Acesse: ☞ http://fuvestibular.com.br/

AULA
15

Relógio comparador

Um problema

Como vocês podem perceber, o programa de qualidade da empresa envolve todo o pessoal. Na busca constante de melhoria, são necessários instrumentos de controle mais sofisticados e de grande versatilidade. Vamos ver, nesta aula, as explicações sobre um destes instrumentos: o relógio comparador.

Introdução

Medir a grandeza de uma peça por comparação é determinar a diferença da grandeza existente entre ela e um padrão de dimensão predeterminado. Daí originou-se o termo **medição indireta**.

Dimensão da peça = Dimensão do padrão ± diferença

Também se pode tomar como padrão uma peça original, de dimensões conhecidas, que é utilizada como referência.

O relógio comparador

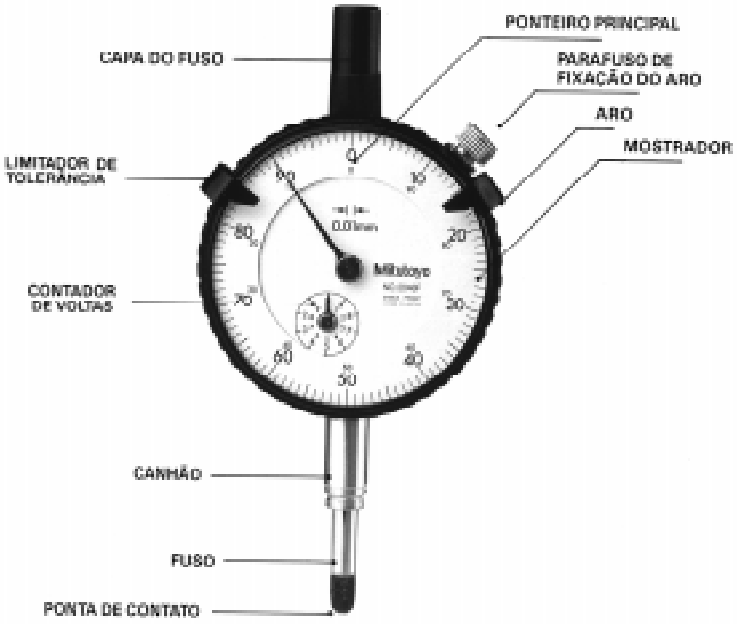
O relógio comparador é um instrumento de medição por comparação, dotado de uma escala e um ponteiro, ligados por mecanismos diversos a uma ponta de contato.

O comparador centesimal é um instrumento comum de medição por comparação. As diferenças percebidas nele pela ponta de contato são amplificadas mecanicamente e irão movimentar o ponteiro rotativo diante da escala.

Quando o ponta de contato sofre uma pressão e o ponteiro gira em sentido horário, a diferença é positiva. Isso significa que a peça apresenta maior dimensão que a estabelecida. Se o ponteiro girar em sentido anti-horário, a diferença será negativa, ou seja, a peça apresenta menor dimensão que a estabelecida.

P/ as outras apostilas de Metrologia, Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/metrologia/

Existem vários modelos de relógios comparadores. Os mais utilizados possuem resolução de 0,01 mm. O curso do relógio também varia de acordo com o modelo, porém os mais comuns são de 1 mm, 10 mm, .250" ou 1".



Em alguns modelos, a escala dos relógios se apresenta perpendicularmente em relação a ponta de contato (vertical). E, caso apresentem um curso que implique mais de uma volta, os relógios comparadores possuem, além do ponteiro normal, outro menor, denominado contador de voltas do ponteiro principal.

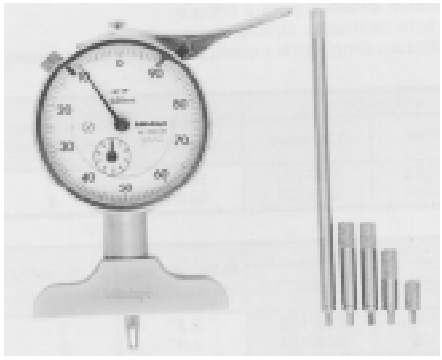
relógio vertical

Alguns relógios trazem limitadores de tolerância. Esses limitadores são móveis, podendo ser ajustados nos valores máximo e mínimo permitidos para a peça que será medida.

Existem ainda os acessórios especiais que se adaptam aos relógios comparadores. Sua finalidade é possibilitar controle em série de peças, medições especiais de superfícies verticais, de profundidade, de espessuras de chapas etc.

As próximas figuras mostram esses dispositivos destinados à medição de profundidade e de espessuras de chapas.

AULA
15

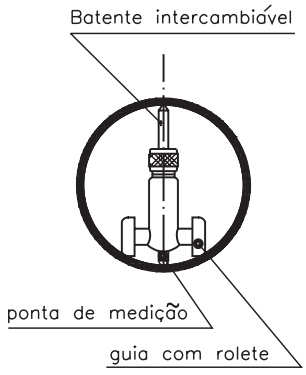

medidores de profundidade

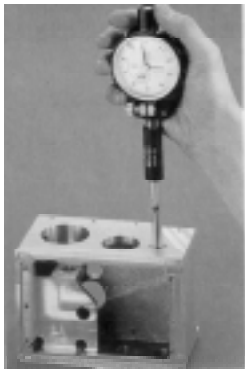
medidores de espessura

Os relógios comparadores também podem ser utilizados para furos. Uma das vantagens de seu emprego é a constatação, rápida e em qualquer ponto, da dimensão do diâmetro ou de defeitos, como conicidade, ovalização etc.

Consiste basicamente num mecanismo que transforma o deslocamento radial de uma ponta de contato em movimento axial transmitido a um relógio comparador, no qual pode-se obter a leitura da dimensão. O instrumento deve ser previamente calibrado em relação a uma medida padrão de referência.

Esse dispositivo é conhecido como medidor interno com relógio comparador ou súbito.





Relógio comparador eletrônico

Este relógio possibilita uma leitura rápida, indicando instantaneamente a medida no display em milímetros, com conversão para polegada, zeragem em qualquer ponto e com saída para miniprocessadores estatísticos.

A aplicação é semelhante à de um relógio comparador comum, além das vantagens apresentadas acima.

Acesse: ☞ http://fuvestibular.com.br/

Mecanismos de amplificação

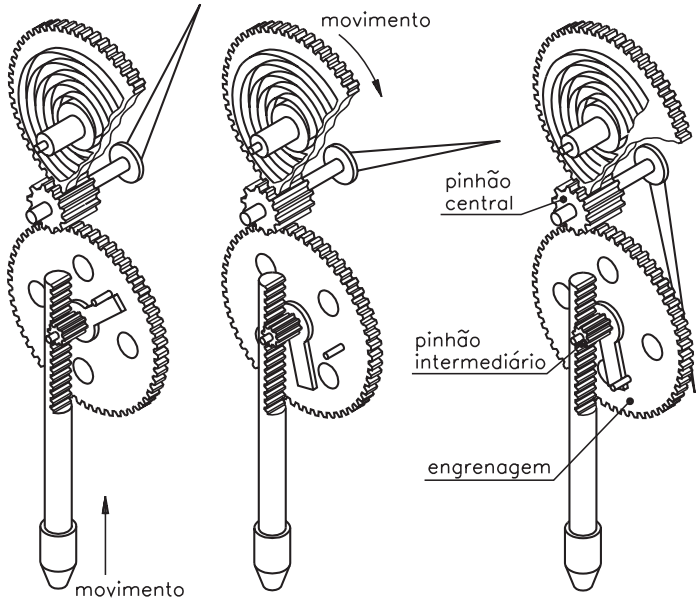
Os sistemas usados nos mecanismos de amplificação são por engrenagem, por alavanca e mista.

- **Amplificação por engrenagem**

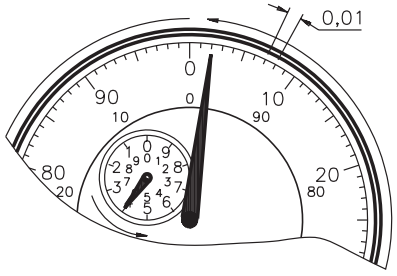
Os instrumentos mais comuns para medição por comparação possuem sistema de amplificação por engrenagens.

As diferenças de grandeza que acionam o ponto de contato são amplificadas mecanicamente.

A ponta de contato move o fuso que possui uma cremalheira, que aciona um trem de engrenagens que, por sua vez, aciona um ponteiro indicador no mostrador.



Nos comparadores mais utilizados, uma volta completa do ponteiro corresponde a um deslocamento de 1 mm da ponta de contato. Como o mostrador contém 100 divisões, cada divisão equivale a 0,01 mm.



- **Amplificação por alavanca**

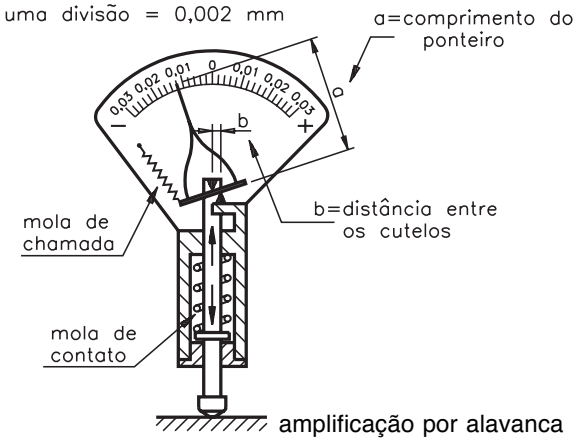
O princípio da alavanca aplica-se a aparelhos simples, chamados indicadores com alavancas, cuja capacidade de medição é limitada pela pequena amplitude do sistema basculante.

Assim, temos:

$$\text{relação de amplificação} = \frac{\text{comprimento do ponteiro}\ \text{(a)}}{\text{distância entre os cutelos}\ \text{(b)}}$$

Durante a medição, a haste que suporta o cutelo móvel desliza, a despeito do esforço em contrário produzido pela mola de contato. O ponteiro-alavanca, mantido em contato com os dois cutelos pela mola de chamada, gira em frente à graduação.

A figura abaixo representa a montagem clássica de um aparelho com capacidade de ± 0,06 mm e leitura de 0,002 mm por divisão.



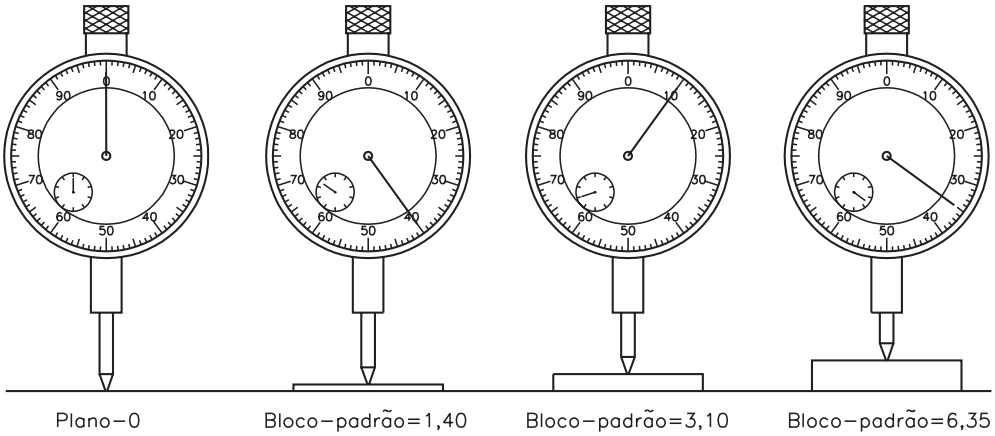
- **Amplificação mista**

É o resultado da combinação entre alavanca e engrenagem. Permite levar a sensibilidade até 0,001 mm, sem reduzir a capacidade de medição.

Condições de uso

Antes de medir uma peça, devemos nos certificar de que o relógio se encontra em boas condições de uso.

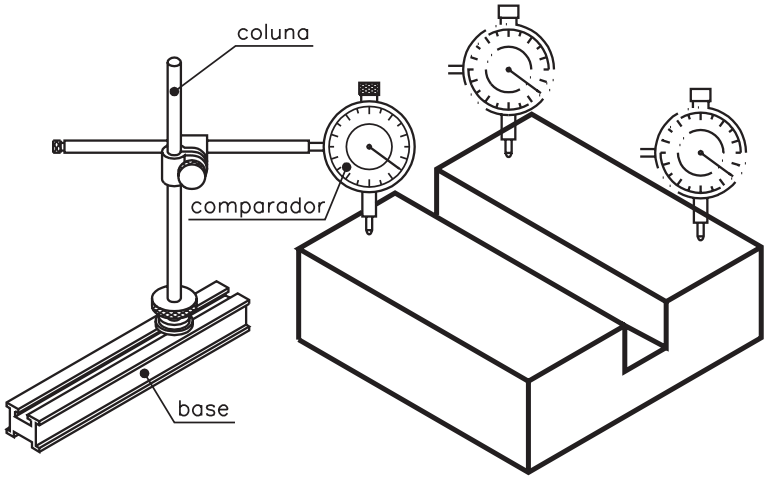
A verificação de possíveis erros é feita da seguinte maneira: com o auxílio de um suporte de relógio, tomam-se as diversas medidas nos blocos-padrão. Em seguida, deve-se observar se as medidas obtidas no relógio correspondem às dos blocos. São encontrados também calibradores específicos para relógios comparadores.



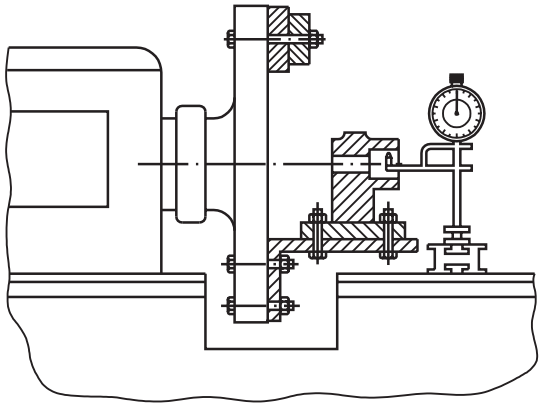
Observação: Antes de tocar na peça, o ponteiro do relógio comparador fica em uma posição anterior a zero. Assim, ao iniciar uma medida, deve-se dar uma pré-carga para o ajuste do zero.

Colocar o relógio sempre numa posição perpendicular em relação à peça, para não incorrer em erros de medida.

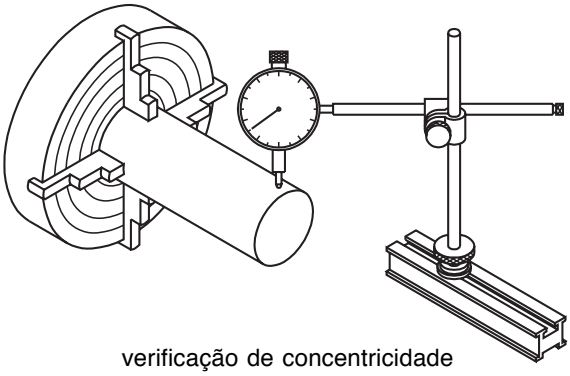
Aplicações dos relógios comparadores



verificação do paralelismo

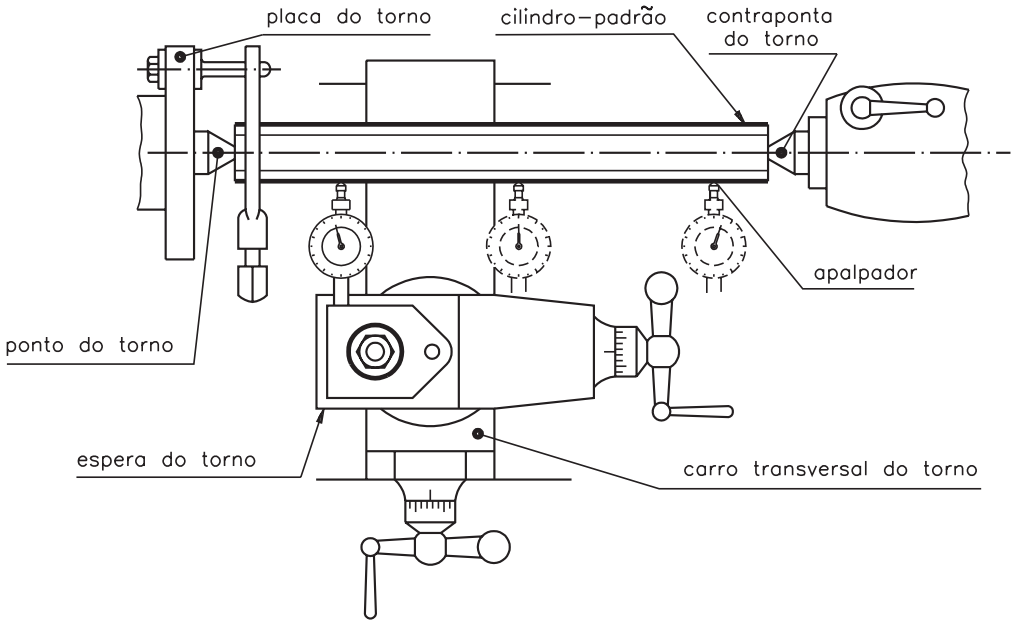


verificação de excentricidade de peça montada na placa do torno

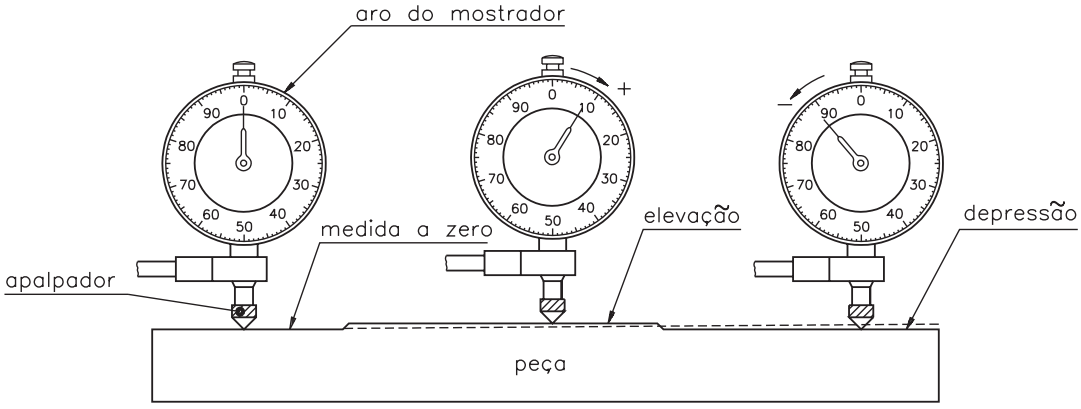


verificação de concentricidade

AULA
15



verificação do alinhamento das pontas de um torno



verificação de superfícies planas

Conservação

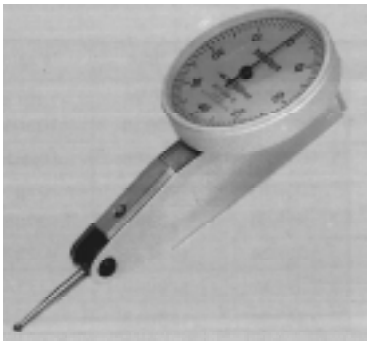
- Descer suavemente a ponta de contato sobre a peça.
- Levantar um pouco a ponta de contato ao retirar a peça.
- Evitar choques, arranhões e sujeira.
- Manter o relógio guardado no seu estojo.
- Os relógios devem ser lubrificados internamente nos mancais das engrenagens.

Relógio com ponta de contato de alavanca (apalpador)

É um dos relógios mais versáteis que se usa na mecânica. Seu corpo monobloco possui três guias que facilitam a fixação em diversas posições.

Existem dois tipos de relógios apalpadores. Um deles possui reversão automática do movimento da ponta de medição; outro tem alavanca inversora, a qual seleciona a direção do movimento de medição ascendente ou descendente.

O mostrador é giratório com resolução de 0.01 mm, 0.002 mm, .001" ou .0001".



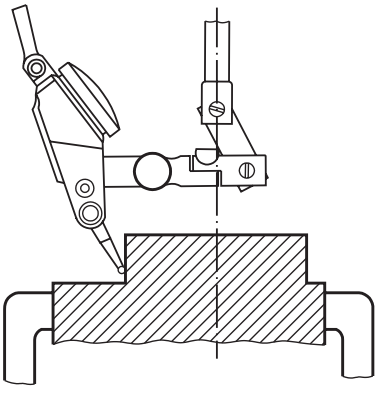
relógio apalpador

Por sua enorme versatilidade, pode ser usado para grande variedade de aplicações, tanto na produção como na inspeção final.

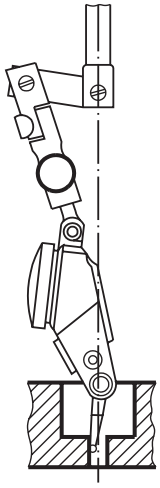
Exemplos:

- Excentricidade de peças.
- Alinhamento e centragem de peças nas máquinas.
- Paralelismos entre faces.
- Medições internas.
- Medições de detalhes de difícil acesso.

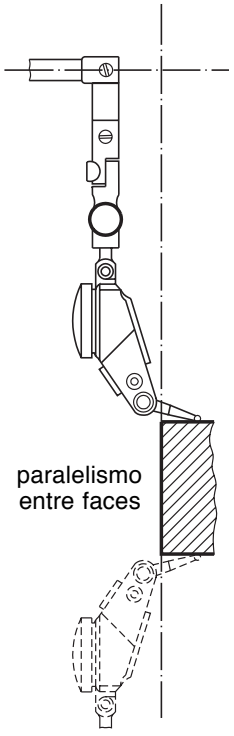
Exemplos de aplicação



alinhamento e centragem de peças nas máquinas



verificação de difícil acesso



paralelismo entre faces

AULA 15

Conservação

- Evitar choques, arranhões e sujeira.
- Guardá-lo em estojo apropriado.
- Montá-lo rigidamente em seu suporte.
- Descer suavemente o ponta de contato sobre a peça.
- Verificar se o relógio é anti-magnético antes de colocá-lo em contato com a mesa magnética.

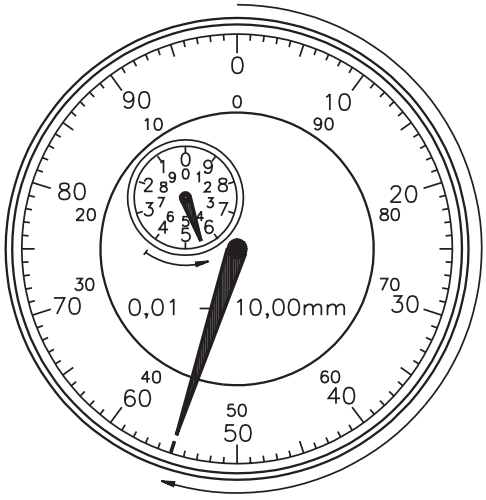
Verificando o entendimento

Observações

- A posição inicial do ponteiro pequeno mostra a carga inicial ou de medição.
- Deve ser registrado se a variação é negativa ou positiva.

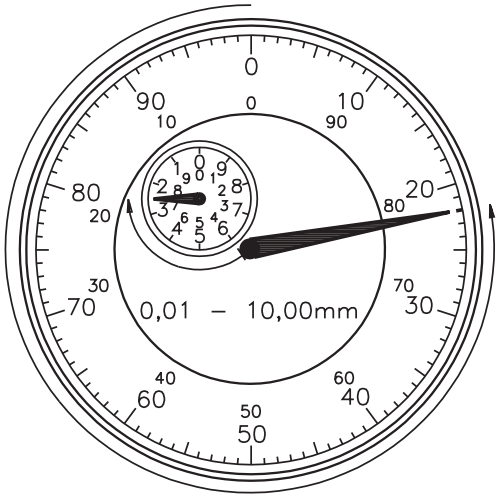
Leitura de relógio comparador (milímetro)

a)



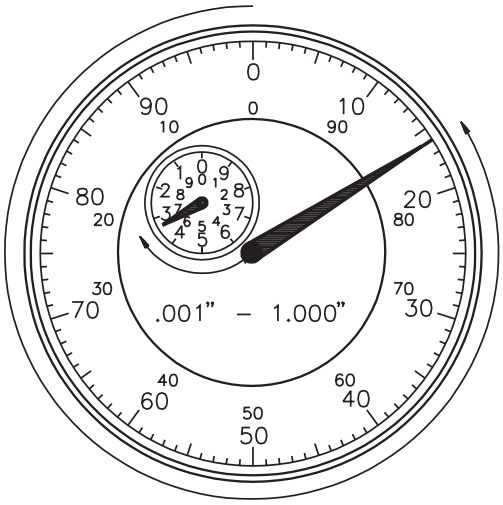
Leitura: .....

b)



Leitura: .....

c)



Leitura: .....

Veja se acertou:
a) 1,55 mm
b) –3,78 mm
c) –.284"

Teste sua aprendizagem. Faça os exercícios a seguir e confira suas respostas com as do gabarito.

Exercícios

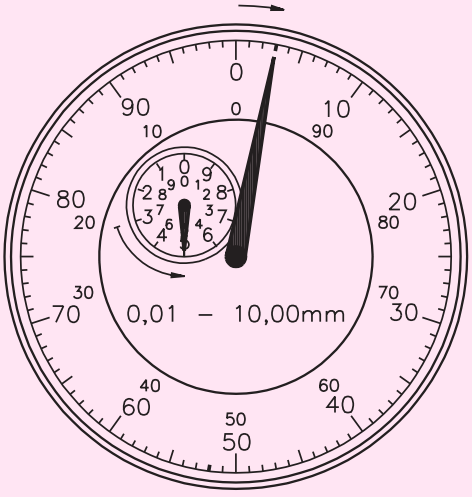
Exercício 1

Faça a leitura e a escreva abaixo da figura.

Observações

- A posição inicial do ponteiro pequeno mostra a carga inicial ou de medição.
- Deve ser registrado se a variação é negativa ou positiva.

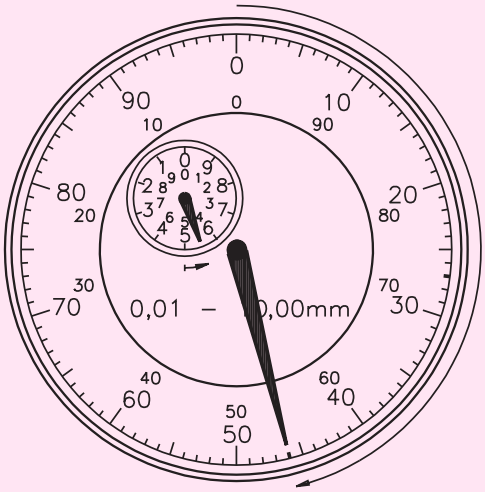
a)



Leitura: .....

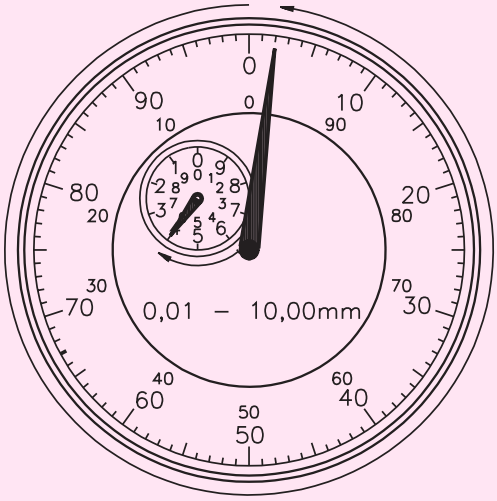
AULA
15

b)



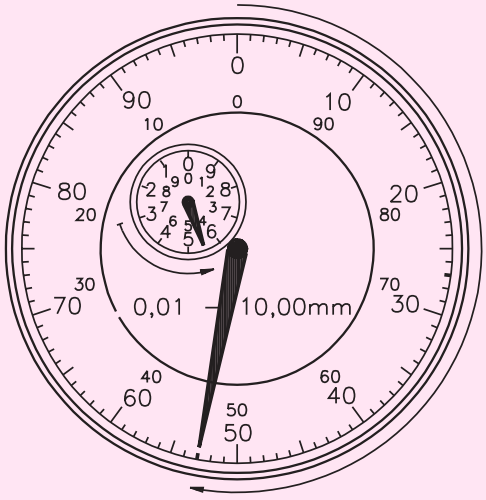
Leitura: .....

c)



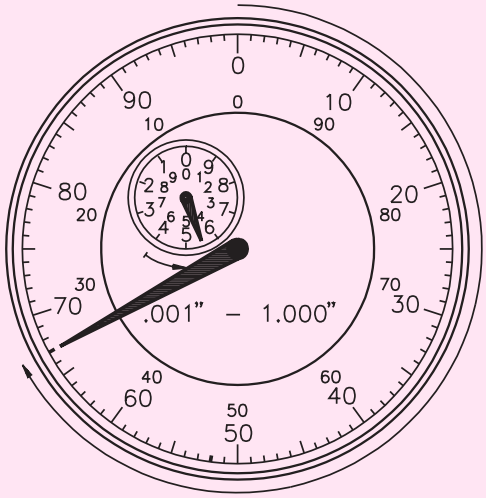
Leitura: .....

d)



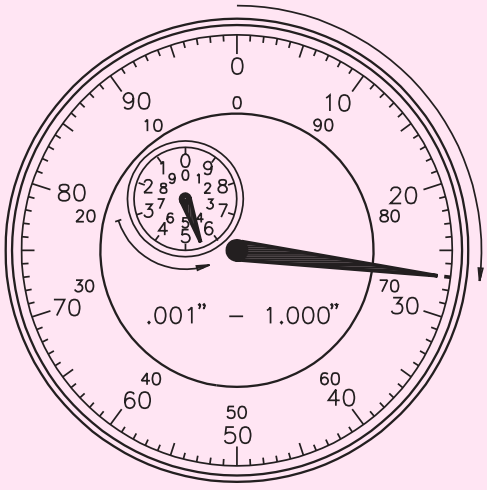
Leitura: .....

e)



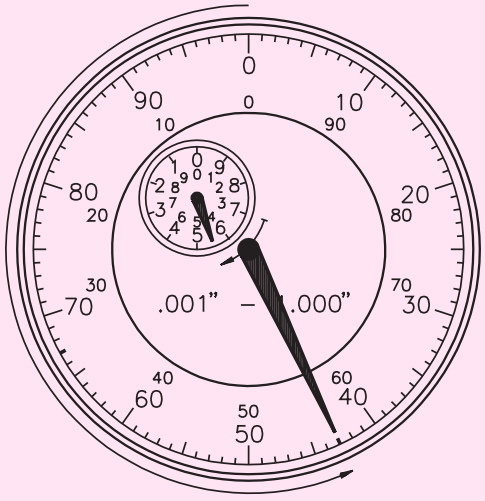
Leitura: .....

f)



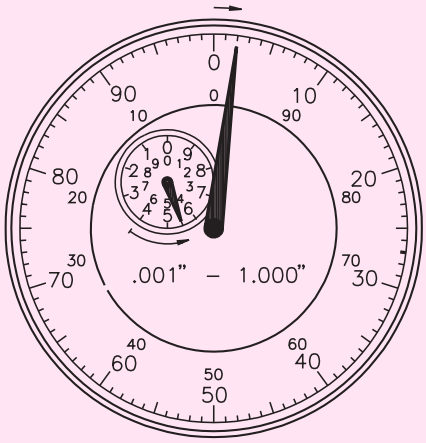
Leitura: .....

g)



Leitura: .....

h)



Leitura: .....

Marque com X a resposta correta.

Exercício 2

O relógio comparador é um instrumento de medição que verifica:

a) ()medidas, superfícies planas, concentricidade e paralelismo, com leitura direta;

b) ()medidas, superfícies planas, concentricidade e paralelismo, com leitura indireta;

c) ()medidas, superfícies planas, concentricidade e paralelismo, somente para peças de grandes dimensões;

d) ()medidas, superfícies planas, concentricidade e paralelismo, apenas para peças de pequenas dimensões.

Exercício 3

O ponteiro do relógio comparador é ajustado ao zero da escala por meio de:

a) ()limitador de tolerância;

b) ()aro giratório;

c) ()ponta de contato;

d) ( ) alavanca.

Exercício 4

Nos relógios comparadores comuns, cada volta completa do ponteiro equivale a 1 mm. Como o mostrador tem 100 divisões, cada divisão vale em **mm**:

a) ( ) 0,01;

b) ( ) 0,002;

c) ( ) 0,001;

d) ( ) 0,1.

Exercício 5

Para elevar a sensibilidade do relógio em 0,001 mm, usa-se o seguinte tipo de amplificação:

a) ()por engrenagem;

b) ()por alavanca;

c) ()mista (alavanca/engrenagem);

d) ()por alavanca de revisão.

Solução? Uma lima na mão!

Quando você abre uma lata de sardinhas com um abridor comum, precisa tomar cuidado para não se cortar com os cantos e rebarbas que se formam nesse processo de corte.

Qualquer processo de corte tem como resultado mais ou menos a mesma coisa: arestas, rebarbas, cantos vivos que, se não forem retirados, poderão ocasionar acidentes, prejudicar o alinhamento, o assentamento, o esquadrejamento da peça quando for necessário fazer a traçagem e/ou a usinagem posterior. Como resolver esse problema?

Quando a empresa conta com um bom profissional, isso fica fácil, pois existe uma operação que permite eliminar esses excessos de material, mesmo que eles estejam em locais que uma máquina não pode alcançar. É um processo predominantemente manual, mas que eventualmente pode ser realizado com a ajuda de uma máquina. Se você quer conhecer esse processo, estude esta aula com muita atenção.

Devagar e sempre

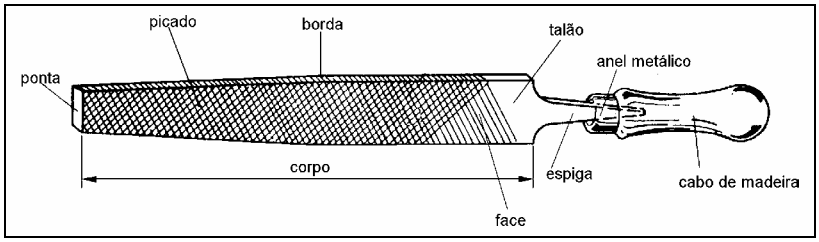
Apesar do uso das máquinas-ferramenta garantir qualidade e produtividade na fabricação de peças em grandes lotes, existem ainda operações manuais que precisam ser executadas em circunstâncias nas quais a máquina não é adequada. É o caso da **limagem**, realizada pelo ferramenteiro ou pelo ajustador e usada para reparação de máquinas, ajustes diversos e trabalhos de usi-

P/ as outras apostilas de P. de Fabricação,Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/processos-de-fabricacao/apostila-2/

nagem na ferramentaria para a confecção de gabaritos, lâminas, matrizes, guias, chavetas.

Como você já sabe, sempre que se realiza uma operação de corte qualquer, o resultado quase inevitável é o aparecimento de rebarbas que precisam ser retiradas. A limagem é a operação que retira essa camada extra e indesejável de material. Para isso, usa-se uma ferramenta chamada **lima**.

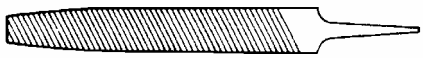
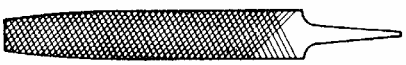
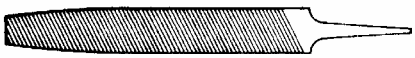
A lima é uma ferramenta geralmente fabricada com aço-carbono temperado e cujas faces apresentam dentes cortantes chamados de **picado**.



A lima pode ser classificada por meio de várias características. Essas informações estão resumidas no quadro a seguir:

Classificação	Tipo	Aplicações
Quanto ao formato	lima chata	Superfícies planas Superfícies planas internas em ângulo reto ou obtuso
	lima quadrada	Superfícies planas em ângulo reto, rasgos internos e externos
	lima redonda	Superfícies côncavas, pequenos raios
	lima meia-cana	Superfícies côncavas e planas
	lima triangular	Superfícies em ângulo agudo maior que 60°.
	lima faca	Superfícies em ângulo agudo menor que 60°.

P/ as outras apostilas de P. de Fabricação,Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/processos-de-fabricacao/apostila-2/

Classificação	Tipo	Aplicações
Quanto à inclinação do picado	simples 	Materiais metálicos não-ferrosos (alumínio, chumbo)
	duplo (cruzado) 	Materiais metálicos ferrosos (aços, ferro fundido)
Quanto à quantidade ou espaçamento dos dentes	Bastarda (6 a 8 dentes p/ cm) longitudinal 	Desbaste (mais que 0,2mm)
	Murça (12 a 16 dentes p/ cm) longitudinal	Acabamento (menos que 0,2mm)
Quanto ao comprimento	entre 4 e 12 polegadas (100 a 300 mm)	Variável, dependendo do tamanho da superfície a ser limada

Para que as limas tenham uma durabilidade maior, é necessário ter alguns cuidados:

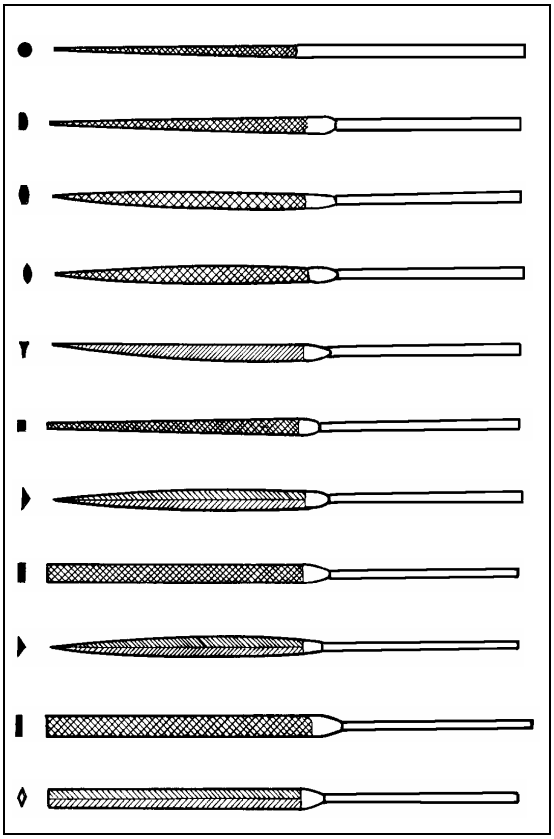
1. Usar as limas novas para limar metais mais macios como latão e bronze. Quando ela perder a eficiência para o corte desses materiais, usá-la para trabalhar ferro fundido que é mais duro.
2. Usar primeiramente um dos lados. Passe para o segundo lado somente quando o primeiro já estiver gasto.
3. Não limar peças mais duras do que o material com o qual a lima foi fabricada.
4. Usar lima de tamanho compatível com o da peça a ser limada.
5. Quanto mais nova a lima, menor deve ser a pressão sobre ela durante o trabalho.
6. As limas devem ser guardadas em suportes de madeira em locais protegidos contra a umidade.

Existe ainda um grupo especial de limas pequenas, inteiras de aço, chamadas de **limas-agulha**. Elas são usadas em trabalhos especiais como, por exemplo, para a limagem de furos de pequeno diâmetro, construção de ranhuras e acabamento de cantos vivos e outras superfícies de pequenas dimensões nas quais se requer rigorosa exatidão.

P/ as outras apostilas de P. de Fabricação,Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/processos-de-fabricacao/apostila-2/

O comprimento total das limas-agulha varia entre 120 e 160mm e o comprimento da parte com picado pode ser de 40, 60 e 80mm.

Quanto ao picado e ao formato elas são semelhantes às limas comuns:



a) redonda

b) meia-cana

c) plana de ponta

d) amêndoa

e) faca

f) quadrada

g) triangular

h) plana cerrada

i) triangular unilateral

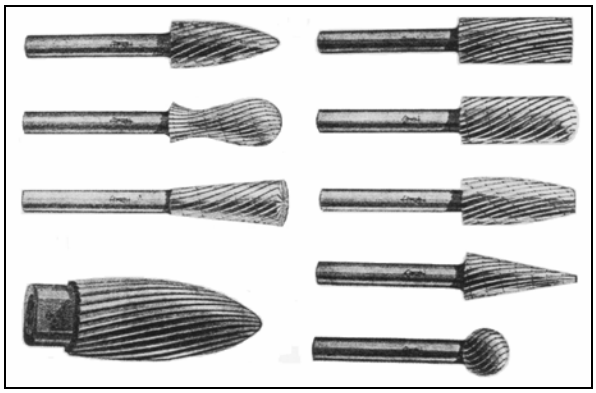
j) ranhurada

k) rômbica

Para trabalhar metal duro, pedra, vidro e matrizes em geral, e em ferramentaria para a fabricação de ferramentas, moldes e matrizes em geral, são usadas **limas diamantadas**, ou seja, elas apresentam o corpo de metal recoberto de pó de diamante fixado por meio de um aglutinante.

Para simplificar a usinagem manual de ajustagem, rebarbamento e polimento, usam-se as **limas rotativas** ou fresas-lima, cujos dentes cortantes são semelhantes aos das limas comuns. São acopladas a um eixo flexível e acionadas por meio de um pequeno motor. Apresentam formatos variados, como mostra a ilustração a seguir.

P/ as outras apostilas de P. de Fabricação,Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/processos-de-fabricacao/apostila-2/



Pare! Estude! Responda!

Exercícios

1. Responda:

a) Que tipos de trabalhos podem ser realizados por meio da limagem?

b) Como se chama a ferramenta para realizar a limagem e com que material ela é fabricada?

c) Como são chamados os dentes cortantes da lima?

d) Como as limas podem ser classificadas?

2. Associe a coluna **A** (tipo de lima) com a coluna **B** (emprego).

Coluna A	**Coluna B**
a) ( ) Lima chata	**1.** Superfícies côncavas e planas.
b) ( ) Lima quadrada	**2.** Superfícies com ângulo agudo menor do que 60°.
c) ( ) Lima redonda	**3.** Superfícies planas em ângulo reto; rasgos.
d) ( ) Lima meia-cana	**4.** Superfície para desbaste (mais que 0,2mm).
e) ( ) Lima triangular	**5.** Superfícies côncavas de pequenos raios.
f) ( ) Lima faca	**6.** Superfícies planas com ângulo obtuso.
	7. Superfícies com ângulo agudo maior que 60°.

3. Assinale **V** se a afirmação for correta ou **F** se ela estiver incorreta.

a) ( ) As limas novas devem ser usadas para limar materiais duros.

b) ( ) Limas-agulha são usadas em trabalhos de exatidão.

c) ( ) As limas devem ser guardadas em local apropriado, protegidas contra a umidade.

P/ as outras apostilas de P. de Fabricação,Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/processos-de-fabricacao/apostila-2/

d) ( ) As limas rotativas são usadas em ferramentaria para simplificar a usinagem manual de ajustagem, rebarbagem e polimento.

e) ( ) As limas diamantadas são usadas para trabalhar metal duro, pedra, vidro e matrizes em geral.

f) ( ) Quanto mais nova for a lima, maior deverá ser a pressão sobre ela.

4. Reescreva corretamente as alternativas que você considerou falsas.

Etapas da limagem

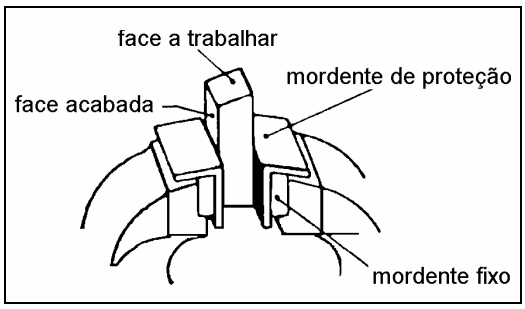
A limagem manual pode ser realizada por meio de várias operações. Elas são:

- limar superfície plana: produz um plano com um grau de exatidão determinado por meio de réguas. Aplica-se à reparação de máquinas e em ajustes diversos;
- limar superfície plana paralela: produz um plano paralelo cujo grau de exatidão é controlado com o auxílio de um instrumento como o paquímetro, o micrômetro ou o relógio comparador. É empregada na confecção de matrizes, em montagens e ajustes diversos;
- limar superfície plana em ângulo: produz uma superfície em ângulo reto, agudo ou obtuso, cuja exatidão é verificada por meio de esquadros (ângulos de 90º). Usa-se para a confecção de guias de diversos ângulos, “rabos de andorinha”, gabaritos, cunhas;
- limar superfície côncava e convexa: produz uma superfície curva interna ou externa verificada por verificadores de raio e gabaritos. É empregada para a execução de gabaritos, matrizes, guias, chavetas;
- limar material fino (chapas de até 4 mm). Aplica-se à usinagem de gabaritos e lâminas para ajuste.

Nesta aula, vamos nos deter na limagem de superfície plana que é a operação com menor grau de dificuldade. Essa operação prevê a realização das seguintes etapas:

P/ as outras apostilas de P. de Fabricação,Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/processos-de-fabricacao/apostila-2/

1. Fixação da peça na morsa – A superfície a ser limada deve ficar na posição horizontal, alguns milímetros acima do mordente da morsa. Para proteger as faces já acabadas da peça, usar **mordentes de proteção**.

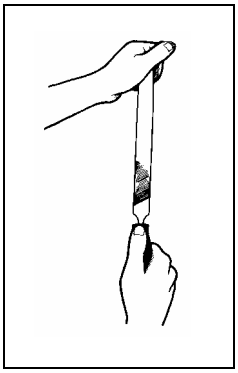


Mordentes de proteção: são chapas de material mais macio do que o da peça que será fixada e que evitam que os mordentes da morsa façam marcas nas faces já usinadas da peça.

2. Escolha da lima de acordo com a operação e tamanho da peça.

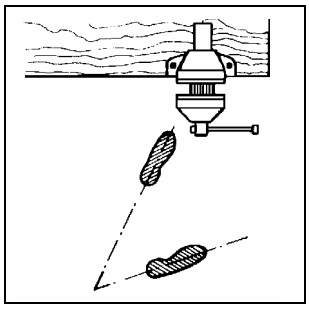
3. Execução da limagem observando as seguintes orientações:

a) Segure a lima conforme a ilustração e verifique se o cabo está bem fixado.

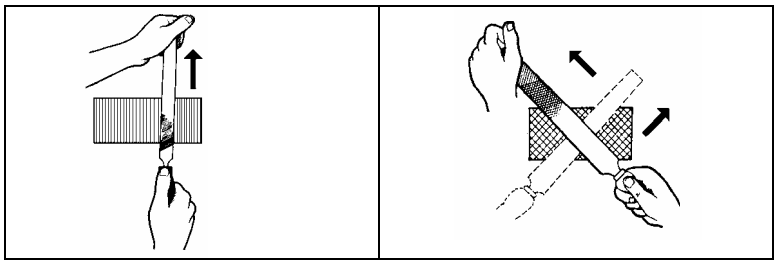


P/ as outras apostilas de P. de Fabricação,Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/processos-de-fabricacao/apostila-2/

b) Apoie a lima sobre a peça, observando a posição dos pés.

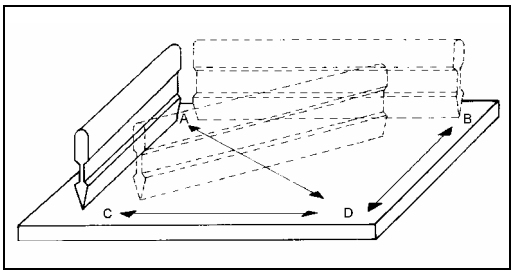


c) Lime por passes sucessivos, cobrindo toda a superfície a ser limada e usando todo o comprimento da ferramenta. A lima pode correr transversal ou obliquamente em relação à superfície da peça.



d) Lime a um ritmo entre 30 e 60 golpes por minuto.

e) Controle freqüentemente a planeza com o auxílio da régua de controle.



Para evitar riscos na superfície limada, limpe os cavacos que se prendem ao picado da lima com o auxílio de uma escova ou raspador de latão ou cobre.

A operação da limagem é artesanal e seu resultado depende muito da habilidade do profissional. Aumentar a produtividade e uniformizar os resultados é o grande desafio da limagem. Será possível vencê-lo? Vamos descobrir isso na próxima aula.

P/ as outras apostilas de P. de Fabricação,Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/processos-de-fabricacao/apostila-2/

Pare! Estude! Responda!

Exercícios

5. Associe a coluna **A** (operação) com a coluna **B** (controle ou aplicação da operação).

Coluna A

a) ( ) Limar superfície plana
b) ( ) Limar superfície plana paralela
c) ( ) Limar superfície plana em ângulo
d) ( ) Limar superfície côncava ou convexa
e) ( ) Limar superfície plana de material fino.

Coluna B

1. Verifica-se com gabaritos ou verificadores de raios.
2. Produz superfície controlada por meio de réguas.
3. Emprega-se em chapas de até 4mm.
4. Controla-se por meio de paquímetro.
5. Controla-se por meio de goniômetro.

6. Responda.

a) O que são mordentes de proteção?
b) Por que os mordentes de proteção devem ser mais macios do que a peça usinada?
c) Cite ao menos três providências que devem ser observadas ao se executar a limagem.
d) Como evitar riscos na superfície da peça durante a limagem?

P/ as outras apostilas de P. de Fabricação,Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/processos-de-fabricacao/apostila-2/