



GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
Secretaria da Educação

ESCOLA ESTADUAL DE
EDUCAÇÃO PROFISSIONAL - EEEP
ENSINO MÉDIO INTEGRADO À EDUCAÇÃO PROFISSIONAL

CURSO TÉCNICO EM MECÂNICA

USINAGEM COM
MÁQUINAS CONVENCIONAIS



**GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ**
Secretaria da Educação

Governador

Cid Ferreira Gomes

Vice Governador

Domingos Gomes de Aguiar Filho

Secretária da Educação

Maria Izolda Cella de Arruda Coelho

Secretário Adjunto

Maurício Holanda Maia

Secretário Executivo

Antônio Idilvan de Lima Alencar

Assessora Institucional do Gabinete da Seduc

Cristiane Carvalho Holanda

Coordenadora da Educação Profissional – SEDUC

Andréa Araújo Rocha

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
2. HISTÓRICO	4
3. O PROCESSO DE TORNEAMENTO	6
4. OPERAÇÕES FUNDAMENTAIS	7
4.1. CILINDRAR (TORNEAMENTO CILÍNDRICO)	8
4.2. ROSQUEAR (FILETAR)	8
4.3. FACEAR	9
4.4. SANGRAR (CORTAR)	10
4.5. TORNEAR CÔNICO	10
4.6. PERFILAR	10
4.7. BROQUEAR	11
4.8. MANDRILAR	11
4.8.1) Mandrilamento cilíndrico	11
4.8.2) Mandrilamento radial	12
4.8.3) Mandrilamento cônico	12
4.8.4) Mandrilamento de superfícies especiais	12
4.9. RECARTILHAR	13
5. CLASSIFICAÇÃO DOS TORNOS MECÂNICOS	13
5.1. TORNOS HORIZONTAIS	14
5.2. TORNOS DE PLACA	14
5.3. TORNOS VERTICAIS	15
5.4. TORNOS REVÓLVER	15
5.5. TORNOS COPIADORES	16
5.6. TORNOS DE PRODUÇÃO	16
5.7. TORNOS SEMI-AUTOMÁTICOS	16
5.8. TORNOS AUTOMÁTICOS	17
5.9. TORNOS ESPECIAIS	17
5.9.1) Tornos detalonadores	17
5.9.2) Tornos repetidores	17
5.9.3) Tornos CNC	17
6. NOMENCLATURA DO TORNO	18
7. PRINCIPAIS COMPONENTES DO TORNO	19
7.1. BARRAMENTO	20
7.2. CABEÇOTE FIXO	21
7.3. CABEÇOTE MÓVEL	21
7.4. CARRO PRINCIPAL	24
7.5. CAIXA NORTON	28
7.6. RECÂMBIO	28
8. ACESSÓRIOS DO TORNO	29
8.1. PONTAS E CONTRAPONTAS	29
8.2. Placa de arrasto (arrastadora)	30
8.3. LUNETAS	30
8.4. PLACA LISA	32
8.5. PLACA DE CASTANHAS INDEPENDENTES	32
8.6. PLACA UNIVERSAL	33
8.7. PINÇA	33

8.8. MANDRIL	34
9. FERRAMENTAS USADAS NO TORNO.....	34
9.1. FERRAMENTA CURVA PARA FACEAR LATERALMENTE	35
9.2. FERRAMENTA RETA PARA DESBASTE.....	35
9.3. FERRAMENTA CURVA PARA DESBASTE.....	36
9.4. FERRAMENTA CURVA PARA CANTOS	36
9.5. FERRAMENTA RETA PARA ACANALAR E CHANFRAR	36
9.6. FERRAMENTA CURVA PARA FACEAR E DESBASTAR.....	36
9.7. FERRAMENTA CURVA PARA FACEAR LATERALMENTE	37
9.8. FERRAMENTA PARA CANAL DE POLIA.....	37
9.9. FERRAMENTA PARA ROSQUEAR EXTERNO	37
9.10. FERRAMENTA PARA ROSQUEAR INTERNO	37
9.11. FERRAMENTA PARA TORNEAR FURO PASSANTE.....	37
9.12. FERRAMENTA PARA TORNEAR FURO NÃO-PASSANTE.....	38
9.13. FERRAMENTA RETA PARA ACABAMENTO	38
9.14. FERRAMENTA RETA PARA SANGRAR E CORTAR	38
9.15. FERRAMENTA CURVA PARA ACABAMENTO	38
10. BIBLIOGRAFIA	41

1. INTRODUÇÃO

Os processos de fabricação que envolve mudança de forma podem ser classificados em duas categorias: fabricação com remoção de material e fabricação sem remoção de material. Enquanto a segunda categoria é composta por processos de fabricação como soldagem, conformação e fundição, a primeira categoria é composta basicamente pelos processos de usinagem.

A grande utilização dos processos de usinagem se deve principalmente à variedade de geometrias possíveis de ser usinadas, com alto grau de precisão dimensional e acabamento superficial, e ao fato de não haver alteração nas propriedades do material. Estas características fazem com que, na grande maioria dos casos, os processos de usinagem não possam ser substituídos por nenhum outro processo de fabricação, sendo muitas vezes usados com o intuito de prover uma melhora do acabamento superficial ou tolerância dimensional do produto manufaturado por outros processos.

Apesar das vantagens da usinagem, esta possui desvantagens em relação a outros processos de fabricação como, por exemplo, a baixa velocidade de produção quando comparada a estes. Esta desvantagem faz com que qualquer aprimoramento no sentido de aumentar a produção de um processo de usinagem represente um ganho significativo. A segunda desvantagem dos processos de usinagem diz respeito aos altos custos envolvidos. Estes custos se devem ao uso de maquinário e ferramental caro e à necessidade de mão de obra especializada. O nível de conhecimento requerido na programação e operação nas modernas máquinas de comando numérico faz necessário operadores com certo grau de especialização. Além disso, grande parte da matéria prima usada nestes processos é transformada em resíduo.

Usinagem é um termo que abrange processos de fabricação por geração de superfícies por meio de remoção de material, conferindo dimensão e forma à peça. Uma definição bastante ampla do termo “usinagem” foi apresentada por Ferraresi, que diz que “como operações de usinagem entendemos aquelas que, ao conferir à peça a forma, ou as dimensões ou o acabamento, ou qualquer combinação destes três itens, produzem cavaco”.

As operações de usinagem dividem-se em processos de usinagem convencional e não-convencional (jato abrasivo, plasma, laser, ultra-som, eletro erosão, feixe de elétrons, etc.). Dentre os processos de usinagem convencional se destacam, devido ao uso mais amplamente difundido, o torneamento, o fresamento e a furação.

Neste contexto se insere este trabalho, cujo principal objetivo é explanar sobre o torno mecânico, mostrando seu histórico, operações fundamentais, classificação, principais componentes, acessórios, instalação e ferramentas usadas.

2. HISTÓRICO

A máquina-ferramenta, também chamada de máquina operatriz no Brasil, é uma máquina utilizada na fabricação de peças metálicas, plásticas, etc. de revolução, por meio da movimentação mecânica de um conjunto de ferramentas. O torno mecânico é a máquina ferramenta mais antiga e dele derivaram todas as outras inventadas pelo homem. Inicialmente, os movimentos de rotação da máquina eram gerados por pedais. A ferramenta para tornear ficava na mão do operador que dava forma ao produto. Daí a importância de sua habilidade no processo de fabricação. Quando a ferramenta foi fixada à máquina, o operador ficou mais livre para trabalhar. Pode-se dizer que nesse momento nasceu a máquina-ferramenta.

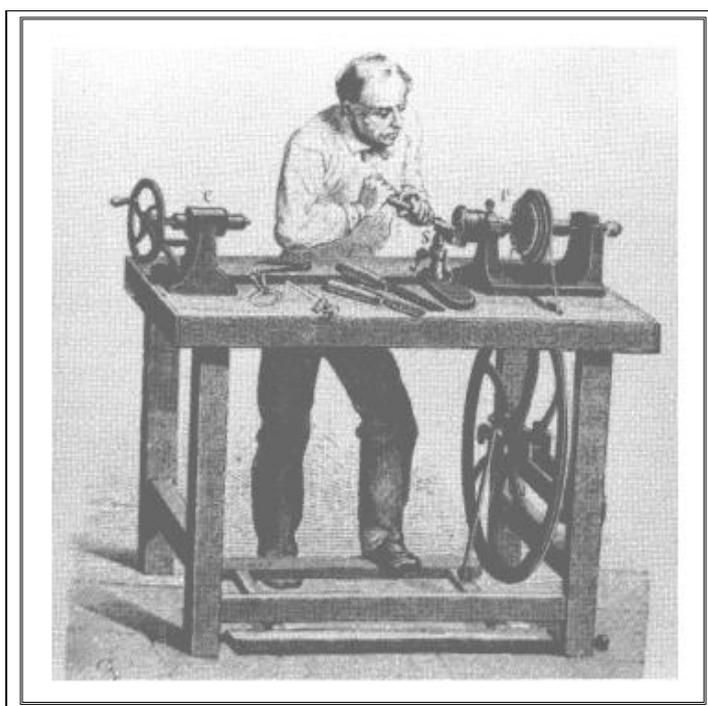


Figura 1: Máquina-ferramenta.

O torno desde antigamente é utilizado como meio de fabricar rodas, partes de bombas d'água, cadeiras, mesas, e utensílios domésticos. Sabe-se que antigas civilizações, a exemplo dos egípcios, assírios e romanos, já utilizavam antigos tornos como um meio fácil de fazer objetos com formas redondas.

Os Tornos de Vara foram muito utilizados durante a idade média e continuaram a ser utilizados até o século XIX por alguns artesãos. Nesse sistema de torno a peça a ser trabalhada era amarrada com uma corda presa numa vara sobre a cabeça do artesão e sua outra extremidade era amarrada a um pedal. O pedal quando pressionado puxava a corda fazendo a peça girar, a vara por sua vez fazia o retorno. Por ser fácil de montar esse tipo de torno permitia que os artesãos se deslocassem facilmente para

lugares onde houvesse a matéria prima necessária para eles trabalharem.

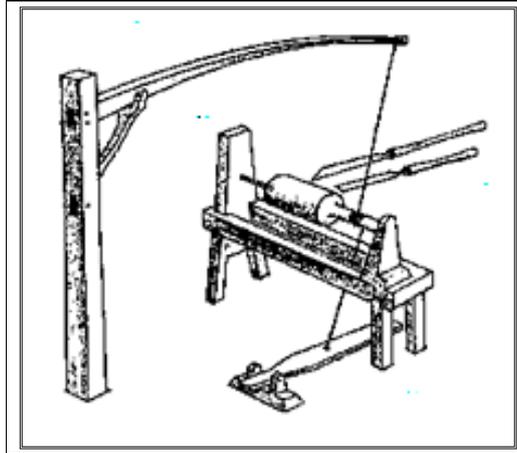


Figura 2: Torno de Vara usado na Idade Média.

A necessidade de uma velocidade contínua de rotação fez com que fossem criados os Tornos de Fuso. Esses tornos necessitavam de duas ou mais pessoas, dependendo do tamanho do fuso, para serem utilizados. Enquanto um servo girava a roda, o artesão utilizava suas ferramentas para dar forma ao material. Esse torno permitia que objetos maiores e com materiais mais duros fossem trabalhados.

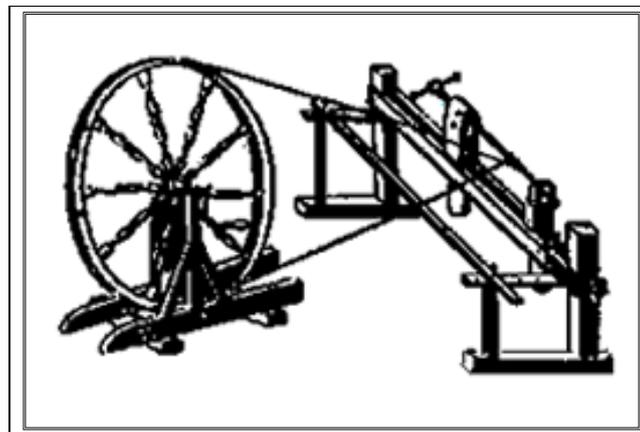


Figura 3: Torno de Fuso, usado a partir de 1600.

Com a invenção da máquina a vapor por James Watt, os meios de produção como teares e afins foram adaptados à nova realidade. O também inglês Henry Moudslay adaptou a nova maravilha a um torno criando o primeiro torno a vapor. Essa invenção não só diminuía a necessidade de mão de obra, uma vez que os tornos podiam ser operados por uma pessoa apenas, como também fez com que a mão de obra se tornasse menos especializada. À medida que a manufatura tornava-se mais mecânica e menos humana as caras habilidades dos artesãos eram substituídas por mão de obra barata. Isso deu condições para que Whitworth em 1860 mantivesse uma fábrica com 700 funcionários e 600 máquinas ferramenta. Moudslay e Whitworth ainda foram responsáveis por várias outras mudanças nos tornos da

época, como o suporte para ferramenta e o avanço transversal. Essas inovações são mais bem observadas na ilustração abaixo:

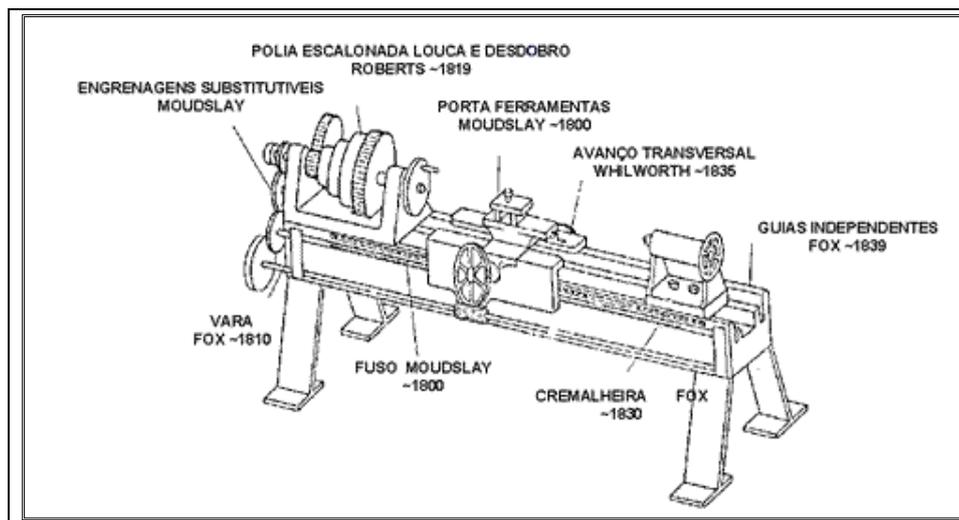


Figura 4: Inovações no torno, por Moudslay e Whitworth.

Em 1906, o torno já tem incorporadas todas as modificações feitas por Moudslay e Whitworth. A correia motriz é movimentada por um conjunto de polias de diferentes diâmetros, o que possibilitava uma variada gama de velocidades de rotação. Sua propulsão era obtida através de um eixo acionado por um motor, o que fixava a máquina a um local específico.

Em 1925, surge o Torno Paralelo: o problema de ter de fixar o torno é resolvido pela substituição do mesmo por um motor elétrico nos pés da máquina. A variação de velocidades vinha de uma caixa de engrenagem, e desengates foram postos nas sapatas para simplificar alcances de rotação longos e repetitivos. Apesar de apresentar dificuldades para o trabalho em série devido a seu sistema de troca de ferramentas, é o mais usado atualmente.

Em 1960, para satisfazer a exigência de grande rigidez criou-se uma estrutura completamente fechada; criou-se o Torno Automático. A máquina é equipada com um engate copiador que transmite o tipo de trabalho do gabarito por meio de uma agulha.

Em 1978, é inventado o torno de CNC (Comando Numérico Computadorizado), que, apesar de não apresentar nenhuma grande mudança na sua mecânica, substituiu os mecanismos usados para mover o cursor por microprocessadores. O uso de um painel permite que vários movimentos sejam programados e armazenados permitindo a rápida troca de programa.

3. O PROCESSO DE TORNEAMENTO

O torneamento, como todos os demais trabalhos executados com máquinas-ferramenta, acontece mediante a retirada progressiva do cavaco da peça a ser trabalhada. O cavaco é cortado por uma ferramenta de um só gume cortante, que deve ter uma dureza superior à do material a ser cortado.

No torneamento, a ferramenta penetra na peça, cujo movimento rotativo uniforme ao redor do eixo “A” permite o corte contínuo e regular do material (fig. 5). A força necessária para retirar o cavaco é feita sobre a peça, enquanto a ferramenta, firmemente presa ao porta-ferramentas, contrabalança a reação desta força.

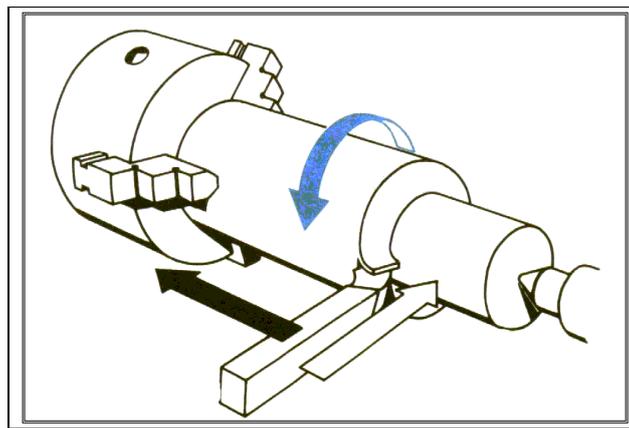


Figura 5: Torneamento.

Para executar o torneamento, são necessários três movimentos relativos entre a peça e a ferramenta. Eles são:

A) Movimento de corte

É o movimento principal que permite cortar o material. O movimento é rotativo e realizado pela peça.

B) Movimento de avanço

É o movimento que desloca a ferramenta ao longo da superfície da peça.

C) Movimento de penetração

É o movimento que determina a profundidade de corte ao empurrar a ferramenta em direção ao interior da peça e assim regular a profundidade do passe e a espessura do cavaco. Variando-se os movimentos, a posição e o formato da ferramenta, é possível realizar uma grande variedade de operações.

4. OPERAÇÕES FUNDAMENTAIS

O torno executa qualquer espécie de superfície de revolução uma vez que a peça que se trabalha tem o movimento principal de rotação, enquanto a ferramenta possui o movimento de avanço e de translação. Permite, portanto, usinar qualquer obra que deva ter seção circular e qualquer combinação de tais seções. Podem ser fabricados eixos, polias, pinos, buchas e toda espécie de peças roscadas. Além de torneiar superfícies cilíndricas externas e internas, o torno pode usinar superfícies planas no topo das peças, superfícies cônicas, esféricas e perfiladas, facear, abrir rasgos, entalhes, ressaltos e golas. O torno também pode ser usado para furar, alargar, recartilhar, detalonar, enrolar molas, polir peças (com uso de lima fina, lixa ou esmeril), etc.

As operações fundamentais realizadas por um torno são: cilindrar, rosquear, facear, sangrar, torneiar cônico, perfilar, broquear e mandrilar.

4.1. CILINDRAR (TORNEAMENTO CILÍNDRICO)

Operação obtida pelo deslocamento da ferramenta paralelamente ao eixo da peça. O torneamento cilíndrico pode ser externo ou interno (fig. 6 e 7).

O deslocamento retilíneo da ferramenta pode ter qualquer dos dois sentidos, do mesmo modo a rotação da peça, se inverte a aresta cortante da ferramenta, caso comum, no torneamento interno.

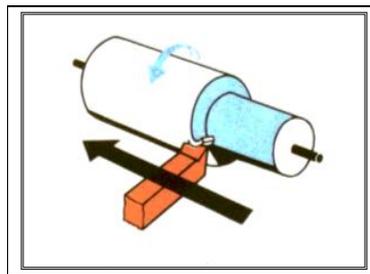


Figura 6: Torneamento cilíndrico externo.

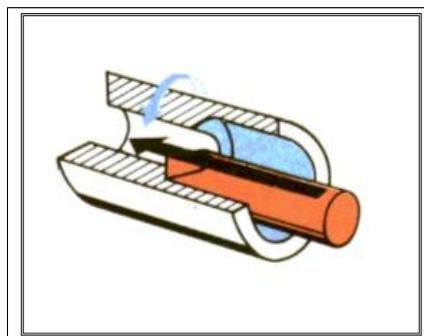


Figura 7: Torneamento cilíndrico interno.

4.2. ROSQUEAR (FILETAR)

É a operação que consiste em abrir rosca em uma superfície externa de um cilindro ou cone e no interior de um furo (fig. 8 e 9). Para filetar, há necessidade de dois movimentos: rotação da peça e translação da ferramenta (avanço).

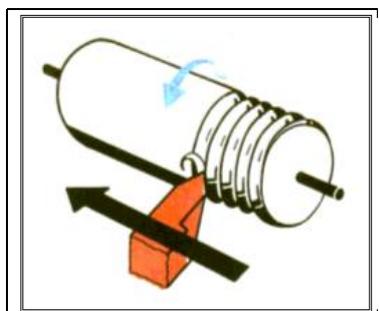


Figura 8: Rosca em superfície externa.

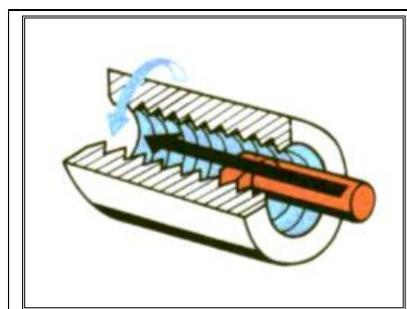


Figura 9: Rosca no interior de um furo.

4.3. FACEAR

É a operação que se obtém quando se desloca a ferramenta no sentido normal ao eixo de rotação da peça (fig. 10 e 11). Tal qual o torneamento cilíndrico, o faceamento pode ser externo e o interno.

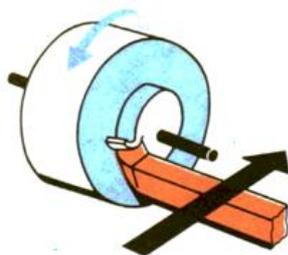


Figura 10: Faceamento externo.

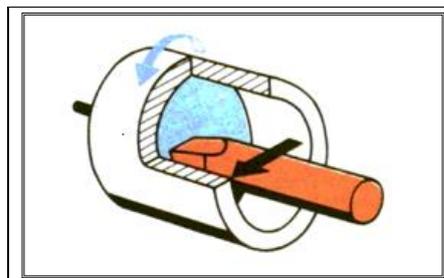


Figura 11: Faceamento interno.

4.4. SANGRAR (CORTAR)

É a operação que consiste em cortar uma peça, no torno, com uma ferramenta especial chamada bedame (fig. 12 e 13). O sangramento pode ser radial ou axial.

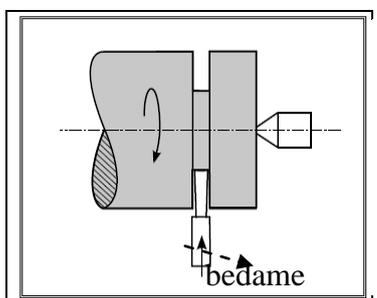


Figura 12: Sangramento radial.

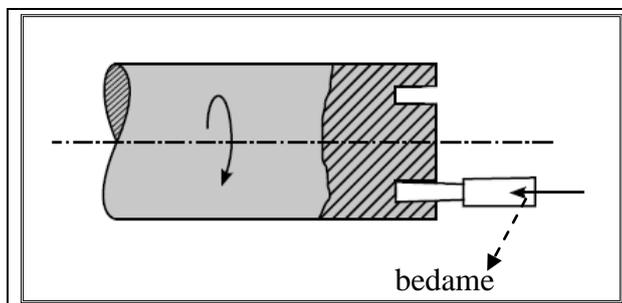


Figura 13: Sangramento axial.

4.5. TORNEAR CÔNICO

É a operação obtida pelo deslocamento da ferramenta obliquamente ao eixo da peça (fig. 14 e 15). O torneamento cônico também pode ser externo ou interno.

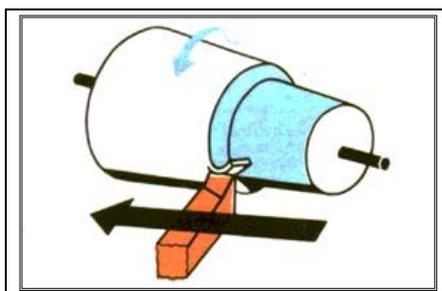


Figura 14: Torneamento cônico externo.

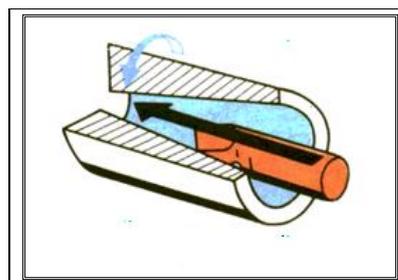


Figura 15: Torneamento cônico interno.

4.6. PERFILAR

Processo de torneamento no qual a ferramenta se desloca segundo uma trajetória retilínea radial ou axial, visa à obtenção de uma forma definida, determinada pelo perfil da ferramenta (fig. 16 e 17). O perfilamento também pode ser radial ou axial.

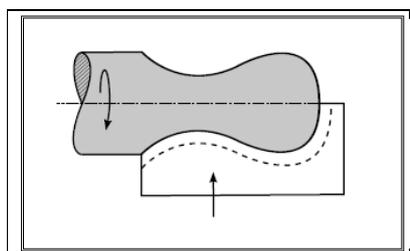


Figura 16: Perfilamento radial.

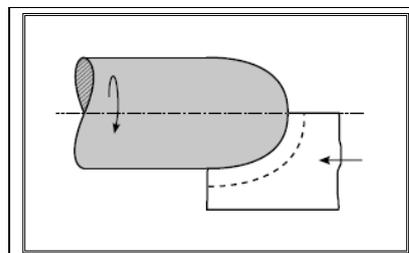


Figura 17: Perfilamento axial.

4.7. BROQUEAR

Fazer uma superfície cilíndrica interna, passante ou não, pela ação de uma ferramenta deslocada paralelamente ao eixo do torno. Essa operação é conhecida também como broqueamento (fig. 18). Com ela, obtêm-se furos cilíndricos com diâmetros exatos em buchas, polias, engrenagens e outras peças.

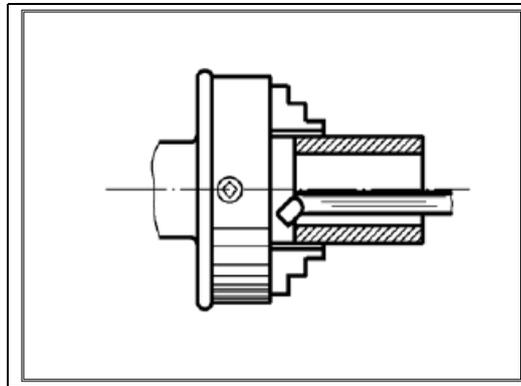


Figura 18: Broqueamento.

4.8. MANDRILAR

É a operação que permite se obter uma superfície de revolução com auxílio de uma ou várias ferramentas de barra. Para tanto, a ferramenta gira e a peça ou a ferramenta se deslocam simultaneamente segundo uma trajetória determinada. O mandrilamento pode ser cilíndrico, radial, cônico ou de superfícies especiais.

4.8.1) Mandrilamento cilíndrico

Neste processo, a superfície usinada é cilíndrica de revolução, cujo eixo coincide com o eixo do qual gira a ferramenta (fig. 19).

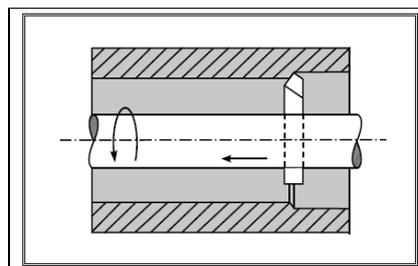


Figura 19: Mandrilamento cilíndrico.

4.8.2) Mandrilamento radial

Neste processo, a superfície usinada é plana e perpendicular ao eixo em torno do qual gira a ferramenta (fig. 20).

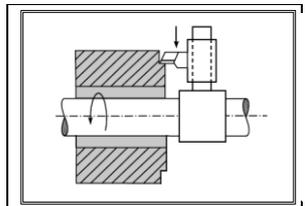


Figura 20: Mandrilamento radial.

4.8.3) Mandrilamento cônico

Neste processo, a superfície usinada é cônica de revolução, cujo eixo coincide com o eixo em torno do qual gira a ferramenta (fig. 21).

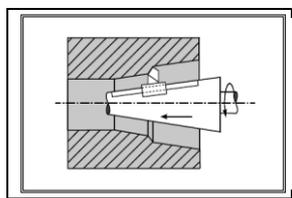


Figura 21: Mandrilamento cônico.

4.8.4) Mandrilamento de superfícies especiais

Neste processo, a superfície usinada é uma superfície de revolução, diferente das anteriores, cujo eixo coincide com o eixo em torno do qual gira a ferramenta, como o mandrilamento esférico, de sangramento, etc. (fig. 22).

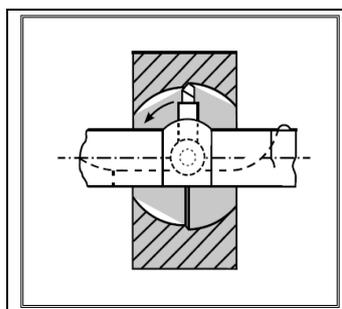


Figura 22: Mandrilamento esférico.

4.9. RECARTEILHAR

Operação obtida quando se desejam tornar uma superfície áspera, como cabos de ferramentas, usando-se uma ferramenta que possa imprimir na superfície a forma desejada (fig. 23).

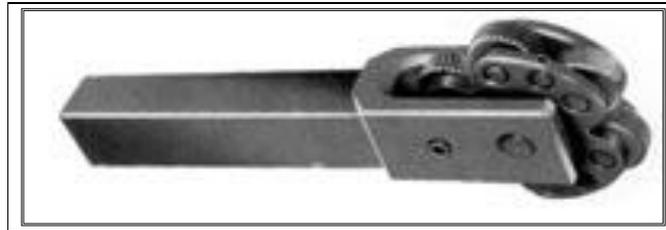


Figura 23: Recartilha.

5. CLASSIFICAÇÃO DOS TORNOS MECÂNICOS

Para atender às numerosas necessidades, a técnica moderna põe à nossa disposição uma grande variedade de tornos que diferem entre si pelas dimensões, características, forma construtiva, etc.

A escolha do tipo de torno adequado para a execução de uma determinada fabricação deverá ser feita baseando-se nos seguintes fatores:

- Dimensões das peças a produzir
- Forma das mesmas
- Quantidade a produzir
- Possibilidade de obter as peças diretamente de vergalhões (barras, perfis).
- Grau de precisão exigido.

A classificação mais simples é a seguinte:

- Tornos horizontais ou de pontas
- Tornos de placa
- Tornos verticais
- Tornos revólver
- Tornos copiadores
- Tornos de produção
- Tornos semi-automáticos
- Tornos automáticos
- Tornos especiais

5.1. TORNOS HORIZONTAIS

Os tornos horizontais são os mais comuns e mais usados frequentemente (fig. 24). Por apresentarem dificuldade na mudança de ferramentas, não oferecem grandes possibilidades de fabricação em série.

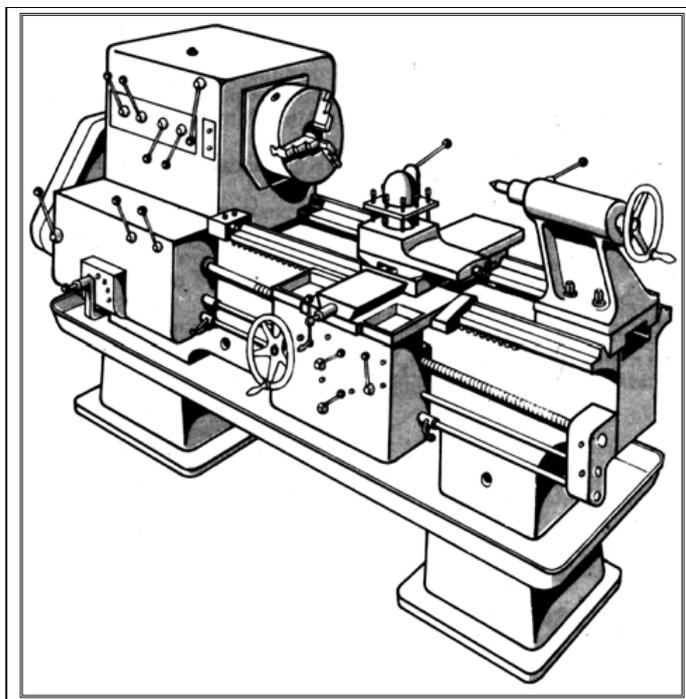


Figura 24: Torno horizontal.

5.2. TORNOS DE PLACA

O torno de placa é um torno de grande altura de pontas, empregado para tornear peças curtas e de grande diâmetro, tais como polias, volantes, rodas, etc. (fig. 25)

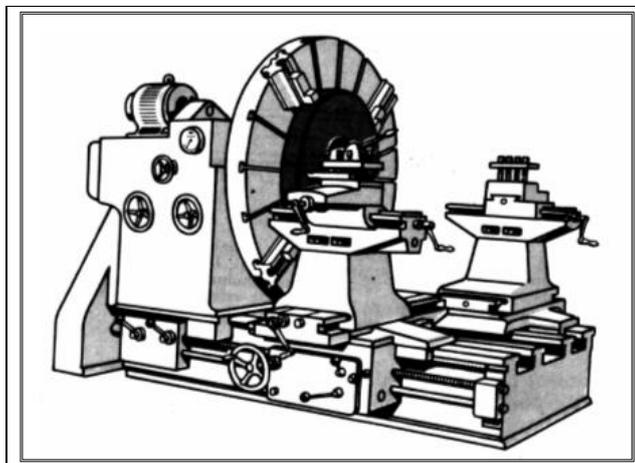


Figura 25: Torno de placa.

5.3. TORNOS VERTICAIS

Os tornos verticais, com eixo de rotação vertical, são empregados para torneiar peças de grande tamanho, como volantes, polias, rodas dentadas, etc., as quais por seu grande peso, se pode montar mais facilmente sobre a plataforma redonda horizontal que sobre uma plataforma vertical (fig. 26).

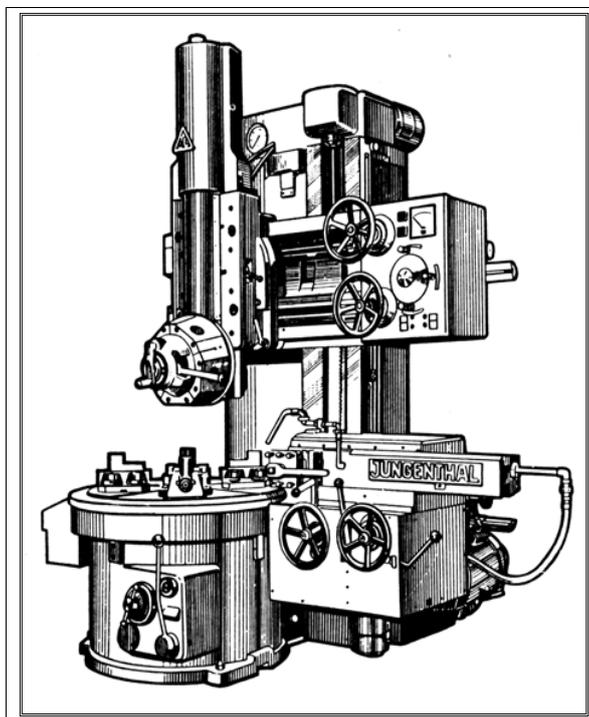


Figura 26: Torno vertical.

5.4. TORNOS REVÓLVER

Os tornos revólver apresentam a característica fundamental que é o emprego de várias ferramentas convenientemente dispostas e preparadas para realizar as operações em forma ordenada e sucessiva o que obriga o emprego de dispositivos especiais, um dos quais é o porta-ferramenta múltiplos, a “torre revólver” –castelo (fig. 27).

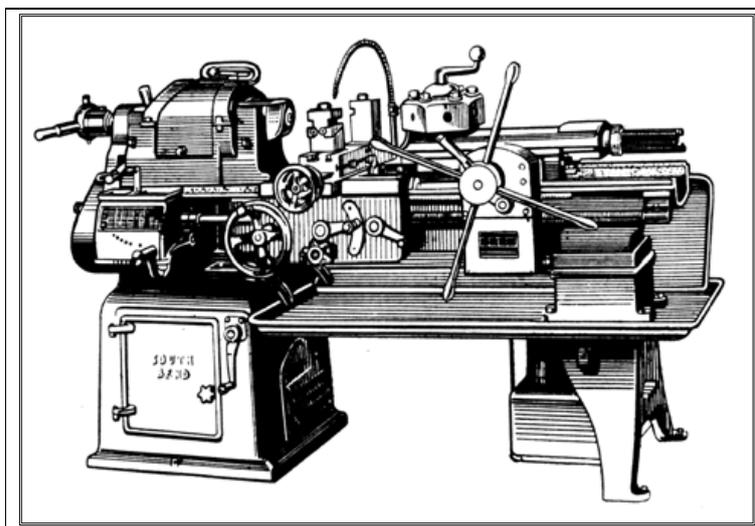


Figura 27: Torno revólver.

5.5. TORNOS COPIADORES

Os tornos copiadores permitem obter peças com forma de sólidos de revolução de perfil qualquer. Para poder realizar estes trabalhos, é necessário que a ferramenta esteja animada de dois movimentos simultâneos: um de translação, longitudinal e outro de translação, transversal, em relação à peça que se trabalha (fig. 28).

O torno comum pode transformar-se em um torno copiador substituindo-se o avanço transversal do carro porta-ferramenta por um mecanismo apropriado.

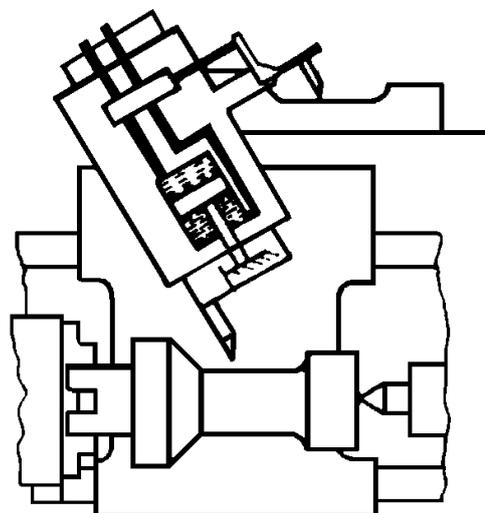


Figura 28: Torno copiador.

5.6. TORNOS DE PRODUÇÃO

Os tornos de produção (de corte múltiplo) são aqueles que, para atender às necessidades da produção, aumentando a quantidade de peças e diminuindo o custo da produção, são providos de dois

carros, um anterior com movimento longitudinal e outro posterior, com movimento transversal, que trabalham simultaneamente, com avanço automático.

As ferramentas do carro anterior servem para cortar lateralmente o cavaco, uma vez que o carro tem o movimento longitudinal da direita para a esquerda. As ferramentas do carro posterior, colocadas radialmente, cortam no sentido perpendicular ao eixo da peça.

5.7. TORNOS SEMI-AUTOMÁTICOS

Nos tornos, há necessidade de o operário substituir uma peça acabada por outra em estado bruto, no final da série de operações realizadas sucessivamente de forma automática. A diferença fundamental entre eles e os automáticos é o seguinte: os tornos automáticos produzem peças partindo da matéria prima como barras, vergalhões, etc., com avanço automático depois de cada ciclo de operações; os tornos semi-automáticos são apropriados especialmente para usinar peças de manual nos dispositivos de montagem que as fixam.

Os tornos semi-automáticos constituem um escalão intermediário entre os tornos revólver e os tornos automáticos, possuindo as características daqueles, melhoradas pela mudança automática das ferramentas em cada operação. A operação a cargo do operário é exclusivamente a retirada da peça acabada e a fixação da nova peça em bruto.

5.8. TORNOS AUTOMÁTICOS

São máquinas nas quais todas as operações são realizadas sucessivamente, uma após outra, automaticamente.

5.9. TORNOS ESPECIAIS

Entre os tornos especiais, temos, por exemplo, os detalonadores, os repetidores e os de comando numérico computadorizado (CNC).

5.9.1) Tornos detalonadores

São empregados para arrancar material dos dentes das fresas e machos dos quais se exige perfil constante de corte. A operação de detalonar pode ser feita em tornos especialmente construídos para esse fim ou aplicando um carro transversal especial nos tornos comuns.

5.9.2) Tornos repetidores

São máquinas especialmente adequadas para a produção em série de peças obtidas por rotação em torno de seu eixo. Tais tornos são denominados de repetição porque as peças são colocadas uma de cada vez na pinça.

5.9.3) Tornos CNC

São tornos que empregam um moderno processo alternativo de produção comandado por um computador que controla os movimentos da máquina. Esse computador leva o nome de comando numérico computadorizado ou controle numérico computadorizado, abreviadamente CNC (fig. 29). Oferece maior flexibilidade, rendimento e operações diversas, além de excelentíssima precisão em menor tempo.

Além de grande produtividade é excelente na construção de peças complexas com economia de dispositivos e de ferramentas especiais.

O controle numérico é um sistema que interpreta um conjunto de instruções pré-gravadas, codificadas em alguns formatos simbólicos, permitindo a máquina executar as instruções e ainda verificar os resultados para que a precisão seja mantida.

As desvantagens só dizem respeito ao alto custo de investimento e problemas com programação, o que, com o passar dos tempos vem sofrendo quedas devido ao custo de implantação dos sistemas de CAD/CAM, vem se tornando cada vez mais acessível.



Figura 29: Torno CNC.

6. NOMENCLATURA DO TORNO

Basicamente, todos os tornos, respeitando-se suas variações de dispositivos ou dimensões exigidas em cada caso, são compostos das seguintes partes:

A) Corpo da máquina:

Composto por barramento, cabeçote fixo, cabeçote móvel e caixas de mudança de velocidade.

B) Sistema de transmissão de movimento do eixo:

Composto por: motor, polia, engrenagens e redutores.

C) Sistemas de deslocamento da ferramenta e de movimentação da peça em diferentes velocidades:

Compostos por engrenagens, caixa de câmbio, inversores de marcha, fusos, vara etc.

D) Sistemas de fixação da ferramenta:

Compostos por torre, carro porta-ferramenta, carro transversal, carro principal ou longitudinal e da peça: placas e cabeçote móvel.

E) Comandos dos movimentos e das velocidades:

Compostos por manivelas e alavancas.

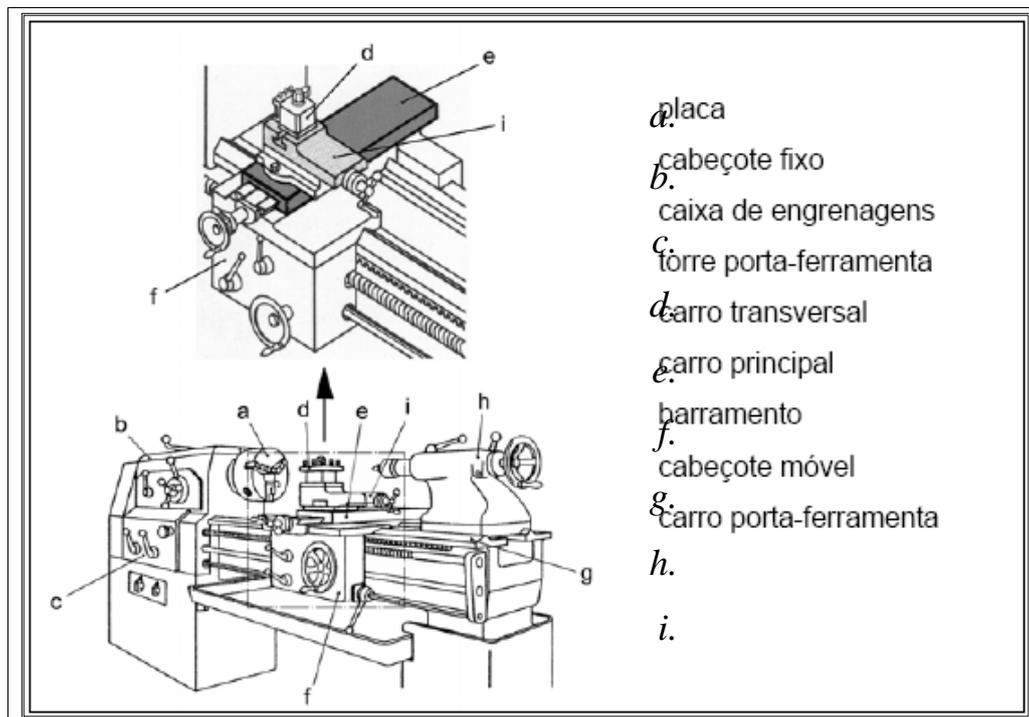


Figura 30: Nomenclatura do torno

Em virtude da evolução histórica da indústria brasileira, criada na maioria dos casos por estrangeiros imigrados, a terminologia técnica apresenta, às vezes, vários nomes para a mesma peça de máquina, os quais variam conforme a língua que tenha servido de base para a tradução portuguesa.

7. PRINCIPAIS COMPONENTES DO TORNO

O torno se compõe essencialmente de (fig. 31):

- Barramento
- Cabeçote fixo
- Cabeçote móvel
- Carro principal
- Caixa Norton
- Recâmbio

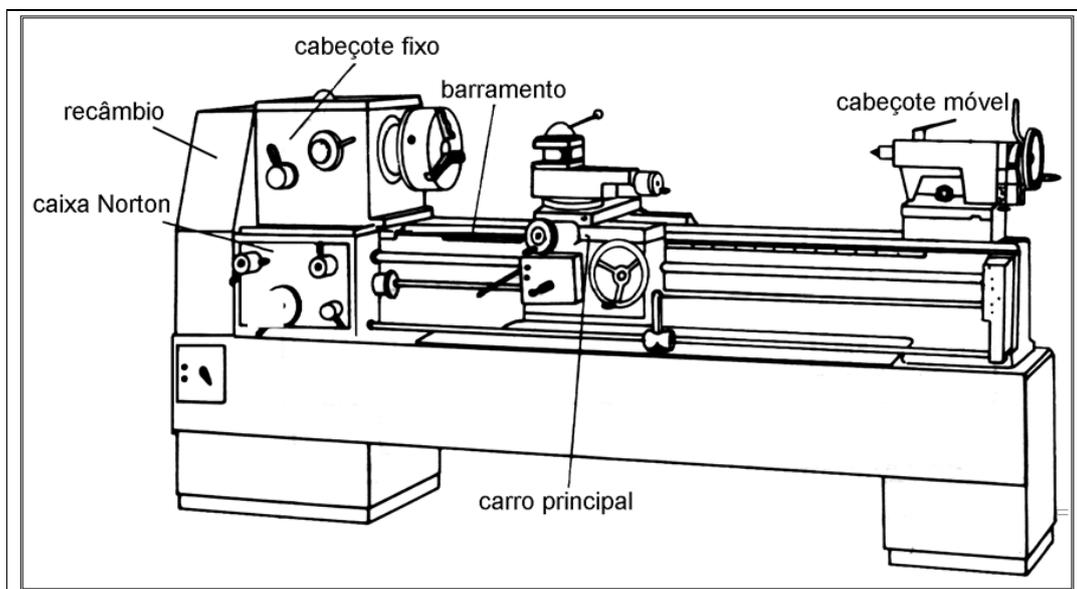


Figura 31: Principais componentes o torno.

7.1. BARRAMENTO

Para deslizamento do carro em seu movimento longitudinal é preciso dotar o torno de superfícies planas rígidas, isto é, de trilhos paralelos que constituem o barramento. O banco do torno, ou barramento é uma peça de ferro fundido resistente, que sustenta os elementos fixos e móveis do torno, assentando-o (fig. 32). Na parte superior do barramento estão as guias prismáticas ou planas, que fornecem um guia apropriado a suportar pressões e resistente ao desgaste, à ferramenta, cujo avanço longitudinal deve ser perfeitamente paralelo à direção criada pelo eixo ideal de trabalho, ou as pontas, a fim de garantir o alinhamento da máquina. Além disso,

as guias visam também criar uma direção geral de colocação dos cabeçotes fixo e móvel, como um eixo ideal comum para o eixo de trabalho (de um lado, flange, órgãos de centragem, ponta, etc. e de outro, a ponta do cabeçote móvel).



Figura 32: Barramento do torno.

7.2. CABEÇOTE FIXO

Cabeçote fixo é um conjunto constituído de carcaça, engrenagens e eixo-árvore (fig. 33). O elemento principal do cabeçote é o eixo-árvore, também chamado árvore ou eixo principal, onde está montada a placa, responsável pelo movimento de rotação da peça; o eixo-árvore é vazado de ponta a ponta, de modo a permitir a passagem de barras.

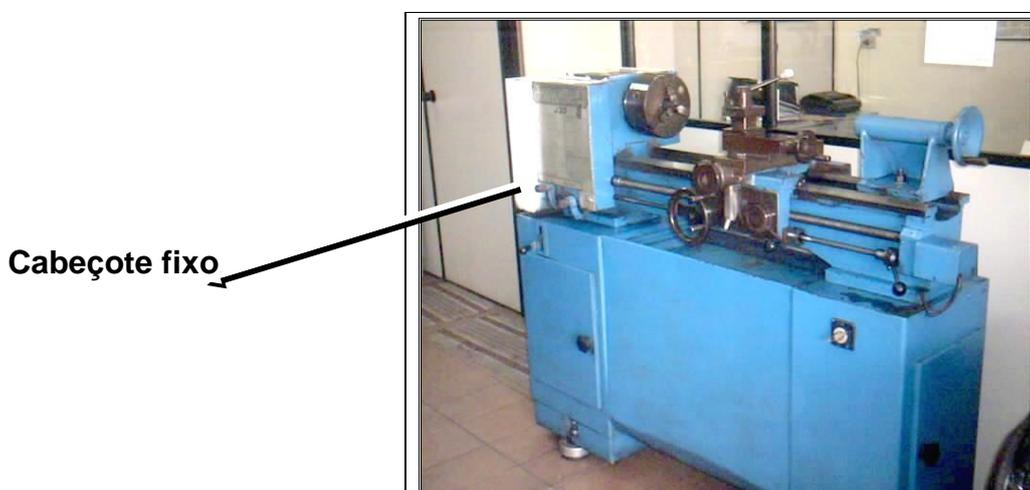


Figura 33: Cabeçote fixo do torno.

7.3. CABEÇOTE MÓVEL

O cabeçote móvel é a parte do torno que se desloca sobre o barramento, oposta ao cabeçote fixo; a contraponta e o eixo principal estão situados na mesma altura e determinam o eixo de rotação da superfície torneada (fig. 34).

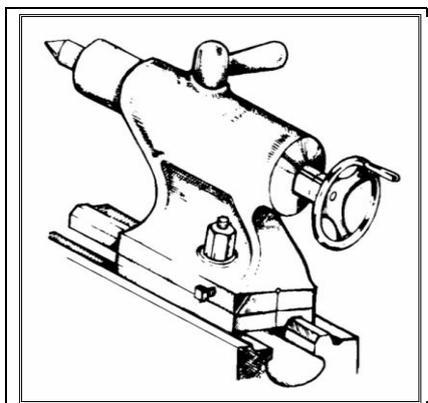
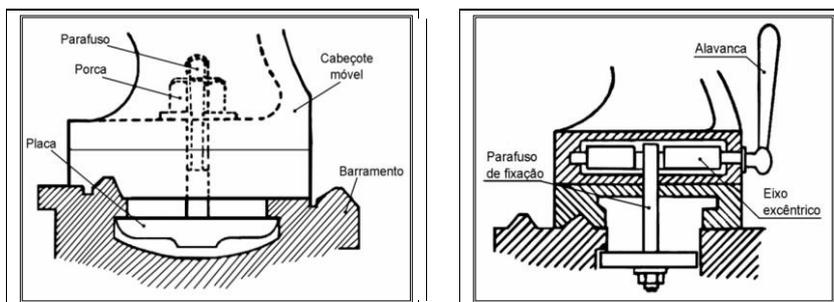


Figura 34: Cabeçote móvel do torno.

O cabeçote pode ser fixado ao longo do barramento por meio de parafusos, porcas, placas e alavanca com excêntrico (fig. 35 e 36).



Figuras 35 e 36: Fixação do cabeçote móvel do torno.

O cabeçote móvel tem as seguintes funções:

- servir de suporte à contraponta, destinada a apoiar um dos extremos da peça a torner (fig. 36);

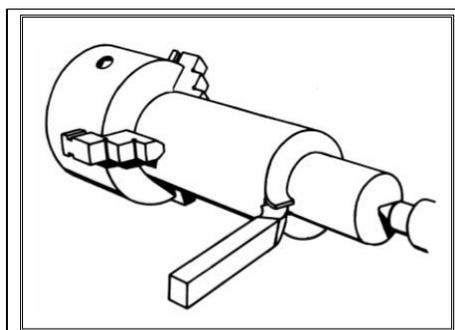


Figura 36: Contraponta suportada pelo cabeçote móvel.

- servir para fixar o mandril de haste cônica para furar com broca no torno (fig. 37);

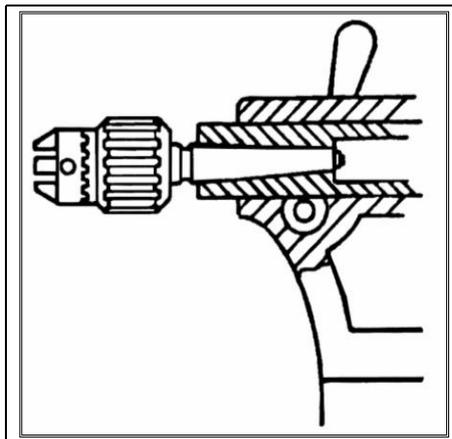


Figura 37: Mandril fixado pelo cabeçote móvel.

- servir de suporte direto para ferramentas de corte de haste cônica como brocas, alargadores e machos (fig. 38);

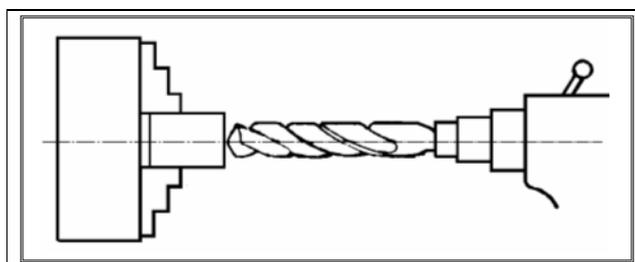


Figura 38: Broca suportada pelo cabeçote móvel.

- deslocar a contraponta lateralmente para toronar peças de pequena conicidade (fig. 39).

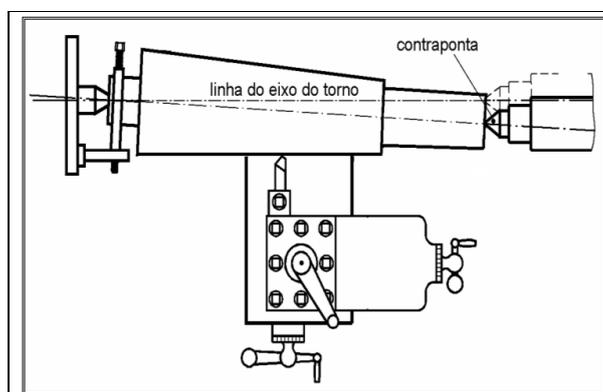


Figura 39: Contraponta deslocada suportada pelo cabeçote móvel.

As partes principais do cabeçote móvel são: base, corpo, mangote, trava do mangote e volante (fig. 40).

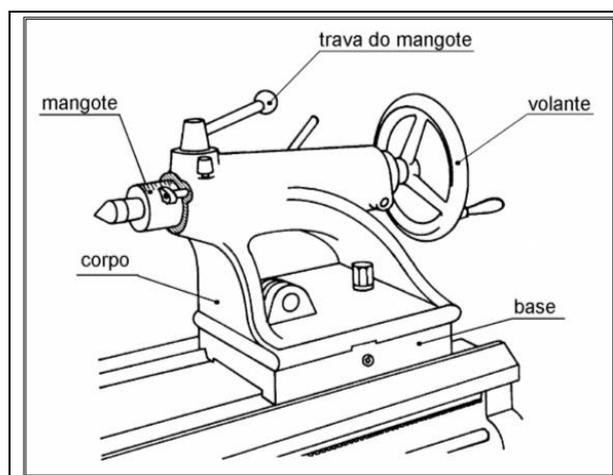


Figura 40: Principais partes o cabeçote móvel.

7.4. CARRO PRINCIPAL

O carro principal é um conjunto formado por avental, mesa, carro transversal, carro superior e porta-ferramentas.

O avanço do carro principal pode ser manual ou automático. No avanço manual, o giro do volante movimentava uma roda dentada, que engrenada a uma cremalheira fixada no barramento, desloca o carro na direção longitudinal.

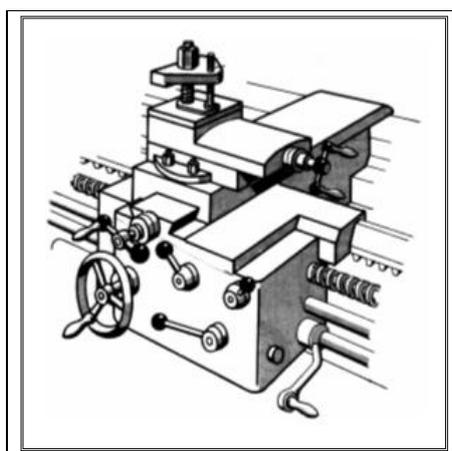


Figura 41: Carro principal.

No avanço automático, a vara com uma rosca sem-fim movimentava um conjunto de engrenagens ligadas à cremalheira do barramento que, por sua vez, desloca o carro.

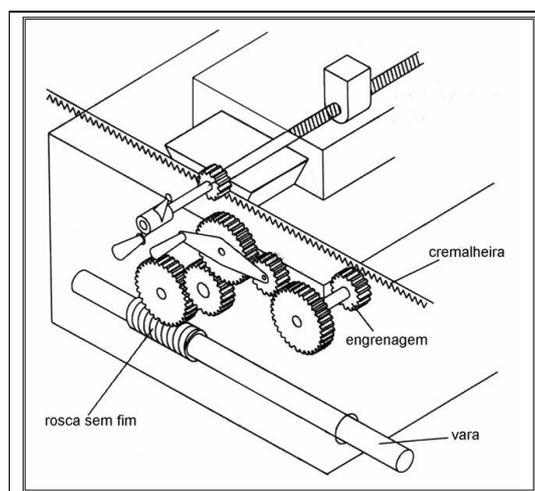


Figura 42: Deslocamento do carro principal.

O avental transforma os movimentos giratórios do fuso ou da vara em movimento retilíneo longitudinal ou transversal em relação ao eixo-árvore, permitindo o avanço da ferramenta sobre a peça.

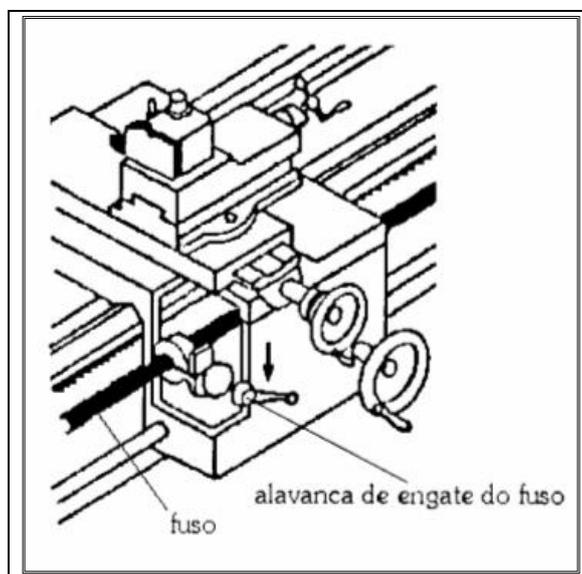


Figura 43: Avental.

A mesa, que desliza sobre as guias prismáticas do barramento, suporta o carro transversal. Nela também estão montados o fuso e o volante com anel graduado, que determinam o movimento do carro transversal.

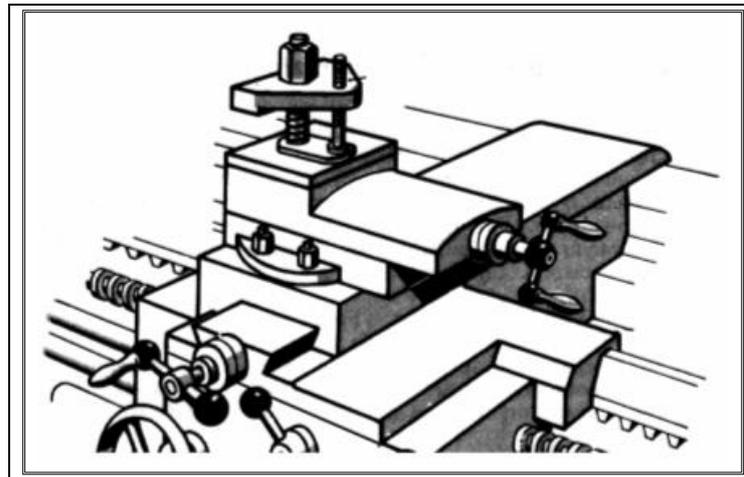


Figura 44: Mesa.

O carro transversal é responsável pelo movimento transversal da ferramenta e desliza sobre a mesa por meio de movimento manual ou automático.

No movimento automático, o giro da vara movimenta a rosca sem-fim existente no avental; o movimento é transmitido até a engrenagem do parafuso de deslocamento transversal por meio de um conjunto de engrenagens; esse conjunto de engrenagens faz girar o parafuso, deslocando a porca fixada no carro.

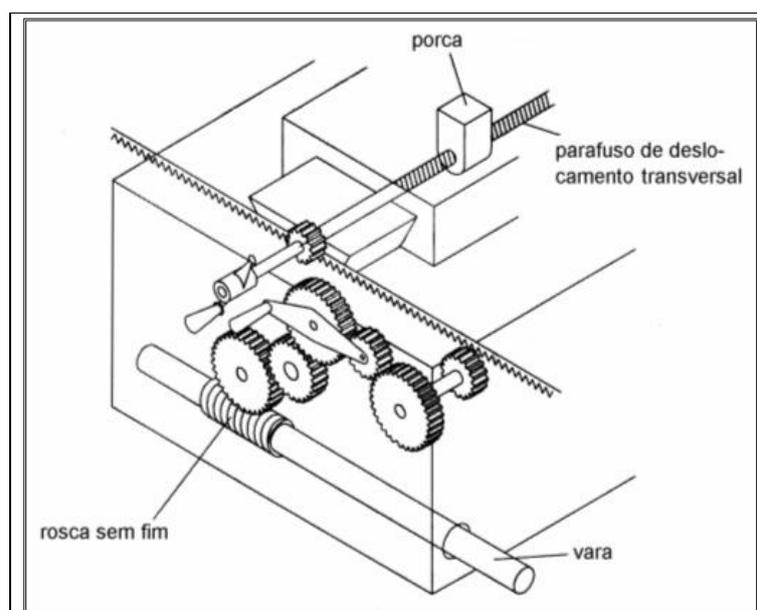


Figura 45: Carro transversal.

O movimento manual é realizado por meio do manípulo existente no volante montado na extremidade do parafuso de deslocamento transversal. O movimento é controlado por meio de um anel graduado, montado no volante.

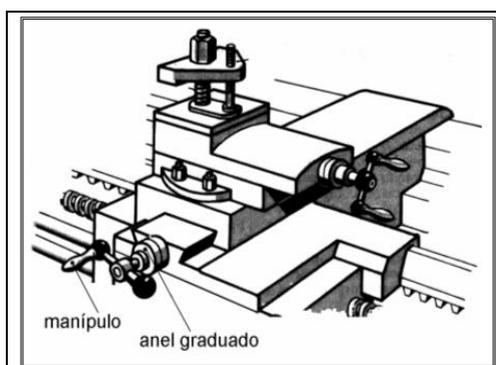


Figura 46: Manípulo e anel graduado.

O carro superior possui uma base giratória graduada que permite o torneamento em ângulo. Nele também está montado o fuso, o volante com anel graduado e o porta-ferramentas ou torre.

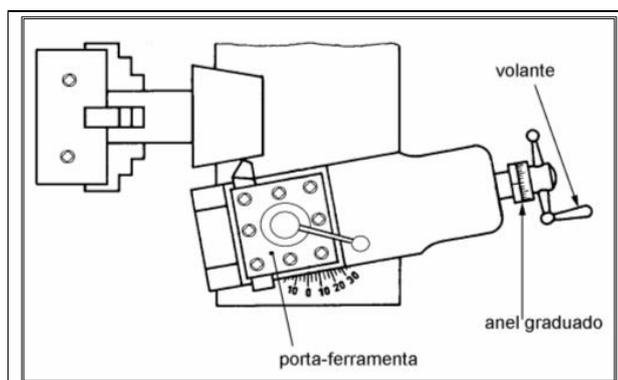


Figura 47: Carro superior.

O porta-ferramentas ou torre é o local onde são fixados os suportes de ferramentas, presos por meio de parafuso de aperto.

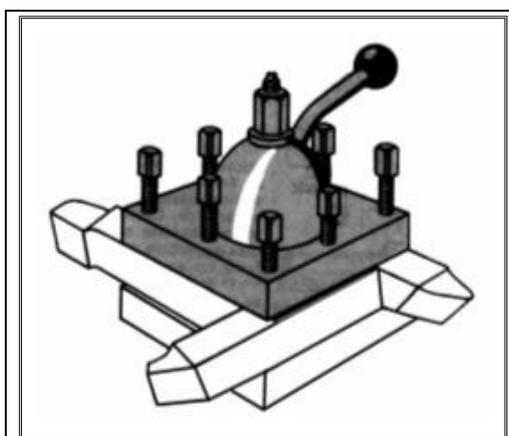


Figura 47: Porta-ferramentas.

7.5. CAIXA NORTON

Também conhecida por caixa de engrenagem, é formada por carcaça, eixos e engrenagens; serve para transmitir o movimento de avanço do recâmbio para a ferramenta.

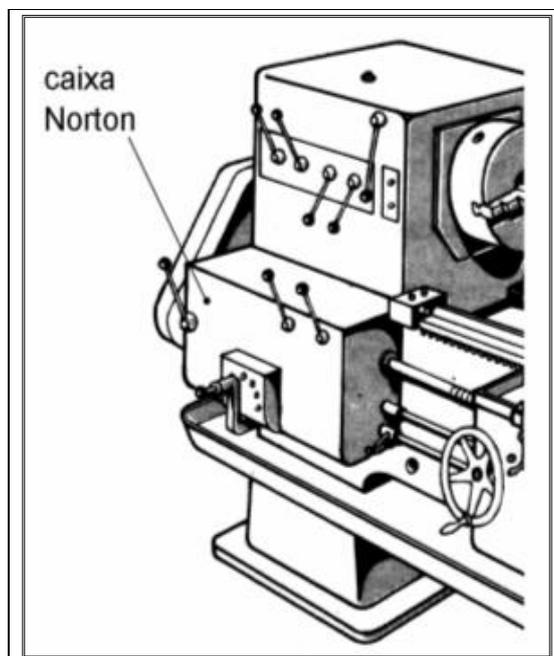


Figura 48: Caixa Norton.

7.6. RECÂMBIO

O recâmbio é a parte responsável pela transmissão do movimento de rotação do cabeçote fixo para a caixa Norton. É montado em uma grade e protegido por uma tampa a fim de evitar acidentes. As engrenagens do recâmbio permitem selecionar o avanço para a ferramenta.

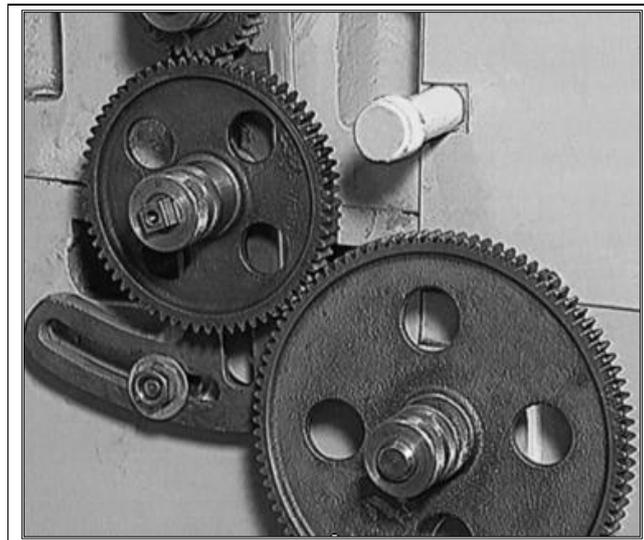


Figura 49: Recâmbio.

8. ACESSÓRIOS DO TORNO

As operações de torneiar superfícies cilíndricas ou cônicas, embora simples e bastante comuns, às vezes apresentam algumas dificuldades. É o que acontece, por exemplo, com peças longas que se fossem presas somente pela placa universal se flexionariam por causa da pressão da ferramenta.

O torno tem vários tipos de acessórios que servem para auxiliar na execução de muitas operações de torneamento:

8.1. PONTAS E CONTRAPONTAS

As pontas e contrapontas são cones duplos retificados de aço temperado cujas extremidades se adaptam ao centro da peça a ser torneada para apoiá-la. A contraponta é montada no mangote do cabeçote móvel, padronizado pelo sistema Morse, com um cone de 60°. Recebe esse nome porque está montada em uma posição oposta a uma placa arrastadora com ponta. É apresentada em vários tipos:

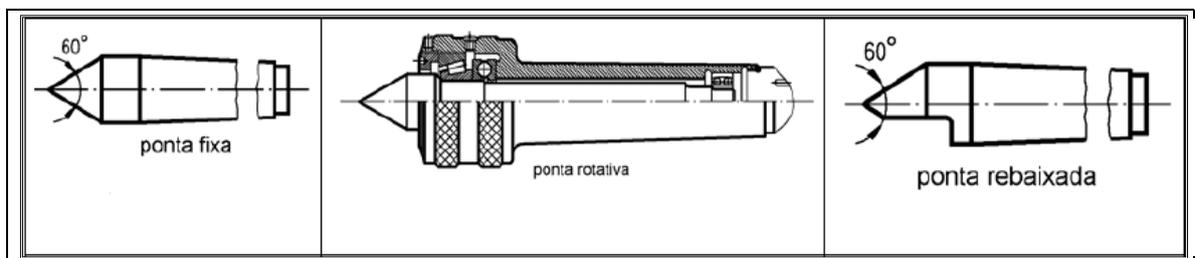


Figura 50: Tipos de pontas.

Ponta fixa: suporta a peça por meio dos furos de centro.

Ponta rotativa: reduz o atrito entre a peça e a ponta, pois gira suavemente e suporta esforços radiais e axiais, ou longitudinais;

Ponta rebaixada: facilita o completo faceamento do topo.

Nos catálogos de fabricantes, as pontas e contrapontas recebem o nome genérico de ponta.

8.2. PLACA DE ARRASTO (ARRASTADORA)

A placa arrastadora é um acessório que transmite o movimento de rotação do eixo principal às peças que devem ser torneadas entre pontas. Tem o formato de disco, possui um cone interior e uma rosca externa para fixação. As placas arrastadoras podem ser:

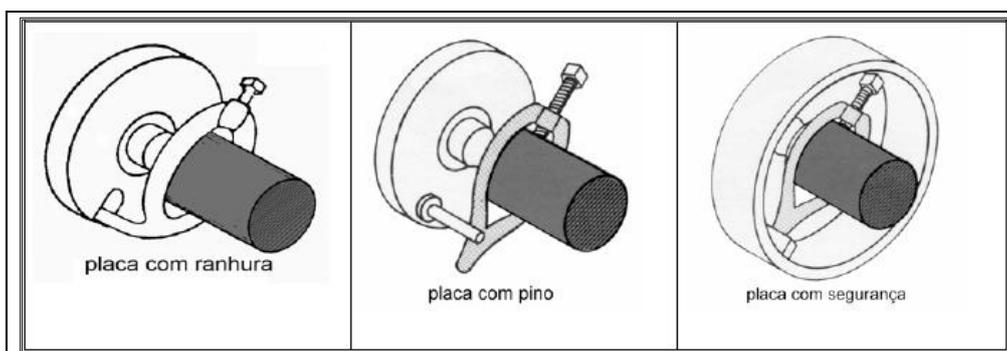


Figura 51: Tipos de placas de arrasto.

Em todas essas placas usa-se o arrastador que é firmemente preso à peça, transmitindo-lhe o movimento de rotação, funcionando como órgão intermediário. Os arrastadores podem ser de vários tipos:

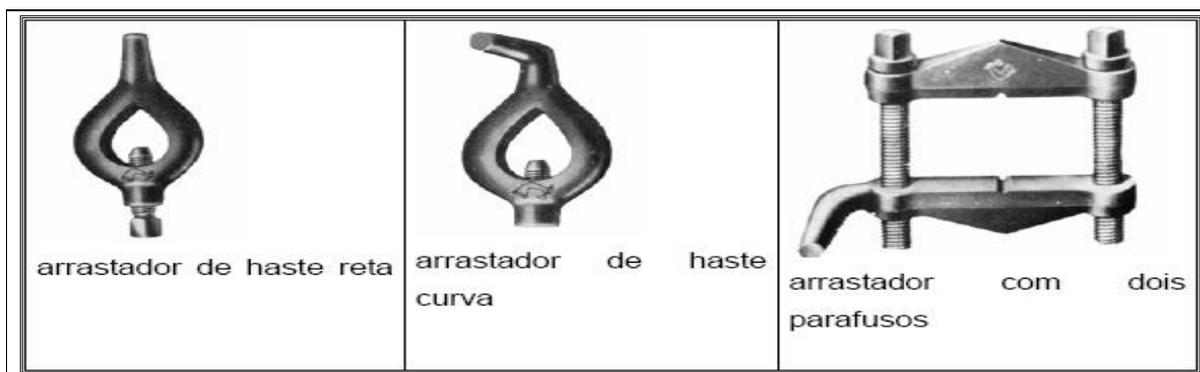


Figura 52: Tipos de placas de arrasto.

Arrastador de haste reta: é o mais empregado na placa com pino e na placa com dispositivo de segurança.

Arrastador de haste curva: é empregado com a placa com ranhura.

Arrastador com dois parafusos: indicado para suportar esforços em usinagem de passes profundos.

8.3. LUNETA

A luneta é outro dos acessórios usados para prender peças de grande comprimento e finas que, sem esse tipo de suporte adicional, tornariam a usinagem inviável, por causa da vibração e flexão da peça devido ao grande vão entre os pontos. A luneta pode ser fixa ou móvel.

A luneta fixa é presa no barramento e possui três castanhas reguláveis por parafusos e a parte da peça que nela se apóia deve estar previamente torneada. Se a peça não puder ser torneada antes, o apoio deve ser lubrificado.

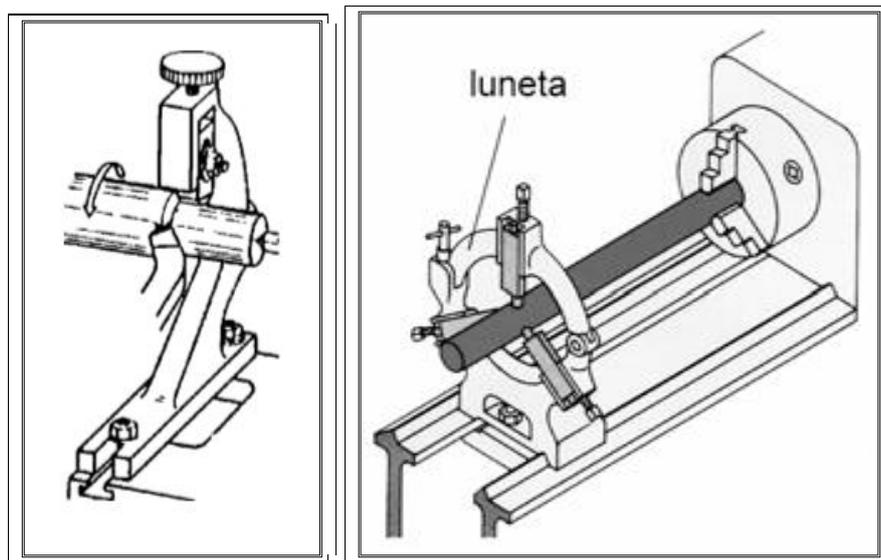


Figura 53: Luneta fixa.

A luneta móvel geralmente possui duas castanhas. Ela apóia a peça durante todo o avanço da ferramenta, pois está fixada no carro do torno.

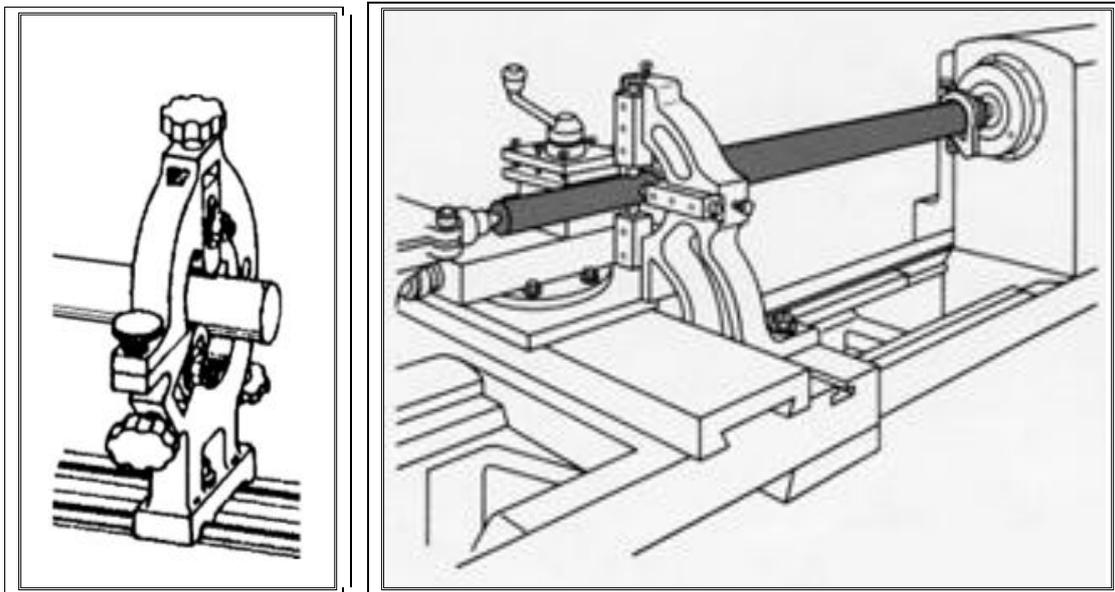


Figura 54: Luneta móvel.

8.4. PLACA LISA

A placa lisa fornece uma superfície plana para apoio de peças de formas irregulares. Ela tem várias ranhuras que permitem a utilização de parafusos para fixar a obra. É aparafusada na extremidade do cabeçote fixo, sendo usada para peças cujos centros não são alinhados com outros tipos de suporte, para furar e alargar furos que devem ser colocados cuidadosamente. Antes de ser aparafusada, a rosca da placa e da árvore de trabalho deve ser cuidadosamente limpa e lubrificada com óleo.

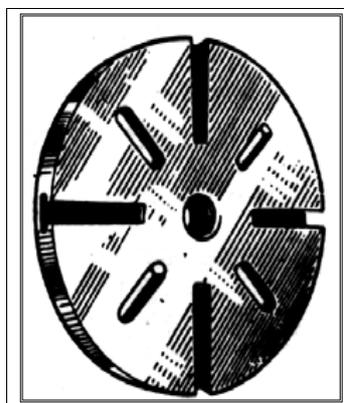


Figura 55: Placa lisa.

A placa lisa é feita de ferro fundido cinzento, não estando sujeita a empenar nas condições ordinárias de trabalho, devendo, porém, ser usada com cuidado, não se apertando a obra demasiadamente para evitar fleti-la.

8.5. PLACA DE CASTANHAS INDEPENDENTES

É outro tipo de placa muito comum. Pode ter 3 ou 4 castanhas ajustáveis, por meio de uma chave, que aciona um parafuso sem-fim que comanda seu deslocamento.

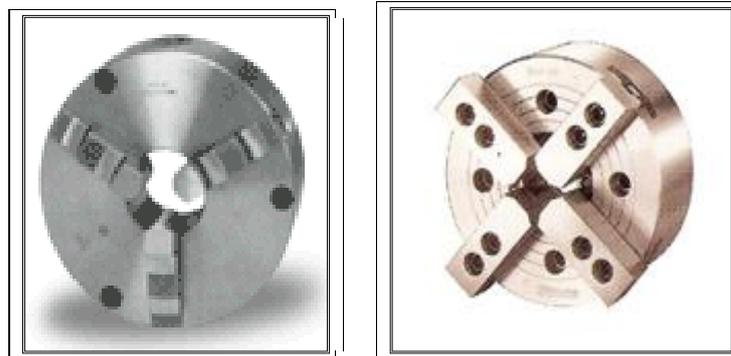


Figura 56: Placas de 3 e 4 castanhas, respectivamente.

Este tipo de placa permite fixar firmemente obras de qualquer forma e centrar com a precisão desejada qualquer ponto da peça.

As castanhas podem ser retiradas e colocadas em posição inversa, permitindo centrar pela parte interna as obras vazadas.

8.6. PLACA UNIVERSAL

Neste tipo, as castanhas se movem simultaneamente pela ação da chave introduzida em um dos furos existentes. Estas placas servem para fixar peças poligonais regulares ou de seção circular.

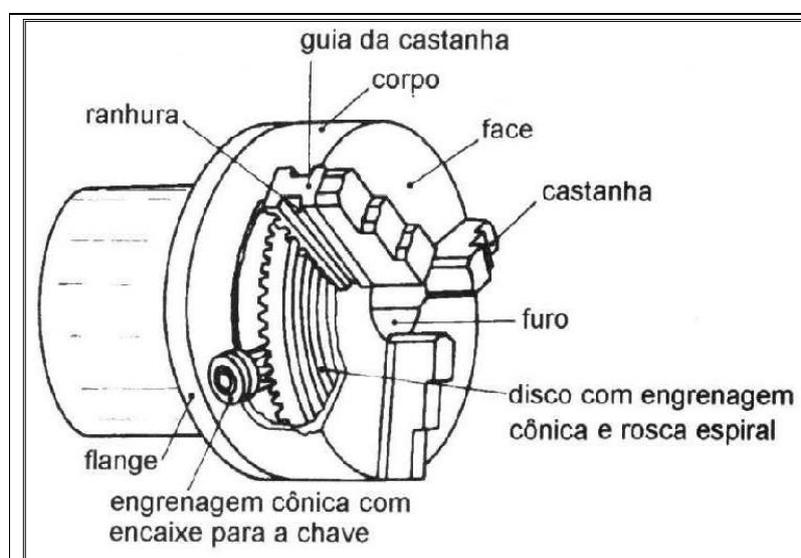


Figura 57: Placa universal.

O emprego desse tipo de placa é comumente em peças curtas que não precisam de contraponta,

economizando-se tempo com a preparação dos centros.

8.7. PINÇA

A pinça é uma peça de aço temperado e retificado com precisão, com uma abertura central onde se adapta a obra. Rasgos longitudinais permitem uma mobilidade das extremidades da pinça que se fecham sobre a obra para fixá-la.



Figura 58: Pinças.

A superfície externa é cônica e se adapta à bucha cônica do furo da árvore. A outra extremidade da pinça é rosqueada para permitir sua adaptação à barra de aperto que atravessa toda a árvore do torno.

Existem pinças para obras cilíndricas, quadradas, hexagonais e octogonais.

As pinças constituem o sistema de fixação de peças mais preciso e permitem rápida produção seriada.

8.8. MANDRIL

São pequenas placas universais de três castanhas mais comumente conhecidas como mandris ou buchas universais que são utilizadas para fixar brocas, alargadores, machos e peças cilíndricas de pequeno diâmetro.

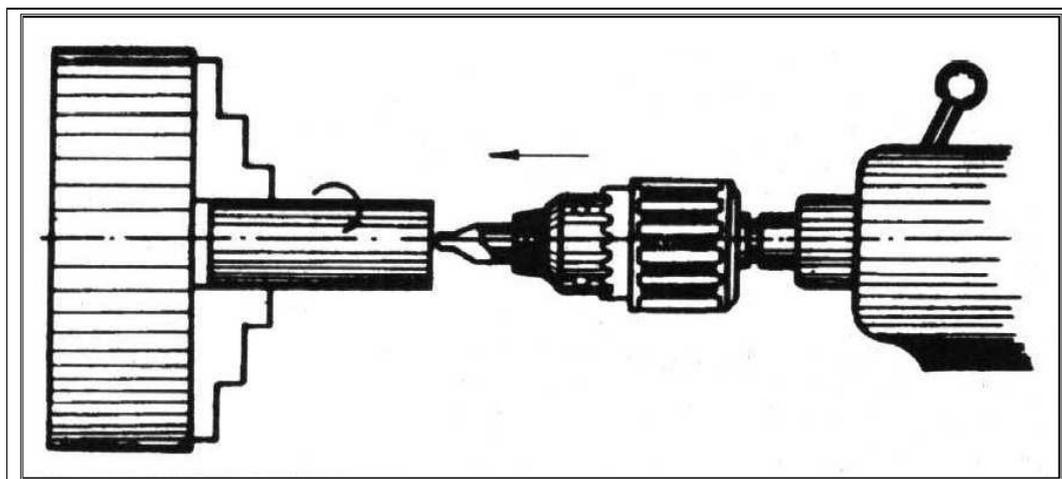


Figura 59: Mandril.

9. FERRAMENTAS USADAS NO TORNO

Para a usinagem de peças com precisão e rigor, é necessário dispor do tipo exato de ferramenta do torno, com um gume de corte afiado e bem apoiado, amolado especialmente para o material que se vai trabalhar, e ajustada à devida altura.

Em seguida, estão apresentadas algumas ferramentas mais usuais para torno:

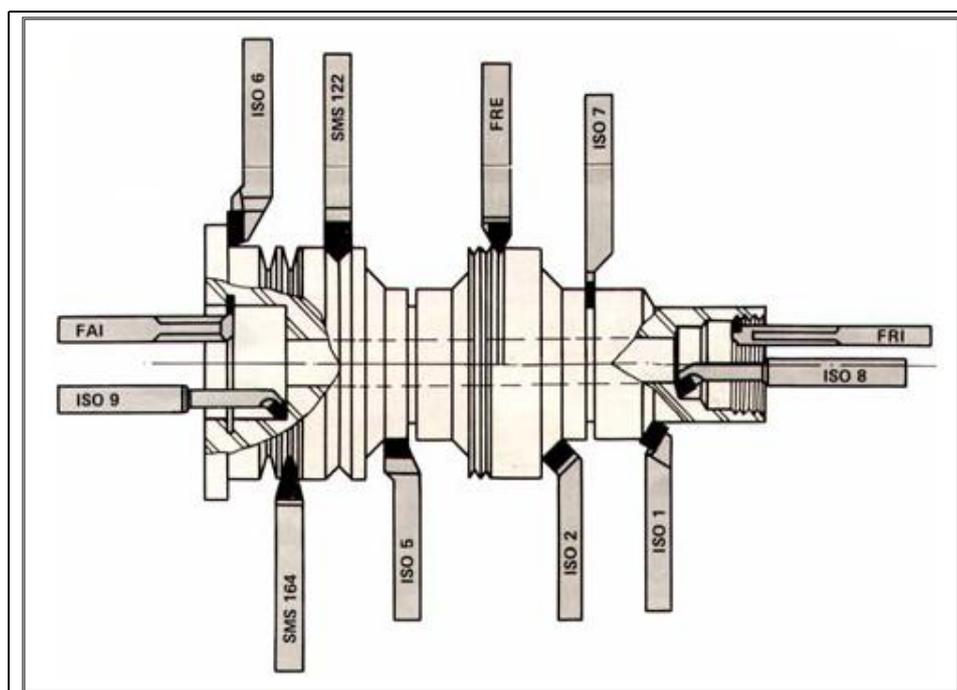
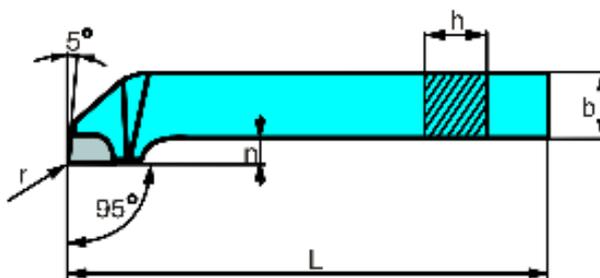
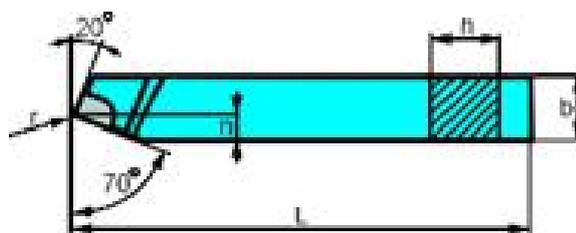


Figura 60: Ferramentas mais usuais para torno.

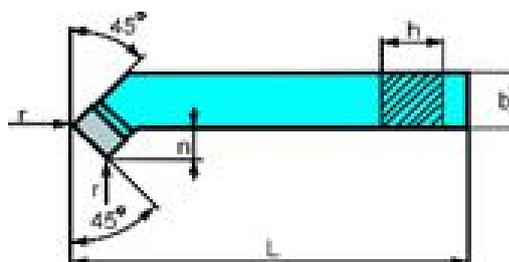
9.1. FERRAMENTA CURVA PARA FACEAR LATERALMENTE



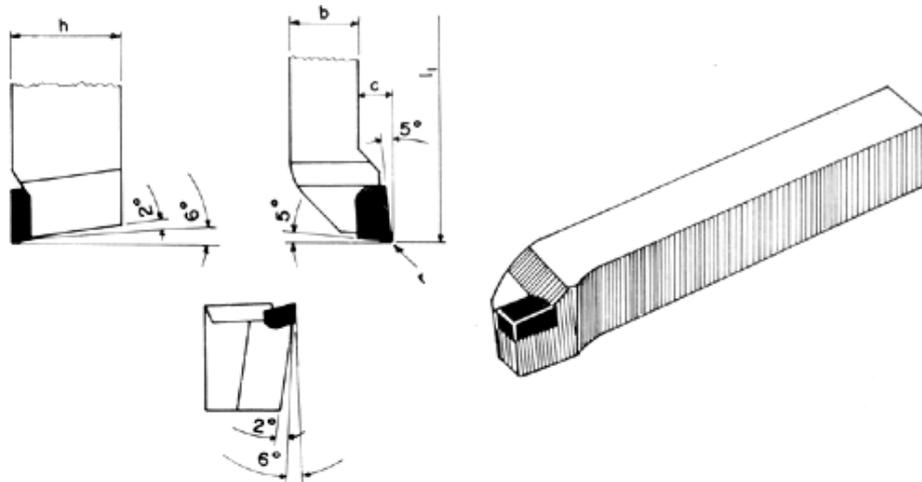
9.2. FERRAMENTA RETA PARA DESBASTE



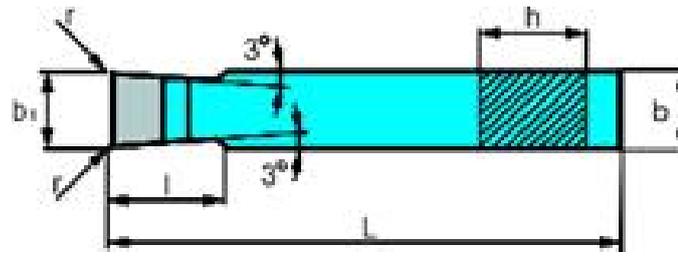
9.3. FERRAMENTA CURVA PARA DESBASTE



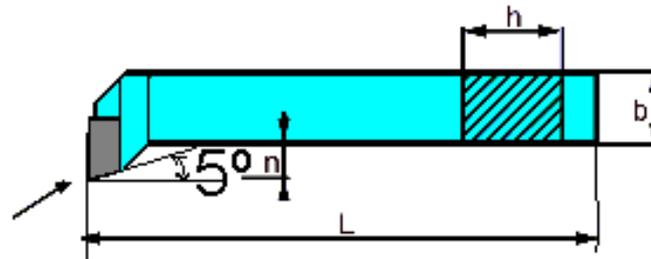
9.4. FERRAMENTA CURVA PARA CANTOS



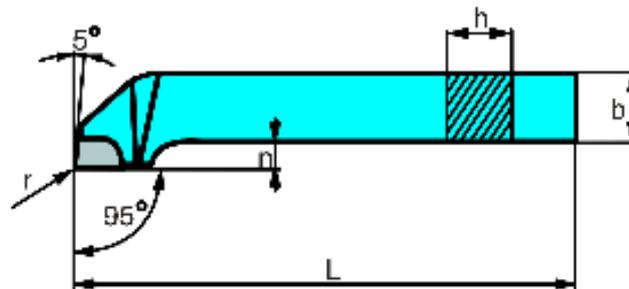
9.5. FERRAMENTA RETA PARA ACANALAR E CHANFRAR



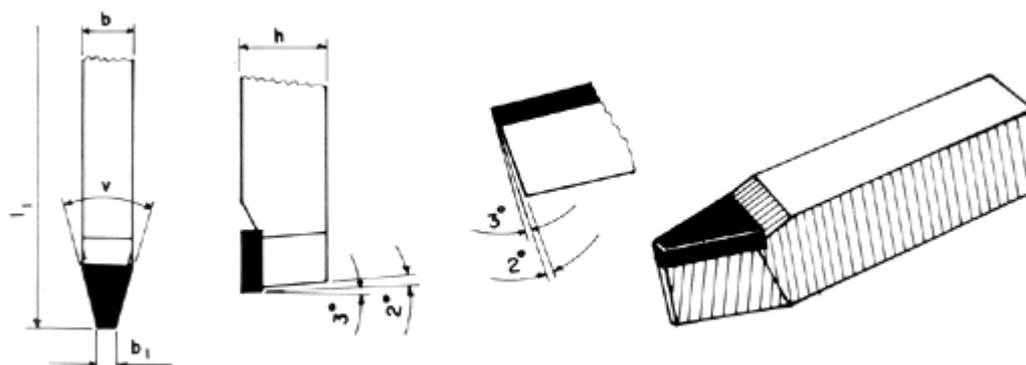
9.6. FERRAMENTA CURVA PARA FACEAR E DESBASTAR



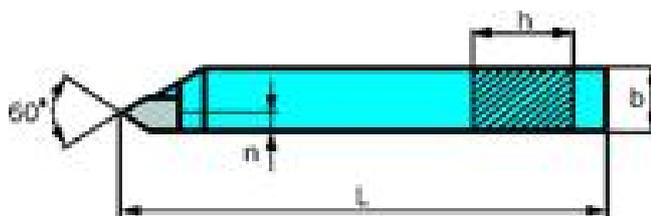
9.7. FERRAMENTA CURVA PARA FACEAR LATERALMENTE



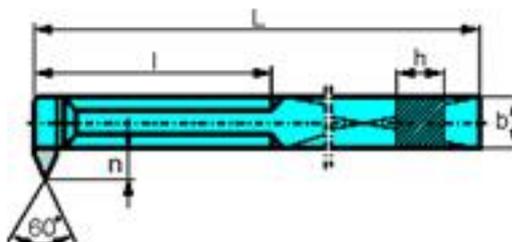
9.8. FERRAMENTA PARA CANAL DE POLIA



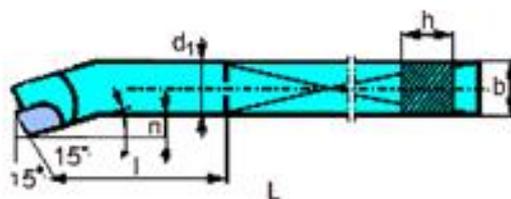
9.9. FERRAMENTA PARA ROSQUEAR EXTERNO



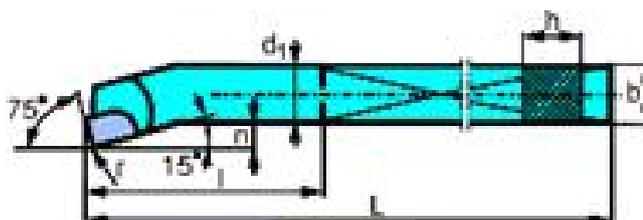
9.10. FERRAMENTA PARA ROSQUEAR INTERNO



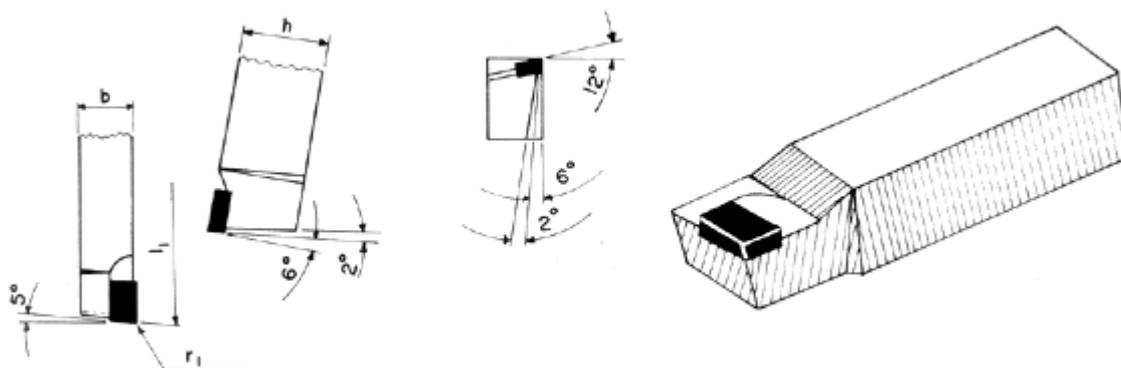
9.11. FERRAMENTA PARA TORNEAR FURO PASSANTE



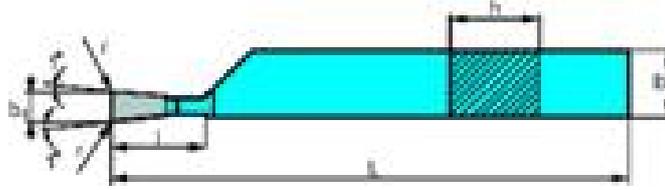
9.12. FERRAMENTA PARA TORNEAR FURO NÃO-PASSANTE



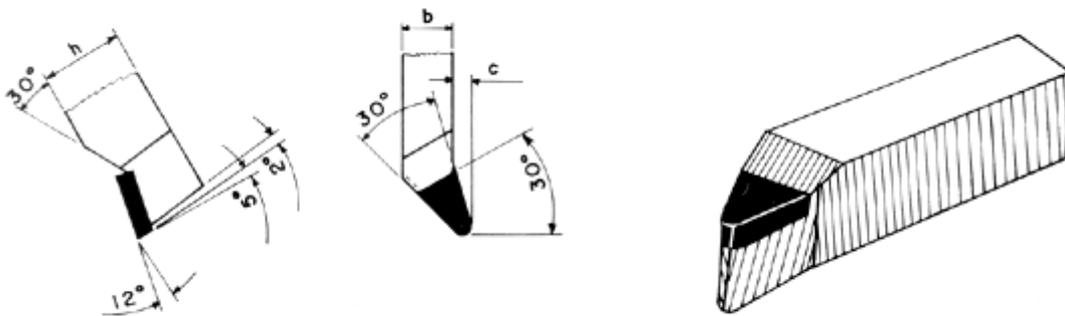
9.13. FERRAMENTA RETA PARA ACABAMENTO



9.14. FERRAMENTA RETA PARA SANGRAR E CORTAR



9.15. FERRAMENTA CURVA PARA ACABAMENTO



10. CÁLCULO DE ROSCA

ROSCA TRIANGULAR

1. NOMENCLATURA.

P= passo (em mm)
d= diâmetro externo
d₁= diâmetro interno
d₂= diâmetro do flanco
 α = ângulo do filete
f= fundo do filete

i= ângulo da hélice
c= crista
D= diâmetro do fundo da porca
D₁= diâmetro do furo da porca
h₁= altura do filete da porca
h= altura do filete do parafuso

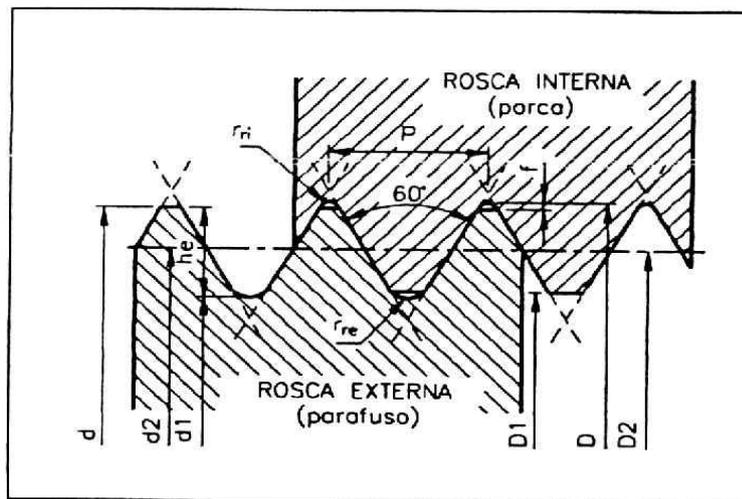
2. TIPOS DE ROSCAS

As roscas triangulares classificam-se, segundo seu perfil, em três tipos

- **rosca métrica**
- **rosca Whithworth**
- **rosca americana**

Para nosso estudo, vamos detalhar apenas dois tipos: a rosca métrica e a rosca Whithworth. Rosca métrica ISO normal e rosca e a rosca métrica ISO fina NBR 9527.

3.FÓRMULAS DA ROSCA MÉTRICA



Ângulo do perfil da rosca: $\alpha = 60^\circ$

Diâmetro Menor do Parafuso (\emptyset do núcleo)

$$d_1 = d - 1,2268 \times P$$

Diâmetro efetivo do parafuso (\emptyset médio):

$$d_2 = D_2 = d - 0,6495 \times P$$

Folga entre a raiz do filete da porca e a crista do filete

$$f = 0,045 \times P$$

Diâmetro maior da porca:

$$D = d + 2 \times f$$

Diâmetro menor da porca (furo):

$$D_1 = d - 1,0825 \times P$$

Diâmetro efetivo da porca (\emptyset médio)

$$D_2 = d_2$$

Altura do filete do parafuso:

$$h_e = 0,61343 \times P$$

Raio de arredondamento da raiz do filete do parafuso:

$$r_{re} = 0,14434 \times P$$

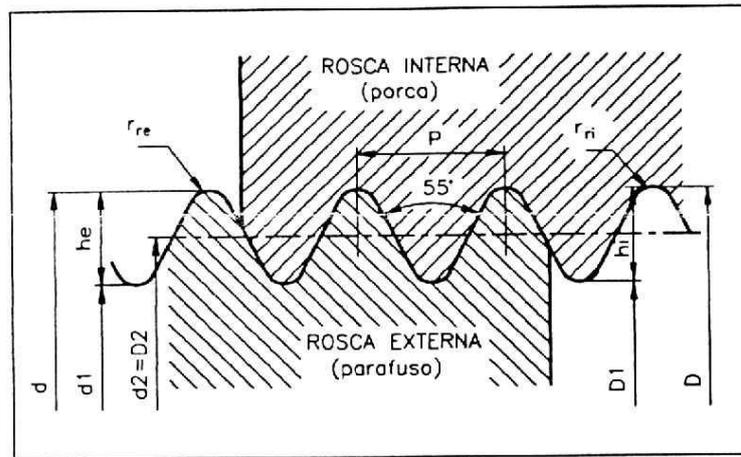
Raio de arredondamento da raiz do filete da porca:

$$r_{ri} = 0,063 \times P$$

A rosca métrica fina, num determinado comprimento, possui maior número de filetes do que a rosca normal. Permite melhor fixação da rosca evitando afrouxamento do parafuso, em caso de vibração de máquinas. Exemplo: em Veículos

4.FÓRMULAS DA ROSCA WHITHWORTH

$$a = 55^\circ$$



$$P = \frac{1}{n}$$

n° de fios

$$h_i = h_e = 0,6403 \times P$$

$$r_{ri} = r_{re} = 0,1373 \times P$$

$$d = D$$

$$d_1 = d - 2 \times h_e$$

$$D_2 = d_2 = d - h_e$$

A fórmula para confecção das roscas Whitworth normal e fina é a mesma. Apenas variam os números de filetes por polegadas.

Utilizando as fórmulas anteriores, você obterá os valores para cada elemento da rosca.

10. BIBLIOGRAFIA

1. FREIRE, J, *Tecnologia Mecânica – Torno Mecânico*, Volume 3, Livros Técnicos e Científicos

}

Hino Nacional

Ouviram do Ipiranga as margens plácidas
De um povo heróico o brado retumbante,
E o sol da liberdade, em raios fúlgidos,
Brilhou no céu da pátria nesse instante.

Se o penhor dessa igualdade
Conseguimos conquistar com braço forte,
Em teu seio, ó liberdade,
Desafia o nosso peito a própria morte!

Ó Pátria amada,
Idolatrada,
Salve! Salve!

Brasil, um sonho intenso, um raio vívido
De amor e de esperança à terra desce,
Se em teu formoso céu, risonho e límpido,
A imagem do Cruzeiro resplandece.

Gigante pela própria natureza,
És belo, és forte, impávido colosso,
E o teu futuro espelha essa grandeza.

Terra adorada,
Entre outras mil,
És tu, Brasil,
Ó Pátria amada!
Dos filhos deste solo és mãe gentil,
Pátria amada, Brasil!

Deitado eternamente em berço esplêndido,
Ao som do mar e à luz do céu profundo,
Fulguras, ó Brasil, florão da América,
Iluminado ao sol do Novo Mundo!

Do que a terra, mais garrida,
Teus risonhos, lindos campos têm mais flores;
"Nossos bosques têm mais vida",
"Nossa vida" no teu seio "mais amores."

Ó Pátria amada,
Idolatrada,
Salve! Salve!

Brasil, de amor eterno seja símbolo
O lábaro que ostentas estrelado,
E diga o verde-louro dessa flâmula
- "Paz no futuro e glória no passado."

Mas, se ergues da justiça a clava forte,
Verás que um filho teu não foge à luta,
Nem teme, quem te adora, a própria morte.

Terra adorada,
Entre outras mil,
És tu, Brasil,
Ó Pátria amada!
Dos filhos deste solo és mãe gentil,
Pátria amada, Brasil!

Hino do Estado do Ceará

Poesia de Thomaz Lopes
Música de Alberto Nepomuceno
Terra do sol, do amor, terra da luz!
Soa o clarim que tua glória conta!
Terra, o teu nome a fama aos céus remonta
Em clarão que seduz!
Nome que brilha esplêndido luzeiro
Nos fulvos braços de ouro do cruzeiro!

Mudem-se em flor as pedras dos caminhos!
Chuvas de prata rolem das estrelas...
E despertando, deslumbrada, ao vê-las
Ressoa a voz dos ninhos...
Há de florar nas rosas e nos cravos
Rubros o sangue ardente dos escravos.
Seja teu verbo a voz do coração,
Verbo de paz e amor do Sul ao Norte!
Ruja teu peito em luta contra a morte,
Acordando a amplidão.
Peito que deu alívio a quem sofria
E foi o sol iluminando o dia!

Tua jangada afoita enfune o pano!
Vento feliz conduza a vela ousada!
Que importa que no seu barco seja um nada
Na vastidão do oceano,
Se à proa vão heróis e marinheiros
E vão no peito corações guerreiros?

Se, nós te amamos, em aventuras e mágoas!
Porque esse chão que embebe a água dos rios
Há de florar em meses, nos estios
E bosques, pelas águas!
Selvas e rios, serras e florestas
Brotem no solo em rumorosas festas!
Abra-se ao vento o teu pendão natal
Sobre as revoltas águas dos teus mares!
E desfraldado diga aos céus e aos mares
A vitória imortal!
Que foi de sangue, em guerras leais e francas,
E foi na paz da cor das hóstias brancas!



GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
Secretaria da Educação