

DESAFIO 1

TECNOLOGIAS APLICADAS

**LIÇÃO 1 – MATERIAIS E TRATAMENTO
TÉRMICO.**

**LIÇÃO 2 – PARAMETROS DE CORTE,
GEOMETRIA E CÓDIGO DE
FERRAMENTAS.**

LIÇÃO 3 – TÉCNICAS DE USINAGEM.

**LIÇÃO 4 – UTILIZAÇÃO DE NORMAS
TÉCNICAS.**





OBJETIVOS

O Desafio ***Tecnologias Aplicadas*** foi elaborado para apresentar conteúdos fundamentais para o decorrer dos seus estudos nas atividades e lições que serão propostas futuramente. Ou seja, primeiro você deverá entender o ***principal objetivo*** deste desafio: ***conhecer o “básico”***, para depois compreender o restante.

Mas conhecer o que exatamente?

- Os tipos de materiais aplicados à tecnologia de usinagem.
- Os tipos de ferramentas, sua geometria e respectivos parâmetros de corte.
- As etapas do processo de usinagem.
- As normas técnicas.

Você quer começar? Então avance para a Lição 1!





LIÇÃO 1

MATERIAIS E TRATAMENTO TÉRMICO

MATERIAIS

Preparamos esta lição pensando no embasamento necessário que você precisa ter para a compreensão das outras atividades. Inicialmente, você deverá estudar a classificação dos materiais sólidos e as suas propriedades.

A classificação dos materiais sólidos se dá em:

- metais;
- cerâmicos;
- polímeros.

METAIS

Esses materiais são bons condutores de eletricidade e calor devido às suas propriedades. Além disso, os metais possuem grande resistência e plasticidade (se deformam, porém não quebram), por isso são muito utilizados em aplicações estruturais.

CERÂMICOS

Esse agrupamento se encaixa entre os elementos metálicos e não-metálicos. Possui uma grande variedade de materiais. Pode-se citar compostos por minerais argilosos, cimento e vidro. Contrários aos metais, os materiais cerâmicos são isolantes à eletricidade e ao calor, são duros, porém quebradiços.



POLÍMEROS

Essa classe reúne materiais comuns de plástico e borracha. Esses materiais são de baixa densidade, podendo ser muito flexíveis.

- **Atenção!** Além da classe dos materiais sólidos, existem outros três grupos adicionais e que fazem parte do processo de tratamento térmico: compósitos, semicondutores e biomateriais.

Agora que você viu um conceito geral sobre os materiais, poderá estudar as propriedades físicas deles.

As propriedades físicas são divididas em:

- mecânicas;
- térmicas; e
- elétricas.

As propriedades mecânicas definem o comportamento do material quando esse é submetido a esforços de natureza mecânica. Dentro desse grupo, a resistência mecânica é que se destaca, pois relata a resistência de esforços impostos no material, como a tração e **compressão**.

●
 . Veja a simulação
 . **compressão**
 . dúctil/frágil
 . acessando o
 . endereço: <http://www.cimm.com.br/construtordepaginas/htm/3_24_7621.htm>.

A elasticidade também entra nesse grupo, sendo que é designada pela capacidade que o material tem de se deformar e voltar à sua forma original quando o esforço submetido termina – exemplo disso é a borracha. Diferente da elasticidade, a plasticidade de um material é quando esse sofre uma deformação e, no entanto, mantém essa forma após o esforço desaparecer – exemplo disso é uma viga de metal. Na internet você poderá encontrar exemplos de **deformação**.

●
 . Veja a animação
 . **deformação**
 . plástica/elástica no
 . endereço eletrônico
 . – <http://www.cimm.com.br/construtordepaginas/htm/3_24_6898.htm>.





As propriedades térmicas definem a reação dos materiais quando submetidos a diferentes temperaturas. É importante o conhecimento dessas propriedades para análise das ferramentas de corte, que serão estudadas na próxima lição. Para este curso, separamos algumas propriedades térmicas que são importantes:

- **fusão** – é a propriedade que define a temperatura de um material quando esse passa do estado sólido para o estado líquido. Define o “ponto de fusão” de um respectivo material;
- **ebulição** – é a propriedade que define a temperatura de um material quando esse passa do estado líquido para o estado gasoso. Define o “ponto de ebulição”;
- **dilatação térmica** – a dilatação ocorre quando os materiais, em geral, aumentam de tamanho devido ao aumento da temperatura. Exemplo prático disso são os espaços entre os trilhos de trem para que se encaixem nos dias de muito calor;
- **condutividade térmica** – é a propriedade de um material de conduzir calor;
- **condutividade elétrica** – como você viu anteriormente, os metais são bons condutores de eletricidade. A condutividade elétrica é a propriedade que define o “ponto de condutividade”. Ao contrário dessa propriedade, temos a resistividade, que é a resistência do material à passagem de corrente elétrica (propriedade do material mau condutor de eletricidade).

Após a compreensão das propriedades físicas dos materiais, preparamos a definição de outros materiais que você irá precisar saber no decorrer deste curso.



Aço

A produção do aço depende da matéria-prima que se utiliza aliada aos diferentes tipos de fornos, obtendo assim diferentes propriedades de aços. Como exemplo temos o ferro-gusa que é colocado em fornos com injeção de ar (produz aços-carbono comuns). Já a sucata utiliza fornos elétricos (produz aços de melhor qualidade). Além disso, outros elementos podem ser acrescentados a esses aços a fim de melhorar as suas propriedades. Confira na tabela abaixo:

ELEMENTO DE LIGA	INFLUÊNCIA NA ESTRUTURA	INFLUÊNCIAS NAS PROPRIEDADES	APLICAÇÃO	PRODUTOS
Níquel	Refina o grão. Diminui a velocidade de transformação na estrutura do aço.	Aumento da resistência à tração. Alta ductilidade.	Aços para a construção mecânica. Aços inoxidáveis. Aço resistente a altas temperaturas	Peças para automóveis. Utensílios domésticos. Caixas para tratamento térmico.
Manganês	Estabiliza os carbonetos. Ajuda a criar microestrutura dura por meio de têmpera. Diminui a velocidade de resfriamento.	Aumento da resistência mecânica e temperabilidade da peça. Resistência ao choque.	Aços para a construção mecânica.	Peças para automóveis e peças para uso geral em engenharia mecânica.
Cromo	Forma carbonetos. Acelera o crescimento dos grãos.	Aumento da resistência à corrosão e à oxidação. Aumento da resistência a altas temperaturas.	Aços para a construção mecânica. Aços-ferramenta. Aços inoxidáveis.	Produtos para a indústria química; talheres; válvulas e peças para fornos. Ferramentas de corte.
Molibdênio	Influencia na estabilização do carboneto.	Alta dureza ao rubro. Aumento da resistência à tração. Aumento de temperabilidade.	Aços-ferramenta. Aço cromo-níquel. Substituto do tungstênio em aços rápidos.	Ferramentas de corte.
Vanádio	Inibe o crescimento dos grãos. Forma carbonetos.	Maior resistência mecânica. Maior tenacidade e temperabilidade. Resistência à fadiga e à abrasão.	Aços cromo-vanádio.	Ferramentas de corte.
Tungstênio	Forma carbonetos muito duros. Diminui a velocidade das transformações. Inibe o crescimento dos grãos.	Aumento da dureza. Aumento da resistência a altas temperaturas.	Aços rápidos. Aços-ferramenta.	Ferramentas de corte.
Cobalto	Forma carbonetos (francamente).	Aumento da dureza. Resistência à tração. Resistência à corrosão e à erosão.	Aços rápidos. Elemento de liga em aços magnéticos.	Lâminas de turbina de motores a jato.
Silício	Auxilia a desoxidação. Auxilia na grafitização. Aumenta a fluidez.	Aumento da resistência à oxidação em temperaturas elevadas. Melhora da temperabilidade e da resistência à tração.	Aços com alto teor de carbono. Aços para fundição em areia.	Peças fundidas.





FERRO FUNDIDO

Para se obter o ferro fundido são utilizadas ligas de ferro e carbono com altos teores de silício. O ferro fundido é formado a partir do ferro-gusa. Com essas propriedades, o ferro fundido fica mais duro que o aço. Porém, como contém silício, torna-se mais frágil.

Assim como o aço, o ferro fundido também altera suas propriedades dependendo dos elementos que o compõe e do tratamento térmico. Veja as possíveis ligas e do que são compostas:

- **ferro fundido cinzento** – apresenta um teor maior de silício (até 2,8%) auxiliado de um resfriamento lento;
- **ferro fundido branco** – possui baixo teor de carbono e silício e sua velocidade de resfriamento deve ser maior;
- **ferro fundido maleável** – esse é produzido a partir do ferro fundido branco submetido a um tratamento térmico, tornando o material mais resistente ao choque e às deformações;
- **ferro fundido nodular** – obtido com a adição de elementos, como o magnésio, ainda com a massa líquida.

Para ilustrar os seus estudos, confira a tabela abaixo:

TIPO DE FERRO FUNDIDO	PROPRIEDADES	PRODUTOS
Ferro fundido cinzento.	Boa usinabilidade. Capacidade de amortecer vibrações.	Blocos e cabeçotes de motor, carcaças e platôs de embreagem, discos e tambores de freio; suportes, bases e barramentos de máquinas industriais.
Ferro fundido branco.	Dureza e fragilidade. Elevada resistência à compressão. Resistência ao choque e às deformações.	Equipamentos de manuseio de terra, mineração e moagem; rodas de vagões; revestimentos de moinhos.
Ferro fundido maleável (preto ou branco).	Alta resistência mecânica e alta fluidez no estado líquido. Resistência ao choque e às deformações.	Suportes de molas, caixas de direção, cubos de roda; conexões para tubulações hidráulicas e industriais; suportes de barras de torção, corpos de mancais, flanges para tubos de escapamento.
Ferro fundido nodular.	Ductilidade, tenacidade, usinabilidade. Resistência mecânica e à corrosão.	Mancais, virabrequins, caixas de diferencial, carcaças de transmissão, caixas satélites para automóveis, caminhões e tratores.



ALUMÍNIO

Depois do aço, o alumínio tornou-se o material metálico mais utilizado, sendo obtido em três etapas: obtenção do minério (bauxita), da alumina e a seguir do alumínio. O alumínio puro apresenta baixas propriedades mecânicas, como baixa dureza e baixa resistência à tração. Por isso, é utilizado na forma de liga na maioria dos casos. Verifique na tabela a seguir:

ELEMENTO ADICIONADO	CARACTERÍSTICAS	APLICAÇÕES
Alumínio puro.	Ductilidade, condutividade elétrica e térmica, resistência à corrosão.	Embalagens, folhas muito finas, recipientes para a indústria química, condutores elétricos.
Cobre.	Resistência mecânica, resistência a altas temperaturas e ao desgaste; usinabilidade.	Rodas de caminhões, rodas, estrutura e asas de aviões, cabeçotes de cilindros de motores de aviões e caminhões, pistões e blocos de cilindros de motores.
Manganês.	Ductilidade, melhor resistência mecânica à corrosão.	Esquadrias para a construção civil, recipientes para a indústria química.
Silício.	Baixo ponto de fusão, melhor resistência mecânica à corrosão, fundibilidade.	Soldagem forte, peças fundidas.
Silício com cobre ou magnésio.	Resistência mecânica ao desgaste e à corrosão, ductilidade; soldabilidade, usinabilidade, baixa expansão térmica.	Chassis de bicicletas, peças de automóveis, estruturas soldadas, blocos e pistões de motores, construção civil.
Magnésio.	Resistência à corrosão em atmosferas marinhas, soldabilidade, usinabilidade.	Parates de aviões.
Zinco.	Alta resistência mecânica e baixo peso	Brasagem.
Zinco e magnésio.	Resistência à tração e à corrosão, soldabilidade, usinabilidade.	Barcos, carrocerias de ônibus, tanques criogênicos.
Estanho.	Resistência à fadiga e à corrosão, por óleo lubrificante.	Capa de mancais fundidos, bielas.





MATERIAL PARA FERRAMENTA DE CORTE

O material utilizado para compor uma ferramenta depende de onde vai ser empregado. Por isso, são produzidos materiais com diferentes compostos. Cada composto é escolhido especificamente para determinado material que será usinado.

As ferramentas de corte são produzidas comumente com os mesmos compostos. Porém esses podem ter concentrações diferentes para a produção adequada de cada tipo de ferramenta. Os materiais mais empregados são: aço ferramenta, aço rápido, ligas fundidas, metal duro, cermet, cerâmica, nitreto de boro cúbico cristalino e diamante.



Você deve saber quais são os requisitos mínimos de produção que uma ferramenta deve ter. São eles:

- 1 – elevada dureza a frio e a quente;
- 2 – tenacidade;
- 3 – resistência à abrasão;
- 4 – estabilidade química;
- 5 – custo para obtenção.

TRATAMENTO TÉRMICO

Agora que você viu os diferentes materiais e suas propriedades físicas, podemos nos aprofundar um pouco sobre o tratamento térmico.

Tratamento térmico é a relação entre a temperatura e o tempo do resfriamento de um certo material para obter determinada microestrutura, é normalmente associado com o aumento da



resistência do material, mas também pode ser usado para melhorar a usinabilidade, a conformabilidade e restaurar a ductilidade depois de uma operação a frio. Logo, o tratamento térmico é uma operação que pode auxiliar outros processos de manufatura, melhorando o desempenho de produtos, aumentando sua resistência ou alterando outras características desejáveis.

Sendo assim, os diversos tipos de tratamentos térmicos são aplicados aos metais a fim de melhorar as propriedades do material, de acordo com sua utilização. Podemos atribuir particularidades a um certo aço por meio de diferentes tratamentos térmicos:

- **recozimento** – tratamento térmico no qual o material é submetido a uma elevada temperatura por certo tempo, logo após sendo resfriado lentamente, gerando assim características de alívio de tensões sobre o material, tornando-o mais mole, ou seja, um material dúctil e tenaz;
- **cementação** – tratamento termoquímico em que é promovido um enriquecimento superficial com carbono no material tratado. Geralmente é utilizado em peças que necessitam de uma elevada dureza superficial e, dessa forma, gera características como alta resistência à fadiga e o material pode ser submetido a cargas superficiais elevadas. A cementação é realizada em fornos de banho de sais e em fornos com atmosfera controlada;
- **têmpera superficial** – a têmpera em certo metal consiste basicamente no endurecimento do material. Seu processo se dá em submeter a peça a uma certa temperatura, mantida por determinado tempo, e em seguida é realizado o resfriamento brusco da peça. Esse tratamento é utilizado para peças que necessitam de endurecimento apenas nas regiões de contorno, acompanhado sua geometria;

Veja a simulação
recozimento
acessando: <<http://construtor.cimm.com.br/cgi-win/construt.cgi?configuradorresultado+1276>>.





- **revenimento** – é um tratamento térmico realizado após o endurecimento por têmpera. Peças que sofreram têmpera tendem a ser muito quebradiças, tornando-se assim uma peça frágil. Para evitar essa fragilidade utiliza-se o processo de revenimento, que consiste numa excelente combinação de dureza, ductilidade, tenacidade, resistência e estabilidade estrutural. Essas propriedades obtidas após o processo de revenimento dependem basicamente do aço tratado e da temperatura do processo de revenir;
- **normalização** – é o processo de elevação de temperatura dentro do campo austenítico, ou seja, 60°C acima da linha de mudança de fase. O material é deixado nessa temperatura até que toda a microestrutura esteja homogeneizada. Após, é removido do forno e resfriado em temperatura ambiente sob convecção natural.



Parabéns, você venceu a primeira etapa deste desafio! Agora avance seus estudos, você tem outras lições para explorar!





LIÇÃO 2

PARÂMETROS DE CORTE, GEOMETRIA E CÓDIGOS DE FERRAMENTAS

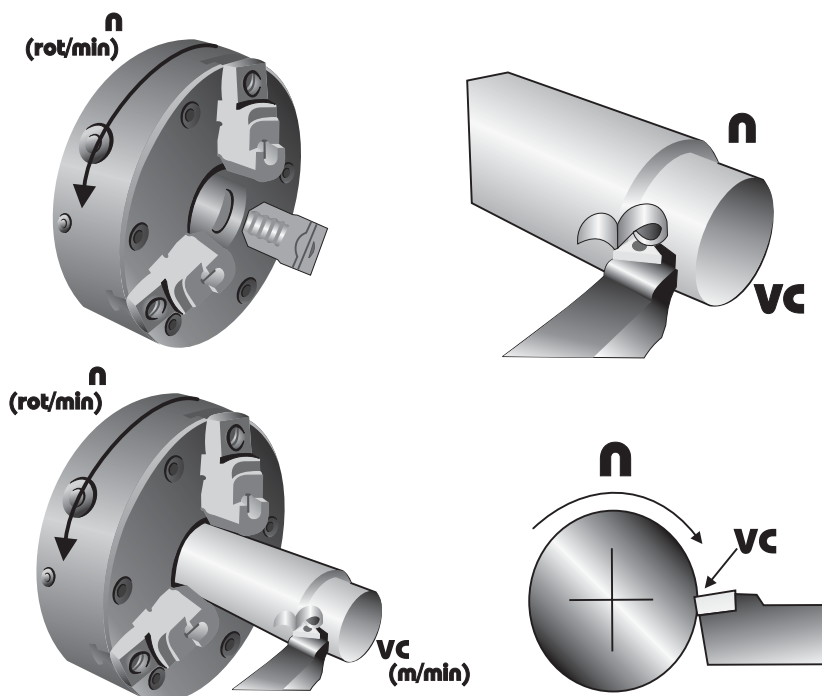
Agora você vai conhecer os parâmetros de corte, geometria e códigos de ferramentas, conteúdo fundamental para a produção eficaz do material!



Você deseja continuar? Vá em frente no desafio!

Comece pelos parâmetros de corte.

Os dados ou parâmetros de corte têm como base a **velocidade de corte (Vc)**.



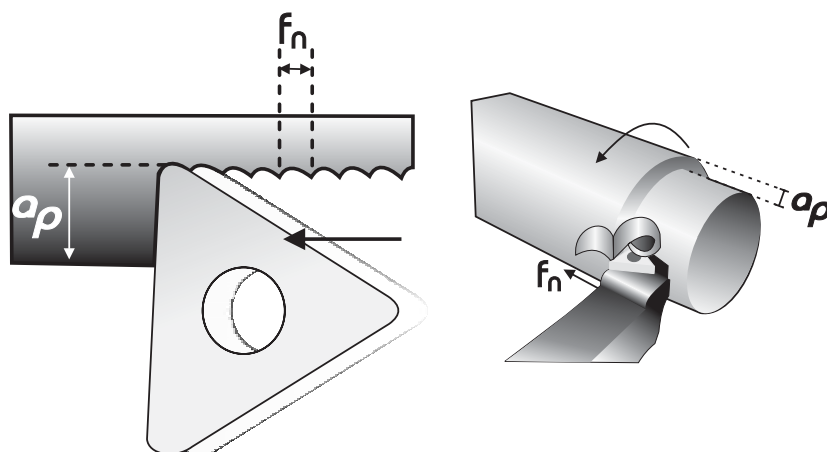


RPM é a medida em voltas da placa ou “eixo- árvore” por minuto.

Essa medida de velocidade é calculada com base em **metros de remoção de cavaco** por minuto (m/min) ou **rotação da placa por minuto (RPM)**.

A diferença entre a superfície não-usinada e a já usinada está indicada na figura abaixo pelo: **avanço (f_n)**.

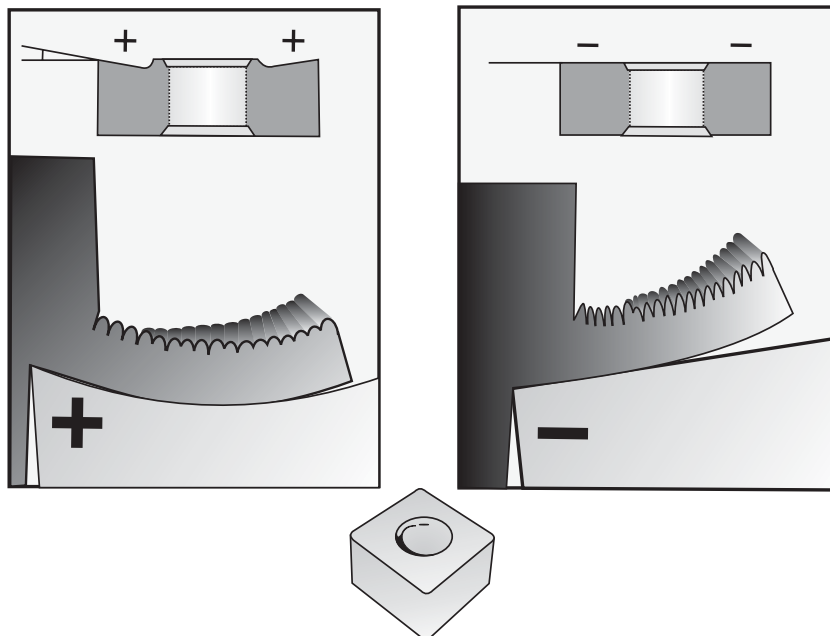
Medido em milímetro por rotação da placa ou milímetro por minuto.



(A_p), na imagem acima, é a **profundidade de corte** medida em mm.

Agora, para haver o corte de um material, você deve levar em consideração a **geometria da ferramenta**. Para isso, é preciso analisar os quesitos em relação à forma da ferramenta. Cada geometria é desenvolvida e definida por diferentes parâmetros e medidas de cortes (avanços, profundidades). Isso se deve ao fato de que cada ferramenta é produzida especificamente para suprir uma determinada necessidade – área de aplicação.

Para que a produção da geometria da ferramenta seja feita com precisão, alguns fatores são considerados: a usinagem intermitente e as tendências a vibrações. Uma característica importante é o **ângulo de cunha**, que tem a função de facilitar a penetração da ferramenta no material. Para isso, você deverá utilizar dois tipos de pastilhas: a **pastilha negativa** e a **pastilha positiva**.



A pastilha negativa possui um ângulo de cunha de 90 graus, essa deve ser montada inclinada negativamente no porta-ferramenta, a fim de obter um ângulo de folga tangencial à peça. Já a pastilha positiva não necessita desse processo, pois possui sua própria folga incorporada. Assim que a pastilha é posta no porta-ferramenta, sua geometria e inclinação no suporte decidirão o ângulo de corte que a aresta irá usinar. Outro conceito importante é o **ângulo de saída** (γ), o qual define a medida da aresta em relação ao corte. Habitualmente utilizamos pastilhas planas (sem quebra de cavaco), então seu ângulo de saída é 0 grau.



Continue a próxima lição para concluir o seu raciocínio neste desafio. Caso esteja cansado, relaxe alguns minutos para retornar aos seus estudos.





LIÇÃO 3

TÉCNICAS DE USINAGEM

Agora você vai realizar a Lição 3!

As técnicas de usinagem merecem a sua atenção especial. Você sabe o que são essas técnicas?

Os processos e as técnicas, que devem ser aplicados no momento da produção, são os próprios movimentos entre a ferramenta e a peça durante a usinagem produzindo o **cavaco**. A função desses movimentos é obter uma peça com as formas e dimensões desejadas. Podemos descrever diferentes processos conforme seguem alguns exemplos abaixo.

●
Veja a simulação de **cavaco** acessando o link <<http://construtor.cimm.com.br/cgi-win/construt.cgi?configuradorresultado+327>>.

●
Veja a simulação de **fresamento** no endereço eletrônico <<http://construtor.cimm.com.br/cgi-win/construt.cgi?configuradorresultado+299>>.

●
Veja a simulação de **furação** acessando o link <<http://construtor.cimm.com.br/cgi-win/construt.cgi?configuradorresultado+270>>.

●
Veja a simulação de **torneamento** acessando o link <<http://construtor.cimm.com.br/cgi-win/construt.cgi?configuradorresultado+271>>.

■ **Fresamento** – caracteriza-se por apresentar a ferramenta – fresa, munida de arestas cortantes simétricas em volta de um eixo. O movimento do corte é definido pela rotação da fresa em torno de seu eixo e o avanço é comumente feito pela peça a ser usinada, essa fixada na mesa da máquina, tendo assim movimentos que passam pela ferramenta dando a forma desejada.

■ **Furação** – essa operação tem a finalidade de obter um furo cilíndrico na peça utilizando uma ferramenta que gira em torno de seu eixo penetrando na superfície da peça por meio da sua ponta cortante.

■ **Torneamento** – ao contrário do processo de fresamento, o torneamento distingue-se por ter o movimento da peça em torno do seu eixo. Essa operação executa a usinagem de peças cilíndricas com o movimento de rotação de um eixo. Já o movimento de avanço é realizado pela ferramenta que se desloca ao longo da superfície da peça.





Baseados nos processos citados acima, podemos definir a usinagem em dois grupos:

- **desbaste** – normalmente utilizado para a usinagem de uma peça bruta, afim de usinar todo o material excedente com elevados dados de corte. Com isso, a peça fica apenas com o material do produto final e uma ligeira camada de material, que será retirada posteriormente, chamada de sobre-metal;
- **acabamento** – consiste em deixar a peça nas dimensões finais, retirando o sobre-metal deixado pela etapa anterior. Para isso, utilizamos parâmetros de corte reduzidos, com o objetivo de obter um excelente acabamento na superfície da peça trabalhada.



E agora, para que você produza as peças e as ferramentas de uma maneira adequada, também precisa saber das normas técnicas e parametrizações dos processos! Faça a próxima lição e complete o Desafio 1!






LIÇÃO 4

UTILIZAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS

Esta é a última lição deste desafio!

Aprenda a utilizar as normas técnicas nas máquinas CNC para parametrizar os componentes criados e evitar divergências!

A utilização das normas técnicas tem como objetivo orientar e reger todo e qualquer componente utilizado nas máquinas CNC. Mas que normas são essas? Essas normas – conhecidas como ABNT – são criadas e regularizadas pela **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Elas têm a função de parametrizar os componentes e as ligas criadas, ou seja, criar um padrão de produção desses materiais.



Quando você puder, faça uma visita ao site da ABNT: <<http://www.abnt.org.br>>.

Há normas que determinam regras referentes às ferramentas de corte para a usinagem. A norma, de certa forma, procura padronizar conceitos estabelecidos entre os movimentos de corte e a associação desses com a geometria das ferramentas de corte na usinagem dos metais. Assim como também existem normas construídas a partir da geometria da cunha de corte das ferramentas.

Mas as normas não param por aí. Podemos encontrar normas voltadas para caracterização e configuração das máquinas CNC. Ou seja, normas que prescrevem métodos e dados de calibração desses equipamentos. Com isso, fornecem procedimentos para verificar o funcionamento das máquinas como: tolerância de posicionamento, repetibilidade, vibrações e outras características dinâmicas da máquina CNC.



Além das normas da ABNT, é necessário também conhecer a norma **ISO 9000** que rege os Sistemas de Qualidade – foi elaborada, inicialmente, enfocando a necessidade de “manejo de qualidade”. Nessa norma, a qualidade é entendida como todas as características de um produto ou serviço que são exigidas pelo cliente. Portanto, define alguns requisitos em determinados procedimentos na busca pela avaliação da qualidade na especificação, do desenvolvimento, da produção, da instalação, dos serviços de pós-vendas e dos ensaios finais.

A norma ISO 9001 estabelece regras que assegurem a qualidade dos processos de produção, ou seja, estabelece critérios que possibilitem:

- agregar fator de confiabilidade ao produto;
- atender a demanda de cliente;
- atentar para a conformidade na produção;
- orientar o acompanhamento por processo relevante para a qualidade;
- ser aplicável a processo ou a parte da organização.



Agora que você terminou todas as lições, verifique se realmente atingiu os objetivos deste Desafio 1. Para isso, responda as questões que elaboramos no Ambiente Virtual de Aprendizagem.





DESAFIE O SEU CONHECIMENTO!

Dê uma espiada nas questões abaixo e depois vá ao ambiente virtual para respondê-las.

- Tratamento térmico, no qual o material é submetido a uma elevada temperatura por certo tempo e resfriado lentamente, é definido por _____.
- A função de facilitar a penetração da ferramenta no material é uma característica do _____.
- O movimento da peça em torno do seu eixo consiste na operação de _____.
- Os requisitos dos sistemas de qualidade estabelecidos por meio de procedimentos que buscam avaliar a qualidade na especificação, o desenvolvimento, a produção, a instalação, os serviços de pós-vendas e os ensaios finais estão contemplados na norma _____.



GLOSSÁRIO

Conformabilidade – operação de modificações de um corpo para outra forma definida.

Dúctil – que pode ser batido, comprimido, estirado, sem se partir; maleável; forjável; estirável; flexível; elástico. (Fonte: Dicionário da UOL).

Ductilidade – propriedade ou qualidade de dúctil.

Liga – *metal*, substância composta de dois ou mais metais intimamente misturados e unidos geralmente por fusão (Fonte: Dicionário da UOL).

Microestrutura – arranjo de átomos na escala de micrometros (10⁻⁶ m).

Operação a frio – operação ou processo realizado em baixa temperatura.

Parametrização – numa expressão ou equação pode ser a definição de uma letra distinta da variável. A definição de um valor numérico que pode ser fixado como padrão. Forma de padronizar as coisas, processos, etc.

Têmpera – ato ou efeito de temperar; temperamento. Consistência ou endurecimento que se dá aos metais ou ao aço, mergulhando-os em água fria quando incandescentes. (Fonte: Dicionário da UOL).

Usinabilidade – característica relacionada com a maior ou menor facilidade de um metal ter uma parte removida pelos processos usuais de usinagem.





BIBLIOGRAFIA

CENTRO de informação metal mecânica. Disponível em: <<http://www.cimm.com.br>>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2006.

Processos de fabricação mecânica, Telecurso 2000. Vol II. São Paulo: Globo.

DINIZ, A. E.; MARCONDES, F. C.; COPPINI, N. L.
Tecnologia da usinagem de materiais. 2. ed. São Paulo: Artliber, 2000.

Fundação Roberto Marinho. **Materiais** – Mecânica, Telecurso 2000. Vol II. São Paulo: Globo.

ISO 9000 – Sistemas de qualidade. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/projetos/prod_int/iso_9000.html>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2006.

STEMMER, C. E. **Ferramentas de corte I.** 5. ed. Florianópolis: UFSC, 2001.