIG produz uma solda limpa, de alta qualidade e que não necessita de limpeza no final do processo, diferentemente do que ocorre na solda elétrica com eletrodo revestido.



Figura 6.2: Aparelho para soldagem TIG

Fonte: CTISM

É preciso salientar que neste estudo apresentamos uma pequena parte dos processos de solda existentes. Para saber mais, consulte os endereços recomendados.

A-Z

Ventilação local exaustora

É aquela que retira os fumos e gases do local de sua geração, na poça de solda, sem deixá-los contaminar o local.

Quadro 6.1: Processos de junção

Riscos ao trabalhador	Soluções
Soldagem	
Fumos metálicos e gases	Ventilação local exaustora
Temperatura e radiação	Roupas especiais e máscara

Fonte: CTISM

Resumo

Os processos de junção estão presentes nos mais diversos processos de produção mecânica e possibilitam a confecção de inúmeras peças com formas diferenciadas. Eles exigem pessoal capacitado e qualificado para a sua execução. Nesta aula apresentamos a você uma pequena parte do grande universo que são os processos de soldagem. Até pouco tempo atrás, somente conhecíamos os processos de oxi-gás e solda elétrica por eletrodo revestido; hoje as exigências são maiores quanto ao acabamento, comprometimento da peça por aquecimento (Aula 2 – Tratamentos térmicos), deformações, resistência, entre outras.

Aula 7 – Processos de moldagem

Objetivos

Conhecer os diversos processos de moldagem.

Identificar o produto final de cada processo.

Processo

Consiste na produção de uma peça sólida a partir de um material no estado líquido, de pó granulado ou de pasta, onde os processos de injeção, de sopro e de fundição são os mais conhecidos.

Injeção

Consiste em fundir o plástico ou metal e injetar o material fundido em um molde (matriz) com o formato da peça desejada. Este processo tornou-se um dos mais importantes, principalmente na indústria de plásticos. As peças obtidas por este processo estão presentes em interiores de automóveis, aparelhos eletrodomésticos, brinquedos, cestos, baldes, recipientes finos para alimentos, copos promocionais de bebidas, tampas de garrafa de leite, entre outras.

Sopro

É o processo utilizado na produção de peças ocas através da insuflação de ar no interior do molde a fim de expandir a massa plástica até a obtenção da forma desejada. Como exemplos, podemos citar os frascos de detergentes, tanques de combustível para automóveis, brinquedos e as garrafas PET. Como pudemos observar, a maioria das peças obtidas por este processo são de plástico.

Fundição

Consiste em moldar o metal líquido dentro de uma forma (molde) cuja cavidade tem o desenho ou a forma da peça a ser obtida. A cavidade do molde normalmente tem a forma quase que definitiva das peças a serem fabricadas, as quais possuem utilização em uma grande variedade de equipamentos. Este processo se destaca por ser muito versátil, principalmente quando se trata de formatos e tamanhos diferentes das peças. Existem muitos processos de fundição que atendem às necessidades específicas de cada empresa ou peça a ser fabricada. Vamos aqui destacar alguns dos tipos de moldagem utilizados:

- **Moldagem em molde de areia** – é o mais simples e mais utilizado em fundições. Consiste em compactar uma mistura refratária plástica (chamada “areia de fundição”), composta basicamente de areia silicosa, argila e água, sobre o modelo colocado ou moldado na caixa. Após, o metal fundido é vazado no seu interior.

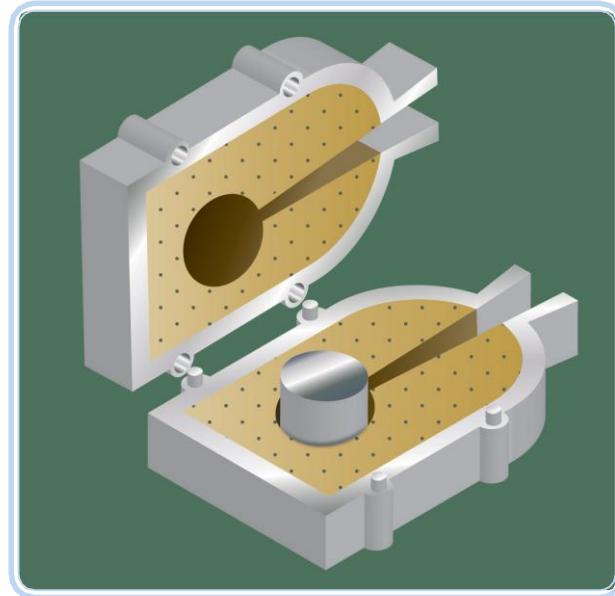


Figura 7.1: Moldagem em molde de areia

Fonte: CTISM

- **Moldagem em molde metálico (permanente)** – processo semelhante a modelagem por areia, porém neste caso, o molde é permanente, servindo para a produção de diversas peças.



Figura 7.2: Moldagem em molde metálico

Fotografia: Bruno Ferraz de Oliveira

- **Moldagem pelo processo CO₂** – os moldes são compostos por areia aglomerada com silicato de sódio e, depois de compactados, é acrescentado CO₂. Ocorre, então, uma reação entre o CO₂ e o silicato de sódio, formando sílica gel, carbonato de sódio e água; o resultado é um endurecimento do molde, em tempo relativamente curto e a obtenção de elevadas propriedades de dureza e resistência.

Fundição por cera perdida

As etapas deste processo (Figura 7.3) são as seguintes:

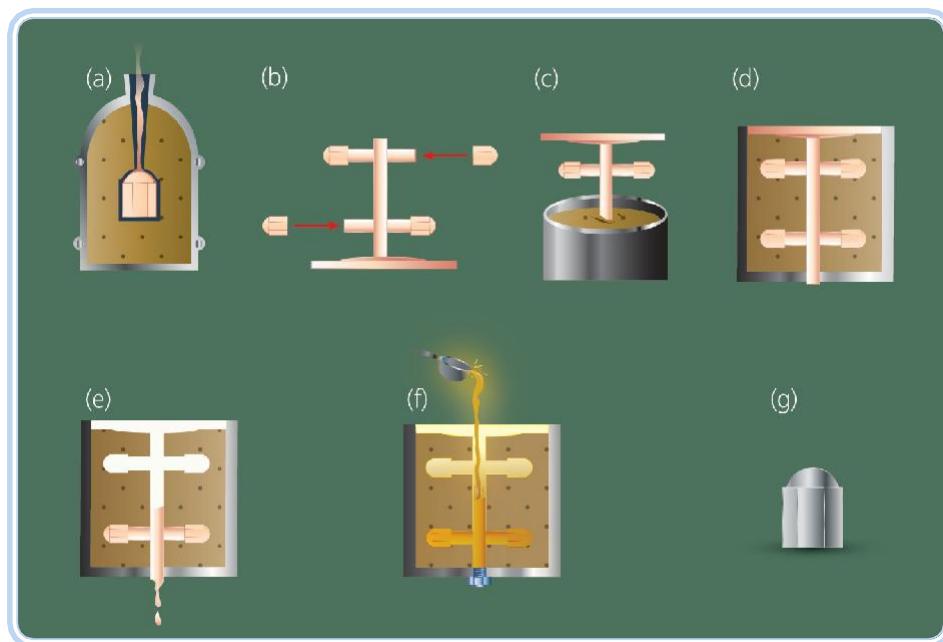


Figura 7.3: Etapas do processo de fundição por cera perdida

Fonte: CTISM

- A cera é injetada no interior da matriz para a confecção dos modelos.
- Os modelos de cera endurecida são ligados ao canal central.
- Um recipiente metálico é colocado ao redor do grupo de modelos.
- O recipiente é preenchido com uma pasta refratária (chamada “investimento”) para a confecção do molde.
- Assim que o material do molde endurece, os modelos são derretidos através de aquecimento e deixam o molde.
- O molde aquecido é preenchido com o metal líquido.

- g)** O material do molde é quebrado e as peças fundidas são retiradas, separadas do canal central, dos canais de enchimento e esmerilhadas.

Fundição em casca

O molde é confeccionado a partir de uma mistura de areia e uma resina endurecível pelo calor. A mistura é colocada sobre a superfície de um molde metálico que, após aquecido, endurece, resultando em uma aderência mútua dos grãos de areia; forma-se, assim, uma casca resistente e rígida que constitui metade do molde.

A Figura 7.4 mostra, esquematicamente, o processo:

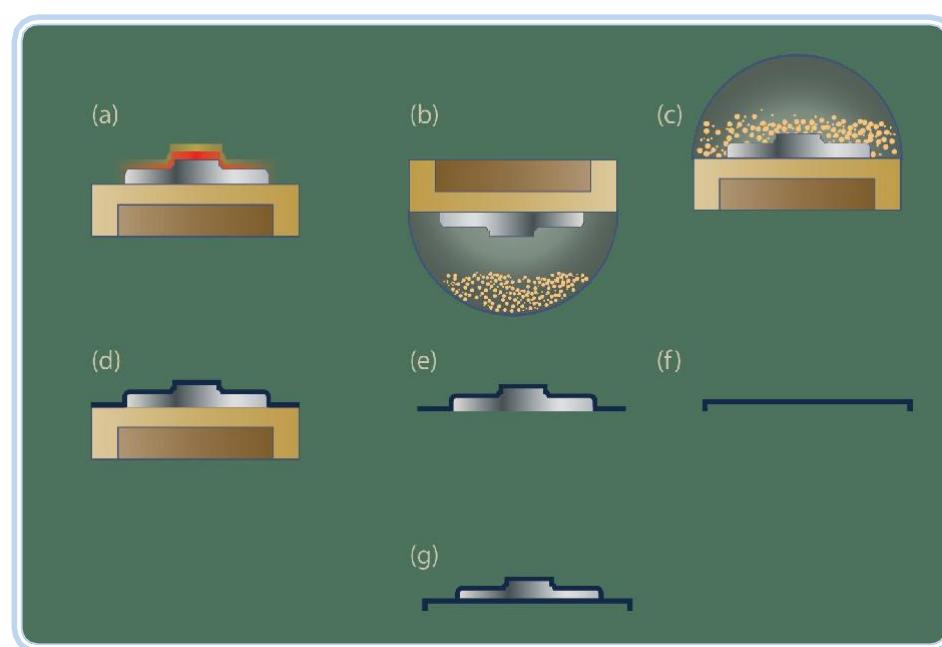


Figura 7.4: Etapas do processo de fundição em casca

Fonte: CTISM

- a)** A placa, com metade do modelo metálico, é aquecida entre 150 e 200°C.
- b)** A placa é virada e presa a um recipiente contendo a mistura que vai formar a casca.
- c)** A placa é levada à posição normal, de modo a provocar a deposição da mistura sobre a superfície do modelo; o tempo para formação da casca varia de 5 a 7 segundos.
- d)** Depois de aquecido em forno à temperatura em torno de 450°C, entre 40 e 50 segundos, a casca está endurecida.

- e) Têm-se metade da casca totalmente endurecida, depois da extração do modelo.
- f) A outra metade da casca é confeccionada nas mesmas condições da primeira metade.
- g) As duas cascas são coladas pela utilização de cola e prensas especiais. Em seguida, procede-se o vazamento do metal líquido.

Quadro 7.1: Processos de moldagem

Riscos ao trabalhador	Soluções
Fundição	
Pós das areias de fundição + sílica	Ventilação exaustora e diluidora
Fumos metálicos	Máscara
Resíduos da combustão	
Produtos químicos	Luvas
Temperatura/calor	Roupas especiais e protetor facial
Ruído/vibração	Protetores auriculares

Fonte: CTISM



Os dois maiores problemas na fundição, e de difícil solução, são: a poeira das areias de fundição e o barulho proveniente da confecção (compactação) dos moldes.

Resumo

Nesta aula estudamos os processos de moldagem responsáveis pela produção de uma grande variedade de produtos com formas totalmente diferentes. No entanto, são processos muito caros se o foco for confeccionar um molde para produzir um pequeno número de peças. Sendo assim, eles atendem a empresas produtoras de uma enorme quantidade de peças iguais.

Com o surgimento dos plásticos, o segmento de sopro e injeção passaram a ser dois dos mais importantes processos devido à variedade e quantidade de peças presentes nos mais diversos produtos e/ou máquinas produzidas.

1. Nos fogões domésticos, tanto a gás quanto a lenha, existem peças obtidas pelo processo de fundição. Tente, a partir de uma observação do fogão da sua casa, identificá-las.

Aula 8 – Manutenção industrial

Objetivos

Identificar os principais tipos de manutenção.

Comprovar a importância de se manter as máquinas e equipamentos em perfeito estado de conservação.

Importância e tipos

Podemos, com certeza, afirmar que qualquer máquina ou equipamento está sujeito a um processo de deterioração (desgaste) em função do tempo de trabalho. Para evitar o desgaste é necessário a execução de alguns procedimentos ou trabalhos para diminuir e/ou retardá-lo, os quais estão ligados diretamente à manutenção industrial.

A manutenção iniciou baseada na simples reparação do dano através da ação manual do homem, onde ele só intervinha para remediar a avaria, isto é, só havia ação após a quebra e não existia preocupação com as causas desse dano. Esse tipo de manutenção chama-se “manutenção corretiva” e podemos dizer que tal procedimento é incorreto e causa grandes prejuízos econômicos às empresas. Apesar disso, devido à falta de pessoal técnico qualificado, a manutenção corretiva ainda é muito empregada.

Em função do crescimento das indústrias, do surgimento de novos processos de fabricação, de novas máquinas, novas tecnologias, novos instrumentos e também do aumento da concorrência, a manutenção também teve que evoluir. Passou não só a remediar os danos, mas a planejar e se antecipar. Com o auxílio do histórico de cada equipamento, de estudos estatísticos e de confiabilidade, os dados e danos foram avaliados e, assim, foi possível prever as periodicidades adequadas para a substituição de peças e componentes de máquinas. Essa prevenção (troca antes da quebra) foi chamada de “manutenção preventiva”.

As máquinas estão cada vez mais sofisticadas (com mais automatismo, mais tecnologia, etc.) e, portanto, mais caras, o que aumenta, cada vez mais, a exigência de retorno do investimento realizado pelas empresas. Assim, devem

apresentar índices de confiabilidade e disponibilidade elevados, acompanhados de custos de produção aceitáveis, pois os custos de falha de produção são cada vez mais elevados, devido à enorme concorrência comercial.

Após o exposto, podemos conceituar “manutenção mecânica” como as ações efetuadas no sentido de corrigir falhas, manter as máquinas em perfeito estado e prevenir a quebra das mesmas, trocando peças e componentes antes mesmo de quebrarem ou falharem.

Resumo

Nesta aula você estudou o que é manutenção, os resultados esperados quando se realiza uma manutenção correta, os principais tipos de manutenção, como cada um se comporta e o que cada um exige. Também viu que as máquinas modernas exigem mais cuidados com sua manutenção e conservação, bem como exigem profissionais capacitados e devidamente treinados.