



Escola Técnica SENAI Caruaru

Técnico em Eletromecânica

TORNEARIA

Profº Carlos Eduardo

ALUNO(A): _____

TURMA: _____

Caruaru

2011

Afiação de ferramentas

Após algum tempo de uso, as ferramentas de corte geralmente se desgastam, apresentando trincas ou deformações na forma e nas propriedades. Devido a este desgaste, as ferramentas ao serem colocadas em trabalho apresentam um rendimento muito ruim e geram problemas como: aquecimento excessivo, aumento do esforço de corte, o acabamento da peça fica ruim e ocorre o aumento do tempo de confecção.

O que é afiação?

Afiação é a operação de dar forma e perfilar arestas de ferramentas novas (última fase do processo de fabricação) e de restaurar o corte ou o perfil de ferramentas desgastadas pelo uso. A afiação das ferramentas é feita somente nas superfícies que determinam os ângulos de incidência, de cunha e saída. Os símbolos indicadores de cada um desses ângulos são os seguintes:

a - ângulo de folga;

b - ângulo de cunha;

g - ângulo de saída.

Classificação das ferramentas de corte

As ferramentas de corte são classificadas em: monocortantes e policortantes. As ferramentas monocortantes têm uma aresta de corte como as ferramentas do torno e da plaina. As ferramentas policortantes têm várias arestas de corte. São as fresas, as brocas, os escareadores e as serras. No caso de afiação de ferramentas por meio de rebolos, é preciso especificar o rebolo adequado ao tipo de material de que foi feita a ferramenta. Geralmente, esses materiais são o aço-carbono, o aço rápido, o metal duro e o sinterizado especial.

Especificação do rebolo (quanto ao material da ferramenta a afiar) Para o aço-carbono e o aço rápido, podemos utilizar o rebolo de óxido de alumínio, para fazer a afiação. Para o metal duro, devemos utilizar o rebolo de carboneto de silício. É aconselhável o uso de rebolos de diamante para fazer a afiação, a qual pode ser manual ou por meio de máquinas afiadoras. A afiação das ferramentas monocortantes (torno, plaina) pode ser feita manualmente ou em máquinas. Quando manual, o resultado depende da habilidade do operador.

As afiadoras dispõem de suportes orientáveis de ângulos, de modo a posicionar a face da aresta a retificar segundo uma inclinação justa em relação à superfície do rebolo. Deve-se movimentar a ferramenta sobre a superfície do rebolo para não desgastar o rebolo de forma irregular e reduzir, também, a possibilidade de aquecimento da aresta de corte da ferramenta.

Materiais das ferramentas

Aço-carbono:

Usado em ferramentas pequenas para trabalhos em baixas velocidades de corte e baixas temperaturas (até 200°C), porque a temperabilidade é baixa.

Aços-ligas médios:

São usados na fabricação de brocas, machos, tarraxas e alargadores e não têm desempenho satisfatório para torneamento ou fresagem de alta velocidade de corte porque sua resistência a quente (até 400°C) é semelhante à do aço-carbono. Eles são diferentes dos açoscarbonos porque contêm cromo e molibdênio, que melhoram a temperabilidade. Apresentam também teores de tungstênio, o que melhora a resistência ao desgaste.

Aços rápidos:

Apesar do nome, as ferramentas fabricadas com esse material são indicadas para operações de baixa e média velocidade de corte. Esses aços apresentam dureza a quente (até 600°C) e resistência ao desgaste. Para isso recebem elementos de liga como o tungstênio, o molibdênio, o cobalto e o vanádio.

Ligas não-ferrosas:

Têm elevado teor de cobalto, são quebradiças e não são tão duras quanto os aços especiais para ferramentas quando em temperatura ambiente. Porém, mantêm a dureza em temperaturas elevadas e são usadas quando se necessita de grande resistência ao desgaste. Um exemplo desse material é a estelite, que opera muito bem até 900°C e apresenta bom rendimento na usinagem de ferro fundido.

Metal duro (ou carboneto sinterizado):

compreende uma família de diversas composições de carbonetos metálicos (de tungstênio, de titânio, de tântalo, ou uma combinação dos três) aglomerados com cobalto e produzidos por processo de sinterização. Esse material é muito duro e, portanto, quebradiço. Por isso, a ferramenta precisa estar bem presa, devendo-se evitar choques e vibrações durante seu manuseio. O metal duro está presente na ferramenta em forma de pastilhas que são soldadas ou grampeadas ao corpo da ferramenta que, por sua vez, é feito de metal de baixa liga. Essas ferramentas são empregadas para velocidades de corte elevadas e usadas para usinar ferro fundido, ligas abrasivas não-ferrosas e materiais de elevada dureza como o aço temperado. Opera bem em temperaturas até 1300°C.

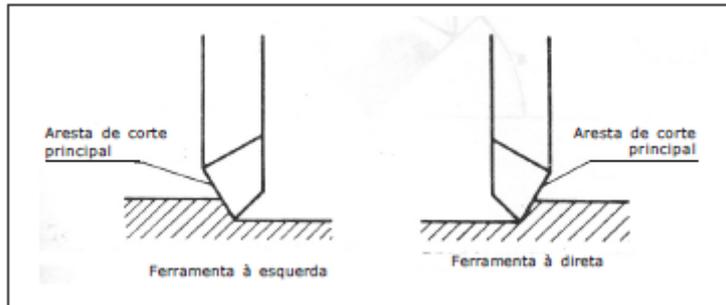
Cerâmicas

As ferramentas de cerâmica são constituídas de pastilhas sinterizadas com aproximadamente 98% a 100% de óxido de alumínio. Possuem dureza maior que a de metal duro e possuem uma velocidade de corte de 5 a 10 vezes maior. Seu gume de corte pode resistir ao desgaste em uma temperatura de até 1.200°C, o que favorece a aplicação na usinagem de materiais como ferro fundido, ligas de aço, etc.



Geometria de Corte da Ferramenta

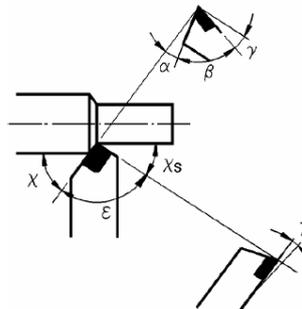
No que se refere à geometria de corte da ferramenta, a definição depende de onde se encontra a aresta de corte principal: se está à esquerda ou à direita, conforme figura abaixo.



Ângulos da ferramenta de corte

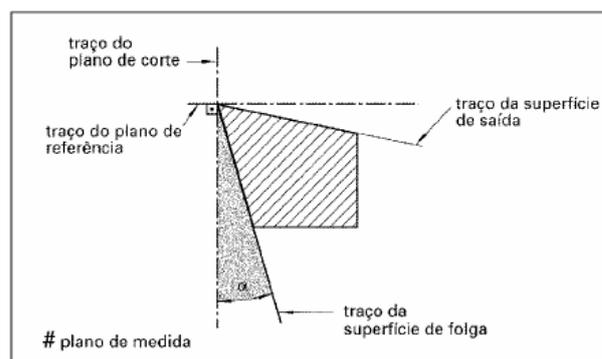
O fenômeno de corte é realizado pelo ataque da cunha da ferramenta; o rendimento desse ataque depende dos valores dos ângulos da cunha, pois é esta que rompe as forças de coesão do material da peça. Os ângulos e superfícies na geometria de corte das ferramentas são elementos fundamentais para o rendimento e a durabilidade delas. A denominação das superfícies da ferramenta, dos ângulos e das arestas é normalizada pela norma brasileira NBR 6163/90.

Os ângulos da ferramenta de corte são classificados em: de folga α (alfa), de cunha β (beta), de saída γ (gama), de ponta ε (epsilon), de posição χ (chi) e de inclinação de aresta cortante λ (lambda).



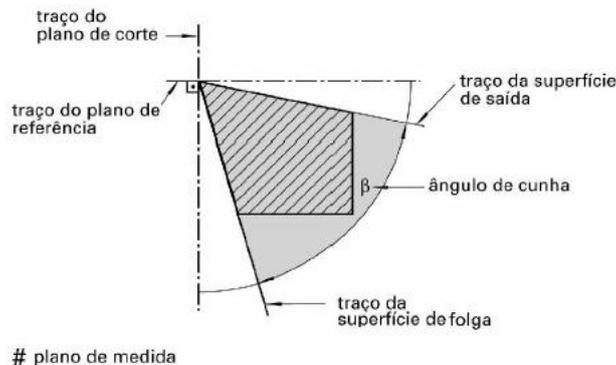
Ângulo de folga α

É o ângulo formado entre a superfície de folga e o plano de corte medido no plano de medida da cunha cortante; influencia na diminuição do atrito entre a peça e a superfície principal de folga. Para tornear materiais duros, o ângulo α deve ser pequeno; para materiais moles, α deve ser maior. Geralmente, nas ferramentas de aço rápido α está entre 6 e 12° e em ferramentas de metal duro, α está entre 2 e 8°.



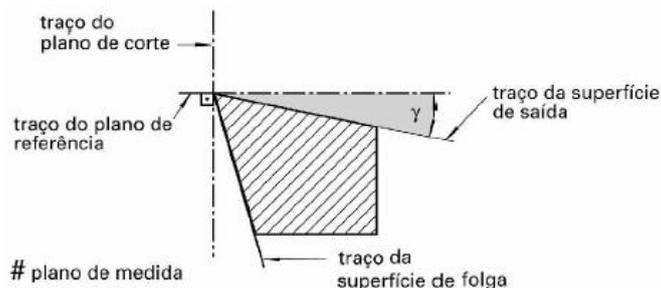
Ângulo de cunha β

Formado pelas superfícies de folga e de saída; é medido no plano de medida da cunha cortante. Para tornear materiais moles, $\beta = 40$ a 50° ; materiais tenazes, como aço, $\beta = 55$ a 75° ; materiais duros e frágeis, como ferro fundido e bronze, $\beta = 75$ a 85° .



Ângulo de saída γ

Formado pela superfície de saída da ferramenta e pelo plano de referência medido no plano de medida; é determinado em função do material, uma vez que tem influência sobre a formação do cavaco e sobre a força de corte. Para tornear materiais moles, $\gamma = 15$ a 40° ; materiais tenazes, $\gamma = 14^\circ$; materiais duros, $\gamma = 0$ a 8° . Geralmente, nas ferramentas de aço rápido, γ está entre 8 e 18° ; nas ferramentas de metal duro, entre -2 e 8° .



A soma dos ângulos α , β e γ , medidos no plano de medida, é igual a 90° .

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$$

Ângulo γ negativo - é usado nos trabalhos de desbaste e em cortes interrompidos de peças quadradas, com rasgos ou com ressaltos, em materiais duros, quando a ponta da ferramenta for a parte mais baixa em relação à aresta de corte. Nesta situação, o cavaco se apresenta sob forma helicoidal a contínua.

Ângulo γ positivo - diz-se que γ é positivo quando a ponta da ferramenta em relação à aresta de corte for a parte mais alta; é usado na usinagem de materiais macios, de baixa dureza. Nesta situação, o cavaco se apresenta sob forma helicoidal contínua.

Ângulo γ neutro - diz-se que γ é neutro quando a ponta da ferramenta está na mesma altura da aresta de corte; é usado na usinagem de materiais duros e exige menor potência do que o positivo ou negativo. O cavaco se apresenta espiralado e contínuo, situação em que um grande volume pode ocasionar acidentes.

PARAMETROS DE CORTE

Velocidade de corte é o espaço que a ferramenta percorre, cortando um material dentro de um determinado tempo. Uma série de fatores influenciam a velocidade de corte:

- tipo de material da ferramenta;
- tipo de material a ser usinado;
- tipo de operação que será realizada;
- condições de refrigeração;
- condições da máquina etc.

Embora exista uma fórmula que expressa a velocidade de corte, ela é fornecida por tabelas que compatibilizam o tipo de operação com o tipo de material da ferramenta e o tipo de material a ser usinado.

Recordar é aprender

Para calcular o número de rpm e gpm de uma máquina, emprega-se as

Fórmulas a seguir:

$$\text{rpm} = \frac{vc \cdot 1000}{d \cdot \pi}$$

$$\text{gpm} = \frac{vc \cdot 1000}{2 \cdot c}$$

A escolha de velocidade de corte correta é importantíssima tanto para a obtenção de bons resultados de usinagem quanto para a manutenção da vida útil da ferramenta e para o grau de acabamento.

Tabela de velocidade de corte(Vc) para torno (em metros por minuto)

Materiais	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 extraduro	12	16	6	40	60
Ferro fundido maleável	20	25	8	70	85
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

Visando facilitar o trabalho, costuma-se utilizar tabelas relacionando velocidade de corte e diâmetro de material, para a determinação da rotação ideal.

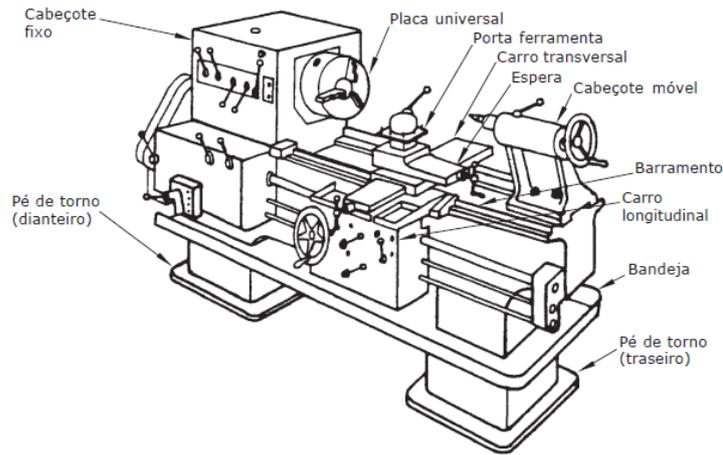
V m/min	Diâmetro do material em milímetros											
	6	10	20	30	40	50	60	70	80	90	10	120
6	318	191	96	64	48	38	32	27	24	21	19	16
9	477	287	144	96	72	57	48	41	36	32	29	24
12	636	382	191	127	96	76	64	54	48	42	38	32
15	794	477	238	159	119	96	80	68	60	53	48	40
19	1108	605	303	202	152	121	101	86	76	67	60	50
21	1114	669	335	223	168	134	112	95	84	74	67	56
24	1272	764	382	255	191	152	128	109	96	85	76	64
28	1483	892	446	297	223	178	149	127	112	99	89	75
30	1588	954	477	318	238	190	159	136	119	106	95	80
36	1908	1146	573	382	286	230	191	164	143	127	115	96
40	2120	1272	636	424	318	254	212	182	159	141	127	106
45	2382	1431	716	477	358	286	239	205	179	159	143	120
50	2650	1590	795	530	398	318	265	227	199	177	159	133
54	2860	1720	860	573	430	344	287	245	215	191	172	144
60	3176	1908	954	636	477	382	318	272	239	212	191	159
65	3440	1070	1035	690	518	414	345	296	259	230	207	173
72	4600	2292	1146	764	573	458	382	327	287	255	229	191
85	4475	2710	1355	903	679	542	452	386	339	301	271	226
120	6352	3816	1908	1272	945	764	636	544	477	424	382	318
243	12900	7750	3875	2583	1938	1550	1292	1105	969	861	775	646

Exercício:

- O que é velocidade de corte?
- Cite ao menos três fatores dos quais a velocidade de corte sofre influência.
- Cite ao menos três problemas que ocorrem na usinagem por causa da velocidade de corte inadequada.

Torno Mecânico

Torno mecânico é uma máquina-ferramenta utilizada para executar operações de usinagem cilíndrica externa ou interna e outras operações que normalmente são feitas por furadeiras, fresadoras e retificadoras, com adaptações relativamente simples. A principal característica do torno é o movimento rotativo contínuo realizado pelo eixo-árvore, conjugado com o movimento de avanço da ferramenta de corte. As outras características importantes são o diâmetro do furo do eixo principal, a distância entre pontas e a altura da ponta, que compreende a distância ao fundo da cava, ao barramento e ao carro principal.



As partes principais do torno universal são: placa, cabeçote fixo, recâmbio, caixa de engrenagem, barramento, carro principal e cabeçote móvel.

Cabeçote fixo é um conjunto constituído de carcaça, engrenagens e eixo árvore. 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.

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.(fig. 1)

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.(fig. 2)

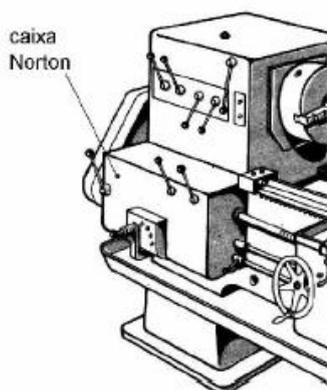


Fig. 1

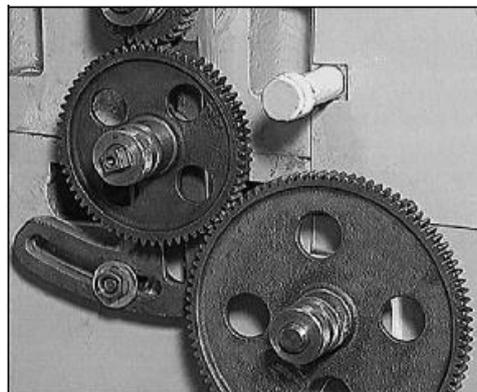


Fig. 2

Barramento

Barramento é a parte do torno que sustenta os elementos fixos e móveis do torno. Na parte superior do barramento estão as guias prismáticas, que devem ter um paralelismo perfeito em relação ao eixo-árvore, a fim de garantir o alinhamento da máquina.

Carro principal

O carro principal é um conjunto formado por avental, mesa, carro transversal, carro superior e porta-ferramenta. O avanço do carro principal pode ser manual ou automático. No avanço manual, o giro do volante movimenta uma roda dentada, que engrenada a uma cremalheira fixada no barramento, desloca o carro na direção longitudinal.(fig. 3)

Carro Superior

O carro superior possui uma base giratória graduada que permite o torneamento em ângulo. Nele também estão montados o fuso, o volante com anel graduado e o porta-ferramentas ou torre. O porta-ferramentas ou torre é o local onde são fixados os suportes de ferramentas, presos por meio de parafuso de aperto.(fig.4)

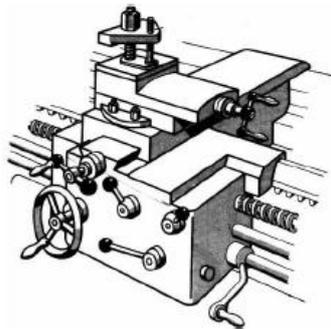


Fig.3

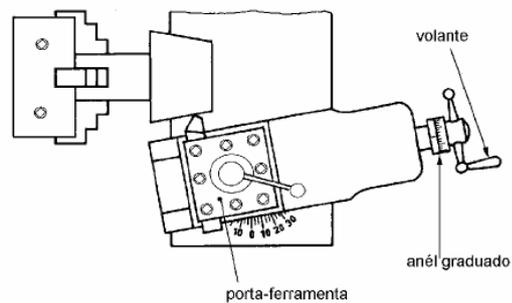
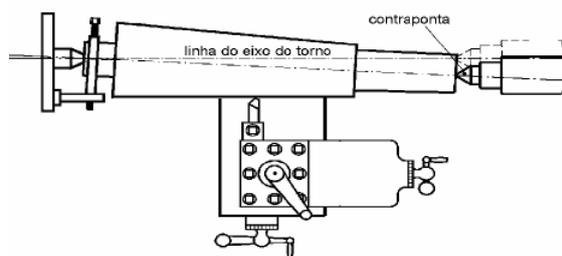
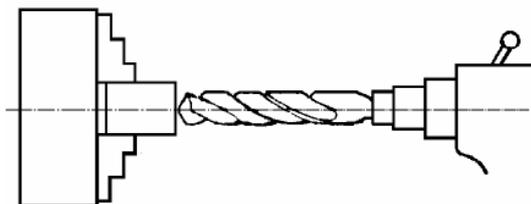
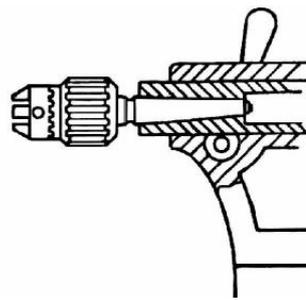
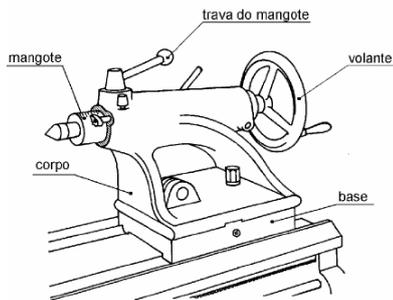


fig.4

Cabeçote móvel

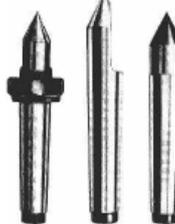
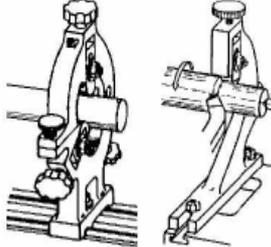
O cabeçote móvel é a parte do torno que se desloca sobre o barramento, oposta ao cabeçote fixo; a contraponta e o eixo principal estão situados na mesma altura e determinam o eixo de rotação da superfície torneada.



Acessórios do torno

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

<i>Denominação</i>	<i>Figura</i>	<i>Função</i>
<i>Placa de 3 castanhas</i>		<i>fixar peças cilíndricas</i>
<i>Placa de 4 castanhas independentes</i>		<i>fixar peças cilíndricas para torneiar excêntricas e fixar peças quadradas</i>
<i>Placa lisa</i>		<i>fixar peças de formas irregulares</i>

<i>Placa arrastadora</i>		<i>fornecer movimento giratório à peça fixada entre pontas</i>
<i>Ponta</i>		<i>suportar a peça por meio dos furos de centro</i>
<i>Luneta fixa e móvel</i>		<i>servir de mancal na usinagem de eixos longos e de pequeno diâmetro</i>

Operações do torno

O torneamento é um processo de usinagem que se baseia no movimento da peça ao redor de seu próprio eixo, com a retirada progressiva de cavaco. O cavaco é cortado por uma ferramenta de um só gume cortante, com dureza superior à do material a ser cortado.

O torneamento exige três movimentos relativos entre a peça e a ferramenta: corte, avanço e penetração. Variando os movimentos, a posição e o formato da ferramenta, é possível realizar grande variedade de operações, tais como: faceamento, torneamento cilíndrico, furação, torneamento cônico, interno, externo, sangramento, corte e recartilhamento.

Torneamento cilíndrico externo

O torneamento cilíndrico consiste em dar um formato cilíndrico a um material em rotação submetido à ação de uma ferramenta de corte. Essa operação é uma das mais executadas no torno e tem a finalidade de produzir eixos e buchas ou preparar material para outras operações.(fig.1)

Faceamento

Faceamento é a operação que permite fazer no material uma superfície plana perpendicular ao eixo do torno, de modo a obter uma face de referência para as medidas que derivam dessa face. A operação de facear é realizada do centro para a periferia da peça. Também é possível facear partindo da periferia para o centro da peça, desde que se use uma ferramenta adequada.(Fig.2)

Furação

A furação permite abrir furos de centro em materiais que precisam ser trabalhados entre duas pontas ou entre placa e ponta. Também é um passo prévio para fazer furo com broca comum.(Fig.3)

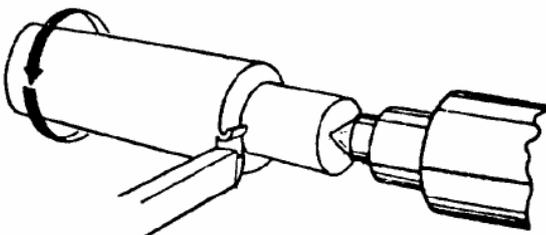


Fig.1

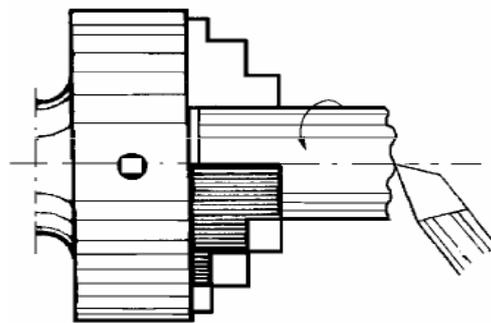


Fig.2

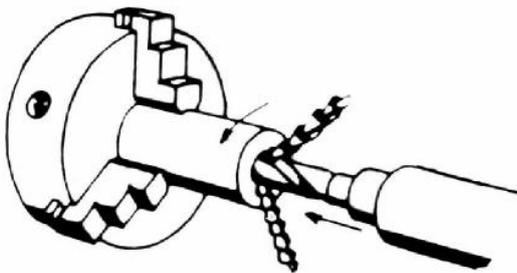


Fig.3

Sangramento

A operação de sangrar no torno é muito usada pelo torneiro na abertura de canais e no corte de peças. A ferramenta usada nessa operação é denominada, ferramenta de SANGRAR ou BEDAME. Este tipo de ferramenta tem a ponta frágil, e por isso é necessário muito cuidado na sua utilização.

Movimento do torneamento

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

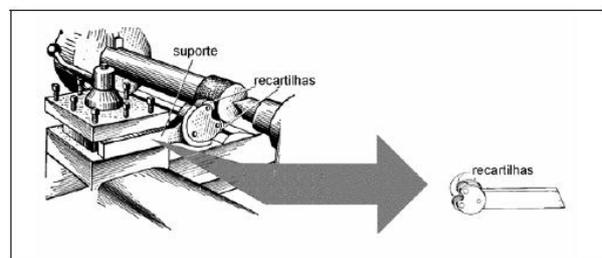
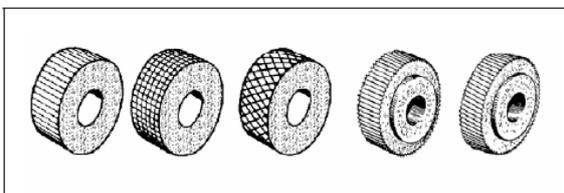
1. Movimento de corte: é o movimento principal que permite cortar o material. O movimento é rotativo e realizado pela peça.
2. Movimento de avanço: é o movimento que desloca a ferramenta ao longo da superfície da peça.
3. Movimento de penetração: é o movimento que determina a profundidade de corte ao empurrar a ferramenta em direção ao interior da peça e assim regular a profundidade do passe e a espessura do cavaco.

Recartilha

Se certas peças utilizadas manualmente tiverem superfícies rugosas, isso vai ajudar no seu manuseio, porque a rugosidade evitará que a peça “escorregue” da mão do operador. É o caso das cabeças dos parafusos dos instrumentos de medida, como o paquímetro, ou mesmo do próprio corpo do instrumento, como o do calibrador de furos.

Pelo emprego de uma ferramenta chamada recartilha, obtém-se no torno a superfície com serrilhado desejado. Essa ferramenta executa na superfície da peça uma série de estrias ou sulcos paralelos ou cruzados.

As recartilhas, que dão nome ao conjunto da ferramenta, são roletes de aço temperado, extremamente duros e que possuem uma série de dentes e estrias que penetram, mediante grande pressão, no material da peça. A superfície estriada resultante recebe o nome de recartilhado.



A operação de recartilhar obedece as seguintes etapas:

1. Torneamento da parte que será recartilhada para deixá-la lisa, limpa e com um diâmetro ligeiramente menor que a medida final. Isso é necessário porque a ferramenta de recartilhar penetra por compressão, o que aumenta ligeiramente o diâmetro inicial. A medida do diâmetro depende do passo da recartilha.

Observação: O passo da recartilha é selecionado em função do diâmetro e da largura do recartilhado, do material da peça e do tipo de recartilhado. A tabela a seguir orienta a escolha do passo.

Medidas de peças		Recartilhado simples	Recartilhado cruzado	
Diâmetro D	Largura L	P (mm) (qualquer material)	P (mm) latão Alumínio-fibra	P (mm) Aço
Até 8mm	Qualquer	0,5	0,5	0,6
De 8 a 16mm	Qualquer	0,5 ou 0,6	0,6	0,6
De 16mm a 32mm	Até 6mm	0,5 ou 0,6	0,6	0,8
	Acima de 6mm	0,8	0,8	1
De 32mm a 64mm	Até 6mm	0,8	0,5	0,8
	De 6 a 14mm	0,8	0,8	1
	Acima de 14mm	1	1	1,2
De 64mm a 100mm	Até 6mm	0,8	0,8	0,8
	De 6 a 14mm	0,8	0,8	1
	De 14 a 30mm	1	1	1,2
	Acima de 30mm	1,2	1,2	1,6

O cálculo do diâmetro a ser desbastado, deve ser igual ao diâmetro final do recartilhado menos a metade do passo das estrias do rolete, ou seja:

Diâmetro a torneiar = \varnothing recartilhado - $1/2$ do passo

- Montagem da recartilha no porta-ferramenta na altura do eixo da peça, perpendicularmente à superfície que será recartilhada.
- Deslocamento da recartilha até próximo da extremidade da parte que será recartilhada.
- Regulagem do avanço do torno, que deverá ter um valor igual a $1/5$ do passo das roldanas e da rpm de acordo com a velocidade de corte recomendada.

Dica tecnológica

Para materiais macios, pode-se usar uma vc de 8 a 10m/min.

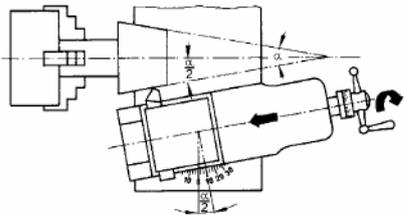
Para materiais duros, usar uma vc de 6m/min.

- Recartilhar.
- Limpeza do recartilhado com uma escova de aço, sempre nos sentido das estrias.
- Chanframento dos cantos para eliminar as rebarbas e dar acabamento.

Torneamento cônico

O torneamento de peças cônicas, externas ou internas, é uma operação muito comum na indústria metal-mecânica. Para fazer isso, o torneiro tem três

técnicas a sua disposição: ele pode usar a inclinação do carro superior, o desalinhamento da contraponta ou um aparelho conificador. A **inclinação do carro superior** é usada para tornear peças cônicas de pequeno comprimento. O torneamento cônico com o deslocamento do carro superior consiste em inclinar o carro superior da espera de modo a fazer a ferramenta avançar manualmente ao longo da linha que produz o corte no ângulo de inclinação desejado.



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D - d}{2c}$$

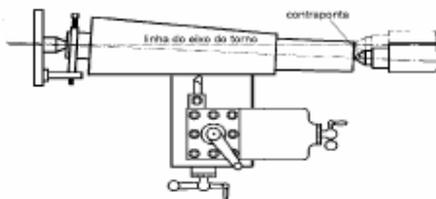
Onde: D: Diâmetro maior do cone

tg: tangente do ângulo
(consultar tabela)

d: Diâmetro menor do cone

c: Comprimento do cone

O desalinhamento da contraponta, por sua vez, é usado para o torneamento de peças de maior comprimento, porém com pouca conicidade, ou seja, até aproximadamente 10° . O torneamento cônico com o desalinhamento da contraponta consiste em deslocar transversalmente o cabeçote móvel por meio de parafuso de regulagem. Desse modo, a peça trabalhada entre pontas fará um determinado ângulo com as guias do barramento. Quando a ferramenta avançar paralelamente às guias, cortará um cone com o ângulo escolhido. Esse método é pouco usado e só é indicado para pequenos ângulos em cones cujo comprimento seja maior do que o curso de deslocamento do carro de espera.



$$X = \frac{D - d}{2} \times \frac{C}{c}$$

Onde: D: diâmetro maior / d: diâmetro menor / C: comprimento total
c: comprimento do cone

Ele tem a vantagem de usinar a superfície cônica com a ajuda do avanço automático do carro principal. O tempo de trabalho é curto e a superfície usinada fica uniforme. A desvantagem é que com o cabeçote móvel deslocado, os centros da peça não se adaptam perfeitamente às pontas do torno que, por isso, são facilmente danificadas. Com isso recomenda-se o uso de contraponta esférica.

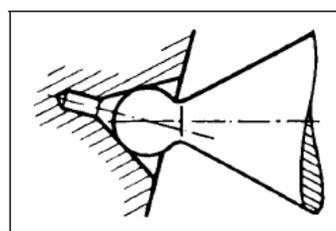
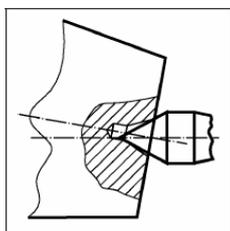


TABELA DAS TANGENTES
0° – 45°

graus minutos	0	10	20	30	40	50
0	0,0000	0,0029	0,0058	0,0087	0,0116	0,0145
1	0,0175	0,0204	0,0233	0,0262	0,0291	0,0320
2	0,0349	0,0378	0,0407	0,0437	0,0466	0,0495
3	0,0524	0,0553	0,0582	0,0612	0,0641	0,0670
4	0,0699	0,0729	0,0758	0,0787	0,0816	0,0846
5	0,0875	0,0904	0,0934	0,0963	0,0992	0,1022
6	0,1051	0,1080	0,1110	0,1139	0,1169	0,1198
7	0,1228	0,1257	0,1287	0,1317	0,1346	0,1376
8	0,1405	0,1435	0,1465	0,1495	0,1524	0,1554
9	0,1584	0,1614	0,1644	0,1673	0,1703	0,1733
10	0,1763	0,1793	0,1823	0,1853	0,1883	0,1914
11	0,1944	0,1974	0,2004	0,2035	0,2065	0,2095
12	0,2126	0,2156	0,2186	0,2217	0,2247	0,2278
13	0,2309	0,2339	0,2370	0,2401	0,2432	0,2462
14	0,2493	0,2524	0,2555	0,2586	0,2617	0,2648
15	0,2679	0,2711	0,2742	0,2773	0,2805	0,2836
16	0,2867	0,2899	0,2931	0,2962	0,2994	0,3026
17	0,3057	0,3089	0,3121	0,3153	0,3185	0,3217
18	0,3249	0,3281	0,3314	0,3346	0,3378	0,3411
19	0,3443	0,3476	0,3508	0,3541	0,3574	0,3607
20	0,3640	0,3673	0,3706	0,3739	0,3772	0,3805
21	0,3839	0,3872	0,3906	0,3939	0,3973	0,4006
22	0,4040	0,4074	0,4108	0,4142	0,4176	0,4210
23	0,4245	0,4279	0,4314	0,4348	0,4383	0,4417
24	0,4452	0,4487	0,4522	0,4557	0,4592	0,4626
25	0,4663	0,4699	0,4734	0,4770	0,4806	0,4841
26	0,4877	0,4913	0,4950	0,4986	0,5022	0,5059
27	0,5095	0,5132	0,5169	0,5206	0,5243	0,5280
28	0,5317	0,5354	0,5392	0,5430	0,5467	0,5505
29	0,5543	0,5581	0,5619	0,5658	0,5696	0,5735
30	0,5774	0,5812	0,5851	0,5890	0,5930	0,5969
31	0,6009	0,6048	0,6088	0,6128	0,6168	0,6208
32	0,6249	0,6289	0,6330	0,6371	0,6412	0,6453
33	0,6494	0,6536	0,6577	0,6619	0,6661	0,6703
34	0,6745	0,6787	0,6830	0,6873	0,6916	0,6959
35	0,7002	0,7046	0,7089	0,7133	0,7177	0,7221
36	0,7265	0,7310	0,7355	0,7400	0,7445	0,7490
37	0,7536	0,7581	0,7627	0,7673	0,7720	0,7766
38	0,7813	0,7860	0,7907	0,7954	0,8002	0,8050
39	0,8098	0,8146	0,8195	0,8243	0,8292	0,8342
40	0,8391	0,8441	0,8491	0,8541	0,8591	0,8642
41	0,8693	0,8744	0,8796	0,8847	0,8899	0,8952
42	0,9004	0,9057	0,9110	0,9163	0,9217	0,9271
43	0,9325	0,9380	0,9435	0,9490	0,9545	0,9601
44	0,9657	0,9713	0,9770	0,9827	0,9884	0,9942
45	1,0000	1,0058	1,0117	1,0176	1,0235	1,0295

TABELA DAS TANGENTES
45° – 90°

graus minutos	0	10	20	30	40	50
45	1,0000	1,0058	1,0117	1,0176	1,0235	1,0295
46	1,0355	1,0416	1,0477	1,0538	1,0599	1,0661
47	1,0724	1,0786	1,0850	1,0913	1,0977	1,1041
48	1,1106	1,1171	1,1237	1,1303	1,1369	1,1436
49	1,1504	1,1571	1,1640	1,1708	1,1778	1,1847
50	1,1918	1,1988	1,2059	1,2131	1,2203	1,2276
51	1,2349	1,2423	1,2497	1,2572	1,2647	1,2723
52	1,2799	1,2876	1,2954	1,3032	1,3111	1,3190
53	1,3270	1,3351	1,3432	1,3514	1,3597	1,3680
54	1,3764	1,3848	1,3934	1,4019	1,4106	1,4193
55	1,4281	1,4370	1,4460	1,4550	1,4641	1,4733
56	1,4826	1,4919	1,5013	1,5108	1,5204	1,5301
57	1,5399	1,5497	1,5597	1,5697	1,5798	1,5900
58	1,6003	1,6107	1,6213	1,6318	1,6426	1,6534
59	1,6643	1,6753	1,6864	1,6977	1,7090	1,7205
60	1,7321	1,7438	1,7556	1,7675	1,7796	1,7917
61	1,8041	1,8165	1,8291	1,8418	1,8546	1,8676
62	1,8807	1,8940	1,9074	1,9210	1,9347	1,9486
63	1,9626	1,9768	1,9912	2,0057	2,0204	2,0353
64	2,0503	2,0655	2,0809	2,0965	2,1123	2,1283
65	2,1445	2,1609	2,1775	2,1943	2,2113	2,2286
66	2,2480	2,2637	2,2817	2,2998	2,3183	2,3369
67	2,3559	2,3750	2,3945	2,4142	2,4342	2,4545
68	2,4751	2,4960	2,5172	2,5387	2,5605	2,5826
69	2,6051	2,6279	2,6511	2,6746	2,6985	2,7228
70	2,7475	2,7725	2,7980	2,8239	2,8502	2,8770
71	2,9042	2,9319	2,9600	2,9887	3,0178	3,0475
72	3,0777	3,1084	3,1397	3,1716	3,2041	3,2371
73	3,2709	3,3052	3,3402	3,3759	3,4124	3,4495
74	3,4874	3,5261	3,5656	3,6059	3,6470	3,6891
75	3,7321	3,7760	3,8208	3,8667	3,9136	3,9617
76	4,0108	4,0611	4,1126	4,1653	4,2193	4,2747
77	4,3315	4,3897	4,4494	4,5107	4,5736	4,6383
78	4,7046	4,7729	4,8430	4,9152	4,9894	5,0658
79	5,1446	5,2257	5,3093	5,3955	5,4845	5,5764
80	5,8713	5,9694	6,0708	6,1758	6,2844	6,3970
81	6,3138	6,4348	6,5605	6,6912	6,8269	6,9682
82	7,1154	7,2687	7,4287	7,5958	7,7704	7,9530
83	8,1444	8,3450	8,5556	8,7769	9,0098	9,2553
84	9,5144	9,7882	10,0780	10,3854	10,7119	11,0594
85	11,4301	11,8262	12,2505	12,7062	13,1969	13,7267
86	14,3007	14,9244	15,6048	16,3499	17,1693	18,0750
87	19,0811	20,2056	21,4704	22,9038	24,5418	26,4316
88	28,6363	31,2416	34,3678	38,1885	42,9641	49,1039
89	57,2900	68,7501	85,9398	114,5887	171,8854	343,7737
90						

ROSCAS

É um conjunto de filetes helicoidais, conforme o número destes, diz-se de uma, ou mais entradas.

Rosca simples é a que é construída apenas de um helicóide (rosca de uma entrada). Rosca múltipla é a que é constituída de mais de um helicóide (rosca de várias entradas).

Rosca cilíndrica é a construída sobre uma superfície cilíndrica.

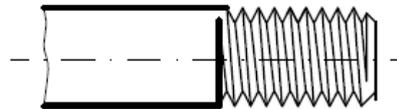
Rosca cônica é a construída sobre uma superfície cônica.

Rosca externa é a construída sobre uma superfície externa de uma peça.

Rosca interna é a construída sobre uma superfície interna de uma peça

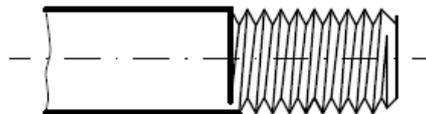
Sentido da rosca

Rosca à direita é a rosca que montada numa contra parte que esteja fixa, com o eixo na horizontal, quando gira no sentido do movimento dos ponteiros de um relógio, se afasta do operador.



Rosca Direita

Rosca à esquerda é a rosca que montada numa contra parte que esteja fixa, com o eixo na horizontal, quando gira no sentido do movimento dos ponteiros de um relógio, se aproxima do operador.



Rosca Esquerda

Os principais elementos de uma rosca são:

Filete ou fio é cada uma das voltas completas do helicóide de uma rosca

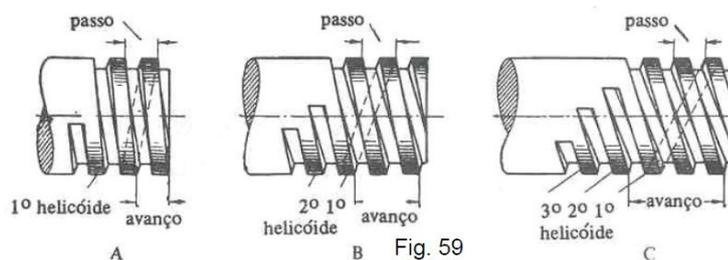
simples ou de cada um dos helicóides de uma rosca múltipla;

Profundidade da rosca ou altura do filete ou profundidade do filete;

Ângulo do filete é o ângulo formado pelos flancos de um filete;

Números de fios é o número de filetes compreendido em uma polegada (25,4 mm), de comprimento da rosca;

Passo é a distância medida paralelamente ao eixo entre dois pontos correspondentes de dois filetes adjacentes.



Sistemas de roscas

Um sistema de roscas é uma padronização de normas indispensáveis para a construção das mesmas.

Assim, a padronização de um determinado sistema prevê o diâmetro do parafuso, o passo em milímetros o número de fios por polegada, o seu perfil, a profundidade do filete enfim, todas as características necessárias. Desse modo, podemos construir qualquer peça rosqueada.

Para que possamos Ter uma idéia mais precisa da importância dos sistemas de roscado, bastará

lembramos que dois parafusos com os mesmo diâmetro externo, mesmo número de fios por polegada e mesmo perfil, (triangular), são diferentes em virtude de um Ter sido construído pelo sistema internacional e o outro pelo sistema inglês.

Normalização européia DIN

M 10 – significa rosca métrica de 10mm de diâmetro;

M 10-1 – significa rosca métrica fina de 10mm de diâmetro com 1mm de passo;

M 35-1,5 – significa rosca métrica fina de 35mm de diâmetro por 1,5mm de passo;

W 100x1/8 – significa rosca sistema WHITWORTH de 100mm de diâmetro com 1/8" de passo;

R 2" – significa rosca sistema WHITWORTH para tubos com 2" de diâmetro;

Tr 48x8 – significa rosca trapezoidal métrica de 30° com 48mm de diâmetro e 8mm de passo;

RD 40x1/16" – significa rosca redonda, com 40mm de diâmetro e 1/16" de passo;

S 80x10 – significa rosca em dente de serra, com 80mm de diâmetro e 10mm de passo;

Tr 48x16-2E – Significa rosca trapezoidal métrica, com 48mm de diâmetro 16mm de passo e de duas entradas à esquerda;

25.4 - Normalização Americana ASA

3/8" – 16 NC-2 – significa rosca americana, grossa diâmetro de 3/8" com 16 fios;

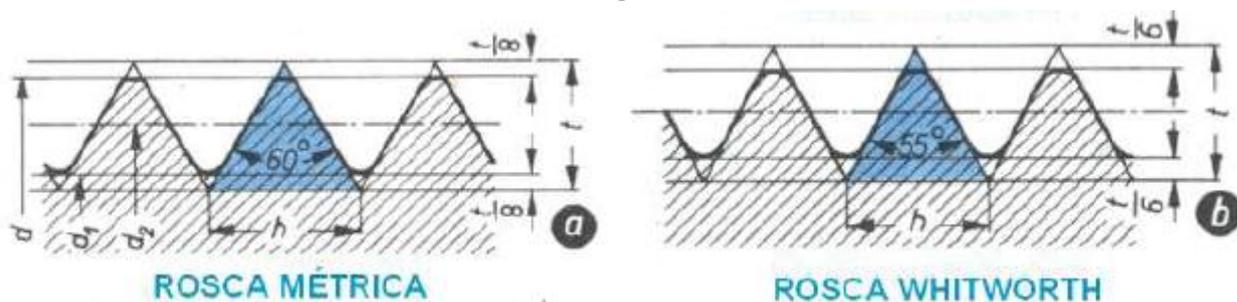
3/8" – 24 NF-3 – significa rosca americana, fina diâmetro de 3/8" com 24 fios;

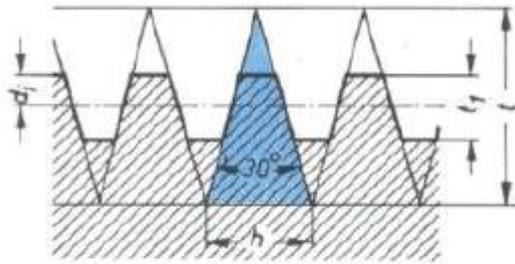
1" – 5 ACME – significa rosca trapezoidal americana com 29° de inclinação com 1" de diâmetro e de 5 fios por polegada;

1/2" – 16 BSF – significa rosca sistema WHITWORTH grossa, com 1/4" de diâmetro e 20 fios por polegada;

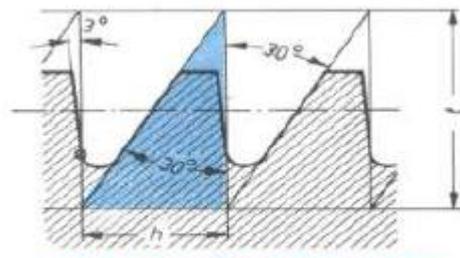
Perfis de rosca

Triangular

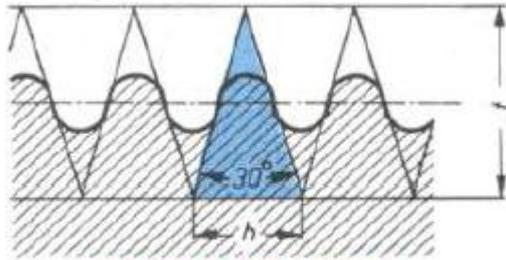




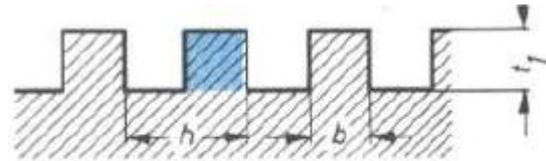
ROSCA TRAPEZOIDAL



ROSCA DENTE DE SERRA



ROSCA REDONDA



ROSCA QUADRADA

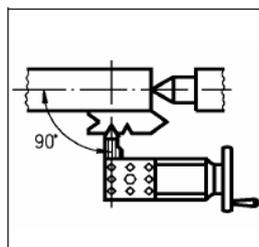
- Triangular – Parafusos diversos
- Quadrada – Parafusos que suportam grandes esforços
- Trapezoidal – Parafusos que transmitem algum movimento
- Dente-de-serra – Parafusos que suportam esforços em um só sentido.

Abrir roscas triangulares

Como você já sabe, existem vários tipos de roscas que podem ser classificadas de acordo com o formato do filete: triangular, quadrado, trapezoidal, redondo e dente-de-serra. Para explicar a operação de roscar no torno, vamos usar sempre como exemplo a rosca triangular por ser a mais empregada. Essa operação de abrir rosca consiste em dar forma triangular ao filete com uma ferramenta de perfil adequado. A ferramenta é conduzida pelo carro principal ou longitudinal.

Dependendo do tipo de torno usado, a relação entre os movimentos da ferramenta e do material é obtida com as engrenagens da grade ou da caixa de avanço automático. O avanço deve ser igual ao passo da rosca por volta completa do material. Para abrir rosca triangular por penetração perpendicular da ferramenta e quando a rosca desejada for do sistema métrico, usa-se uma ferramenta com ângulo de ponta de 60° . Para uma rosca do sistema Whitworth, a ferramenta terá um ângulo da ponta de 55° . Empregando-se um verificador de ângulos, conhecido como escantilhão, monta-se a ferramenta com o eixo longitudinal perpendicular ao eixo da peça.

Quando a profundidade fixada pelas normas de roscas é atingida, e por meio de verificadores adequados (pente de rosca), a abertura do filete triangular é concluída.

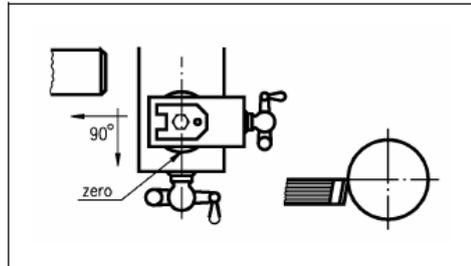


Para abrir rosca triangular com penetração oblíqua da ferramenta, o eixo longitudinal da ferramenta permanece perpendicular ao eixo da peça, mas a aresta cortante AB da ferramenta desloca-se paralelamente a um dos flancos do filete, porque são a aresta e o bico que atacam o material.

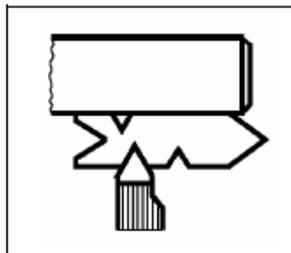
Para exemplificar uma operação de abertura de rosca, vamos descrever as etapas para a construção de uma rosca triangular externa por penetração perpendicular. Elas são:

1. Torneamento do diâmetro: o material é torneado no diâmetro externo (maior) da rosca. A ferramenta de corte não deve iniciar o trabalho com canto vivo no topo da peça. O ideal é chanfrar em um ângulo de 45° , ou arredondar com uma ferramenta própria.

2. Posicionamento da ferramenta e na altura do eixo da peça: o carro superior deve estar paralelo ao eixo para posicionar a ferramenta perpendicularmente (90°) em relação à peça.



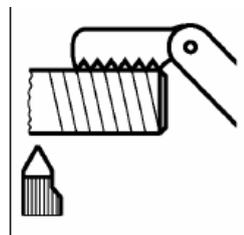
3. Verificação do ângulo da ferramenta com escantilhão e fixação.



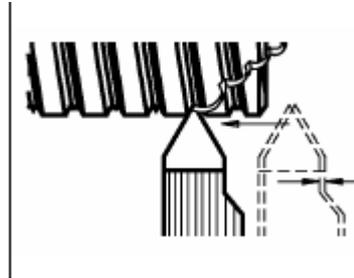
4. Preparação do torno usando a caixa de câmbio com as respectivas engrenagens para selecionar o avanço.

5. Verificação da preparação:

- acionar o torno;
- aproximar a ferramenta do material para tomar referência zero no anel graduado;
- dar uma profundidade de corte de 0,3 mm;
- engatar o carro principal e deixar a ferramenta se deslocar aproximadamente 10 filetes;
- afastar a ferramenta e desligar o torno;
- verificar o passo com um verificador de rosca.



6. Retorno ao ponto inicial de corte: o retorno se faz invertendo-se o sentido de rotação do motor e com o carro engatado. Nessa etapa, dá-se nova profundidade de corte, controlando com o anel graduado os sucessivos passos para saber quando se chega à altura correta do filete. Isso é repetido até que faltem alguns décimos de milímetros para a medida correta do filete.



7. Término da rosca: coloca-se a ferramenta no centro do vão da rosca e com o carro em movimento dá-se a menor profundidade de corte possível até que a ferramenta de corte encoste nos flancos do filete, a fim de reproduzir exatamente sua forma, e toma-se nova referência no anel graduado. Toda a rosca deve ser repassada com a mesma profundidade de corte.

Fluido de Corte

Os fluidos de corte são usados para refrigerar a ferramenta e a peça; lubrificar a ferramenta para dar maior durabilidade ao gume e melhor acabamento na superfície dos trabalhos; evitar a oxidação e facilitar a saída do cavaco.

Os mais empregados são: Óleos de corte - óleos minerais, aos quais se adicionam compostos químicos.

São usados como se apresentam no comércio, para máquinas de produção em série.

Emulsões de corte - São misturas de água e outros elementos com óleo solúvel, enxofre, bórax, etc... Geralmente devem ser preparados.

O fluido de corte mais utilizado é uma mistura de aspecto leitoso, contendo água como refrigerante, e 5 a 10 % de óleo solúvel como lubrificante e antioxidante.

Material a trabalhar	Tipo de trabalho					
	Torneamento e mandrilhamento	Furação	Fresamento	Aplainamento	Rosçamento	
					com ponta de ferramenta	com machos ou tarraça
Aço ABNT 1018 a 1030	1-2	2	2	2	2-8	8
Aço ABNT 1030 a 1060	3	3	3	3	3-9	8
Aço ABNT acima de 1060 e aços-liga	3	3	3	3	3-4	8
Aços inoxidáveis	3	3-10	3	3	6	7-10
Ferro fundido	1	1	1	1	9	8
Alumínio e suas ligas	5-7	7	7	7	7	7
Bronze e latão	1-2	2	2	1	1-8	8
Cobre	1	7	2	2	4	7

TIPOS DE FLUIDOS DE CORTE

1	A seco.
2	Água com 5 % de óleo solúvel.
3	Água com 8 % de óleo solúvel.
4	Óleo mineral com 12 % de gordura.
5	Querosene.
6	Gordura animal com 30 % de alvaiade.
7	Querosene com 30 % de óleo mineral.
8	Óleo mineral com 2 % de enxofre em pó.
9	Óleo mineral com 5 % de enxofre em pó.
10	Aguarrás, 40 % - Enxofre, 30 % - Alvaiade, 30 %

Tabelas

5.4 - ROSCAS

5.4.1 - Elementos de uma rosca

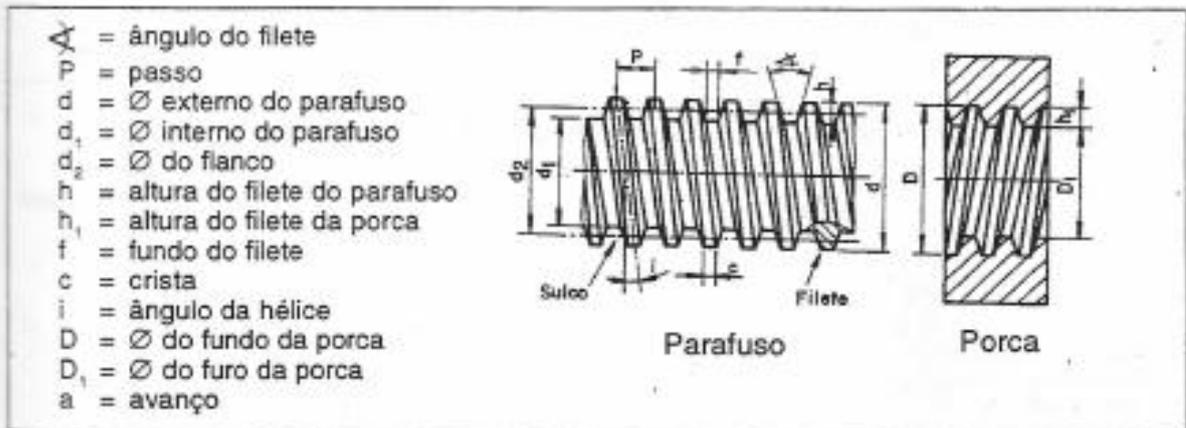


Figura 65

Sentido de direção do filete

a - rosca direita

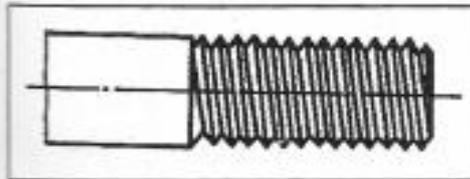


Figura 66

b - rosca esquerda

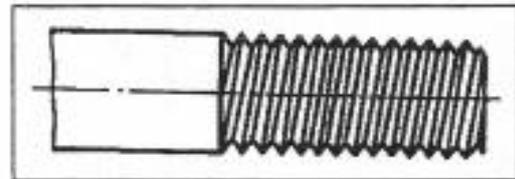
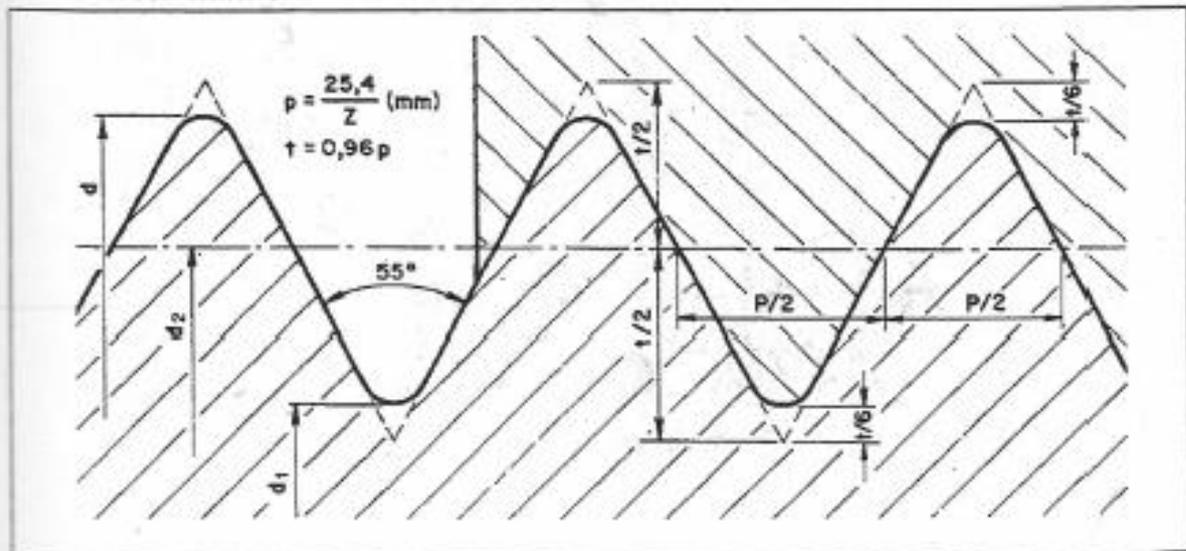


Figura 67

Olhando de frente, o filete é ascendente para a esquerda

O filete é ascendente da esquerda para a direita

5.4.2 - Rosca Whitworth



5.4.9 – Dimensões das roscas métricas - séries básicas e seus passos DIN 13

Dimensão (mm)	Passo (mm)				Dimensão (mm)	Passo (mm)			
	Série 1	Série 2	Série 3	Série 4		Série 1	Série 2	Série 3	Série 4
M 0,3 M 0,4	0,075 0,1	- -	- -	- -	M 39 M 40	4 -	3 -	2 -	1,5 1,5
M 0,5 M 0,6	0,125 0,15	- -	- -	- -	M 42	4,5	3	2	1,5
M 0,8 M 1	0,2 0,25	- -	- -	- -	M 45 M 48	4,5 5	3 3	2 2	1,5 1,5
M 1,2 M 1,4	0,25 0,3	- -	- -	- -	M 50 M 52	- -	- 3	- 2	1,5 1,5
M 1,7 M 2	0,35 0,4	- -	- -	- 0,25	M 55 M 56	- -	- 4	- 2	1,5 -
M 2,3 M 2,6	0,4 0,45	- -	- -	0,25 0,35	M 58 M 60	- -	- 4	2 2	1,5 1,5
M 3 M 3,5	0,5 0,6	- -	- -	0,35 -	M 62 M 64	- -	- 4	- 2	1,5 -
M 4 M 5	0,7 0,8	- -	- -	0,5 0,5	M 65 M 68	- -	- 4	- 2	1,5 1,5
M 6 M 8	1 1,25	- -	- -	0,5 1	M 70 M 72	- -	- 4	- 2	1,5 1,5
M 10 M 12 M 14	1,5 1,75 2	- - -	- 1 -	1 1,5 1,5	M 75	-	-	-	1,5
M 16 M 18	2 2,5	- 2	- -	1,5 1,5	M 76 M 80	- -	4 4	2 2	- -
M 20 M 22	2,5 2,5	2 2	- -	1,5 1,5	M 85 M 90	- -	4 4	2 2	- -
M 24 M 26	3 -	2 -	- -	1,5 1,5	M 95 M 100	- -	4 4	2 2	- -
M 27 M 28	3 -	2 -	- -	1,5 1,5	M 105 M 110	- -	4 4	2 2	- -
M 30 M 32	3,5 -	2 -	- -	1,5 1,5	M 115 M 120	- -	4 4	2 2	- -
M 33 M 35	3,5 -	2 -	- -	1,5 1,5	M 125 M 130	- -	4 6	2 3	- -
M 36 M38	4 -	3 -	2 -	1,5 1,5	M 140 até	- -	6 -	3 -	- -
					M 300	-	6	3	-
					-	-	-	-	-

Fórmulas:

$$\alpha = 60^\circ$$

P = Passo em mm

$$h = 0,6945.P$$

$$d_1 = d - 2h$$

$$d_2 = d_1 + h + a$$

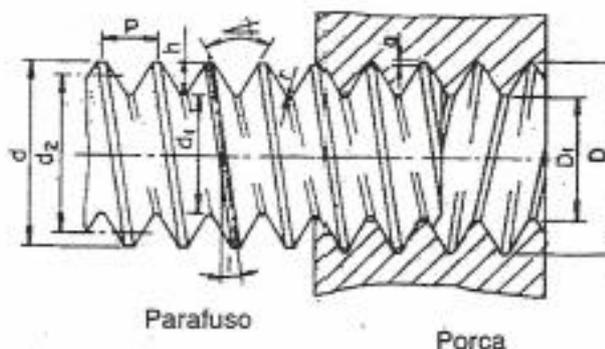
$$r = 0,0633.P$$

$$a = 0,045.P$$

$$D = d + 2a$$

$$D_1 = D - 2h$$

$$\text{tang. } i = \frac{P}{\pi d_2}$$



5.4.10 – Rosca métrica - série normal

PARAFUSO		PORCA		PARAFUSO E PORCA					Ø do furo da broca p/ rosca c/ machos
d	d ₁	D	D ₁	P	h	r	a	d ₂	
1	0,652	1,022	0,676	0,25	0,174	0,015	0,011	0,038	0,75
1,2	0,852	1,222	0,876	0,25	0,174	0,015	0,011	1,038	0,90
1,4	0,984	1,426	1,01	0,30	0,208	0,019	0,013	1,205	1,15
1,7	1,214	1,732	1,24	0,35	0,243	0,022	0,016	1,473	1,30
2	1,444	2,036	1,48	0,40	0,278	0,025	0,018	1,74	1,50
2,3	1,744	2,336	1,78	0,40	0,278	0,025	0,018	2,04	1,80
2,6	1,974	2,642	2,016	0,45	0,313	0,028	0,02	2,308	2,25
3	2,306	3,044	2,35	0,50	0,347	0,031	0,022	2,675	2,50
3,5	2,666	3,554	2,72	0,60	0,417	0,038	0,027	3,11	3,00
4	3,028	4,062	3,09	0,70	0,486	0,044	0,031	3,545	3,25
4,5	3,458	4,568	3,526	0,75	0,521	0,047	0,034	4,013	3,75
5	3,888	5,072	3,96	0,80	0,556	0,051	0,036	4,48	4,25
5,5	4,25	5,58	4,33	0,90	0,625	0,057	0,04	4,915	4,50
6	4,61	6,09	4,7	1,00	0,695	0,06	0,045	5,35	5,00
7	5,61	7,09	5,7	1,00	0,695	0,06	0,045	6,35	6,00
8	6,264	8,112	6,376	1,25	0,868	0,08	0,056	7,188	6,50
9	7,264	9,112	7,376	1,25	0,868	0,08	0,056	8,188	7,50
10	7,916	10,136	8,052	1,50	1,042	0,09	0,067	9,026	8,25
11	8,916	11,136	9,052	1,50	1,042	0,09	0,067	10,026	9,25
12	9,57	12,156	9,726	1,75	1,215	0,11	0,079	10,863	10,00
14	11,222	14,18	11,402	2,00	1,389	0,13	0,09	12,701	11,75
16	13,222	16,18	13,402	2,00	1,389	0,13	0,09	14,701	13,50
18	14,528	18,224	14,752	2,50	1,736	0,16	0,112	16,386	15,00
20	16,528	20,224	16,752	2,50	1,736	0,16	0,112	18,376	17,00
22	18,528	22,224	18,752	2,50	1,736	0,16	0,112	20,376	19,00
24	19,832	24,27	20,102	3,00	2,084	0,19	0,135	22,051	20,50
27	22,832	27,27	23,102	3,00	2,084	0,19	0,135	25,051	23,50
30	25,138	30,316	25,454	3,50	2,431	0,22	0,157	27,727	25,50
33	28,138	33,316	28,454	3,50	2,431	0,24	0,157	30,727	28,50
36	30,444	36,36	30,804	4,00	2,778	0,25	0,18	33,402	31,00
39	33,444	39,36	33,804	4,00	2,778	0,25	0,18	36,402	34,00
42	35,75	42,404	36,154	4,50	3,125	0,28	0,202	39,077	36,00
45	38,75	45,404	39,154	4,50	3,125	0,28	0,202	42,077	40,00
48	41,054	48,45	41,504	5,00	3,473	0,32	0,225	44,752	42,00
52	45,154	52,45	45,504	5,00	3,473	0,32	0,225	48,752	46,00
56	48,36	56,496	48,656	5,50	3,82	0,35	0,247	52,428	49,00

5.4.13 – Rosca dente de serra

Fórmulas:

$$h = h_1 + b$$

$$h_1 = 0,75 \cdot P$$

$$b = 0,11777 \cdot P$$

$$c = 0,26384 \cdot P$$

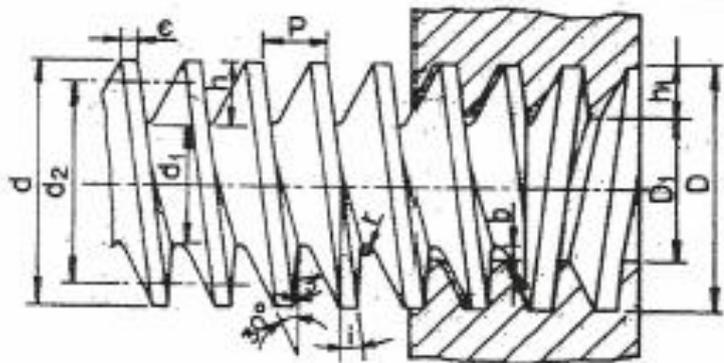
$$d_1 = 2 - 2h$$

$$D_1 = 2 - 2h_1$$

$$d_2 = D - 0,68191 \cdot P$$

$$r = 0,12427 \cdot P$$

$$\text{tang. } i = \frac{P}{\pi d_2}$$

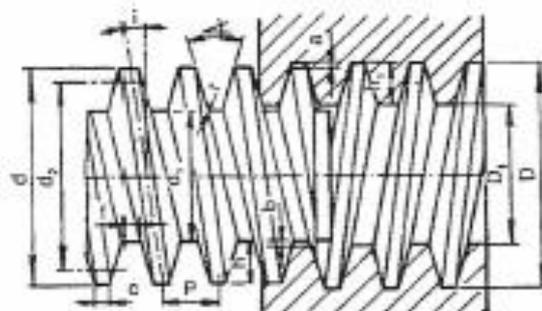


PARAFUSO		PARAFUSO					PORCA	
d = D		h	P	r	e	b	d ₂	D ₁
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
22	13,322	4,339	5	0,621	1,319	0,589	18,590	14,5
24	15,322	4,339	5	0,621	1,319	0,589	20,590	16,5
26	17,322	4,339	5	0,621	1,319	0,589	22,590	18,5
28	19,322	4,339	5	0,621	1,319	0,589	24,590	20,5
30	19,586	5,207	6	0,746	1,583	0,707	25,590	21
32	21,586	5,207	6	0,746	1,583	0,707	27,909	23
(34)	23,586	5,207	6	0,746	1,583	0,707	29,909	25
36	25,586	5,207	6	0,746	1,583	0,707	31,909	27
(38)	25,852	6,074	7	0,870	1,847	0,824	33,227	27,5
40	27,852	6,074	7	0,870	1,847	0,824	35,227	29,5
(42)	29,852	6,074	7	0,870	1,847	0,824	37,227	31,5
44	31,852	6,074	7	0,870	1,847	0,824	39,227	33,5
(46)	32,116	6,942	8	0,994	2,111	0,942	40,545	34
48	34,116	6,942	8	0,994	2,111	0,942	42,545	36
50	36,116	6,942	8	0,994	2,111	0,942	44,545	38
52	38,116	6,942	8	0,994	2,111	0,942	46,545	40
55	39,380	7,810	9	1,118	2,375	1,060	48,863	41,5
(58)	42,380	7,810	9	1,118	2,375	1,060	51,863	44,5
60	44,380	7,810	9	1,118	2,375	1,060	53,863	46,5
65	47,644	8,678	10	1,243	2,638	1,178	58,181	50
68	50,644	8,678	10	1,243	2,638	1,178	61,181	53
70	52,644	8,678	10	1,243	2,638	1,178	63,181	55
(72)	54,644	8,678	10	1,243	2,638	1,178	65,181	57
(75)	57,644	8,678	10	1,243	2,638	1,178	68,181	60
(78)	60,644	8,678	10	1,243	2,638	1,178	71,181	63
80	62,644	8,678	10	1,243	2,638	1,178	73,181	65
(82)	64,644	8,678	10	1,243	2,638	1,178	75,181	67
85	64,174	10,413	12	1,491	3,166	1,413	78,817	67
(88)	67,174	10,413	12	1,491	3,166	1,413	79,817	70
(90)	69,174	10,413	12	1,491	3,166	1,413	81,817	72
95	74,174	10,413	12	1,491	3,166	1,413	86,817	77
98	77,174	10,413	12	1,491	3,166	1,413	89,817	80
100	79,174	10,413	12	1,491	3,166	1,413	91,817	82
(105)	84,174	10,413	12	1,491	3,166	1,413	96,817	87
110	89,174	10,413	12	1,700	3,166	1,413	101,817	92
(115)	90,702	12,149	14	1,700	3,694	1,549	105,453	94
120	95,702	12,149	14	1,700	3,694	1,549	110,453	99

5.4.14 – Rosca trapezoidal “métrica” (normalizada) e “ACME” (americana)

Fórmulas:

Rosca “Métrica”	Rosca “ACME”
$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 29^\circ$
$h = 0,5P + a$	$h = 0,5P + 0,254$
$h_1 = 0,5P + 2a - b$	$h_1 = h$
$c = 0,366P$	$c = 0,3707P$
$f = c - 0,534a$	$f = 0,3707P - 0,132$
$d_1 = d - 2h$	$d_1 = d - 2h$
$d_2 = d - 0,5P$	$d_2 = d - 0,5P$
$D = d + 2a$	$D = d + 0,508$
$D_1 = d - 2h + 2b$	$D_1 = d - P$



Parafuso

Porca

$$\text{tang. } i = \frac{P}{\pi d_2}$$

Nota – a rosca “ACME” não é arredondada;
os valores das fórmulas e tabelas são dados em (mm)

5.4.14.1 – Rosca trapezoidal “métrica” (normalizada)

P	PARAFUSO							PORCA		
	h	d_1	d_2	f	c	a - r	b	h_1	D	D_1
2	1,20	$d - 2,4$	$d - 1$	0,62	0,73	0,20	0,30	1,10	$d + 0,4$	$d - 1,8$
3	1,75	$d - 3,5$	$d - 1,5$	0,96	1,10	0,25	0,50	1,50	$d + 0,5$	$d - 2,5$
4	2,25	$d - 4,5$	$d - 2$	1,33	1,46	0,25	0,50	2,00	$d + 0,5$	$d - 3,5$
5	2,75	$d - 5,5$	$d - 2,5$	1,70	1,83	0,25	0,75	2,25	$d + 0,5$	$d - 4$
6	3,25	$d - 6,5$	$d - 3$	2,06	2,20	0,25	0,75	2,75	$d + 0,5$	$d - 5$
8	4,25	$d - 8,5$	$d - 4$	2,79	2,93	0,25	0,75	3,75	$d + 0,5$	$d - 7$
10	5,25	$d - 10,5$	$d - 5$	3,53	3,66	0,25	0,75	4,75	$d + 0,5$	$d - 9$
12	6,25	$d - 12,5$	$d - 6$	4,26	4,39	0,25	0,75	5,75	$d + 0,5$	$d - 11$
16	8,50	$d - 17$	$d - 8$	4,59	5,86	0,50	1,50	7,50	$d + 1$	$d - 14$
20	10,50	$d - 21$	$d - 10$	7,05	7,32	0,50	1,50	9,50	$d + 1$	$d - 18$

5.4.14.2 – Rosca trapezoidal “ACME” (americana)

nº de fios	PARAFUSO							PORCA		
	P	h	d_2	f	c	a = b	h_1	D	D_2	
10	2,54	1,52	$d - 3,04$	$d - 1,27$	0,81	0,94	0,254	1,52	$d + 0,508$	$d - 2,54$
9	2,83	1,66	$d - 3,32$	$d - 1,42$	0,91	1,04	0,254	1,66	$d + 0,508$	$d - 2,83$
8	3,175	1,84	$d - 3,68$	$d - 1,587$	1,04	1,17	0,254	1,84	$d + 0,508$	$d - 3,175$
7	3,628	2,06	$d - 4,12$	$d - 1,814$	1,21	1,34	0,254	2,06	$d + 0,508$	$d - 3,628$
6	4,233	2,36	$d - 4,72$	$d - 2,116$	1,43	1,56	0,254	2,36	$d + 0,508$	$d - 4,233$
5	5,080	2,79	$d - 5,58$	$d - 2,54$	1,75	1,88	0,254	2,79	$d + 0,508$	$d - 5,080$
4	6,350	3,42	$d - 6,84$	$d - 3,175$	2,22	2,55	0,254	3,42	$d + 0,508$	$d - 6,350$
3	8,466	4,48	$d - 8,96$	$d - 4,233$	3,00	3,13	0,254	4,48	$d + 0,508$	$d - 8,466$
2	12,700	6,60	$d - 13,20$	$d - 6,35$	4,57	4,70	0,254	6,60	$d + 0,508$	$d - 12,700$
11/3	19,02	9,78	$d - 19,56$	$d - 9,51$	6,93	7,06	0,254	9,78	$d + 0,508$	$d - 19,02$
1	25,4	12,95	$d - 25,9$	$d - 12,70$	9,28	9,41	0,254	12,95	$d + 0,508$	$d - 25,4$

5.4.15 – Rosca Americana (SAE - fina)

Fórmulas:

$$\alpha = 60^\circ$$

$$P = \frac{1''}{n^\circ \text{ de fios}}$$

$$h = 0,6495 \cdot P$$

$$h_1 = 0,6134 \cdot P$$

$$d_2 = d - h$$

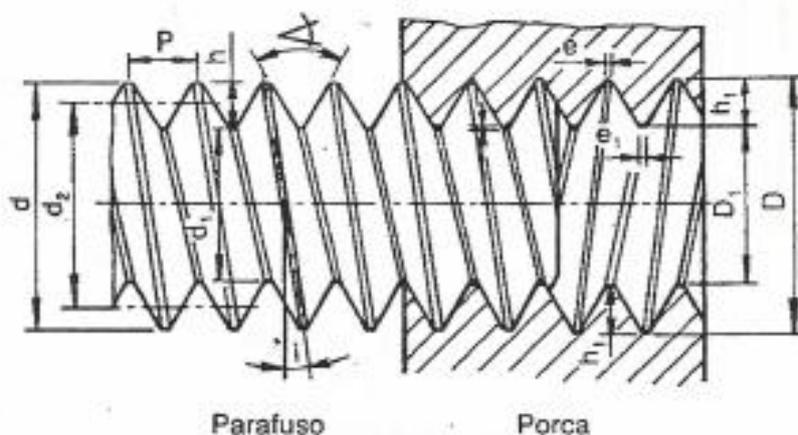
$$D = d - 0,2222 h$$

$$D_1 = d - 1,7647 h_1$$

$$e = \frac{P}{8}$$

$$e_1 = \frac{P}{24}$$

$$\text{tang. } i = \frac{P}{\pi d_2}$$



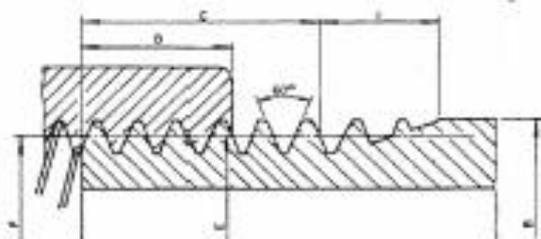
pol.	d (mm)	d ₁	nº de fios	P	h	h ₁	e	e ₁	d ₂	D	D ₁
Nº 0	1,524	1,112	80	0,317	0,206	0,194	0,039	0,013	1,318	1,569	1,180
Nº 1	1,854	1,396	72	0,352	0,229	0,216	0,044	0,015	1,625	1,904	1,472
Nº 2	2,184	1,669	64	0,396	0,257	0,243	0,049	0,017	1,927	2,241	1,754
Nº 3	2,515	1,925	56	0,453	0,294	0,278	0,057	0,019	2,220	2,580	2,024
Nº 4	2,845	2,157	48	0,529	0,343	0,324	0,066	0,022	2,501	2,921	2,272
Nº 5	3,175	2,424	44	0,577	0,375	0,354	0,072	0,024	2,799	3,258	2,549
Nº 6	3,505	2,680	40	0,635	0,412	0,389	0,079	0,026	3,093	3,596	2,817
Nº 8	4,166	3,249	36	0,705	0,458	0,432	0,088	0,029	3,707	4,267	3,402
Nº 10	4,826	3,795	32	0,793	0,515	0,486	0,099	0,033	4,310	4,940	3,966
Nº 12	5,486	4,308	28	0,907	0,589	0,556	0,113	0,038	4,897	5,616	4,504
1/4	6,350	5,274	28	0,907	0,589	0,556	0,113	0,038	5,863	6,580	5,468
5/16	7,938	6,562	24	1,058	0,687	0,649	0,132	0,044	7,250	8,090	6,792
3/8	9,525	8,150	24	1,058	0,687	0,649	0,132	0,044	8,837	9,677	8,379
7/16	11,113	9,463	20	1,270	0,824	0,779	0,159	0,053	10,288	11,296	9,738
1/2	12,700	11,050	20	1,270	0,824	0,779	0,159	0,053	11,875	12,883	11,325
9/16	14,288	12,454	18	1,411	0,916	0,865	0,176	0,059	13,371	14,491	12,760
5/8	15,875	14,042	18	1,411	0,916	0,865	0,176	0,059	14,959	16,078	14,347
3/4	19,050	16,988	16	1,587	1,031	0,973	0,198	0,066	18,019	19,279	17,331
7/8	22,225	19,868	14	1,814	1,178	1,112	0,227	0,075	21,047	22,488	20,261
1	25,400	23,043	14	1,814	1,178	1,112	0,227	0,075	24,222	25,661	23,436
1 1/8	28,575	25,826	12	2,116	1,374	1,298	0,265	0,088	27,200	28,880	26,283
1 1/4	31,750	29,001	12	2,116	1,374	1,298	0,265	0,088	30,375	32,054	29,458
1 3/8	34,925	32,176	12	2,116	1,374	1,298	0,265	0,088	33,550	35,230	32,633
1 1/2	38,100	35,351	12	2,116	1,374	1,298	0,265	0,088	36,725	38,405	35,808
1 3/4	44,450	41,701	12	2,116	1,374	1,298	0,265	0,088	43,075	44,755	42,158
2	50,800	48,051	12	2,116	1,374	1,298	0,265	0,088	49,425	51,105	48,508
2 1/4	57,150	54,401	12	2,116	1,374	1,298	0,265	0,088	55,775	57,455	54,858
2 1/2	63,500	60,751	12	2,116	1,374	1,298	0,265	0,088	62,125	63,805	61,208
2 3/4	69,850	67,101	12	2,116	1,374	1,298	0,265	0,088	68,475	70,155	67,558
3	76,200	72,672	10	2,540	1,65	1,558	0,317	0,106	74,436	76,591	73,450

5.4.16 – Rosca de tubulação

ABREVIATURAS	SIGNIFICADO/EMPREGO
NPT	<p>American National Taper Pipe Thread</p> <p>Usada pelo governo americano e todas as indústrias daquele país; empregada geralmente em tubulações, conexões e válvulas. A rosca externa e a interna são sempre cônicas quando a pressão é elevada.</p>
NPSC	<p>American National Straight Pipe Thread</p> <p>Usada normalmente em roscas internas de conexões comerciais (preço). Quando se unem rosca externa cônica e interna paralela (straight), costuma-se empregar algum material de vedação (juta por exemplo) para preencher os espaços entre o metal.</p>
NPTF	<p>American National Taper Pipe Thread for Dyseal Pressuretight Joints</p> <p>Rosca cônica usada quando o emprego de algum vedante poderia contaminar ou ser atacado pelo líquido, não emprega vedante; as cristas das roscas tocam e comprimem os fundos.</p>
NPSF	<p>American National Straight Taper Pipe Thread for Dyseal Pressuretight Joints</p> <p>Corresponde ao caso anterior, mas aqui a rosca é cilíndrica e não cônica; usada em furos rosqueados de buchões e de blocos de engraxadeiras.</p>
NPSF	<p>American National Straight Pipe Thread for Mechanical Joints</p> <p>Rosca cilíndrica usada quando o emprego de algum vedante poderia contaminar ou ser atacado pelos líquidos, não emprega vedante.</p>
NPSM	<p>American National Straight Pipe Thread for Locknuts and Locknut Pipe Threads</p> <p>Usada quando o tubo deve ser preso à parede de um reservatório ou tanque.</p>
NPSH	<p>American National Straight Pipe Thread for Hose Couplings and Nozzles</p> <p>Rosca cilíndrica usada na fixação de mangueiras e bocais.</p>
NPTR	<p>American National Taper Pipe Thread for Railing Fittings</p> <p>Campo restrito de aplicação em estrada de ferro.</p>

5.4.17 – Rosca de tubulação (americana)

- B = Diâmetro externo do tubo
- F = Diâmetro efetivo na extremidade externa
- E = Diâmetro efetivo na extremidade da rosca interna
- C = Comprimento efetivo da rosca
- D = Comprimento de encaixe normal à mão
- I = Filetes imperfeitos
- K = Profundidade da rosca (máx.)



Dimensão Nominal do Tubo	B	Nº de fios por pol.	F	E	C	D	I	K
1/16	0,3125	27	0,27118	0,28118	0,2611	0,160	0,1285	0,02963
1/8	0,405	27	0,36351	0,37476	0,2639	0,180	0,1285	0,02963
1/4	0,540	18	0,47739	0,48989	0,4018	0,200	0,1928	0,04444
3/8	0,675	18	0,61201	0,62701	0,4078	0,240	0,1928	0,04444
1/2	0,840	14	0,75843	0,77843	0,5337	0,320	0,2478	0,05714
3/4	1,050	14	0,96768	0,98887	0,5457	0,339	0,2478	0,05714
1	1,315	11 1/2	1,21363	1,23863	0,6828	0,400	0,3017	0,06957
1 1/4	1,660	11 1/2	1,55713	1,58338	0,7066	0,420	0,3017	0,06957
1 1/2	1,900	11 1/2	1,79609	1,82234	0,7235	0,420	0,3017	0,06957
2	2,375	11 1/2	2,26902	2,29627	0,7565	0,436	0,3017	0,06957
2 1/2	2,875	8	2,71953	2,76216	1,1375	0,682	0,4337	0,10000
3	3,500	8	3,34062	3,38850	1,2000	0,766	0,4337	0,10000
3 1/2	4,000	8	3,83750	3,88881	1,2500	0,821	0,4337	0,10000
4	4,500	8	4,33438	4,38712	1,3000	0,844	0,4337	0,10000
5	5,563	8	5,39073	5,44929	1,4063	0,937	0,4337	0,10000
6	6,625	8	6,44609	6,50597	1,5125	0,958	0,4337	0,10000
8	8,625	8	8,43359	8,50003	1,7125	1,063	0,4337	0,10000
10	10,750	8	10,54531	10,62094	1,9250	1,210	0,4337	0,10000
12	12,750	8	12,53281	12,61781	2,1250	1,360	0,4337	0,10000
14 OD	14,000	8	13,77500	13,87262	2,2500	1,562	0,4337	0,10000
16 OD	16,000	8	15,76250	15,87575	2,4500	1,812	0,4337	0,10000
18 OD	18,000	8	17,75000	17,87500	2,6500	2,000	0,4337	0,10000
20 OD	20,000	8	19,73750	19,87031	2,8500	2,125	0,4337	0,10000
24 OD	24,000	8	23,71250	23,86094	3,2500	2,375	0,4337	0,10000

Nota: – A conicidade da rosca é de 6,25%
 – As dimensões estão em polegadas

5.4.7 – Rosca quadrada e rosca redonda

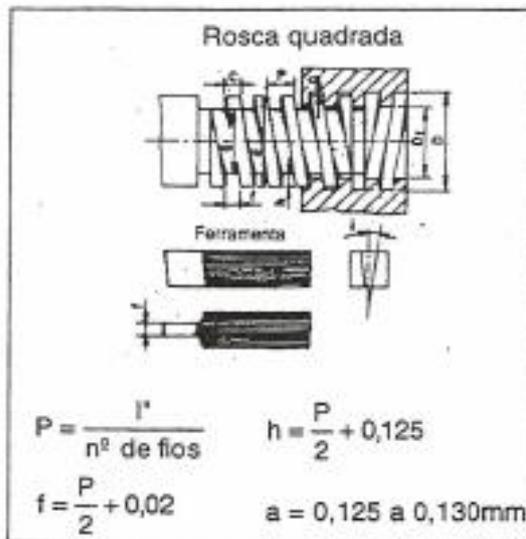


Figura 69

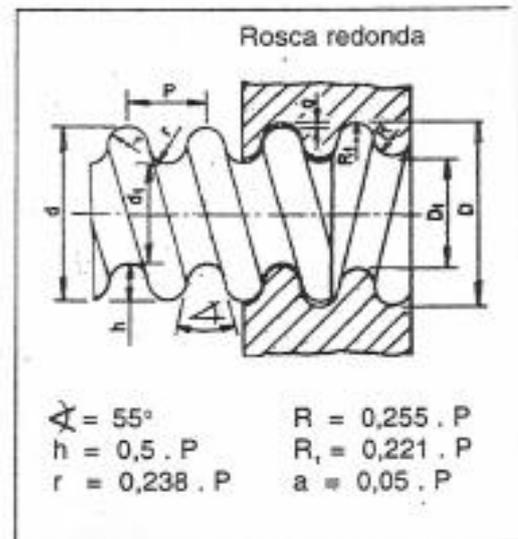
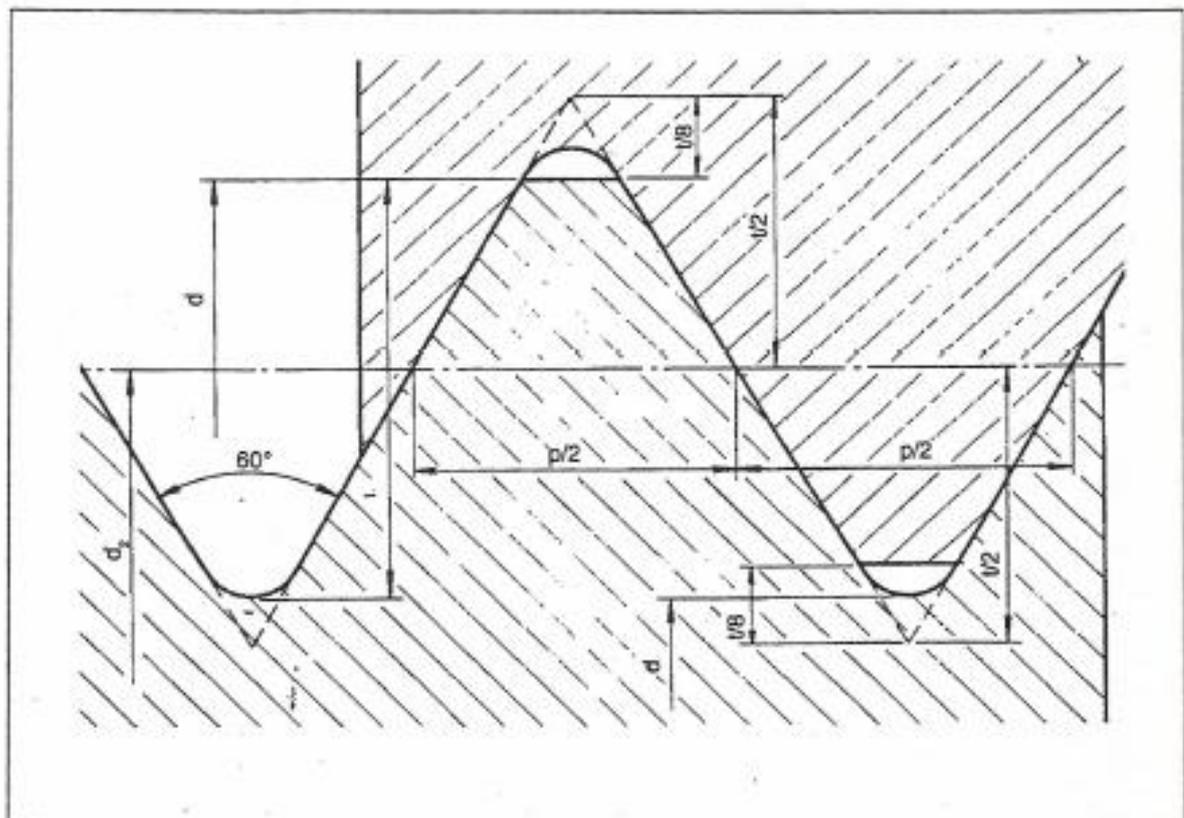


Figura 70

Nota: O passo também é calculado em milímetros

5.4.8 – Rosca métrica



6.10 – BROCAS

6.10.1 – Brocas helicoidais

Broca helicoidal com haste cônica

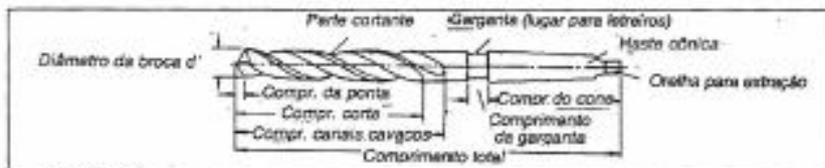


Figura 99

PARTE CORTANTE
a aresta cort. princ.
b superfície de saída
c larg. parte rebaix.
d superfície principal de folga
e ponta do corte
f larg. da guia
g Sup. lateral de folga
h canal
j diâmetro dorso
k espessura do núcleo
l canto do dorso
m aresta transv. de corte
n aresta lateral
o diâmetro broca
p ângulo ponta
q ângulo da aresta transv.

α_1 ângulo incid. med. nos cant. corte
 α_2 ângulo incid. eficaz
 β ângulo cunha
 γ_1 ângulo ataq. cantos corte
 γ_2 ângulo hél. cantos corte
 δ ângulo passo avanço
e canto corte
s avanço
 $\frac{s}{2}$ espessura cavaco
 $\Pi \cdot d$ perímetro da broca

Figura 100

Figura 101

AFIAÇÕES ESPECIAIS

Redução aresta transv.

Redução aresta transv. com correção da aresta principal

Afiliação cruzada

Afiliação para ferro fundido

Ponta de centrar

Figura 102

Figura 103

Figura 104

Figura 105

Figura 106

DIRETRIZES PARA A PREPARAÇÃO DAS BROCAS

Material a ser trabalhado	Âng. ponta φ	Âng. hélice		γ >10	Material a ser trabalhado	Âng. ponta φ	Âng. hélice		γ >5mm
		$d=3,2 \dots 5$	>5-10				$d > 3,5 \dots 5\text{mm}$	>5mm	
Aço e aço fundido até 690 N/mm ² de resistência à tração Ferro fundido cinzento Ferro maleável; Latão (duro); Alpaca; Níquel	118°	22°	25°	30°	Cobre, Ø broca até 30 mm Liga Al, cavaco longo Celulósido	140°	35°	40°	
					Aços austeníticos Ligas de Mg	140°	12°	13°	
Latão (macio)	118°	12°		13°	Mat. mold. por pressão com espessura $s \geq d$	80°	35°	40°	
Aço e aço fundido resistência à tração: 690 a 1180 N/mm ²	130°	22°	25°	30°	Mat. mold. por pressão Mat. estrat. prensado $s \leq d$ Ebonite, mat. prens. finos, mármore, ardósia, carvão	80°	12°	13°	
Aços inoxidáveis Cobre Ø broca > 30mm Liga Al, cavaco curto	140°	22°	25°	30°	Ligas de Zn Metal branco	118°	35°	40°	