

Capítulo 4

Ajustagem

Ajustagem é o processo de adaptar de maneira adequada elementos e órgãos de uma máquina uns aos outros; por exemplo, assentar peças de um mecanismo. Acontece em processos de montagem e desmontagem de conjuntos e subconjuntos de elementos mecânicos, seja na fabricação seja no reparo por manutenção. Também são atividades de ajustagem os trabalhos manuais de traçagem, serramento e outras, nos departamentos de ferramentaria e de manutenção.

Os ajustes adicionais na montagem de mecanismos recebem o nome de “retrabalhos”, pois nesse caso é realizada uma atividade não designada para que o mecanismo fique perfeitamente funcional. Algumas razões que podem causar o retrabalho:

- a atribuição de tolerâncias dimensionais e geométricas (de forma e posição) inadequadas ou a falta delas;
- erros de projeto ou de etapas de fabricação do(s) componente(s);
- cotagem nos desenhos de projetos sem uso de superfície de referência, ou falta de cotas funcionais nos componentes de conjuntos.

Os ajustes podem ser necessários por uma soma de erros. Nas atividades de ajustagem são utilizadas limas diversas, traçadores, esquadros, escalas (réguas), serras, plainas limadoras, rasquetes, brocas, machos, furadeiras e outros.

4.1 Instrumentos de medição utilizados na ajustagem

É importante saber identificar, entender e manusear corretamente os instrumentos para executar as medições com precisão. Para realizá-las e assegurar maior durabilidade, devem ser seguidos os cuidados específicos de manuseio e de conservação que cada um deles requer. Versões digitais de instrumentos facilitam a medição.

4.1.1 Escala

A escala é utilizada para verificar grandezas lineares e para traçar linhas diversas no plano como régua comuns. São fabricadas em aço e geralmente gravadas de 0,5 em 0,5 mm para as versões em milímetros. Sua graduação inicial (zero) coin-

cide com a face lateral, por isso deve-se ficar atento com a tomada de referência, que é essa face lateral. Por vezes inicia-se a leitura pela marcação 10 mm, por exemplo, para referência de abertura de um compasso para traçagem (figura 4.1).

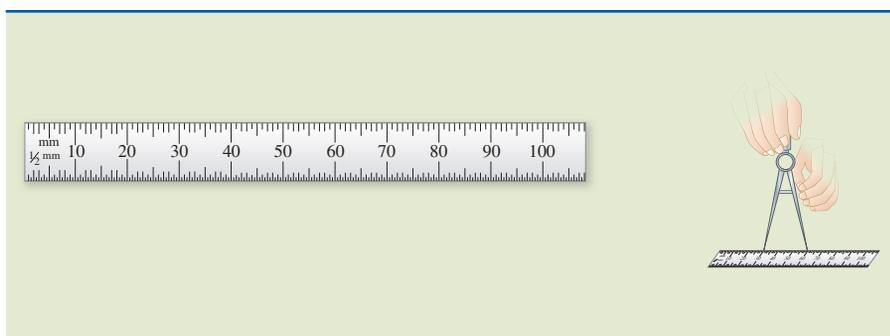


Figura 4.1

Vista de parte de uma escala em milímetros.

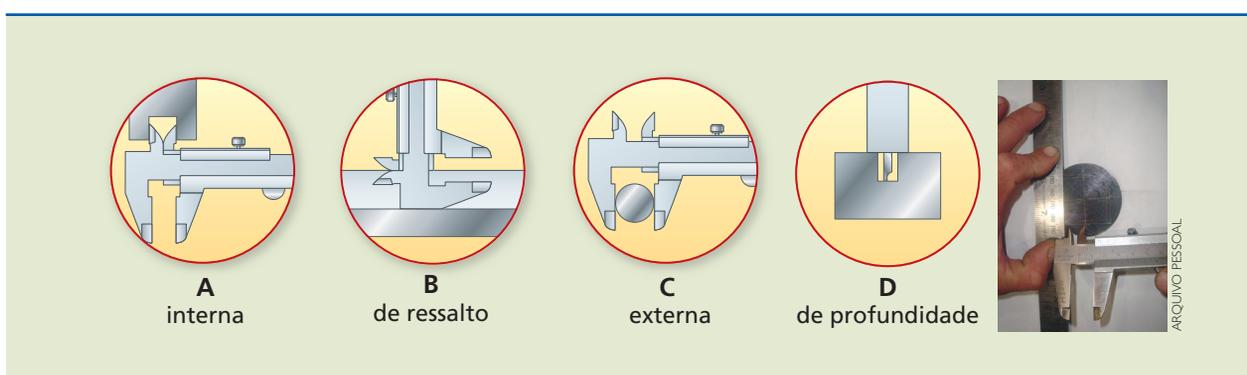
4.1.2 Paquímetro universal quadrimensional

Esse tipo de paquímetro é usado para medições internas (por exemplo, o diâmetro de um furo), externas (o diâmetro de uma broca) e de profundidades (por exemplo, a profundidade de um furo não passante). Existem diversos modelos de paquímetro em faixas de grandeza de medição e classes de precisão, com leituras em milímetro e polegada no mesmo instrumento.

Esses paquímetros possuem um nônio para efetuar medições mais precisas do que as feitas com escalas, com diversas resoluções em frações de milímetro e polegada. Nunca devem ser usados como riscadores em traçagens nem como bases ou apoios para os riscadores em traçagens. A figura 4.2 ilustra várias medições feitas com esse instrumento.

Figura 4.2

Medição quadrimensional com paquímetro.



4.1.3 Micrômetro

O micrômetro é utilizado, em geral, para medições com maior precisão do que as realizadas com o paquímetro. Modelos de micrômetro em faixas de grandeza de medição e classes de precisão permitem leituras apenas em milímetros ou apenas em polegadas, ou em ambas. Existem modelos com nônio para resoluções de 0,001 mm e frações de polegada. As versões digitais facilitam a obtenção de leituras. Na figura 4.3 são ilustrados tipos de micrômetros e aplicações.

Figura 4.3

- a) Vista geral de um micrômetro para medição externa;
 b) medição de profundidade em um rebaixo de uma peça;
 c) micrômetro interno de três pontas e detalhe das pontas, para medir furos precisos.



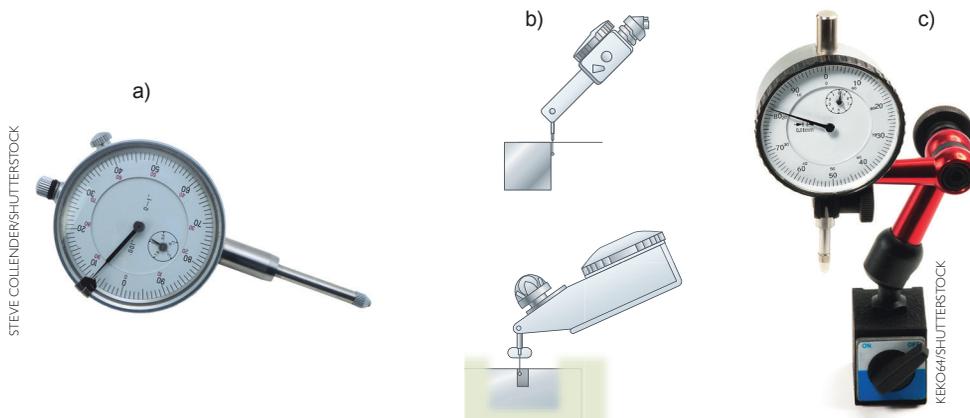
4.1.4 Relógios comparadores, relógios apalpadores e base magnética

Os relógios são mecanismos constituídos por engrenagens de precisão acionadas pela pressão exercida em sua haste de contato. São úteis para verificar a centragem de elementos em rotação, alinhamento e planicidade, entre muitas outras aplicações, e possibilitam economizar tempo em ajustes e medição. Existem versões com resolução de 0,01 e de 0,001 mm e devem ser manuseados com cuidado.

Figura 4.4

- a) Relógio comparador tradicional;
 b) exemplos de aplicação
 e c) base magnética com haste de três articulações.

Os relógios apalpadores possuem hastes reclináveis apoiadas em microrrolamentos e engrenagens temperadas, apoiadas em mancais de rubi. A figura 4.4 mostra alguns relógios e suas aplicações.



Os relógios comparadores e apalpadores em geral são fixados em uma haste articulada montada em uma base magnética. A base magnética se acopla a superfícies de aço ou ferro por um botão ou chave que ativa e desativa a ação magnética. Existe um entalhe em V ou um alívio na face de contato que auxilia na adaptação da base magnética em diferentes superfícies.

A haste articulada possibilita realizar o ajuste universal tanto nos planos vertical como horizontal. O apalpador pode, ainda, ser usado em calibradores traçadores de altura, para realizar medições.

4.1.5 Calibrador traçador de altura

Esse tipo de calibrador é um instrumento com uma base, haste retangular com escala fixa graduada na vertical, normalmente em milímetros, na qual se desloca um cursor, com funcionamento que lembra o paquímetro.

A base do calibrador traçador de altura é de aço-carbono temperado e retificado, para garantir maior precisão e resistir ao desgaste provocado pelo deslizamento em mesas de desempenho de ferro fundido ou de granito. Existem versões digitais, com saída de dados para periféricos, aumentando a versatilidade de aplicação e uso.

Principais aplicações desse instrumento:

- traçagem de peças que podem facilitar operações posteriores de fabricação;
- controle dimensional com auxílio de relógio apalpador e acessórios, por exemplo, para medir profundidade de furos.

4.1.6 Transferidor

É utilizado para a medição (figura 4.5), verificação e traçado de ângulos. É formado por uma haste, um arco graduado em graus e uma porca de travamento para fixar a haste em qualquer ângulo. Na haste existe o traço de referência para medição. Com a haste na perpendicular à borda da régua, o traço de referência coincide com a gravação de 90° do disco.

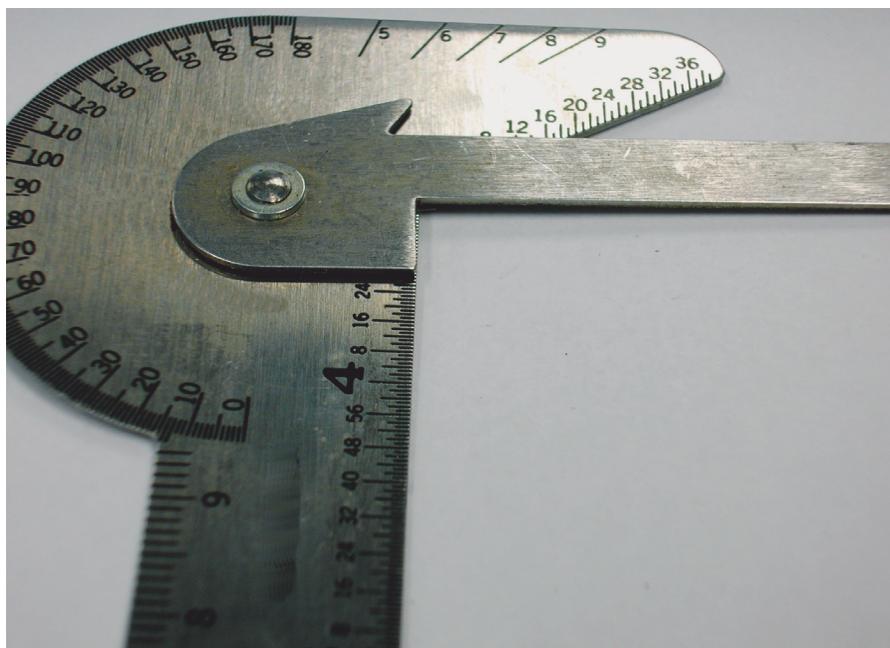


Figura 4.5
Transferidor.

RANDALL SCHWANKE/SHUTTERSTOCK

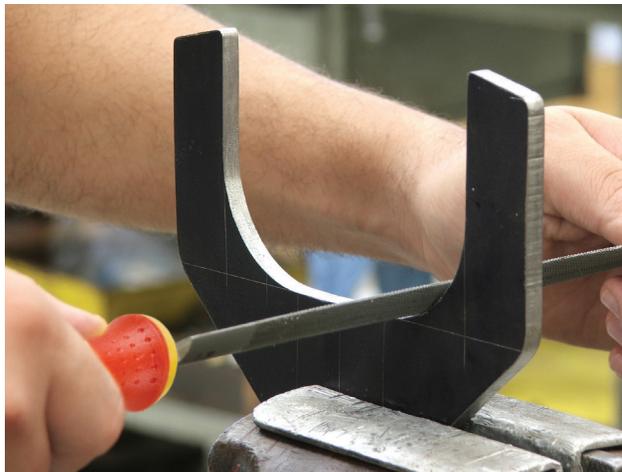
Com o posicionamento da régua e haste no ângulo desejado, podemos traçar a inclinação angular com o uso de um riscador. O valor angular da inclinação pode ser medido fazendo contato da face da régua e da haste do transferidor com duas superfícies não paralelas de uma peça. Algumas versões são conhecidas como goniômetro, que podem incluir graduação para frações de graus e uma pequena lente de aumento para maior precisão de leitura. Para facilidade e precisão de medição de faces angulares, pode ser usado o projetor de perfil.

4.2 Limagem

É um processo de usinagem que visa obter superfícies planas ou curvas, com ou sem concordância, com o uso da ferramenta chamada lima. Essa ferramenta é utilizada em movimento contínuo ou alternativo na peça, que fica presa, em geral, em morsas.

Os movimentos da lima são feitos com os braços. Uma das mãos segura o cabo da lima, enquanto a outra apoia a lima contra o material. No movimento de ida, aplica-se pressão na lima para remover o material. Na volta é feito o recuo sem pressão da lima no material. A figura 4.6 ilustra a posição típica de limagem com a peça presa em morsa na bancada. O serramento manual é similar.

Figura 4.6
Processo de limagem.



Nas indústrias e nas escolas, colocam-se cabos de madeira. Opcionalmente, adquire-se a lima com cabo plástico. A figura 4.7 mostra as partes principais de uma lima e, na figura 4.8, podemos observar uma lima de aço-carbono com cabo plástico à prova de choques.

Figura 4.7
Desenho de lima e descrição de suas partes.

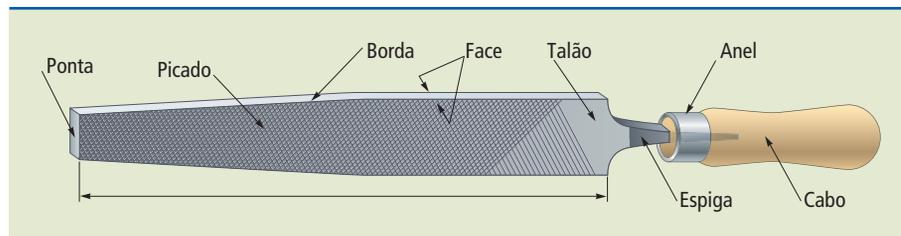


Figura 4.8

Lima de aço-carbono com cabo plástico à prova de choques, com emborrachamento texturizado.



4.2.1 Escolha da lima

A escolha da lima ideal para o trabalho visa atingir o formato da peça com tolerância dimensional e geométrica exigidas e a qualidade de rugosidade da superfície. O quadro da Tabela 4.1 mostra a relação entre peças e limas a serem usadas. A seleção pelo tipo, tamanho, material e formato da lima é baseada:

- na dureza e na geometria da peça a ser trabalhada (se é um canto ou entalhe);
- no tamanho, precisão e acabamento da superfície;
- na quantidade de material a ser retirado.

Acabamento superficial

Escolhe-se entre as limas bastarda e murça, segundo a intensidade dos sulcos nas faces:

- **bastarda** – para desbastes, superfícies sem exigência de acabamento;
- **murça** – para acabamento mais refinado (sulcos menos profundos nas faces da lima).

Relação entre peças e limas

Peças	Limas	
1. Natureza do material a ser trabalhado	Picado da lima	Simples – aço macio Cruzado – aço duro Curvo – aço macio e aço duro Tipo grossa – alumínio
2. Grau de rugosidade da superfície (tipo de acabamento)	Graus de corte	Bastarda Murça
3. Perfil da superfície (desenho)	Tipos	Quadrilaterales Triangulares Circunferenciais
4. Linha de ação (L) de trabalho	Comprimento da lima (C) $C = \pm 3L$	

Tabela 4.1

Relação entre peças e limas a serem utilizadas.

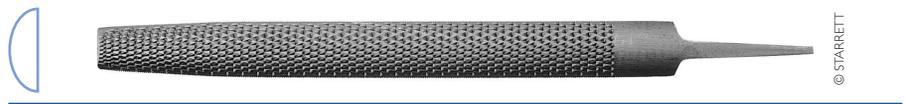
Dureza e formato do material que se usina

- **limas vitrificadas** – utilizadas na remoção de pequenas imperfeições;
- **limas diamantadas** – indicadas para todos os tipos de arredondamentos de cantos vivos em ferramentas de metal duro;
- **limas de aço-carbono** – são feitas de aço com médio ou alto teor de carbono. Podem ser:
 - agulhas – em perfis variados, como chata paralela, triangular, quadrada, meia-cana, redonda para serviços leves e de precisão;
 - mecânicas – as mais usadas em escolas, com tamanhos e picados para cada trabalho específico. Após o uso, esse tipo requer cuidados de limpeza com escovas de aço, seguindo a direção dos sulcos (picadas).

Os tipos usuais de limas mecânicas e suas aplicações são:

- **lima meia-cana** (figura 4.9) – utilizada para limagem de materiais diversos em superfícies perfiladas (côncavas, convexas ou sem forma) e planas. A ponta é afilada na direção da largura;

Figura 4.9
Lima meia-cana.



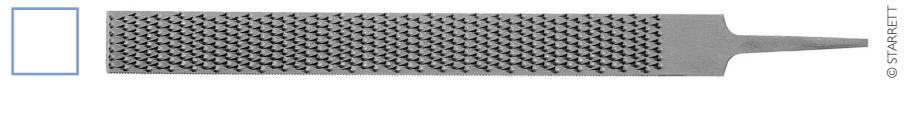
- **lima redonda** (figura 4.10) – utilizada para limagem em ajuste e aberturas circulares ou superfícies perfiladas. É levemente afilada na ponta, com perfil circular.

Figura 4.10
Lima redonda.



- **lima quadrada** (figura 4.11) – usada para limagem de ranhuras quadradas ou superfícies planas em geral. Possui quatro faces com picado duplo e extremidade levemente afilada.

Figura 4.11
Lima quadrada.



- **lima mecânica triangular** (figura 4.12) – usada na limagem de superfícies planas internas com ângulo igual ou maior que 60° . Existe versão para afiação de serrotes.

**Figura 4.12**

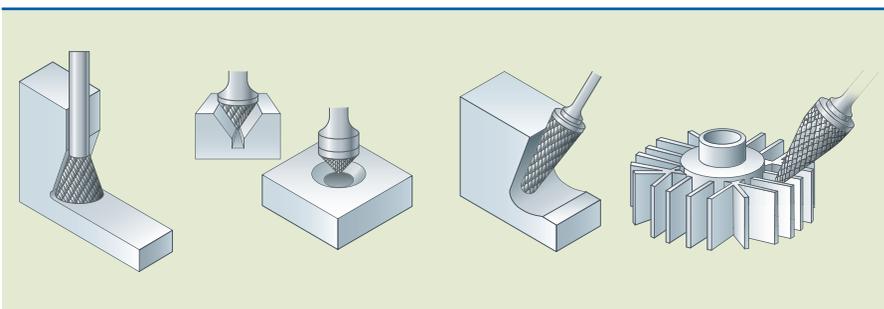
Lima mecânica triangular.

Existem ainda as **limas rotativas** (figura 4.13), fabricadas de metal duro e usadas em dispositivos de alta rotação, por acionamento elétrico ou pneumático. Sua aplicação típica é em acabamentos finais de faces e arestas ou para remoção de rebarbas em peças que já passaram por tratamento térmico. Possuem corte helicoidal simples para maiores remoções, duplo para pequenas remoções, e “alumínio” para não ferrosos e não metálicos.

**Figura 4.13**

Limas rotativas.

Na figura 4.14, além das limas rotativas, podemos observar os tipos de corte na sequência helicoidal, duplo e alumínio, assim como um dispositivo de alta rotação para fixar a lima rotativa. Na figura 4.14, são ilustradas algumas aplicações de limas rotativas: cônica invertida, cônica 60° ou 90° , cônica com raio e lima rotativa eliminando rebarbas.

**Figura 4.14**

Aplicações das limas rotativas.

4.2.2 Acabamento com baixa rugosidade

Utiliza-se a pasta de diamante, que atinge valores próximos de 0,05 e 0,025 Ra, especialmente para dar acabamento fino nas aplicações em que existe a especificação de superfícies com baixa rugosidade ou baixíssima remoção de material.

Outra operação destinada a produzir superfície plana com baixa rugosidade em atividades de ajustagem é o rasqueteamento. Nele, com uma ferramenta chamada rasquete, o operador ajusta guias de máquinas que fazem contato mecânico de deslizamento linear nos carros das máquinas. A superfície gerada proporciona maior área de contato das faces e melhor lubrificação, de modo que muitas vezes é o processo escolhido no lugar da retificação. Essa característica de maior contato define maior rigidez mecânica, porém com menor velocidade, se compararmos com as máquinas atuais que utilizam guias lineares para deslocamento dos carros.

4.3 Serramento

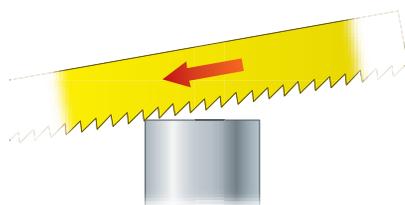
Serramento é a operação que visa dividir ou seccionar uma peça em mais partes ou, ainda, separar partes não necessárias de material para chegar ao formato final requerido. São usadas ferramentas chamadas serras em equipamentos manuais ou de acionamento eletromecânico.

Pode ser contínuo ou circular e, ainda, adaptado para recortes. Utilizam-se serras de fita vertical e horizontal em serramento contínuo ou circular, e a serra tico-tico em recortes. Como o serramento não é uma operação de precisão, em geral são feitas operações posteriores para melhor acabamento da face.

4.3.1 Serramento manual

A lâmina de serra é fixada no arco de serra por meio de uma porca tipo borboleta (figura 4.15). As lâminas são classificadas pela quantidade de dentes por polegadas, que orientam sua seleção para uso. Ao serrar, o cabo deve ser empurrado de maneira semelhante à da lima, com movimento de pressão na ida e pouca pressão na volta. Uma das mãos segura o cabo e a outra se apoia na curvatura frontal do arco. Deve-se tomar cuidado com acidentes, pois a lâmina de serra, ao dobrar durante o uso, pode quebrar. Algumas versões de lâminas bimetálicas podem ser dobradas em qualquer ângulo sem quebrar.

O serramento manual quase sempre ocorre após a traçagem. Antes de serrar, devemos verificar se as pontas dos dentes da lâmina de serra estão voltadas para a frente, em sentido oposto ao cabo (ver a figura 4.15), se a lâmina está suficientemente tensa, e também se a colocação da lâmina está no plano do arco de serra. Na figura é ilustrado como a posição da porca tipo borboleta pode mudar em função do modelo de serra.

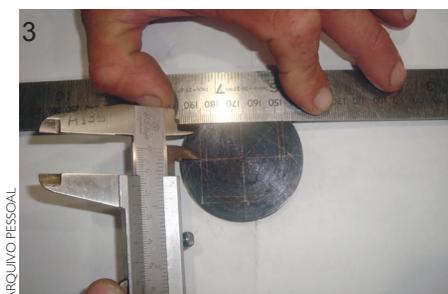
**Figura 4.15**

Serra manual e posição dos dentes no serramento.

4.4 Traçagem

É uma operação feita para marcar linhas sobre a superfície de uma peça e indicar os limites de corte e desbaste ou o centro de furos. É anterior ao serramento, à furação e a algumas outras operações de usinagem, como o fresamento de base de máquinas. A traçagem pode ser realizada no plano ou no espaço.

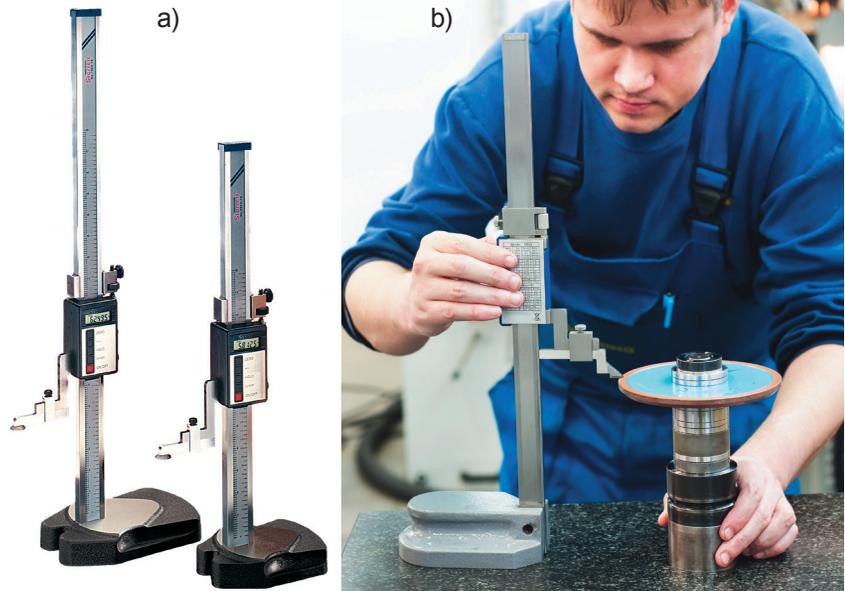
- **Traçagem no plano** (figura 4.16) – é o traçado de linhas sobre uma superfície plana.
- **Traçagem no espaço** (figura 4.17) – é o traçado nas três dimensões da peça, com o uso de calibrador traçador de alturas ou graminho.

**Figura 4.16**

Exercício típico de traçagem no plano e ajustagem: 1) *blank* de geometria circular e produto acabado; 2 e 3) traçar com riscador usando escala, compasso e paquímetro, para serramento e posterior ajuste das laterais por limagem ou 4) com uso de plaina limadora para formar um quadrado. Posteriormente, traçar e marcar a posição dos furos com punção, para a furação com broca e roscamento com macho manual.

Figura 4.17

- a) Vista geral de calibrador traçador de altura digital;
b) exemplo de manuseio típico do instrumento.



4.4.1 Outros acessórios e ferramentas para traçagem

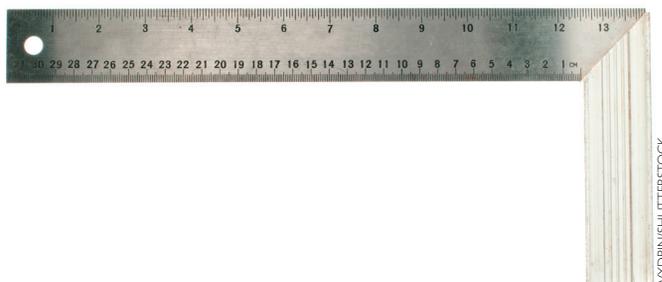
- **Tinta para traçagem** – normalmente em tonalidade azul opaca. Visa eliminar reflexos e destacar o traçado em uma superfície. É solúvel em água ou álcool.
- **Riscador** – após aplicar a tinta, é deslizado com pressão sobre uma superfície de material mais macio, para riscar ou traçar uma linha.

Quando a operação ocorre no plano ou com uso de graminhos, o riscador é uma haste de aço cilíndrica com ponta aguda soldada de metal duro, ou apenas endurecida. Nos traçadores de altura, é um acessório de ponta aguda de metal duro com formato prismático.

Figura 4.18

- a) Esquadro com lâmina graduada;
b) esquadro de precisão maciço de aço inoxidável.

- **Esquadro** (figura 4.18) – é um instrumento para verificar e traçar faces perpendiculares (90°). Existem vários tipos de esquadro, de acordo com a finalidade e o grau de precisão.



a)



b)

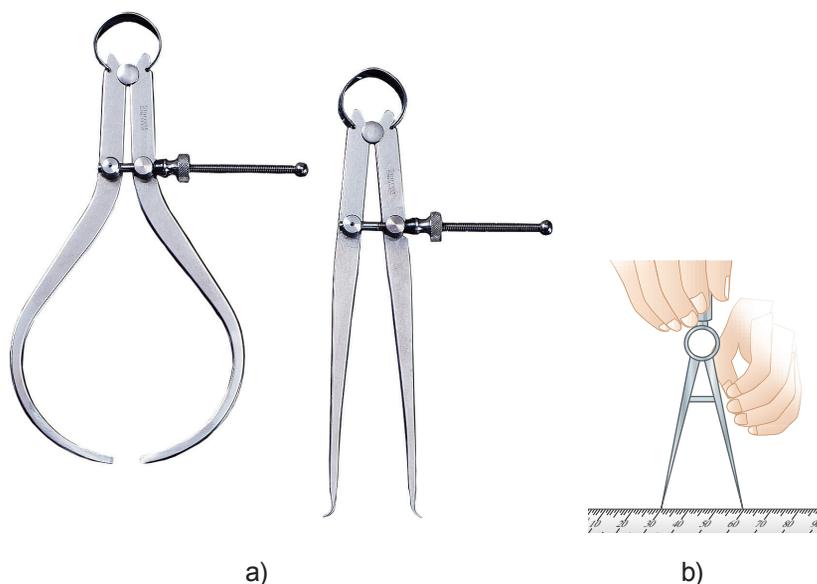
- **Mesa de desempenho** (figura 4.19) – plana, de granito ou de ferro fundido retificado. É usada para traçagem, inspeções e verificações de planos ou de retas paralelas. Sobre o desempenho desliza-se o graminho ou o calibrador traçador de altura, tomando o cuidado para que a superfície da mesa esteja lisa e limpa. Após o uso, somente o desempenho de ferro fundido deve receber uma ligeira camada de óleo, para evitar corrosão.

**Figura 4.19**

Mesa de desempenho.

- **Compasso divisor** – é um instrumento com duas pernas sustentadas por uma mola em arco, usado para riscar e traçar, ou auxiliar na verificação e medição. As pernas, de pontas finas e duras, precisam estar no mesmo comprimento e na direção vertical em relação à superfície a riscar. Uma porca é utilizada para fazer ajustes rápidos e travar as pernas. Ajusta-se a medida de abertura para traçar a partir de uma escala.

Existem compassos de diferentes formatos (figura 4.20). Nos compassos de verificação, utiliza-se o paquímetro para ajuste da abertura.

**Figura 4.20**

a) Compassos para verificação externa e interna;
b) ajuste das pernas em compasso para traçar.

4.5 Atividades da tecnologia de furação em ajustagem

A furação propriamente dita é uma operação de usinagem para fazer furos em um material qualquer, com auxílio de uma ferramenta chamada broca. A furação pode ser um processo único de obtenção de um furo, ou preliminar aos processos de rebaixamento, alargamento e roscamento com macho.

O furo com broca costuma ser feito impondo a ela um movimento de rotação e de avanço linear paralelo a seu eixo, em máquinas chamadas furadeiras. A broca é fixada com auxílio de acessórios, geralmente em mandris universais. É comum os furos serem feitos após traçagem e marcação prévia da posição com um punção. Dependendo do diâmetro da broca, é conveniente efetuar a usinagem de um furo de guia com uma broca de centro, após a marcação do furo com punção.

Alguns cuidados devem ser tomados na execução do processo:

- a seleção da furadeira adequada, levando-se em conta a posição do furo, o tamanho da peça e da broca;
- a definição da afiação da broca, considerando-se o material que a constitui e o material da peça;
- os acessórios necessários para a fixação da peça e da broca.

O uso de equipamento de proteção individual (EPI) é importante, pois, ao executar o processo, são liberados pedaços de material na forma de cavacos, que podem atingir os olhos do operador.

Ao executar operações posteriores à obtenção do furo, deve-se tomar cuidado para que a centragem dessas operações coincida com a furação inicial.

Para chanfrar as bordas dos furos, utiliza-se o escareador.

Na aplicação, por exemplo, de acomodar a cabeça de parafusos, o rebaixamento do furo é feito com rebaixadores ou fresa topo.

O alargamento visa obter uma dimensão mais precisa do diâmetro do furo e melhor acabamento superficial, para montar um pino cônico ou cilíndrico em conjuntos e subconjuntos mecânicos. É feito com o alargador cilíndrico ou cônico, aplicado manualmente ou com o auxílio de máquinas.

O roscamento com macho em geral é realizado com o uso de um jogo de macho manual, preso em um acessório denominado desandador para machos ou utilizam-se suportes articulados para facilitar o trabalho do operador.

No alargamento e no roscamento, é obrigatório realizar a correta seleção do diâmetro da broca em função do diâmetro do alargador ou da medida nominal do macho. No alargamento, procura-se deixar uma quantidade mínima de sobremetal entre a furação com broca e a operação com alargador.

Para o roscamento, e algumas vezes para o alargamento, existem tabelas de furos preliminares para roscar ou para alargar, que são editadas e distribuídas por fabricantes de brocas, alargadores e de ferramentas para roscar.

A furação pode ser feita com uma das seguintes furadeiras:

- **portátil** – usada em locais de difícil acesso;
- **de bancada** – máquina de pequenas dimensões e capacidade do motor. O avanço da broca é manual;
- **coluna** (figura 4.21) – a mesa em que a peça é fixada pode ser posicionada linear e angularmente. O avanço da broca é semiautomático;
- **radial** – utilizada para furar peças de grandes dimensões. É versátil por furar em diversos pontos sem deslocar a peça. A broca é posicionada no ponto necessário de furação, traçado ou guiado por dispositivo tipo máscara, em movimento linear e de translação por um braço que se articula girando sobre uma coluna. A peça mantém-se presa e imóvel;

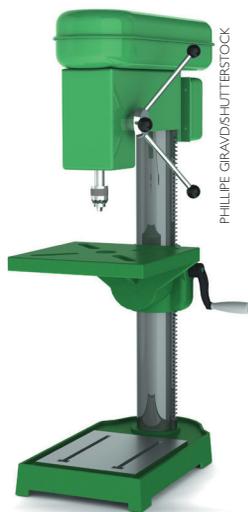


Figura 4.21

Furadeira de coluna.

- **de coordenadas ou fresadoras ferramenteiras** – o posicionamento da broca pode ser feito com maior precisão. A peça se desloca linearmente na mesa, que possui um anel graduado ou visores digitais de coordenadas. Também é possível realizar pequenos fresamentos, por exemplo, abrir rasgos com fresas de topo.

4.5.1 Broca

É a ferramenta para furar. Possui haste para fixação, aresta de corte com ângulo de ponta, corpo principal com guia externa e ranhuras em canais helicoidais para a saída de cavaco. É fabricada, em geral, de aço rápido. Em regime de produção, empregam-se brocas de metal duro, que oferecem maior resistência ao desgaste, e aplica-se uma camada externa de revestimento, como o nitreto de titânio, caracterizado pela coloração amarelada das brocas, o que aumenta ainda mais sua resistência ao desgaste.

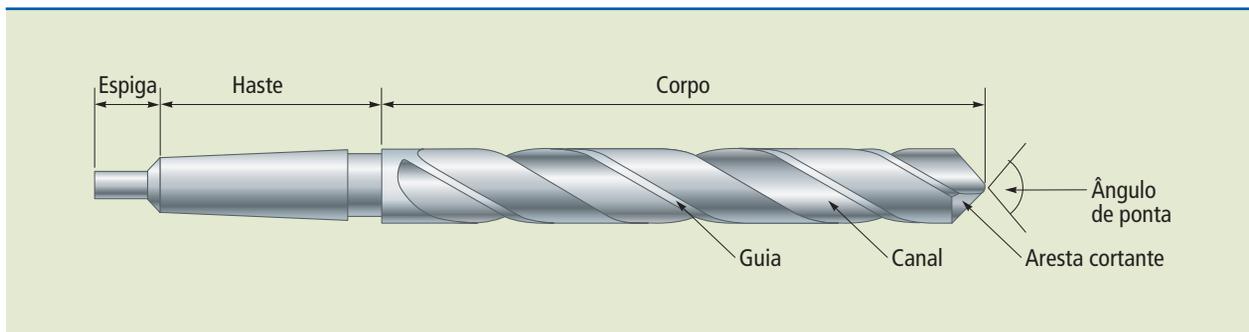


Figura 4.22
Partes de uma broca.

A figura 4.22 ilustra a estrutura de uma broca. O ângulo de ponta forma as arestas de corte, com geometria afiada, de acordo com o tipo de material que será furado. Para trabalhos comuns, o ângulo da ponta deve ter 118° para brocas de aço rápido, e 140° para brocas de metal duro. A guia serve de suporte quando a broca tiver penetrado no material, enquanto os canais expulsam os cavacos para fora do furo. Muitas vezes, dependendo da profundidade do furo, são feitos movimentos de retirada da broca do furo antes de atingir a profundidade final, para que sejam removidos por completo os cavacos nos canais helicoidais.

A interrupção do avanço de usinagem visa impedir a saída de cavacos longos, pois quebra o cavaco. Isso é útil especialmente em materiais que produzem cavacos longos como aços e alumínio, para prevenir acidentes.

A haste da broca pode ser cilíndrica ou cônica e é usada para fixar a broca na máquina com auxílio de acessórios (mandril, bucha, suporte padrão). A rotação ideal para o corte é calculada pela equação:

$$N = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot D}$$

em que:

N = velocidade de rotação (revoluções por minuto (rpm));
 V_c = velocidade de corte, em metros por minuto (m/min);
 D = diâmetro da broca, em mm.

A seleção da velocidade de corte é feita com o auxílio de tabelas oferecidas pelos fabricantes das brocas, e depende, basicamente, do material da peça e do material da broca.

4.6 Roscamento

É a formação de saliências de perfis e dimensões padronizados em superfícies cilíndricas, com a intenção de proporcionar fixação removível ou realizar movimento. Os filetes são produzidos por fresas, ferramentas de torno, machos, cossinetes. Os principais sistemas de rosca de perfil triangular são:

- **rosca métrica** – o passo da rosca é medido em milímetros; ela pode ser normal ou fina;
- **rosca em polegadas** – são roscas Whitworth e outras, em classes fina e grossa (normal). O passo da rosca é medido em número de fios por polegada (fios /1”).

A verificação do passo da rosca pode ser feita com o pente (ou canivete) de rosca (figura 4.23).

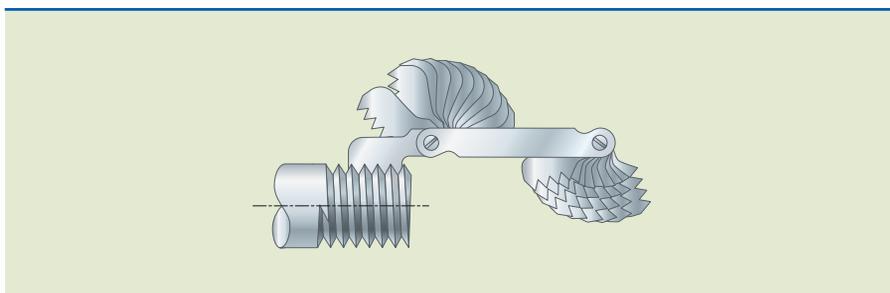


Figura 4.23

Verificação do passo da rosca com o uso de pente de rosca.

4.6.1 Ferramentas e tipos de roscamento em ajustagem

Machos manuais

São ferramentas de corte construídas de aço temperado específico e destinadas a gerar rosca interna. O perfil externo é fabricado de acordo com o formato e passo da rosca a serem obtidos. A haste cilíndrica possui extremidade quadrada para ser fixada no desandador para machos. A figura 4.24 ilustra um jogo de machos manuais.

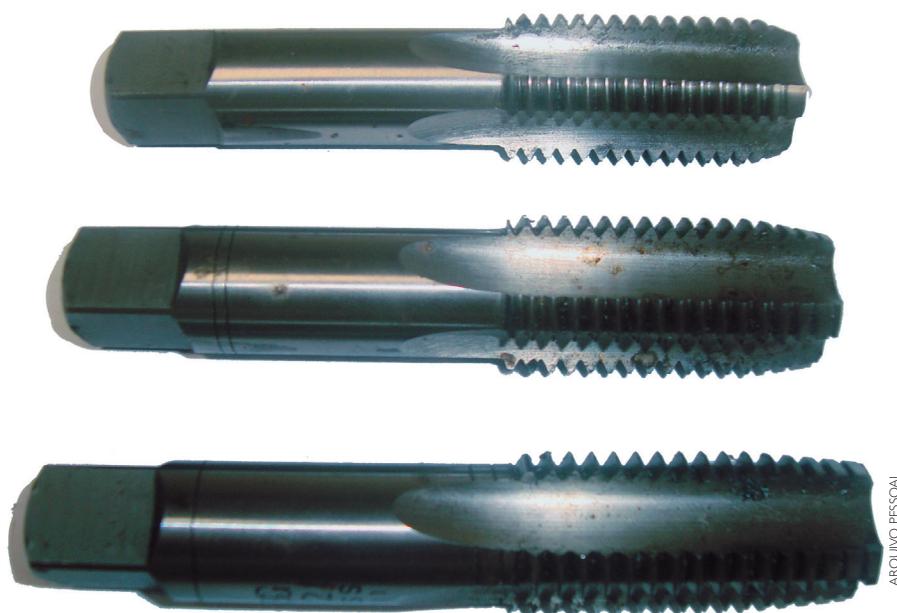


Figura 4.24

Jogo de machos manuais.

Os canais servem para alojamento e quebra dos cavacos durante o roscamento, e a ponta cônica é útil para permitir a entrada no furo e iniciar o roscamento, além de auxiliar na identificação do macho no jogo. Os machos vêm comumente em jogos de três peças:

- **macho desbastador** – reconhecido pelo nº 1, com um entalhe circular na haste. A extremidade rosçada é significativamente cônica, com filetes achatados;
- **macho intermediário** – é o de nº 2, com dois entalhes circulares na haste. A extremidade cônica é menor do que a do macho nº 1, com poucos filetes achatados;
- **macho acabador** – é o de nº 3, sem identificação na haste. Tem cerca de dois filetes achatados, e o restante do corpo possui vértice agudo na medida final de execução da rosca.

Cossinetes

São ferramentas de corte construídas com aço temperado específico e empregadas para gerar rosca externa, utilizadas manualmente ou em máquinas operatrizes. Existem dois tipos: com e sem entrada helicoidal:

- **cossinetes com entrada helicoidal** – utilizados amplamente para materiais que produzem cavacos longos, em operações com tornos automáticos;
- **cossinetes sem entrada helicoidal** – são universais, empregados manualmente ou em tornos para roscar materiais que produzem cavacos curtos e quebradiços.

Desandador

É um dispositivo fabricado com aço comum para acoplar os machos ou cossinetes no roscamento manual. O operador age com as mãos, sujeitando as hastes para produzir o movimento de rotação, fazer a penetração do macho no furo ou promover o avanço do cossinete no eixo a roscar. A peça fica estática e o macho ou o cossinete giram pela alavanca produzida pelo desandador. A figura 4.25 mostra dois modelos de desandador.

Figura 4.25

- a) Desandador para cossinete em uso;
b) Desandador para macho em uso.



a)



b)