

**Designação da UFCD:** Torneamento - tecnologia e operações

**Código:** 874

**Carga Horária:** 50 horas

**Objetivos:**

Descrever as características tecnológicas do torno mecânico, seu funcionamento, sistemas de fixação das peças e ferramentas.

Determinar parâmetros de corte.

Tornear cilíndrico exterior e interior, e facejar superfícies.

Proceder à sangragem no torno.

**Conteúdos:**

Características tecnológicas do torno e nomenclatura dos seus órgãos mecânicos

Funcionamento condução e regulação dos parâmetros de corte

Designação e caracterização tecnológica das ferramentas de corte utilizadas no torno

Caracterização e função dos acessórios para aplicação no torno

Processos de fixação de peças no torno

Tipos de buchas e pratos utilizados

Precauções na condução do torno e sua manutenção

Tecnologia do corte por levantamento de aparas no torno

Definição e caracterização das operações de torneamento

Seleção da ferramenta de corte em função da operação e do material a maquinar

Seleção do fluido de corte. Fluidos de corte

Determinação dos parâmetros de corte

Torneamento cilíndrico exterior e interior

Seleção e caracterização das ferramentas de corte para operações de desbaste e acabamento

Facejamento de superfícies

Equipamentos usados na medição da rugosidade

Medição e verificação de rugosidade

Técnicas de sangragem dos vários materiais

Velocidades de corte recomendadas

Posicionamento da ferramenta de corte

Caracterização das ferramentas de corte

Buris e lâminas em HSS

Suportes e lâminas de pastilhas

Geometria de corte a utilizar

Precauções a tomar na execução de sangragens

## i - História do Torno Mecânico

Nota - Torno para torneiar (não confundir com torno de bancada que serve para fixar peças).

O torno é a máquina ferramenta mais antiga das utilizadas no fabrico de peças de revolução. Terá surgido na pré-história há cerca de 10000 anos.

## ii - Tornos ao longo dos tempos

**Torno de vara** - Este foi o primeiro torno que existiu. Tratava-se de uma corda com uma das pontas amarrada na ponta de um galho ou uma vara e a outra ponta enrolada na peça. O trabalho era realizado quando a o galho subia e puxava a corda fazendo a peça girar.

**Torno de fuso** - Este torno precisava de duas pessoas para ser operado. Enquanto um servo girava a polia, uma correia movimentava um fuso onde a peça era presa. Um artesão, o operador do torno, segurava a ferramenta com as mãos e cortava o material.

**Torno de Leonardo da Vinci** - Ele projetou um torno que poderia ser operado por uma única pessoa e trabalhava com movimento de rotação contínuo. O sistema motriz é parecido com o de uma máquina de costura.

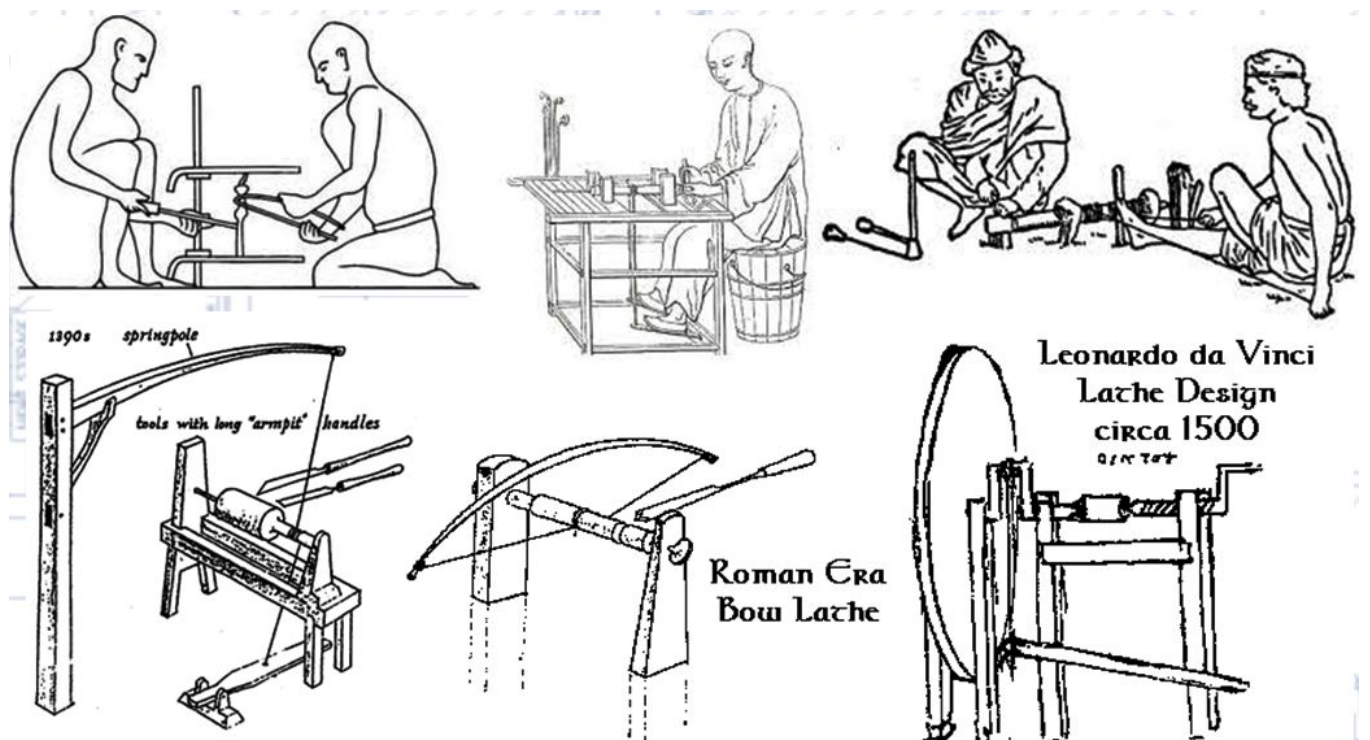


Imagem 1 - Tornos desde a pré-história

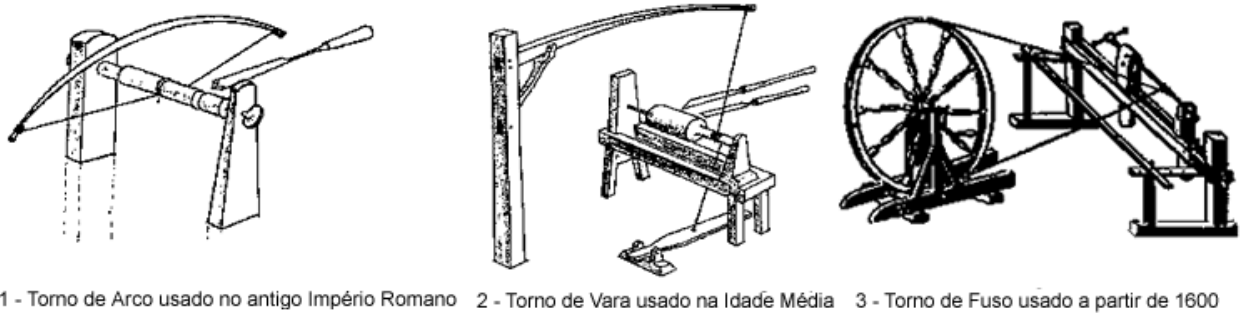


Imagem 2 - Tornos desde a era romana a 1600

**Torno paralelo** - Em meados do século XIX, dois inventores ingleses, Henry Maudslay e Joseph Whitworth, colocaram vários acessórios nos tornos da época, o que proporcionou um grande avanço na produção de peças torneadas. Eles criaram o porta-ferramentas (que possibilitou trabalhar com materiais mais duros pois o torneiro não precisaria mais segurar as peças com as mãos), engrenagens e fuso para avanços automáticos, acoplaram o torno a um motor a vapor e adicionaram uma polia escalonada para fazer troca de rotações.

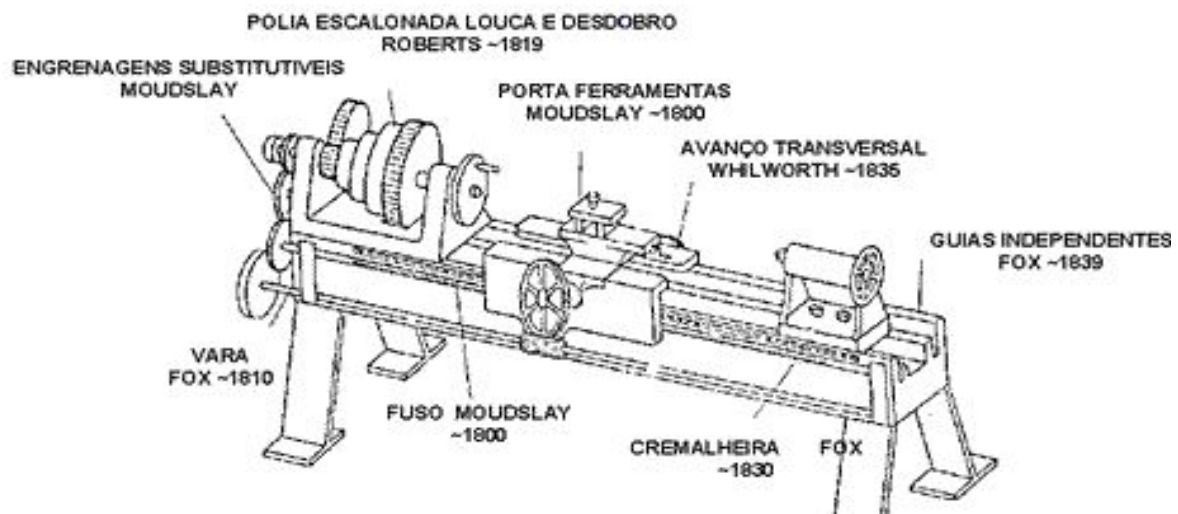


Imagem 3 - Evolução do torno no século XIX. Fonte Tecnologia II.

**Em 1906** - O torno já tem incorporados todas as modificações feitas por Maudsley 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.

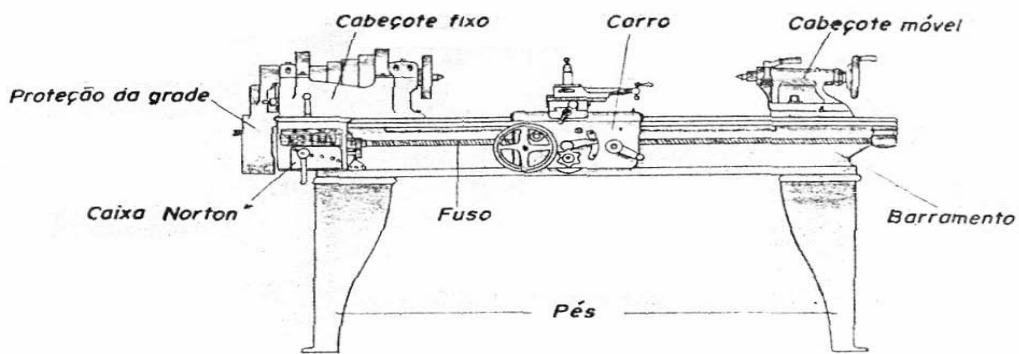
**Em 1925** - torno paralelo. O problema de ter de fixar o torno é resolvido pela substituição do mesmo por um motor elétrico nos pés da máquina. A variação de velocidades vinha de uma caixa de engrenagem e desengates foram postos nas sapatas para simplificar alcances de rotação longos e repetitivos. Apesar de

apresentar dificuldades para o trabalho em série devido a seu sistema de troca de ferramentas é o mais usado atualmente.

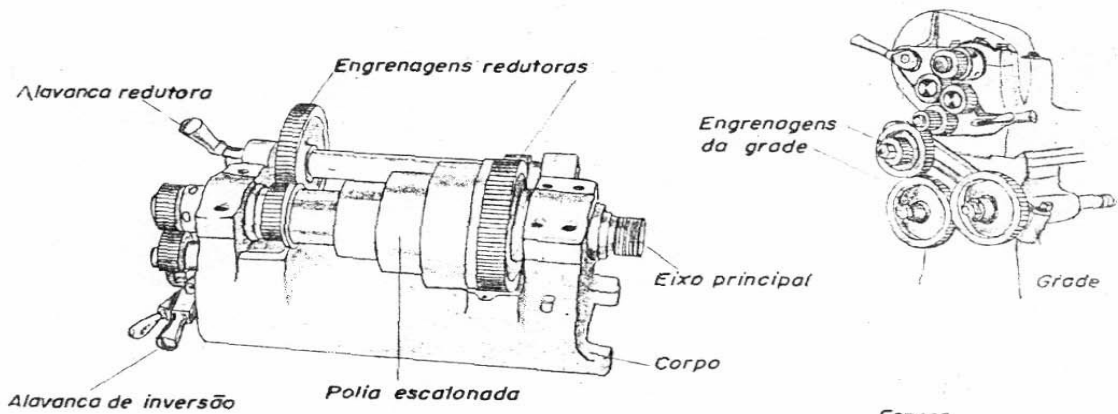


3 x 36-inch Flat Turret Lathe with Cross Sliding Head, Equipped for Bar Work

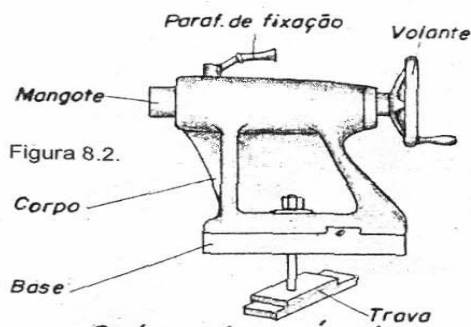
Imagem 4 - Torno de 1910, ainda não tinha motor eléctrico



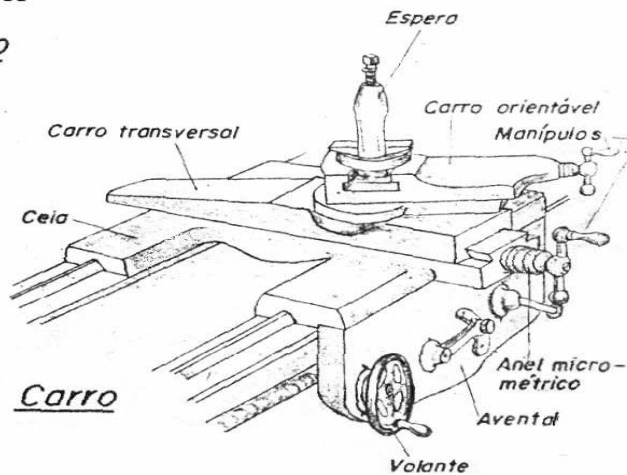
Tôrno mecânico horizontal



Cabeçote fixo



Cabeçote móvel



Carro

Imagem 5 - Terminologia de torno dos anos 30 do século XX

**Em 1960** - torno automático (do tipo copiador mas automático): Para satisfazer a exigência de grande rigidez criou-se uma estrutura completamente fechada. A máquina é equipada com um engate copiador que transmite o tipo de trabalho do gabarito através de uma agulha.

**Em 1978** - torno CNC - Apesar de não apresentar nenhuma grande mudança na sua mecânica, o torno de CNC como é chamado substituiu os mecanismos usados para mover o cursor por motores controlados por microprocessadores. O uso de um painel permite que vários movimentos sejam programados e armazenados permitindo a rápida troca de programa.

### 1 - Tipos de tornos paralelos mais comuns:

**Torno de placa** - Indicado para trabalhar peças de grande diâmetro, a altura da ponta em relação ao barramento é bem grande, é um torno horizontal especial.



Imagem 6 - Torno de placa, marca nardini-3000-x-1300-mm

**Torno vertical** - É utilizado para trabalhar peças pesadas, com um diâmetro elevado, como flanges, polias e rodas dentadas. Recebe este nome devido ao seu eixo da árvore estar na vertical.



Imagem 7 - Torno vertical, fonte - Ricardo santos



**Torno revolver** - É um torno semi-automatizado. Possui uma torre rotativa que aloja várias ferramentas, o que traz grande rapidez durante a sua operação.



Imagem 8 - Torno revolver, marca AMA, modelo TR-4

**Torno horizontal ou universal** - É o tipo mais utilizado hoje em dia. Serve para uma grande variedade de aplicações, apresentando muita versatilidade.



Imagem 9- Torno universal marca Quantum D320x920 SG. Fonte - Manual do torno

**Torno Copiador** - Copia uma peça modelo, fazendo movimento com o porta-ferramenta, produzindo assim uma peça idêntica com as mesmas dimensões.



Imagem 10- Torno copiador automático TCA-800, fonte <http://maquinaslampe.com.br>

**Torno CNC** - É um torno horizontal que trabalha em conjunto com um unidade de comando, um computador. Interpretando uma linguagem específica, a máquina fabrica a peça programada.



Imagem 11 - Torno CNC, ROMI - Galaxy 50. fonte - [www.romi.com.br](http://www.romi.com.br)

### 1.1 - Definição de Torno (do latim *tornus*, e do grego *tópvoς*, gire, *vuelta*)

O torno mecânico é uma máquina extremamente versátil utilizada no fabrico ou acabamento em peças, nas zonas de revolução. Estas máquinas funcionam fazendo, girar a peça a tornear presa em um cabeçote centrado enquanto uma ou diversas ferramentas de corte são pressionadas em movimento regulável de encontro à superfície da peça, removendo material de acordo com as condições técnicas adequadas.

O torno mecânico possibilita a transformação do material em estado bruto, peças com secções circulares, e quaisquer combinações destas secções.

Através do torno mecânico é possível confeccionar eixos, polias, pinos, qualquer tipo possível e imaginável de roscas, peças cilíndricas internas e externas, além de cones, esferas e os mais diversos e estranhos formatos.

Com o acoplamento de diversos acessórios, o torno mecânico pode ainda desempenhar as funções de outras máquinas ferramentas, como fresadora, plaina, retificadora ou furadora.

O torno mecânico pode executar o maior número de obras do que qualquer outro tipo de máquina ferramenta. É considerado fundamental na civilização moderna, pois dele derivaram todas as outras máquinas e ferramentas.



Imagem 12 - Peças feitas ao torno a partir de varão sextavado ou redondo. Fonte - Eraldo Silva

### 1.2 - Constituição do torno universal

Basicamente é composto de uma unidade em forma de caixa que sustenta uma estrutura chamada cabeçote fixo. A constituição da máquina contém ainda duas superfícies orientadoras chamadas

barramento, que por exigências de durabilidade e precisão são temperadas e retificadas. O barramento é a base de um torno, pois sustenta a maioria de seus acessórios, como lunetas, cabeçote fixo e móvel, etc.

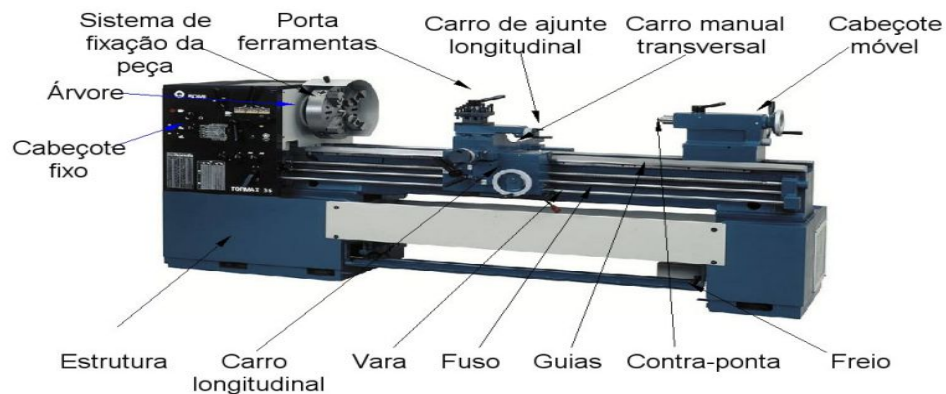


Imagem 12 - Constituição/terminologia de torno universal. Fonte - Delmer Mariano

### 1.2.1 - Partes fundamentais do torno universal:

**Barramento** - é a parte que sustenta os elementos fixos e móveis, garantindo o alinhamento da máquina. A parte B da imagem seguinte são prismas onde desliza o carro principal e o cabeçote móvel de ponto.

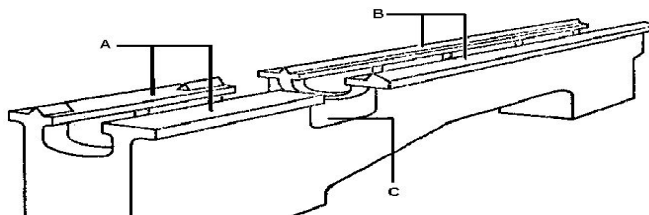


Imagem 13 - Barramento. Fonte - João Babosa

**Árvore** - a árvore está situada no cabeçote fixo e é o veio principal do sistema de transmissão de movimento onde é acoplado o sistema de fixação da peça.

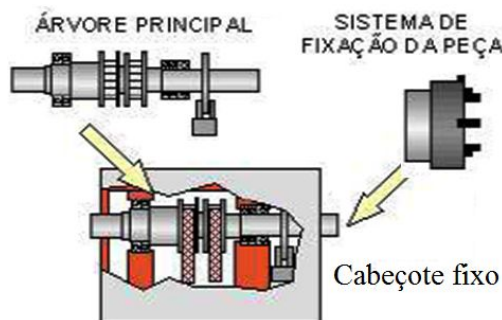


Imagem 14 - árvore. Fonte - Eraldo Silva

**Caixa de velocidades** - sistema de transmissão do movimento de rotação do cabeçote fixo, para a árvore e desta para a caixa Norton, contendo rodas dentadas, com alavancas para escolher a rotação de trabalho. As caixas têm uma tabela com as rotações de saída, em função da posição de cada alavanca, ver imagem seguinte.





Imagem 15 – Caixa de velocidades. Fonte - PowerED

**Caixa de avanços (Norton)** - conhecida como caixa Norton, é formada por eixos, carretos e alavancas ou manípulos ou rodas recartilhadas, que servem para transmitir o movimento do avanço desde a rotação da árvore para o carro com o avanço pretendido. Estas caixas têm uma tabela com as rotações de avanço em relação à árvore, que é em função da posição de cada alavanca.



Imagem 16 – Caixa de avanços. Fonte - PowerED

A interligar as duas caixas em alguns modelos de tornos, há rodas dentadas de trocar (de cambiar por isso no Brasil diz-se recambio) para conseguir fazer certos avanços, é o caso do torno Quantum D320x920 SG, ver imagem seguinte.

a = 56 dentes

120 dentes

b = 60 dentes



Imagem 17 – Rodas dentadas de trocar (cambiar). Fonte - Quantum D320x920 SG

**Carro Principal:** é formado pela mesa, carro transversal, carro superior e porta-ferramenta. O avanço do carro pode ser manual ou automático sobretudo para acabamento sendo obrigatório para a roscagem.



Imagem 18 – carro principal. Fonte - PowerED

**Carro Transversal** - está situado por cima do carro principal e é responsável pelo movimento transversal, ele pode ser automático, (com o veio ligado de rotação e a alavanca posicionada no carro principal ele pode avançar ou recuar automaticamente), ou avanço manual (por um volante).

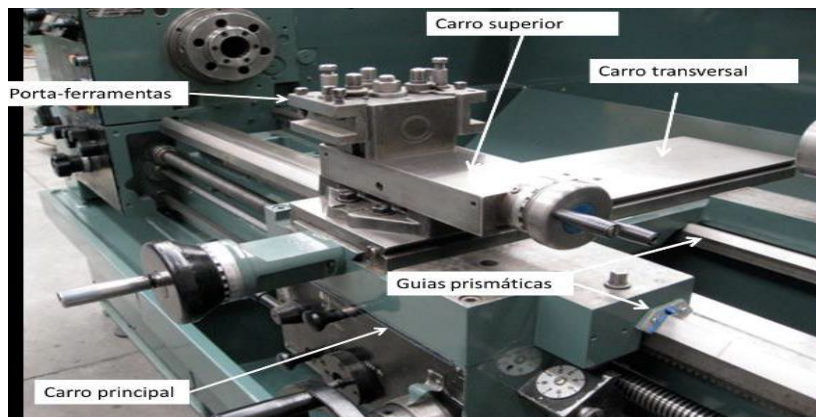


Imagem 19 - Os vários carros. Fonte - Eraldo Silva

**Carro Superior** - é uma base giratória que permite toronar em ângulos, ou seja fazer cones, está situado por cima do carro transversal. Ver imagem anterior.

**Porta-ferramenta** (torre) - é o local onde são fixados os suportes de ferramentas, presos por meio de parafuso de aperto. A torreta é um porta ferramenta para troca rápida dos ferros de corte. Para afinar a altura do ferro de corte, nas torres antigas, usa-se chapas a fazer de calço, ver figura 22, já nas torretas há afinação sem necessitar de usar calções de chapa ou bandinha.

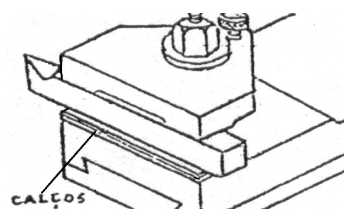
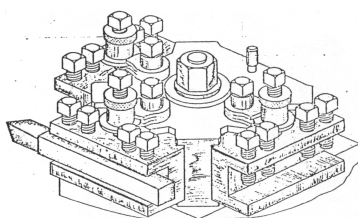


Imagem 20 e 21 - Torretas para mudança rápida de ferramenta

Imagem 22 - Porta ferramentas

**Cabeçote móvel ou contraponto** - que se desloca sobre o barramento, está oposto ao cabeçote fixo, do lado direito, tem o eixo coincidente com o eixo da árvore ou bucha quando aplicada. É de fixar ao barramento.

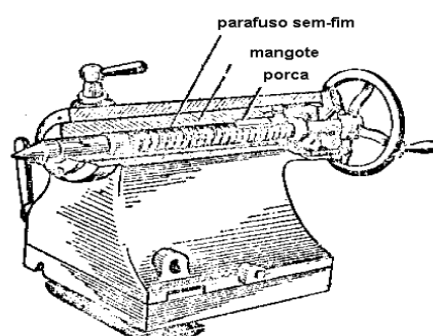
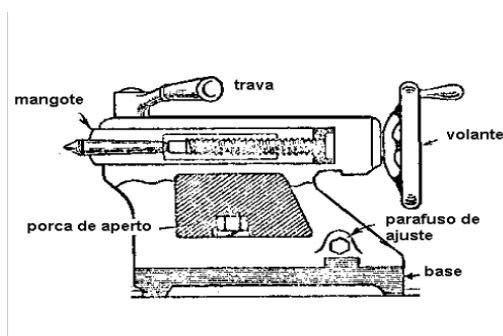


Imagem 23 - Cabeçote móvel antigo e moderno

Os cabeçotes modernos são de fixar por alavanca tendo que se afinar a porca situada debaixo dele, para que a alavanca fique numa posição adequada.

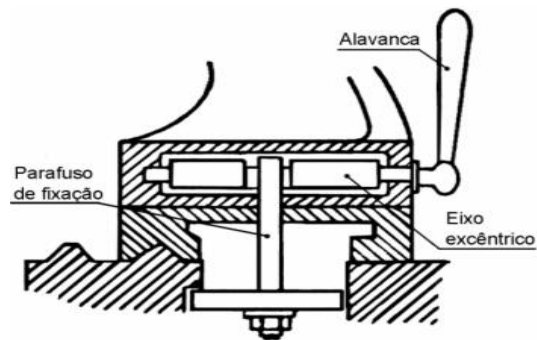


Imagem 24 - Afinação da alavanca de aperto do carro móvel. Fonte - EEEP



Imagem 25 - Ponto fixo e ponto rotativo para enfiar nos cabeçotes móveis. Fonte - Carlos Sousa

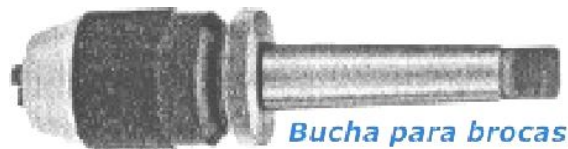


Imagem 26 - Bucha para furação com brocas de enfiar nos cabeçotes móveis. Fonte - Carlos Sousa

### 1.2.2 - Terminologia do torno

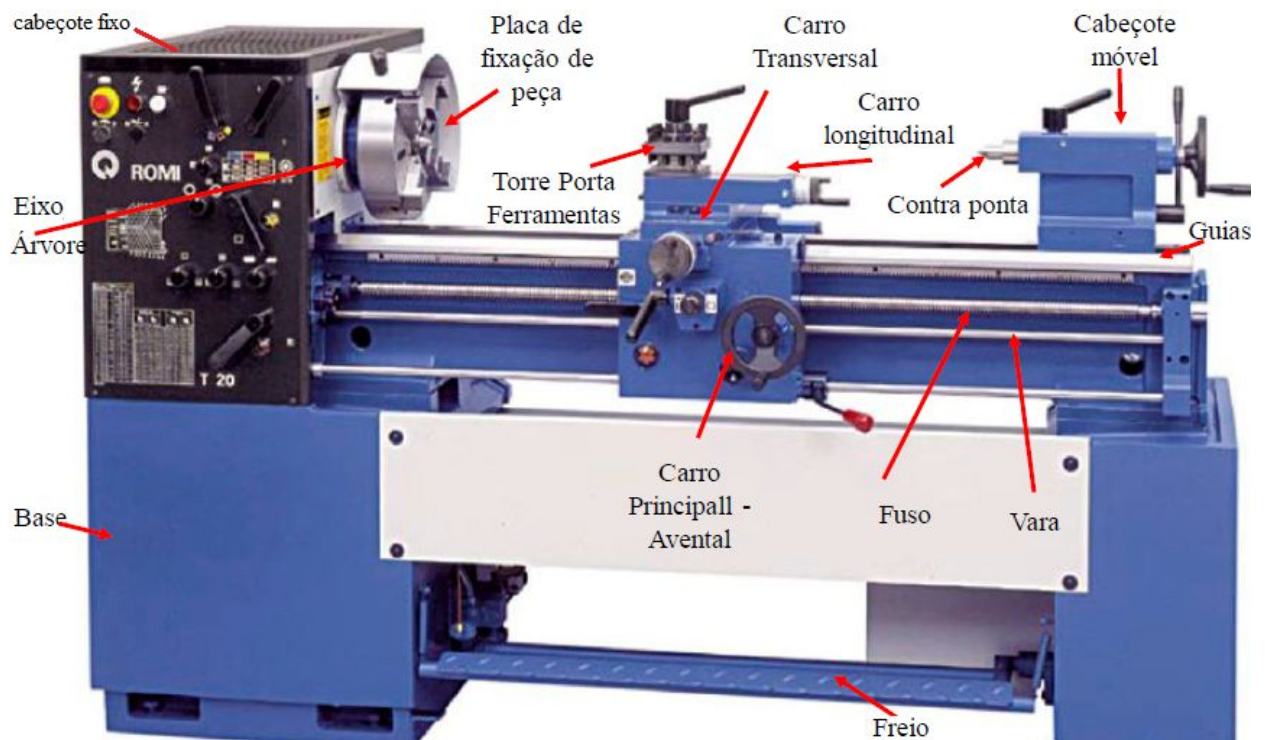


Imagem 27 - Terminologia do torno universal. Fonte - Alessandro Rodrigues



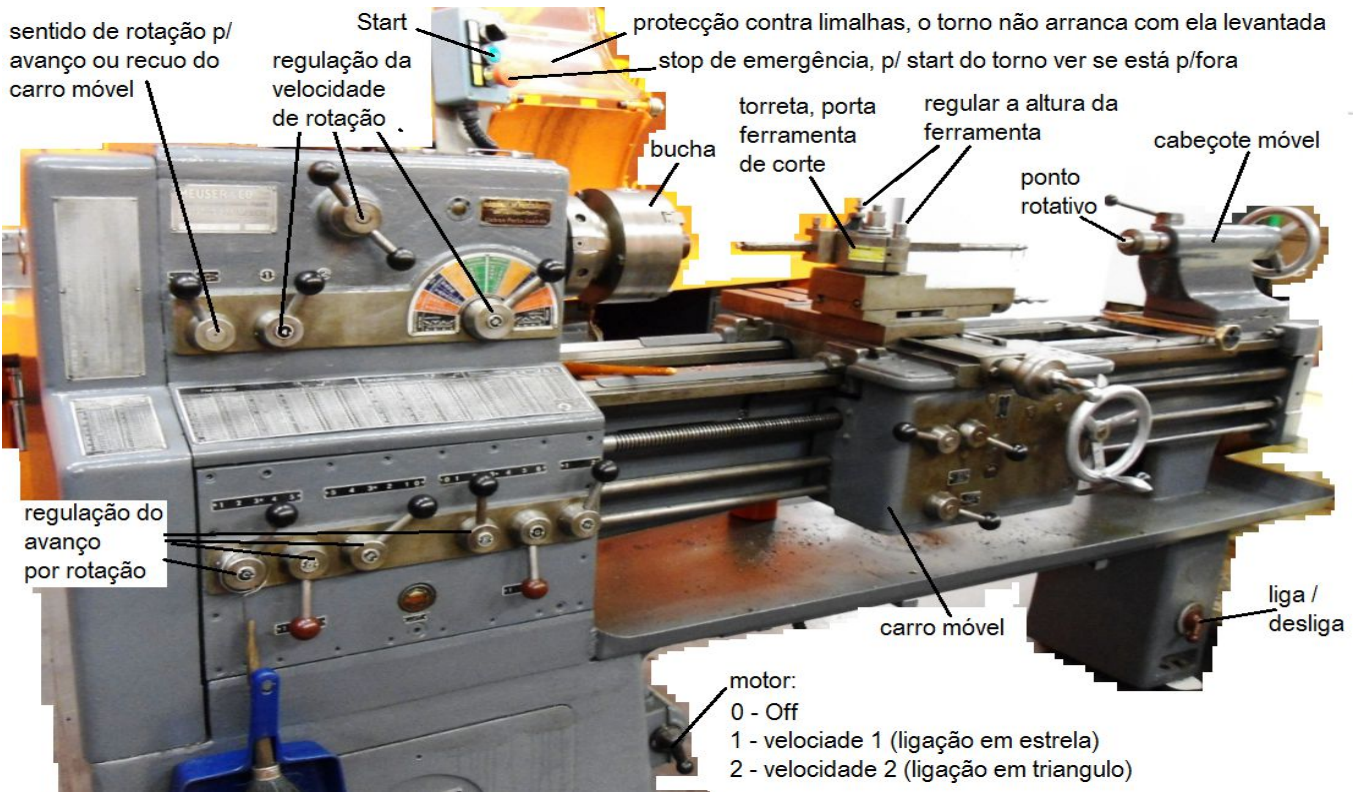


Imagem 28 - Terminologia do torno "Meuser" da ESAB, anotado por Mário Loureiro

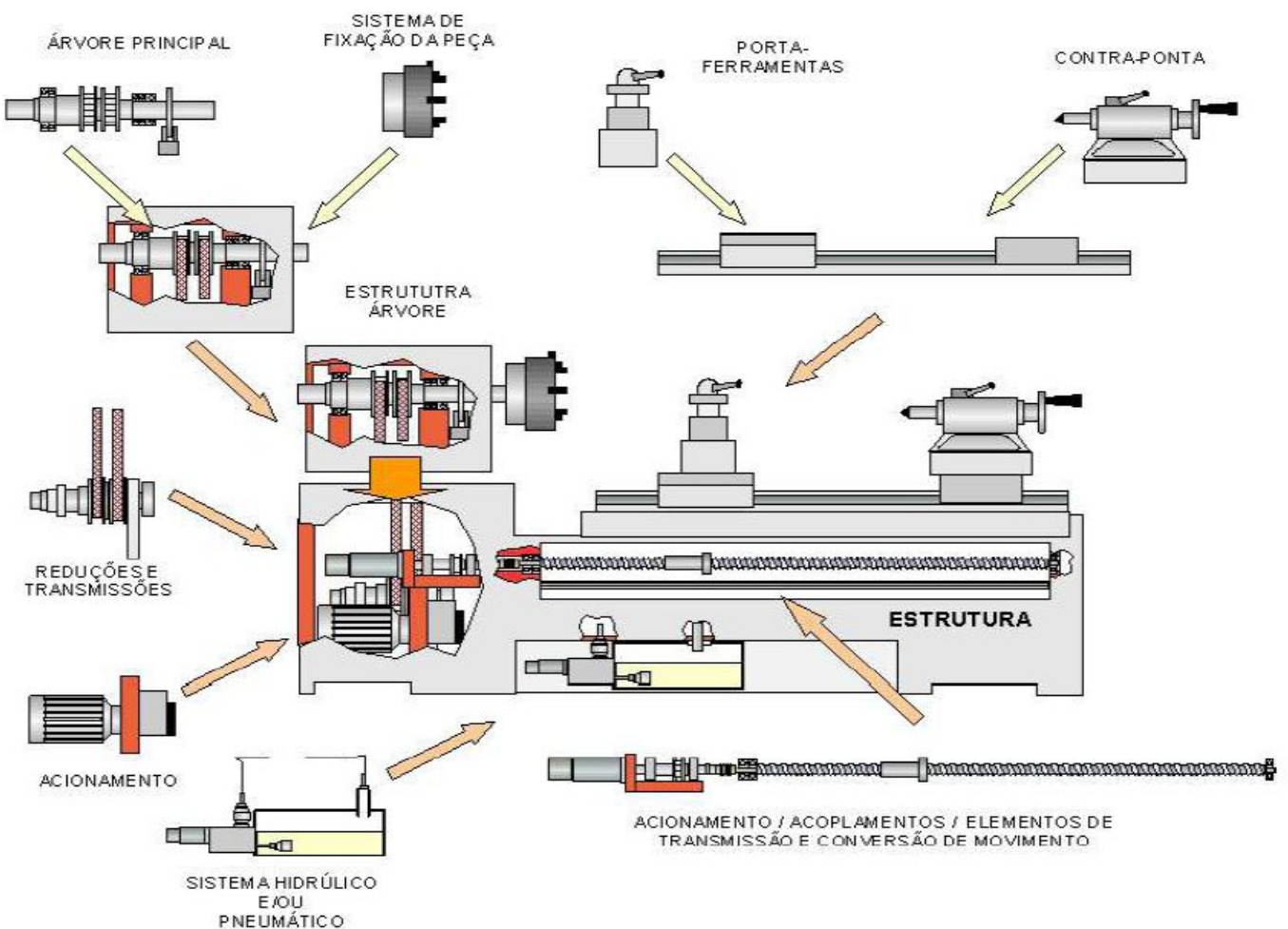
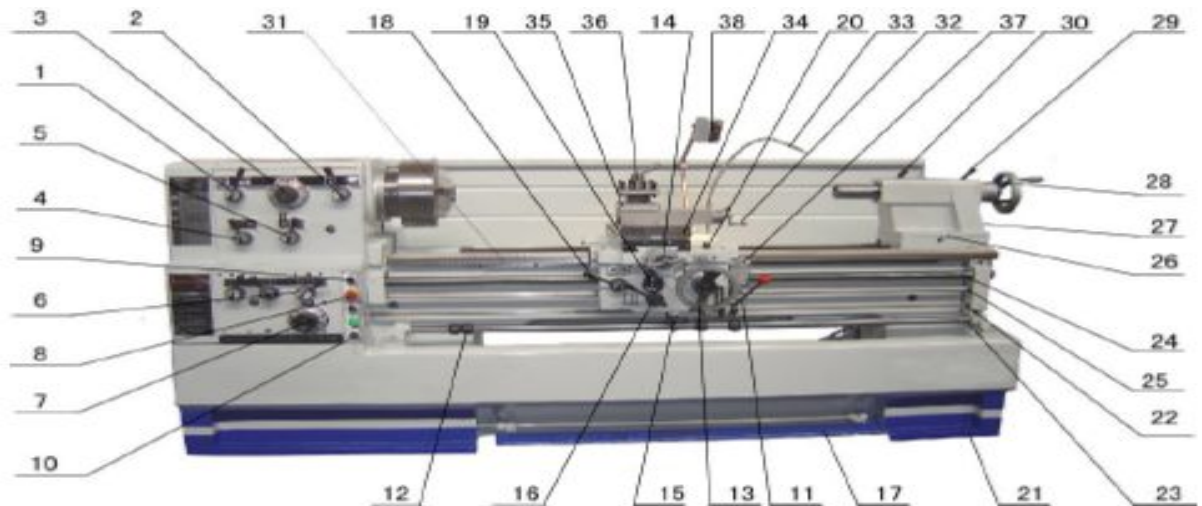


Imagem 29 - Pormenores de movimentos do torno. Fonte - Eraldo Silva



- |  |   |
|--|---|
| 1 Alavanca Principal de sentido do Veio                                    | 20 Parafusos de Fixação de carro                |
| 2 Alavanca de mudança de alta / baixa                                      | 21 Parafusos de ajuste da fixação               |
| 3 Alavanca Principal de Mudança de Velocidade do veio                      | 22 Alavanca de Partida                          |
| 4 Alavanca de avanço / recuo   | 23 Alavanca de paragem automática de 4 posições |
| 5 Alavanca de Seleção de Rosca   | 24 Parafuso de avanço                           |
| 6 Alavanca de mudança de avanço de linha                                   | 25 Veio de autoalimentação                      |
| 7 Disco de mudança 10 passos   | 26 Parafusos ajuste Contraponto                 |
| 8 Chave de Força   | 27 Contraponto                                  |
| 9 Interruptor Intermitente   | 28 Manipulo Contraponto                         |
| 10 Botão bomba de refrigeração   | 29 Alavanca de fixação do Contraponto           |
| 11 Botão de controlo arranque do veio                                      | 30 Alavanca de bloqueio do veio do Contraponto  |
| 12 Anel Central Excêntrico   | 31 Mesa das guias                               |
| 13 Manipulo Longitudinal carro   | 32 Manipulo avanço ferramenta                   |
| 14 Botão de alimentação transversal  | 33 Válvula de controle de refrigerante          |
| 15 Anel Auto-Stop  | 34 Mesa do Contraponto                          |
| 16 Alavanca de avanço automático   | 35 Porta Ferramentas de quatro vias             |
| 17 Pedal do Pedal de travão  | 36 Alavanca de Fixação do Porta Ferramentas     |
| 18 Alavanca acoplada de meia porca   | 37 Indicador de marcação de linha               |
| 19 Alavanca de seleção de alimentação (Alimentação Longitudinal e Cruzada) | 38 Lâmpada                                      |

Imagem 30 - Terminologia do torno. Fonte - PowerED

### 1.2.3 - Acessórios principais do torno

**Bucha** - Um dos sistemas mais usados para fixar as peças a torner que é fixa à árvore. Usa jogos de 3 ou 4 grampos, uns como na imagem seguintes ou outros grampos que ficam voltados ao contrário. Elas são numeradas pois têm uma ordem de entrada na bucha, a nº 1 é a 1ª a entrar. As buchas de 4 grampos servem para torner varão quadrado mas não servem para varão sextavado.



Imagem 31 - Buchas de torno. Fonte - Carlos Sousa



A parte exterior dos grampos servem para fixar anéis com alguma dimensão.



Imagem 32 – O interior da bucha de torno. Fonte – Eraldo Silva

O outro conjunto de grampos, ver imagem seguinte, serve para fixar cilindros com alguma dimensão.



Imagem 33 – Bucha com o conjunto de grampos montados para peças de grande diâmetro. Fonte – Gladimir Silva

**Prato ou placa arrastadora** - sistema para tornear peças entre pontos, geralmente veios.

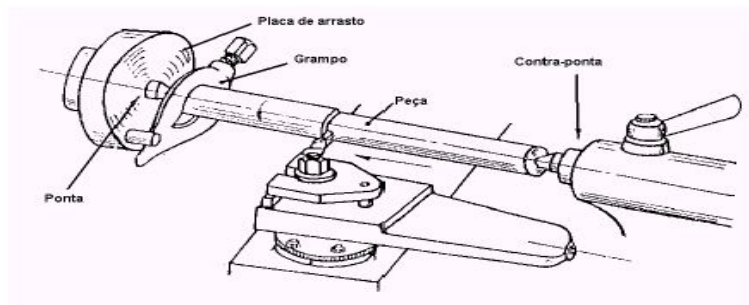


Imagem 34 – Tornear ente pontos. Fonte – João Barbosa

Resumo de buchas e placas (pratos).

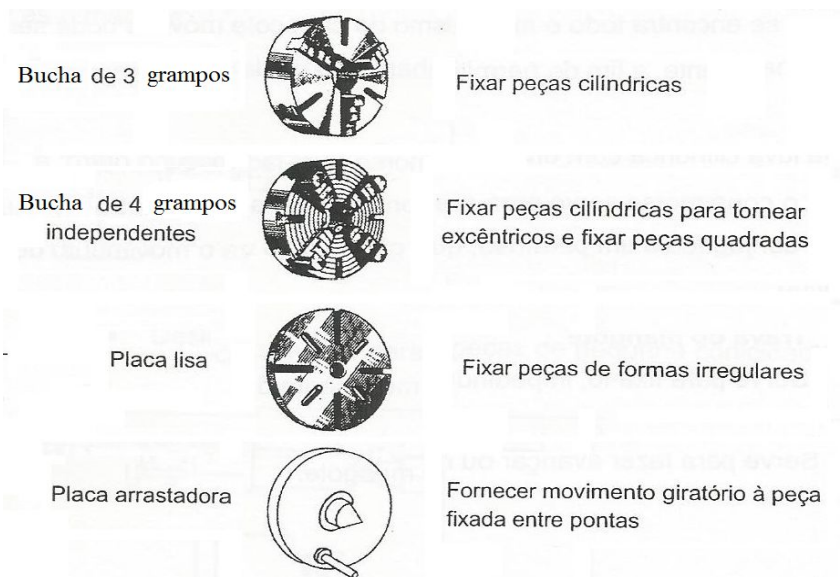


Imagem 35 – Sistemas de fixação das peças, buchas e placas (pratos). Fonte - Delmer Mariano

**Luneta** - Serve para segurar veios ou tubos compridos e finos evitando flexão e oscilação.

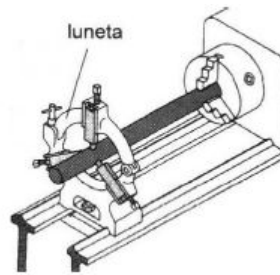


Imagem 36 - Luneta fixa. Fonte - Alessandro Rodrigues

**Pinças** - constituem o sistema mais preciso de fixação de peças, usado na produção em série.

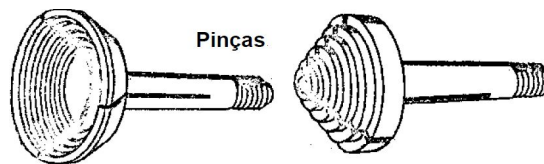


Imagem 37 - Fonte - João Barbosa

**2 - Torneamento** - Processo mecânico de maquinação destinado à obtenção de superfícies de revolução com auxílio de uma ou mais ferramentas monocortantes. Para tanto, a peça gira em torno do eixo principal de rotação da máquina e a ferramenta se desloca simultaneamente segundo uma trajetória coplanar (que está no mesmo plano) com o referido eixo.

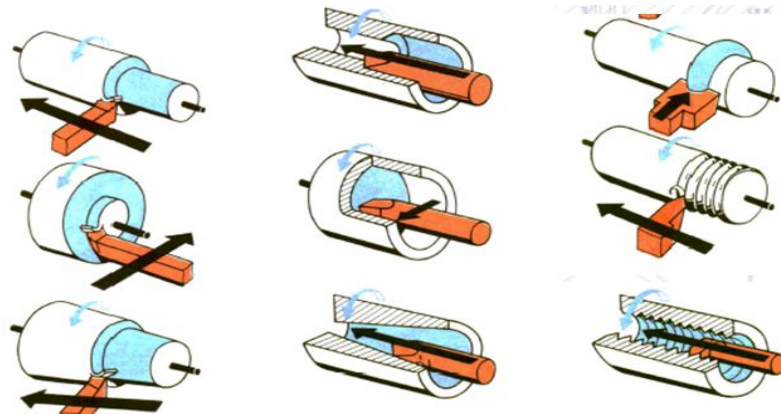


Imagem 38 - Exemplo dos tipos de torneamento em função dos avanços, fonte - Eraldo Silva

### 2.1 - Tipos de torneamento

Torneamento retilíneo - Processo de torneamento no qual a ferramenta se desloca segundo uma trajetória retilínea. O torneamento retilíneo pode ser:

- 1 - Torneamento cilíndrico - Processo de torneamento no qual a ferramenta se desloca segundo uma trajetória paralela ao eixo principal de rotação da máquina. Pode ser externo, ver a) da imagem seguinte ou b) interno. Quando o torneamento cilíndrico visa obter na peça um entalhe

circular, na face perpendicular ao eixo principal de rotação da máquina, o torneamento é denominado sangramento axial c). Pode ser chamado helicoidal quando é para abertura de rosca (roscagem).

2 - Torneamento cónico - Processo de torneamento no qual a ferramenta se desloca segundo uma trajetória retilínea, inclinada em relação ao eixo principal de rotação da máquina. Pode ser externo d) ou interno e).

3 - Torneamento radial - Processo de torneamento no qual a ferramenta se desloca segundo uma trajetória retilínea, perpendicular ao eixo principal de rotação da máquina. Quando o torneamento radial visa a obtenção de uma superfície plana, o torneamento é denominado torneamento de facejamento f). Quando o torneamento radial visa a obtenção de um entalhe circular, o torneamento é denominado sangramento radial g).

Perfilamento - Processo de torneamento no qual a ferramenta se desloca segundo uma trajetória retilínea radial ou axial, visando a obtenção de uma forma definida, determinada pelo perfil da ferramenta h).

Torneamento curvilíneo - Processo de torneamento, no qual a ferramenta se desloca segundo uma trajetória curvilínea, só para tornos copiadores e CNC.

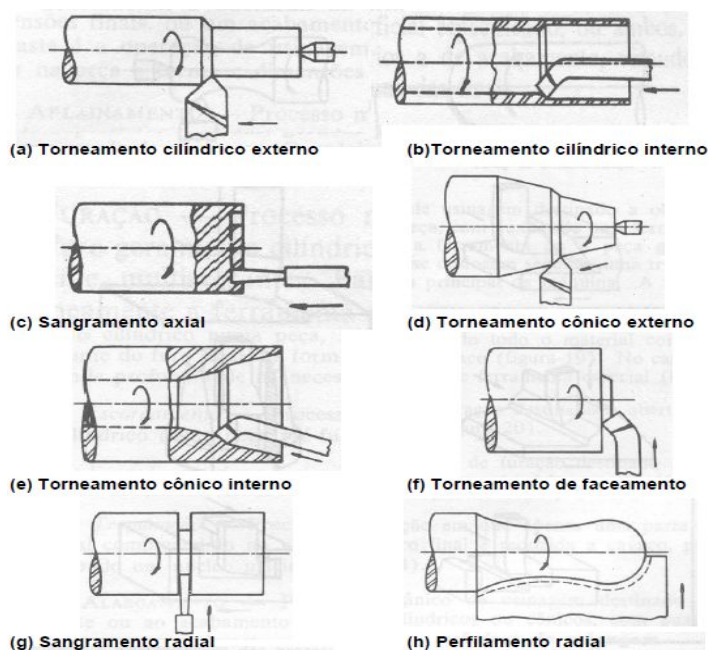


Imagem 39 - Tipos de torneamento, fonte - Reginaldo Coelho

## 2.1 - Operações de torneamento

O torneamento é a operação realizada pelo torno. Trata-se da combinação de dois movimentos: rotação da peça e movimento de avanço da ferramenta. Em alguns tornos, a peça pode ser estacionária, com a ferramenta girando ao seu redor para cortá-la, mas basicamente o princípio é o mesmo.

O movimento de avanço da ferramenta pode ser ao longo da peça, o que significa que o diâmetro da peça será torneado para um tamanho menor. Alternativamente a ferramenta pode avançar em direção ao centro, para o final da peça, o que significa que a peça será facejada.

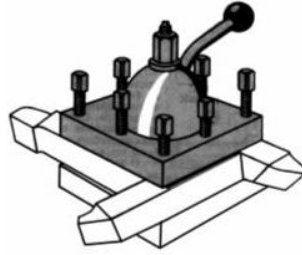


Imagem 40 - A torre pode ser equipada até 4 ferros de corte. Fonte - EEEP

**2.1.1 - Desbaste ou torneamento cilíndrico** - Neste caso o movimento de avanço da ferramenta dá-se no sentido longitudinal, ou seja ao longo do barramento, usando sobretudo o carro principal.

Quando a peça é comprida ou fina há necessidade de evitar a flexão e oscilação da mesma, pelo que tem de se trabalhar com o ponto do carro móvel a fixar a peça, ver imagem seguinte.

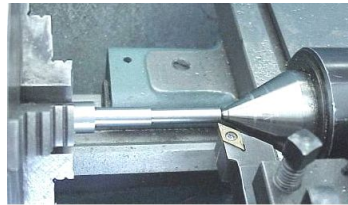


Imagem 41 - desbaste c/ ponto rotativo. Fonte - Tecnologia II

**2.1.2 - Facejamento** - Neste caso o movimento de avanço da ferramenta dá-se no sentido normal ao eixo de rotação da peça. Tem por finalidade obter uma superfície plana, perpendicular ao eixo de rotação.

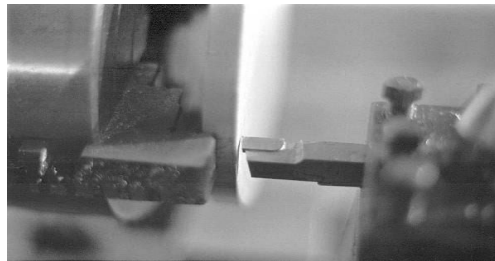


Imagem 42 - Facejamento numa flange. Fonte - Tecnologia II

**2.1.3 - Cones** - Para fazer um cone despartar o carro superior (mas cuidado que há tornos como o da ESAB que pode cair o perno sendo muito difícil a reposição do mesmo), rodar até o ângulo pretendido e apertar. Depois o avanço longitudinal é feito pelo volante do carro superior, já o avanço ou recuo da ferramenta de corte é feita pelo carro transversal.

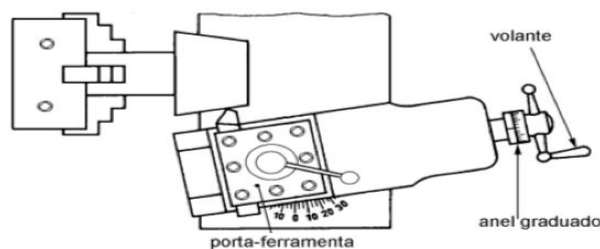


Imagem 43 - Para fazer cone, fonte - Eraldo Silva

Para fazer um cone ligeiro em veio comprido, desafia-se o ponto, para isso desaperta-se o parafuso da frente e aperta-se o parafuso posterior do carro móvel, ver imagem seguinte.

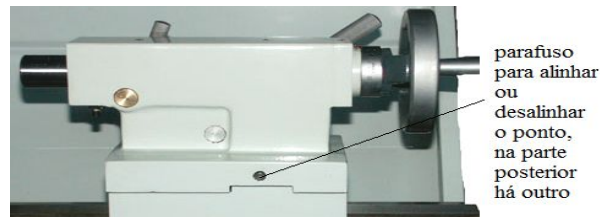


Imagem 44 - Desafinar para fazer cone ligeiro, fonte - Quantum

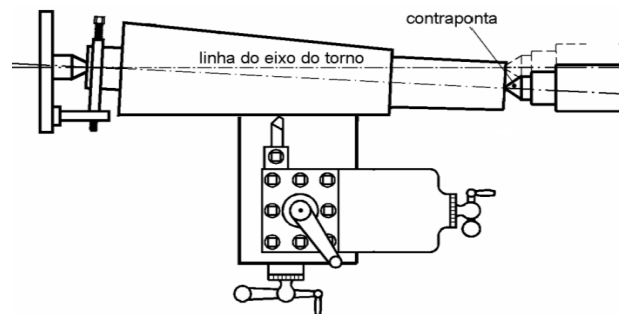


Imagem 45 - A fazer cone ligeiro, fonte - EEEP

**2.1.4 - Furação** - O torno pode furar barras de aço com grande espessura, em especial furos com mais de 10 mm, mantendo a barra encostada ao barramento e empurrando com o volante do carro móvel mas este está sem ponto ou bucha, a broca fica segura na bucha do torno, contudo há riscos de operação, convém haver uma pessoa a ligar a máquina e outra a segurar a peça, todavia só se não houver máquina de furar que consiga fazer esta operação, pois o torno pode trabalhar a pouca rotação e com muita potencia o que não acontece com a maioria de furadeiras. Todavia é aconselhável usar uma broca craniana se possível com pastilhas de corte cerâmicas, pois o material a cortar é menor havendo economia de tempo.

O normal no torno é furar veios, iniciando com a broca de ponto e de seguida usar uma broca, por exemplo de 5 mm e ir aumentando o diâmetro progressivamente até o diâmetro desejado.



Imagem 46 - Brocas de ponto p/iniciar o furo

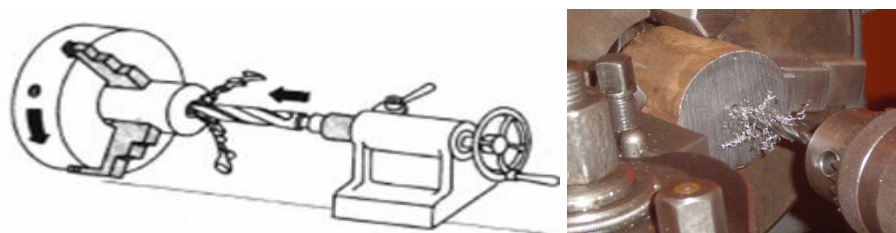


Imagem 47 - Furação com broca de encavadouro cónico e broca normal em bucha cónica, fonte - alunos de EFA da ESAB



**2.1.5 - Roscagem** - neste caso, a velocidade de corte e avanço são tais a promover o desbaste da peça a trabalhar com um passo desejado. Para isto, é preciso engrenar a árvore do cabeçote fixo com o fuso de avanço por meio de engrenagens no passo desejado.

Roscagem externa - Processo de abertura de rosca executado em superfícies externas cilíndricas ou cónicas de revolução. O normal é a ferramenta avançar devagar para a esquerda durante a operação mas com o cuidado de não passar a zona da rosca, há o risco de partir a ferramenta ou destruir a peça.



Imagem 48 - Roscagem Externa. Fonte - Tecnologia II

Roscagem interna - Processo de abertura de rosca executado em superfícies internas cilíndricas.



Imagem 49 - Roscagem Interna, fonte alunos de EFA da ESAB

**2.1.6 - Sangramento** - operação onde uma ferramenta com perfil de faca de sangrar, avança perpendicularmente ao eixo de rotação da peça. No caso de ser aço é uma operação que exige cuidado, devendo a ferramenta de corte ter ângulos laterais para facilitar a operação que chega a ser barulhenta.

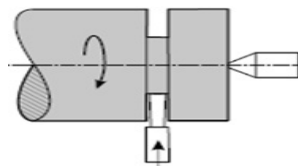


Imagem 50 - Sangramento radial, fonte -

**2.1.7 - Recartilhar** - 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, através de pressão com avanço manual ou automático mas lento, pode e deve-se fazer várias passagens.

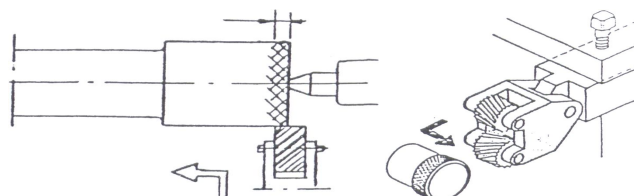


Imagem 51 - Operação de recartilhar

### 2.1.8 - Chanfrar ou bolear arestas

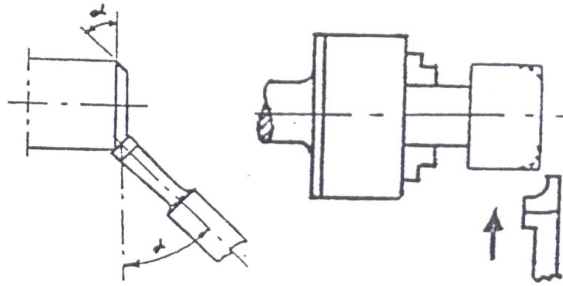


Imagem 52 – operação de chanfrar por ferramenta de topo ou ferro de corte em chanfro

Quanto à finalidade, as operações de torneamento podem ser classificadas ainda em torneamento de desbaste e torneamento de acabamento. Entende-se por acabamento a operação de maquinação destinada a obter na peça as dimensões finais, ou um acabamento superficial especificado, ou ambos. O desbaste é a operação de maquinação, anterior à de acabamento, visando a obter na peça a forma e dimensões próximas das finais. Se necessário tem de usar o rugosímetro para ver se o acabamento cumpre as exigências especificadas para a peça.

**2.2 - Cava** - Se a peça a toronar tem um grande diâmetro temos de ver se há espaço para tal, a distância vai desde o centro da bucha até aos prismas do barramento, distancia HP da imagem seguinte. Uma parte dos tornos tem uma cava que é removível para permitir toronar peças de grande diâmetro mas de pequeno comprimento como discos de travões, contudo neste caso é necessário o disco ficar bem alinhado, ou seja o eixo de rotação ficar perpendicular ao plano do prato caso contrário, quando aplicado no veículo, ao travar pode ficar a dar solavancos se não haver paralelismo entre as duas faces ou ficar muito desalinhado.

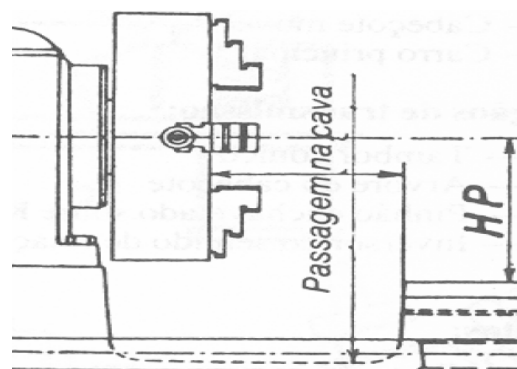


Imagem 53 - Cava de torno. Fonte - Carlos Sousa

## 3 - Ferramentas de corte

Ferramentas de corte, conhecidas por ferros de corte, além de terem que possuir resistência necessária ao material a toronar, para desempenhar a sua função devem possuir uma geometria específica, apropriada a cada operação em particular.

As principais finalidades das ferramentas usadas no torno mecânico podem ser apresentadas da seguinte maneira:

- 1) Desbastar à esquerda
- 2) Desbastar para ambos os lados
- 3) Facear à direita
- 4) Sangrar e cortar
- 5) Facear à esquerda
- 6) Desbastar à esquerda
- 7) Alisar para ambos os lados
- 8) Desbastes de acabamento

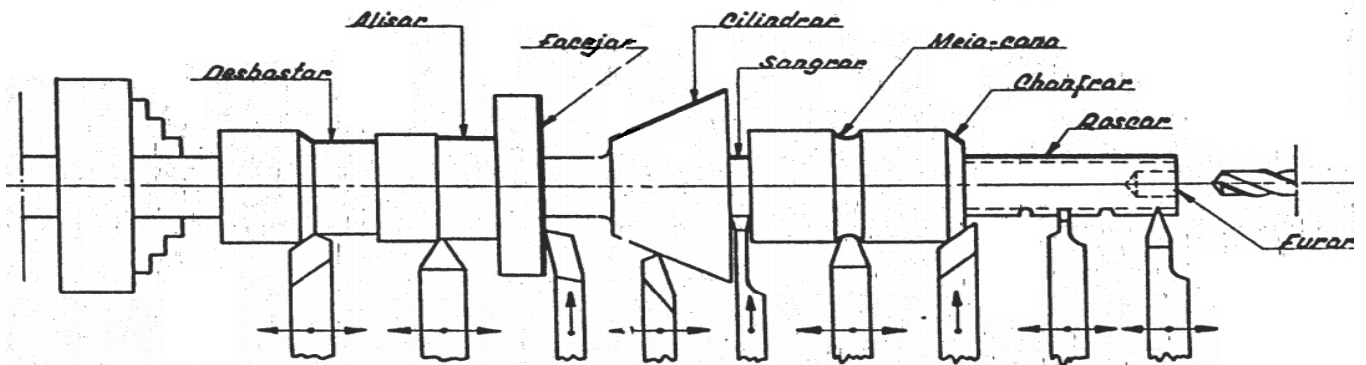


Imagem 54 - Resumo dos tipos de torneamento e ferros de corte respetivos

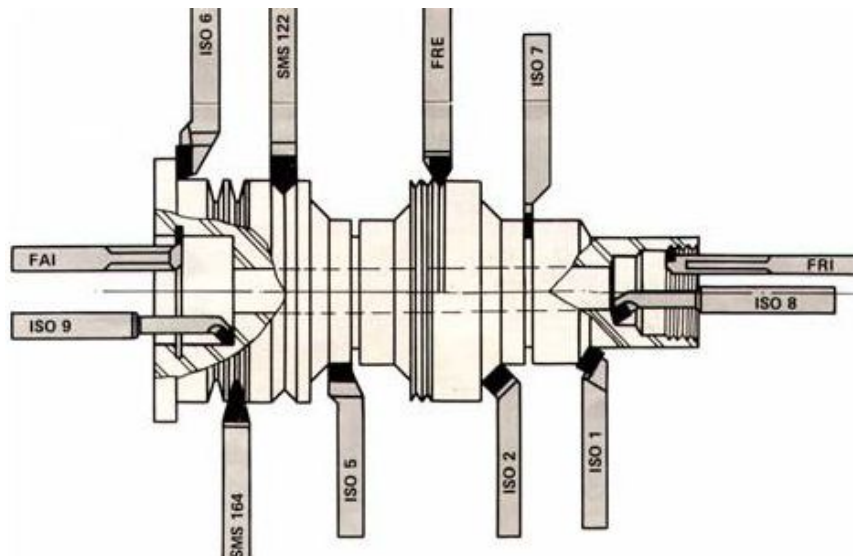


Imagem 55 - ferramentas de corte com pastilhas cerâmicas, mais usuais, fonte - EEEP

O bico da ferramenta deve estar nivelado com o eixo de rotação ou 1% acima deste com defende Carlos Sousa.

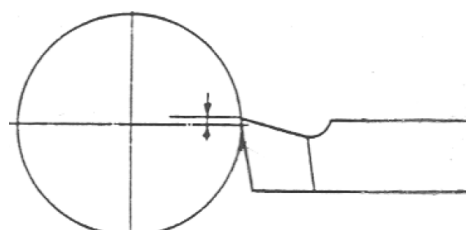


Imagem 56 - Fonte - Carlos Sousa

A ferramenta deve estar saída da torre, distância (l) da imagem seguinte, cerca de 2 x a sua altura, ver imagem 53, com recomenda Carlos Sousa, mas por vezes podemos de precisar de maior comprimento o que obriga a trabalhar com avanços menores e menos penetração.

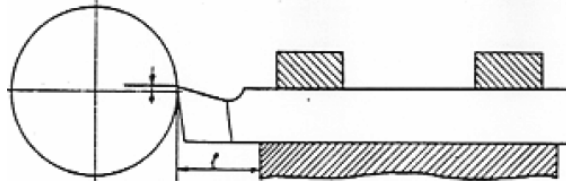


Imagem 52 - Fonte - Carlos Sousa

As ferramentas de corte têm vários ângulos conforme o material e dureza do mesmo.

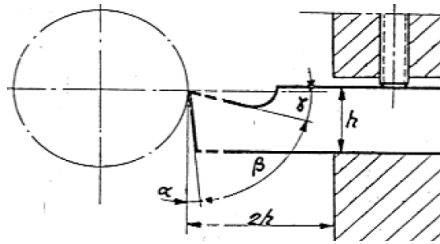


Imagem 53 - ângulos de corte Fonte - Carlos Sousa

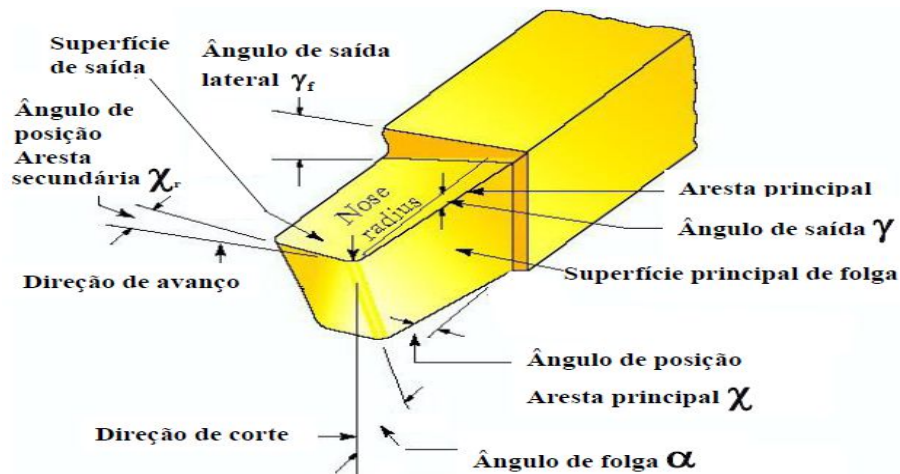


Imagem 54 - ângulos de corte. Fonte - Reginaldo Coelho

Designação do material a maquinar	Ferramentas em aço rápido			Ferramentas em carbonetos duros		
	Ângulo de entrada	Ângulo de saída	Ângulo do gume	Ângulo de entrada	Ângulo de saída	Ângulo do gume
Alumínio e ligas leves	10º	35º	45º	10º	30º	50º
Duralumínio	8º	20º	62º	6º	15º	69º
Latão	6º	15º	69º	4º	10º	76º
Bronze	6º	0º	84º	4º	0º	86º
Bronze fosforoso	8º	10º	72º	5º	10º	75º
Ferro fundido ( < 200 Brinell )	6º	10º	74º	5º	8º	77º
Ferro fundido ( > 200 Brinell )	6º	5º	79º	4º	5º	81º
Aço macio ( < 50 kgf/mm <sup>2</sup> )	6º	25º	59º	5º	14º	71º
Aço semiduro ( 70 kgf/mm <sup>2</sup> )	6º	10º	74º	4º	10º	76º

Tabela 1 - ângulos de corte da ferramenta. Fonte - Carlos Sousa

#### 4 - Precauções na operação e manutenção do torno

Atenção nos avanços automáticos - é preciso muito cuidado pois o torno não tem fins de curso para desligar ao chegar ao fim de curso pelo que destrói o interior do carro.

Na furação se usarmos uma broca de pequeno diâmetro, por exemplo de 3 mm, temos de ter cuidado com a força de avanço pois a broca pode partir por pressão elevada e ficar presa dentro da peça sem sair.

Para operar o torno sem o danificar e o conservar mais tempo com menos desgaste devemos fazer:

- 1-Limpeza da máquina diária;
- 2-Lubrificação diária;
- 3-Fixar corretamente a peça a cortar;
- 4-Verificar a velocidade de corte da máquina e ajustar a velocidade de rotação dependendo do tipo de material a empregar, para não forçar a máquina ou as ferramentas de corte;
- 5-Usar refrigerante/lubrificante (óleo solúvel em água) só quando necessário;

Cada torno depois de limpo deve ser lubrificado o barramento e pelos pontos próprios com enjector.

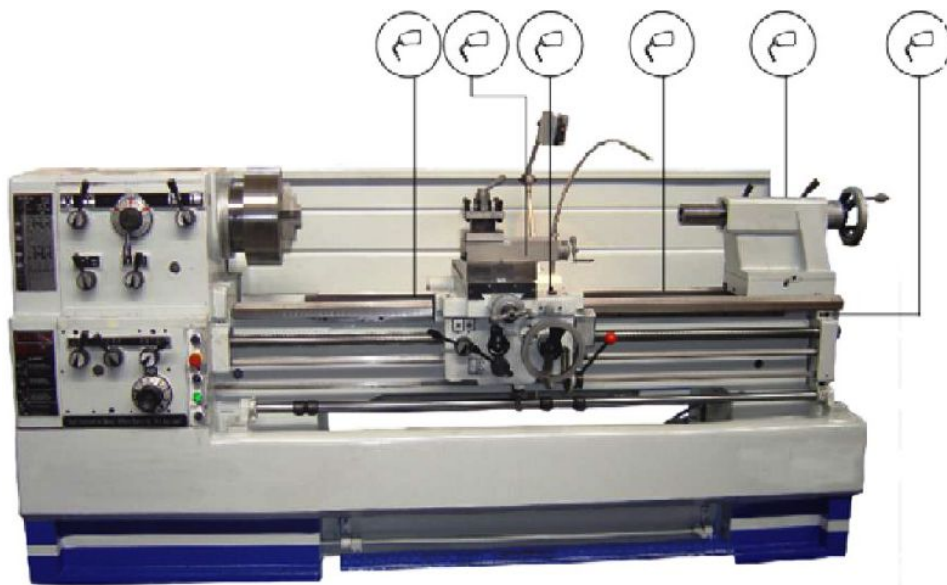


Imagem 55 - Pontos de lubrificação diária de torno. Fonte - PowerED

**5 - Manutenção** - Consultar o manual de cada torno e operar em conformidade com o mesmo, fazer a respetiva manutenção, nomeadamente:

- a) Acertar os níveis ou trocar os lubrificantes de acordo com manual;
- b) Ajustar a correia de transmissão do tipo trapezoidal;





Imagem 56 - Correia de ajustar. Fonte - Torno Romi

Por motivos de segurança e exigência legal, tem de se fazer o registo escrito da manutenção de máquinas como é o caso do torno, ver o Decreto-Lei 50/2005.

## 6 - Segurança

O torno como outras máquinas novas em Portugal já cumprem a nova legislação, como o Decreto-Lei 50/2005, mas as máquinas antigas não cumprem totalmente, mas com a legislação em vigor têm de passar a cumprir os requisitos mínimos, nem que tenham de levar ações de correção. Assim têm de ter botão de paragem de emergência, proteção da bucha e dos olhos contra aparas, esta proteção quando se levanta desliga o torno, ... e não pode haver arranque automático após corte de energia na rede eléctrica, assim para exemplo da aplicação das obrigações do DL50/2005, vão ser descritas as anomalias e lacunas mais importantes a um certo torno mecânico antigo, verificadas pelo autor:

- 1 - O torno está a rodar no sentido contrário, é erro de instalação, é só trocar 2 fases, art.º11;
- 2 - O sistema de arranque por alavanca não funciona corretamente, está gasto e falha, art.º 12;
- 3 - A máquina não desliga com a falta de electricidade, é um defeito grave, esta obrigação já é anterior ao DL50/2005, obriga à correção do circuito eléctrico, art.º 12;
- 4 - Falta de protecção à bucha (componentes rotativo) já teve, art.º 16. Garante que o operador não se encoste inadvertidamente à bucha, e previne que a sua chave de aperto, quando esquecida seja projetada a alta velocidade podendo atingir a face de alguém, e tem de ter sensor de fecho a 24VAC, o que impede a máquina de arrancar, art.º 15;
- 5 - Falta de protecção contra projecção de aparas (nunca teve), enquanto não for aplicado obriga sempre a uso de óculos (EPI) e do respetivo aviso na máquina, pois podia-se usar o vidro, art.º 15;
- 6 - Falta aviso com as condições de utilização, art.º 8;
- 7 - Falta de botão de paragem de emergência (nunca teve), art.º 13;
- 8 - Falta de sinalização de segurança, art.º22;

9 - Falta de batente para prevenir queda do ponto móvel que pesa cerca de 20 kg, e que pode cair em cima dos pés do utilizador ou outro colaborador/aluno;

### 6.1 - Exemplos de segurança em tornos modernos

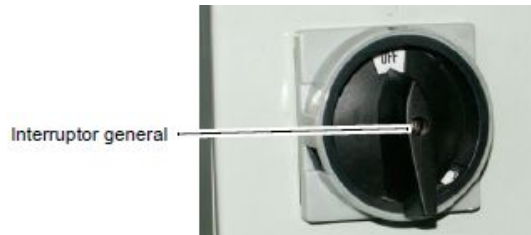


Imagem 57 - Interruptor de corte geral eléctrico do torno, fonte - Manual Quantum D320x920 SG



Imagem 58 - Botão de emergência, fonte - Manual Quantum D320x920 SG



Imagem 59 - Interruptor de segurança quando se abre a tampa, fonte - Manual Quantum D320x920 SG



Imagem 60 - Proteção de parte móvel com interruptor de segurança quando se levanta, fonte - Manual Quantum D320x920 SG

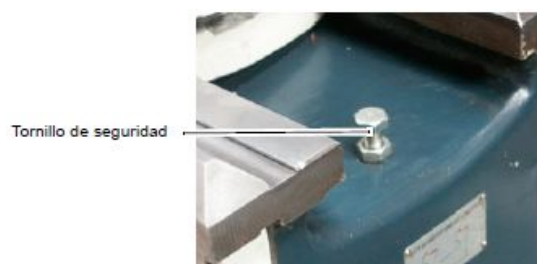


Imagem 61 - Parafuso para impedir que o ponto móvel caia, fonte - Manual Quantum D320x920 SG

## 6.2 - Recomendações de segurança

(Fonte - manual de instruções do torno de 2000/3000 mm 202758/9 da PowerED, 2016).

- 1 - Se não está familiarizado com o uso seguro dos tornos, não use a máquina até obter os conhecimentos adequados.
2. Mantenha as seguranças do torno no lugar. As proteções de segurança devem ser mantidas no lugar e em funcionamento.
3. Remova as chaves de ajuste e chaves de aperto. Antes de ligar a máquina, verifique se todas as chaves de ajuste foram removidas da ferramenta.
4. Reduza o risco de ligar o torno de forma não intencional. Certifique-se de que o interruptor esteja na posição OFF antes de ligar o torno.
5. Não force o torno nem as ferramentas. Sempre use uma ferramenta na taxa de esforço para a qual foi projetada.
6. Use a ferramenta certa. Não force uma ferramenta ou acessório para fazer um trabalho para o qual não foi projetado.
7. Mantenha as ferramentas com cuidado. Mantenha as ferramentas afiadas e limpas para um desempenho melhor e mais seguro. Siga as instruções para lubrificação e troca de acessórios.
8. Desligue sempre a máquina da fonte de alimentação antes de ajustar ou fazer manutenção.
9. Verifique se há peças danificadas. Verifique o alinhamento das partes móveis, se existem peças danificadas, a montagem e qualquer outra condição que possa afetar a operação das ferramentas. Uma proteção ou qualquer parte que esteja danificada deve ser reparada ou substituída.
10. Desligue a energia. Nunca deixe uma máquina sem supervisão. Não deixe a máquina até que ela pare completamente.
11. Mantenha a área de trabalho limpa, áreas e bancadas desordenadas são mais propícias a acidentes.
12. Não use o torno em ambientes potencialmente perigosos. Não use ferramentas elétricas em locais húmidos ou molhados ou os exponha à chuva. Mantenha a área de trabalho bem iluminada.
13. Mantenha as crianças e visitantes longe. Todos os visitantes devem estar a uma distância segura da área de trabalho.
14. Use vestuário adequado. Roupas soltas, luvas, gravatas, anéis, pulseiras ou outras joias podem ficar presas nas peças móveis. Recomenda-se calçado antiderrapante. Use uma cobertura protetora para cabelos compridos. Não use nenhum tipo de luva.
15. Use sempre óculos de segurança.
16. Não exagere. Mantenha o equilíbrio e o equilíbrio adequados em todos os momentos.
17. Não coloque as mãos perto do ferro de corte enquanto a máquina estiver a funcionar.
18. Não execute nenhum trabalho de configuração enquanto a máquina estiver a trabalhar.
19. Leia e entenda todos os avisos colocados na máquina.

20. Cada manual de torno destina-se a familiariza-lo com os aspetos técnicos desse torno. Não é um manual de formação.

21. O não cumprimento de todas essas advertências pode resultar em ferimentos graves.

24. Trabalhe numa área bem ventilada e trabalhe com equipamentos de segurança aprovados, como máscaras contra poeira projetadas especificamente para filtrar partículas microscópicas que se possam libertar enquanto trabalha com materiais não metálicos.

## 7 - Aparelhos de medição usados ao torneiar

7.1 - **Paquímetro** - O Paquímetro é o aparelho de medição constantemente a ser usado ao torneiar.

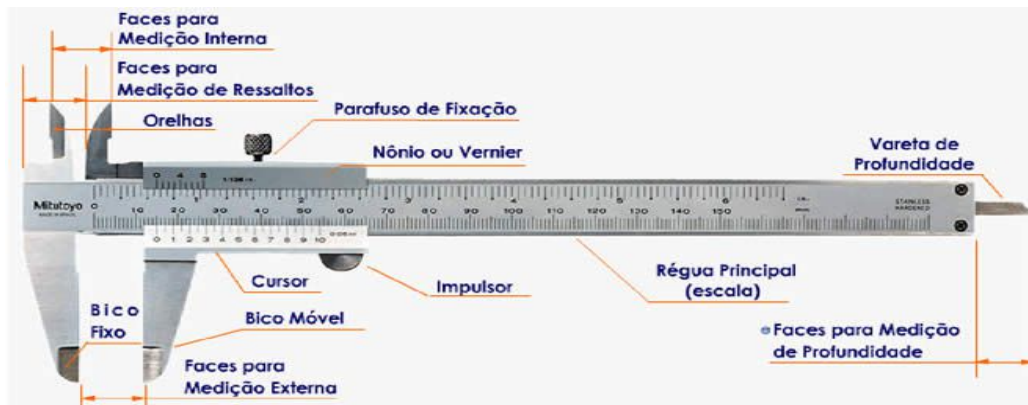


Imagem 62 - Paquímetro, fonte - [www.cursosguru.com.br](http://www.cursosguru.com.br)

7.2 - **Rugosímetro** - O Rugosímetro serve para medição da rugosidade quando é necessário. Há rugosímetros portáteis como o da imagem seguinte.

### Rugosímetro portátil



Imagem 63 - Rugosímetro. Fonte - Jovinilo Santos

7.3 - **Comparadores** - Para produção em série usam-se sobretudo instrumentos de comparação como o calibre de maxilas da imagem seguinte.



Calibre de maxilas

Imagem 64 - Comparador. Fonte - José Almacinha

**8 - Bibliografia**

Alessandro Roger Rodrigues, Processo de Torneamento, USP, DEM, São Paulo, Brasil;  
 Carlos Albero Bacalhau de Sousa, Torneamento, Cenfim;  
 Delmer Rodrigo Mariano et al, apresentação - TIPOS DE TORNOS, Kroton, Brasil;  
 Gladimir Pinto da Silva, Torneamento, Instituto Federal Sul-rio-grandense, Brasil, 2010;  
 João Paulo Barbosa, Torno Mecânico, CEFETES, Brasil;  
 José Almacinha, Introdução à Metrologia Dimensional, FEUP, DEM, Porto, 2016;  
 Mário Loureiro, UFCD 349 - Ambiente, Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho - conceitos básicos, Coimbra, 2020;  
 Oswaldo Luis Agostinho et all, Processos de Fabricação e Planeamento de Processos, Universidade Estadual de Campinas, Brasil, 2004;  
 Reginaldo Coelho, Processos de Usinagem, Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Paulo, Brasil;  
 Ricardo Adriano dos Santos, Apresentação de torneamento, Universidade UTFPR, Brasil;  
 Usinagem com Máquinas Convencionais, Escola Estadual de Educação Profissional, Ceará, Brasil;  
 Tecnologia II, Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior de Tecnologia e de Gestão, 2004;

**web**

<http://mundosegundohistoria.blogspot.com/2016/02/historico-do-torno-mecanico.html>

[http://www.geocities.ws/cmovbr73/ProcFabr\\_Cap8\\_Torneamento.pdf](http://www.geocities.ws/cmovbr73/ProcFabr_Cap8_Torneamento.pdf)

**Índice**

i - História do Torno Mecânico	2
ii - Tornos ao longo dos tempos	2
1 - Tipos de tornos paralelos mais comuns	5
1.1 - Definição de Torno	7
1.2 - Constituição do torno universal	7
1.2.1 - Partes fundamentais do torno universal	8
1.2.2 - Terminologia do torno	11
1.2.3 - Acessórios principais do torno	13
2 - Torneamento	15
2.1 - Tipos de torneamento	15
2.1 - Operações de torneamento	16
2.1.1 - Desbaste ou torneamento cilíndrico	17
2.1.2 - Facejamento	17
2.1.3 - Cones	17
2.1.4 - Furação	18
2.1.5 - Roscagem	19
2.1.6 – Sangramento	19
2.1.7 – Recartilhar	19
2.1.8 – Chanfrar ou bolear arestas	20



2.2 - Cava	20
3 - Ferramentas de corte	20
4 - Precauções na operação e manutenção do torno	23
5 - Manutenção	23
6 - Segurança	24
6.1 – Exemplos de segurança em tornos modernos	25
6.2 - Recomendações de segurança	26
7 - Aparelhos de medição usados ao torneiar	27
7.1 - Paquímetro	27
7.2 - Rugosímetro	27
7.3 - Comparadores	27
8 - Bibliografia	28

### **Mário Loureiro**

Faz manutenção desde 1974 a veículos incluindo pesados, máquinas, hidráulicos, pneumáticos, gruas, equipamentos de elevação, geradores, aparelhos electrónicos e de som, automatismos...

Fabrica desde 1980 aparelhos electrónicos, colunas de som, quadros eléctricos, automatismos,...

Instala e faz manutenção a instalações eléctricas/águas, sistemas solares térmicos e fotovoltaicos, iluminação a LED desde 2013, ...

Curso Secundário Tecnológico de Mecânica, Escola Secundária Avelar Brotero (ESAB) 1979-1982.

Formador externo desde 1996 (FORSIVA) e professor no Ministério da Educação desde 1998.

Inscrito na Ordem dos Engenheiros (OE) desde 20/12/1998.

Licenciatura em engenharia mecânica pela Universidade de Coimbra (UC), 1997.

Mestre em Eng.<sup>a</sup> Mecânica (pré-Bolonha), pela UC, 2008.

Engenheiro sénior da OE, 2013.

Técnico responsável de instalações eléctricas e geradores, inscrito na DGEG desde 2013.

Aluno do mestrado em Eng.<sup>a</sup> Electrotécnica, UC, de 2015 a 2017, (do 5º ano só falta a dissertação).

Doutorando em Construções Metálicas e Mistas, Eng.<sup>a</sup> Civil, UC, de 2013 a 2017.

Realizou 70 cadeiras do ensino superior, incluindo 5 de doutoramento com média de 15 valores.

Especialista em Engenharia de Segurança da OE, 2021.

Coimbra 17/02/2021

Este e outros manuais estão disponíveis em [www.marioloureiro.net/EnsinoFormacao.htm](http://www.marioloureiro.net/EnsinoFormacao.htm)

Anexo - Circuitos eléctricos do torno Quantum D320x920 SG

