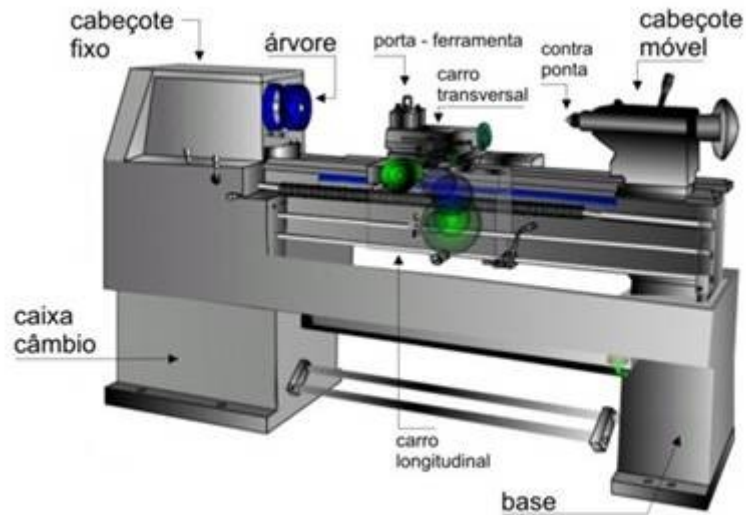


# TORNEAMENTO

## CONCEITO

O torneamento é a operação por intermédio da qual um sólido indefinido é feito girar ao redor do eixo da **máquina operatriz** que executa o trabalho de usinagem (o **torno**) ao mesmo tempo em que uma ferramenta de corte lhe retira material periféricamente, de modo a transformá-lo numa peça bem definida, tanto em relação à forma como às dimensões.



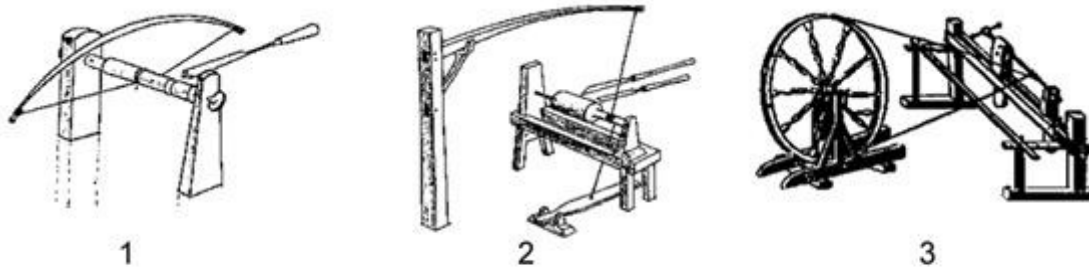
Principais partes de um torno paralelo ou universal

No torneamento, a matéria prima (tarugo) tem inicialmente a forma cilíndrica. A forma final é cônica ou cilíndrica. Na operação de corte a **ferramenta executa movimento de translação**, enquanto a **peça gira em torno de seu próprio eixo**.



Evolução Histórica I

O torno desde antigamente vem sendo usado como meio de fabricar rodas, partes de bombas de 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.



1 - Torno de Arco usado no antigo Império Romano  
2 - Torno de Vara usado na Idade Média  
3 - Torno de Fuso usado a partir de 1600

Os **Tornos de Vara** foram muito utilizados durante a idade média e continuaram a ser utilizados até o século 19 por alguns artesões. 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 artesões se deslocassem facilmente para lugares onde houvesse a matéria prima necessária para eles trabalharem.



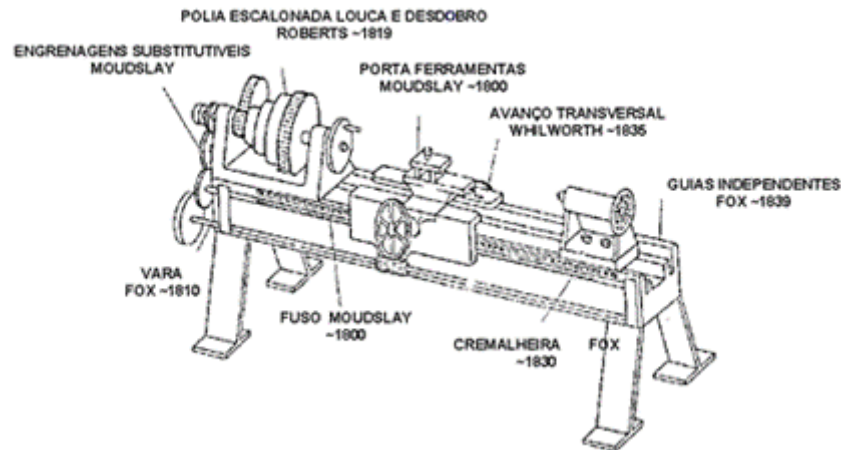
A necessidade por uma velocidade contínua de rotação fez com que fossem criados os **Tornos de Fuso**. Esses tornos necessitavam de duas pessoas para serem utilizados (mais, dependendo do tamanho do fuso), enquanto um servo girava a roda o artesão utilizava suas ferramentas para dar forma ao material.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

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 máquina 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. A medida que a manufatura tornava-se mais mecânica e menos humana as caras habilidades dos artesões eram substituídas por mão de obra barata.

Isso deu condições para que Whitworth em 1864 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.



## Evolução Histórica II

**1906: 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.

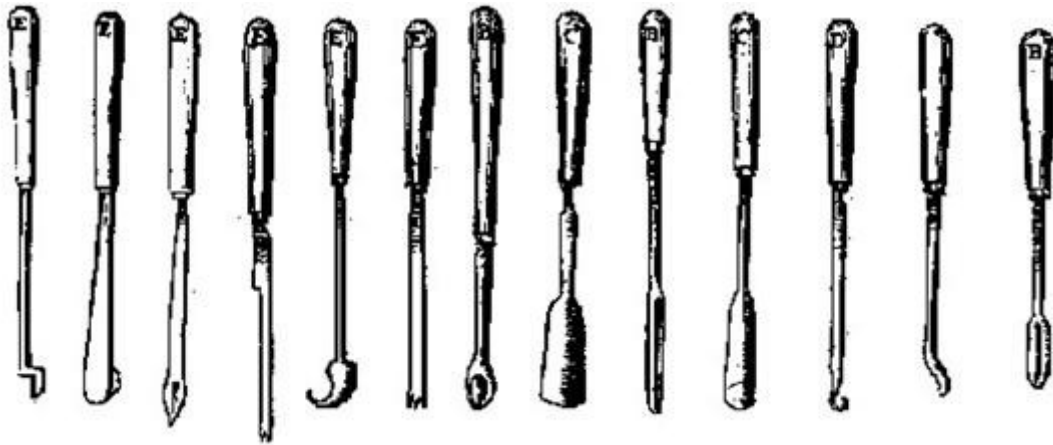
**1925: Torno Paralelo.** O problema de ter de fixar o torno é resolvido pela substituição do mesmo por um motor elétrico nos pés da máquina. A variação de velocidades vinha de uma caixa de engrenagem e desengates foram postos nas sapatas para simplificar alcances de rotação longos e repetitivos. Apesar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

**1960: Torno 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.

**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 microprocessadores. O uso de um painel permite que vários movimentos sejam programados e armazenados permitindo a rápida troca de programa.

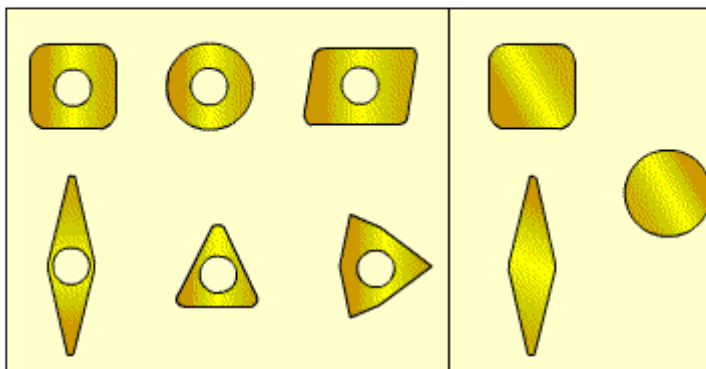
## Evolução Histórica III – Ferramentas de Corte

As ferramentas para torneamento sofreram um processo evolutivo ao longo do tempo. A demanda da produção, cada vez mais acelerada forçou a procura por ferramentas mais duráveis e eficientes. Dos **cinzeis utilizados nas operações manuais** até as **pastilhas cerâmicas de alta resistência**.

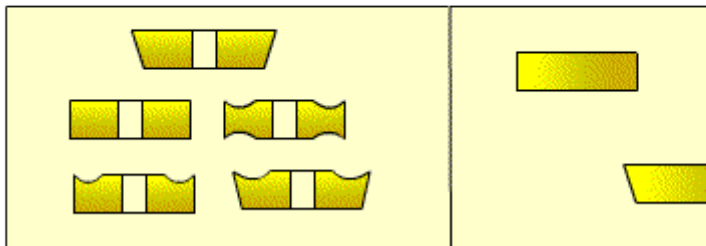


Os primeiros passos de pesquisa passaram pela procura das **melhores geometrias** para a operação de corte. A etapa seguinte dedicou-se à busca de **materiais de melhores características de resistência e durabilidade**. Finalmente passou-se a **combinar materiais em novos modelos construtivos sincronizando as necessidades de desempenho, custos e redução dos tempos de parada no processo produtivo**. Como resultado desta evolução consagrou-se o uso de **ferramentas compostas**, onde o elemento de corte é uma pastilha montada sobre uma base.

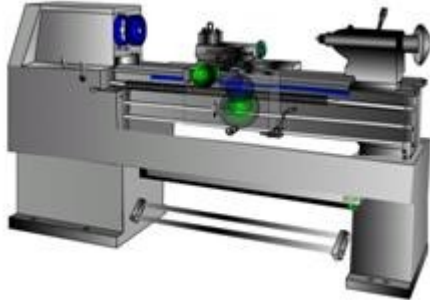
#### FORMATO DAS PASTILHAS

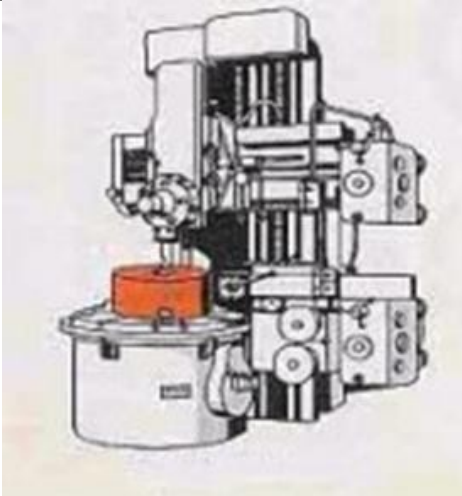


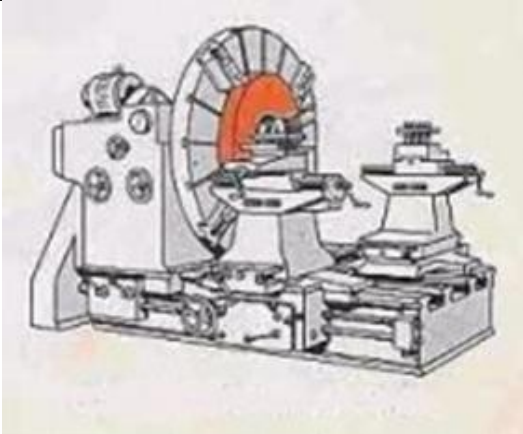
#### TIPOS DE PASTILHAS



#### TIPOS DE TORNOS

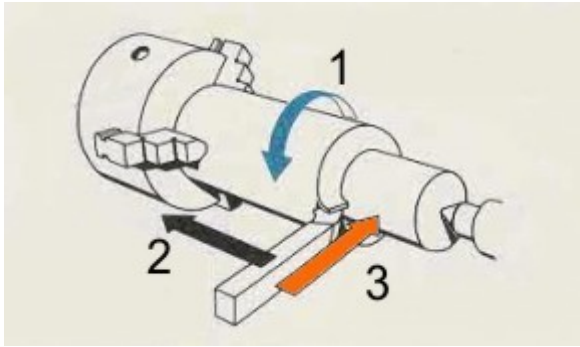
<p><b>Torno Mecânico Paralelo</b></p>		<p>É o tipo mais generalizado e presta-se a um grande número de operações de usinagem.</p>
---------------------------------------	---	--

<p><b>Torno Mecânico Vertical</b></p>		<p>Usado principalmente para peças muito pesadas que não poderiam ser fixadas em um torno paralelo</p>
---------------------------------------	--	--

<p><b>Torno de Faces</b></p>		<p>Usado principalmente para peças grandes e de pouca espessura</p>
------------------------------	---	---

## PARÂMETROS GEOMÉTRICOS

Principais movimentos:



**1** – Rotação da **peça** – **CORTE**

**2** – Translação da **ferramenta** – **AVANÇO**

**3** – Transversal da **ferramenta** – **PROFUNDIDADE**

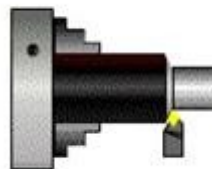
### Os Parâmetros de Corte

Para compreendermos melhor a interação entre a peça e a ferramenta precisamos entender os movimentos relativos entre elas. Esses movimentos são referidos a peça, considerando-a parada.

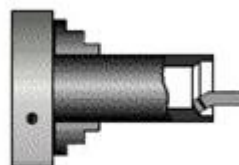
- **Movimento de Corte – 1:** é o movimento entre a ferramenta e a peça, que, sem o movimento de avanço gera apenas uma remoção de cavaco durante um curso.
- **Movimento de Avanço – 2:** é o movimento entre a peça e a ferramenta, que, junto com o movimento de corte, gera um levantamento repetido ou contínuo de cavaco durante vários cursos ou voltas.
- **Movimento Efetivo de Corte:** é o resultado dos movimentos de corte e avanço realizados de maneira simultânea.
- **Movimento de Profundidade – 3:** é o movimento entre a peça e a ferramenta no qual a espessura da camada de material a ser retirada é determinada de antemão.

As **principais operações** executáveis através de **torneamento** são:

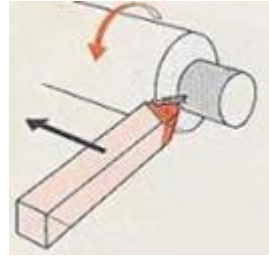
**Torneamento externo**



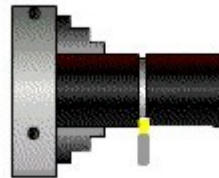
**Torneamento interno**



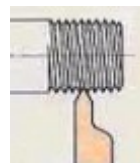
**Faceamento**



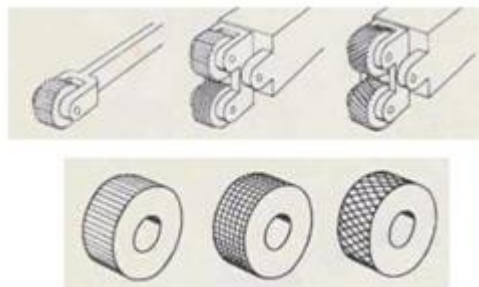
**Sangramento**



**Rosqueamento**



**Recartilamento**

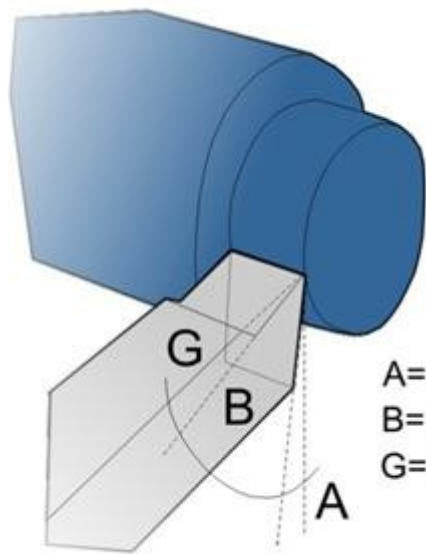


## **FERRAMENTAS DE CORTE**

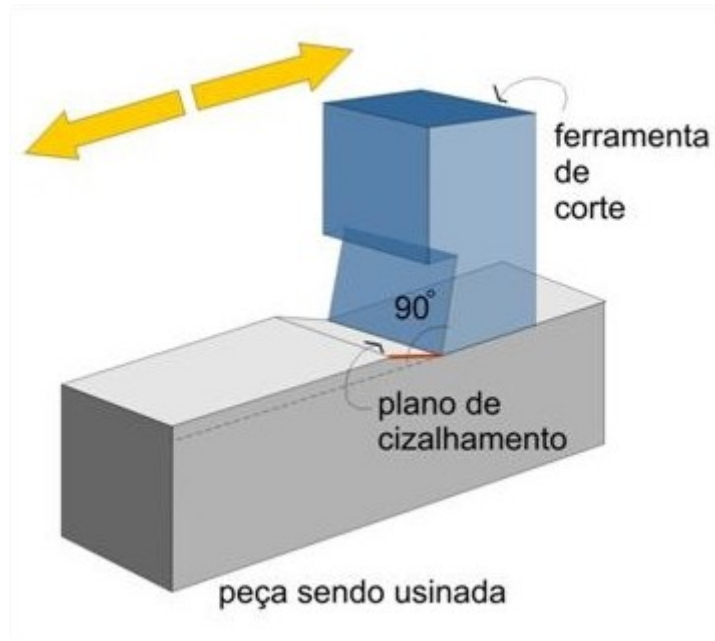
### **Características**

A principal característica que uma ferramenta de corte deve apresentar é a **dureza a quente**. Para trabalhar metais, os principais materiais usados são os **aços especiais**, o **aço rápido (HSS)** e o **metal duro** (numa escala crescente de dureza). Entretanto a **maior dureza do metal duro é obtida em detrimento de sua tenacidade**, resistindo menos a eventuais choques com a peça usinada.

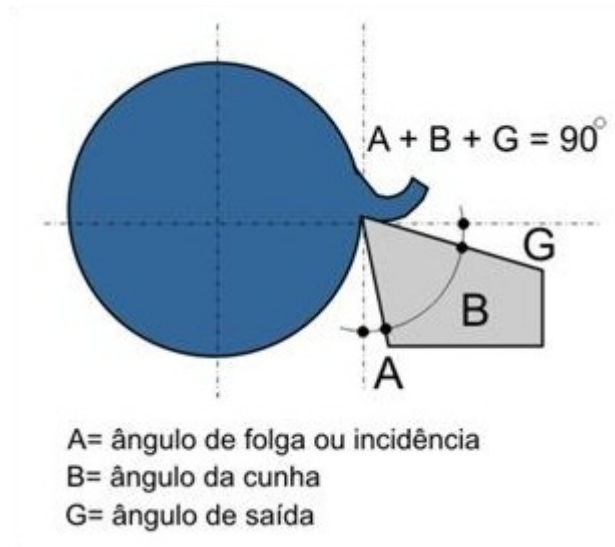
### **Parâmetros geométricos – Ângulos da ferramenta de corte**



A= ângulo de folga ou incidência  
B= ângulo da cunha  
G= ângulo de saída







**G - Ângulo de Saída:** tem influência direta sobre a direção do plano de cisalhamento. Quando o **ângulo de saída diminui**, aumenta o **comprimento do plano do plano de cisalhamento**, aumentando o esforço cisalhante e a potência necessária ao corte.

**B - Ângulo de Cunha:** depende do tipo de material, da peça, da ferramenta e do tipo de serviço. Para materiais de grande resistência ou serviços de desbaste aumenta-se o ângulo de cunha, facilitando dessa forma a dissipação de calor gerado no corte.

**A - Ângulo de Folga:** depende do material a ser usinado. É **menor** para os materiais duros e frágeis e, **maior** para os materiais dúcteis.

## VELOCIDADE DE CORTE

A velocidade de corte no torno é a que têm um ponto da superfície que se corta quando esta gira. Mede-se em metros por minuto e o valor correto se consegue fazendo com que o torno gire nas rotações adequadas.

A velocidade de corte depende, entre outros, dos seguintes fatores:

- Material a toronar.
- Diâmetro desse material.
- Material da ferramenta.
- Operação a ser executada.

Conhecidos esses fatores, tabelas como a do exemplo abaixo permitem determinar a velocidade de corte para cada caso. Com isso pode-se encontrar a velocidade de rotação adequada.

TABELA DE VELOCIDADES DE CORTE (V) PARA TORNO (em metros por minuto)					
Material a ser torneado	Ferramentas de Aço Rápido			Ferramentas de Carboneto Metálico	
	Desbaste	Acabamento	Roscar / Recartilhar	Desbaste	Acabamento
Aço 0,35%C	25	30	10	200	300
Aço 0,45%C	15	20	8	120	160
Aço Extra Duro	12	16	6	40	60
Ferro Fundido	20	25	8	70	85

Maleável					
Ferro Fundido Gris	15	20	8	65	95
Ferro Fundido Duro	10	15	6	30	50
Bronze	30	40	10-25	300	380
Latão e Cobre	40	50	10-25	350	400
Alumínio	60	90	15-35	500	700
Fibra e Ebonite	25	40	10-20	120	150

Melhores correspondências para velocidade de corte do torneamento convencional