

Leitura e Interpretação de Desenho Técnico Mecânico

Desenho Técnico Mecânico

© SENAI – 2006

3ª edição, atualização para adaptação e uniformização de capas, 2006
Trabalho atualizado com intuito de atender à DITEC 010 v.4

Atualização Juliano Gonçalves

2ª edição – 2005

Material elaborado pelo CFP 1.22.

Coordenação Geral	Adilson Augusto Lazaro
Organização	Rinaldo Afanasiev
Conteúdo técnico	Acervo SENAI - Intranet

Desenho Técnico Mecânico

SENAI-SP “Hermenegildo Campos de Almeida”
Av. Dr. Renato de Andrade Maia, 601
Guarulhos SP
CEP 07114-000

Telefone (11) 2461-3553

FAX (11) 2468-9090

E-mail senaiguarulhos@sp.senai.br

Home Page www.sp.senai.br/guarulhos

Sumário

Desenho artístico e desenho técnico	7
Material de desenho técnico	11
Caligrafia técnica	17
Figuras geométricas	19
Sólidos geométricos	25
Perspectiva isométrica	31
Projeção ortogonal	43
Linhas	49
Cotagem	53
Supressão de vistas	73
Desenho em corte	79
Escala	89
Estado e acabamento superficial	93
Tolerância – Representações	101
Componentes padronizados de máquinas	115
Simbologia de soldagem	153
Exercícios	179
Referência Bibliográfica	261

Desenho artístico e desenho técnico

O homem se comunica por vários meios. Os mais importantes são a fala, a escrita e o desenho.

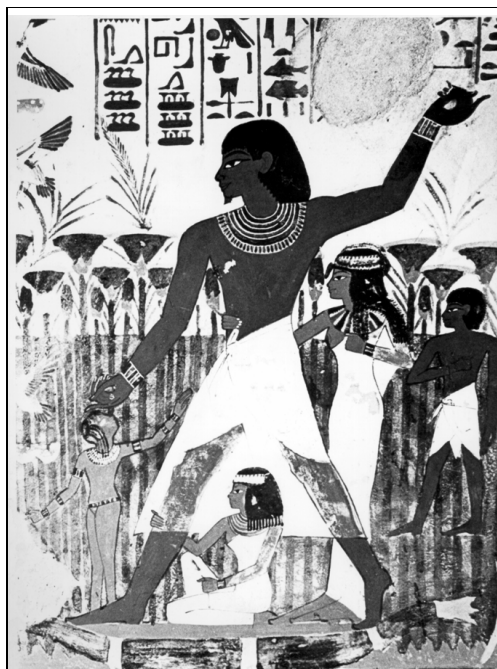
O desenho artístico é uma forma de representar as idéias e os pensamentos de quem desenhou.

Por meio do desenho artístico é possível conhecer e mesmo reconstituir a história dos povos antigos.

Ainda pelo desenho artístico é possível conhecer a técnica de representar desses povos.



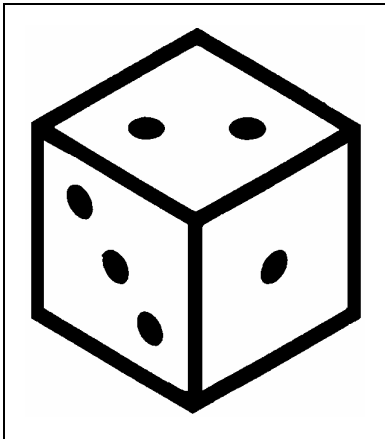
Detalhes dos desenhos das cavernas de Skavberg, Noruega



Representação egípcia do túmulo do escriba Nakht 14 a.C.

Atualmente existem muitas formas de representar tecnicamente um objeto. Essas formas foram criadas com o correr do tempo, à medida que o homem desenvolvia seu modo de vida. Uma dessas formas é a perspectiva.

Perspectiva é a técnica de representar objetos e situações como eles são vistos na realidade, de acordo com sua posição, forma e tamanho.



Pela perspectiva pode-se também ter a idéia do comprimento, da largura e da altura daquilo que é representado.

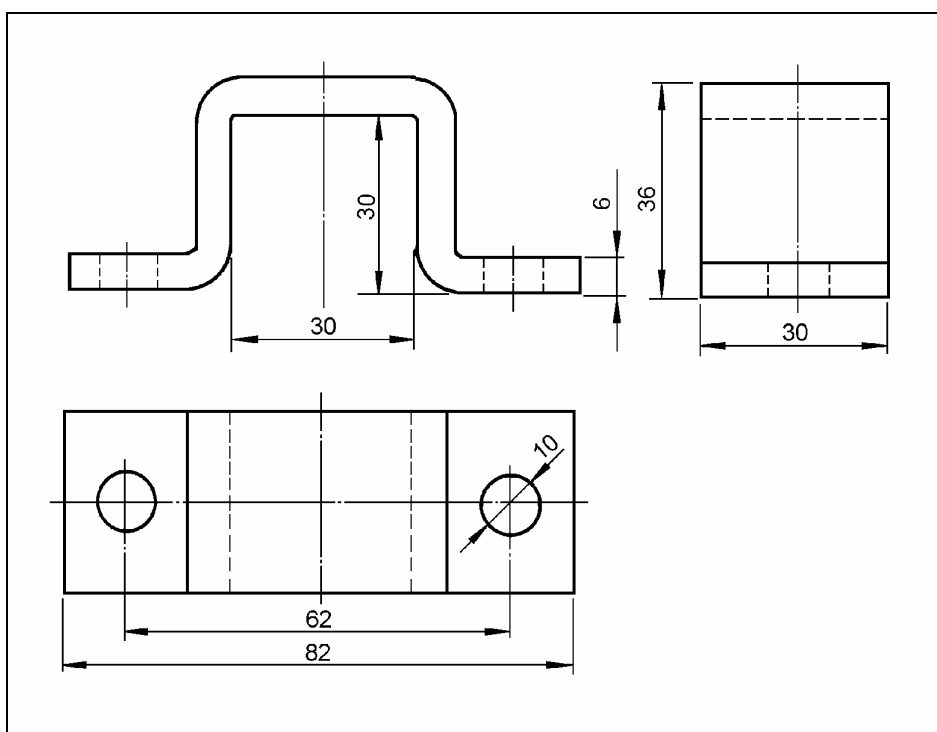


Você deve ter notado que essas representações foram feitas de acordo com a posição de quem desenhou.

Também foram resguardadas as formas e as proporções do que foi representado.

O desenho técnico é assim chamado por ser um tipo de representação usado por profissionais de uma mesma área: mecânica, marcenaria, serralharia, etc.

Ele surgiu da necessidade de representar com precisão máquinas, peças, ferramentas e outros instrumentos de trabalho.



No decorrer da apostila, você aprenderá outras aplicações do desenho técnico.

Material de desenho técnico

O conhecimento do material de desenho técnico e os cuidados com ele são fundamentais para a execução de um bom trabalho. A maneira correta de utilizar esse material também, pois as qualidades e defeitos adquiridos pelo estudante, no primeiro momento em que começa a desenhar, poderão refletir-se em toda a sua vida profissional.

Os principais materiais de desenho técnico são:

- O papel;
- O lápis;
- A borracha;
- A régua.

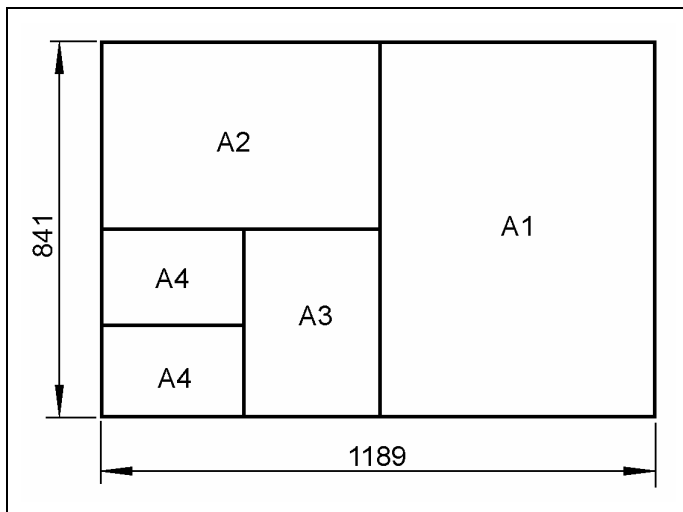
O papel

O papel é um dos componentes básicos do material de desenho. Ele tem formato básico, padronizado pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Esse formato é o A0 (A zero) do qual derivam outros formatos.

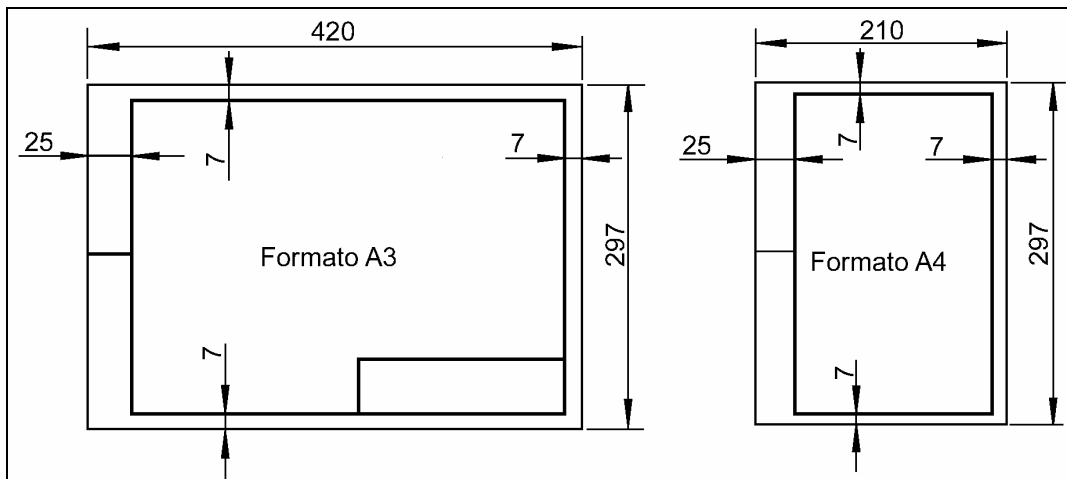
Formatos da série "A" (Unidade: mm)

Formato	Dimensão	Margem direita	Margem esquerda
A0	841 x 1.189	10	25
A1	594 x 841	10	25
A2	420 x 594	7	25
A3	297 x 420	7	25
A4	210 x 297	7	25

O formato básico A0 tem área de 1m^2 e seus lados medem $841\text{mm} \times 1.189\text{mm}$.



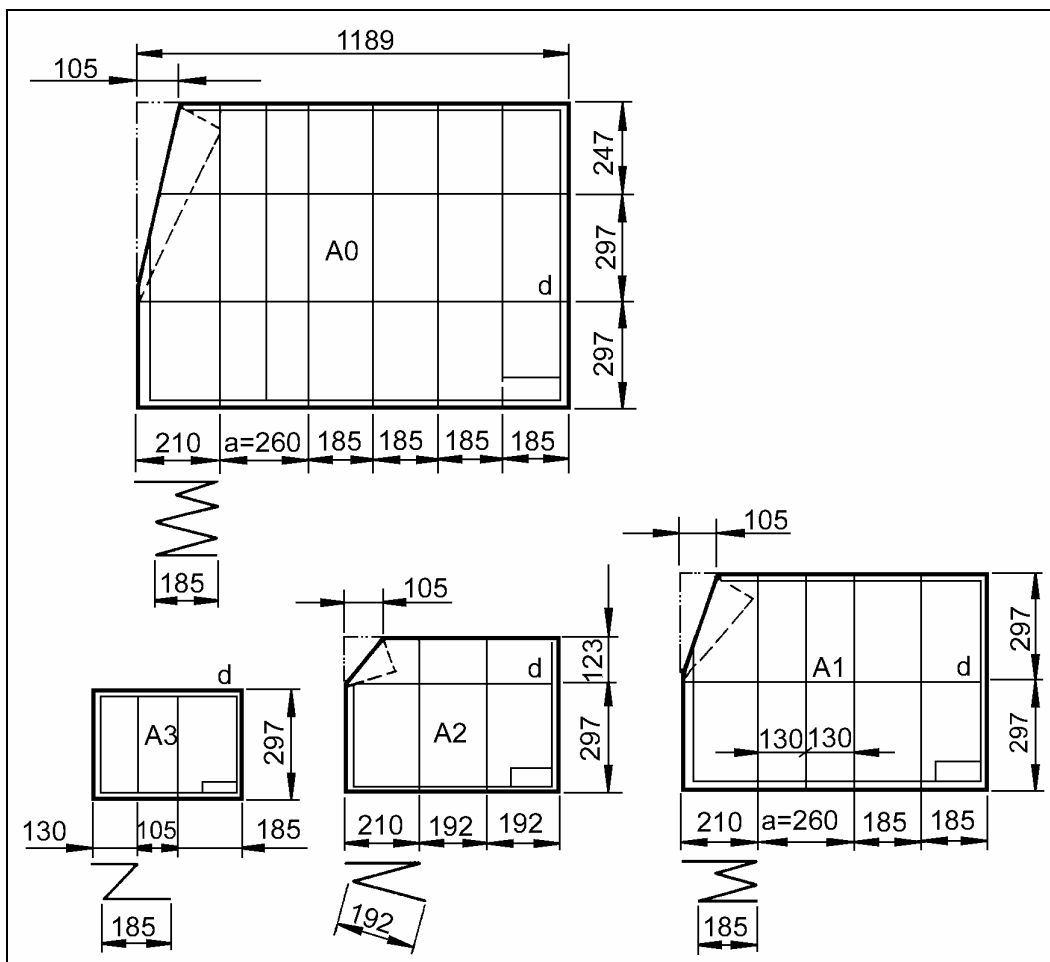
Do formato básico derivam os demais formatos.



Quando o formato do papel é maior que A4, é necessário fazer o dobramento para que o formato final seja A4.

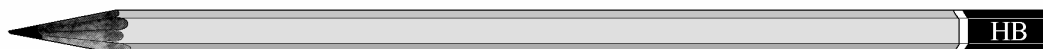
Dobramento

Efetua-se o dobramento a partir do lado **d** (direito), em dobras verticais de 185mm. A parte **a** é dobrada ao meio.



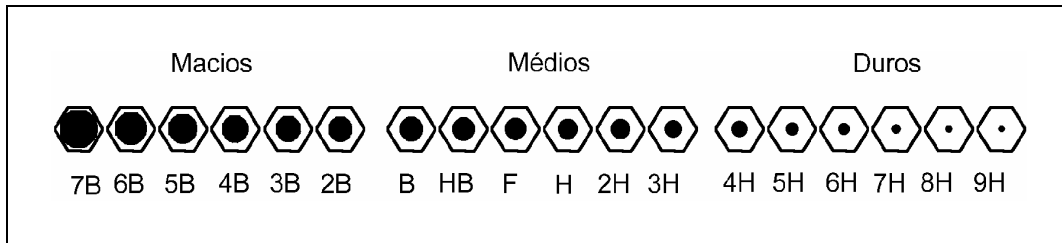
O Lápis

O lápis é um instrumento de desenho para traçar. Ele tem características especiais e não pode ser confundido com o lápis usado para fazer anotações costumeiras.

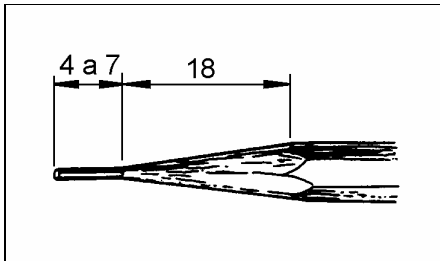


Características e denominações dos lápis

Os lápis são classificados em macios, médios e duros conforme a dureza das grafitas. Eles são denominados por letras ou numerais e letras.

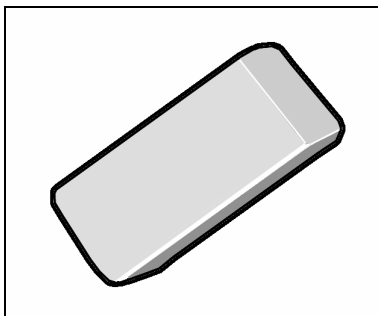


A ponta do lápis deve ter entre 4 e 7mm de grafita descoberta e 18mm de madeira em forma de cone.



A borracha

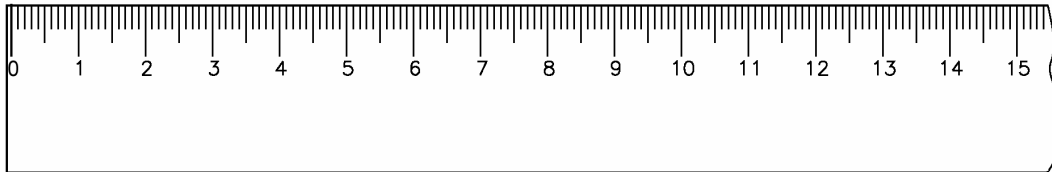
A borracha é um instrumento de desenho que serve para apagar. Ela deve ser macia, flexível e ter as extremidades chanfradas para facilitar o trabalho de apagar.



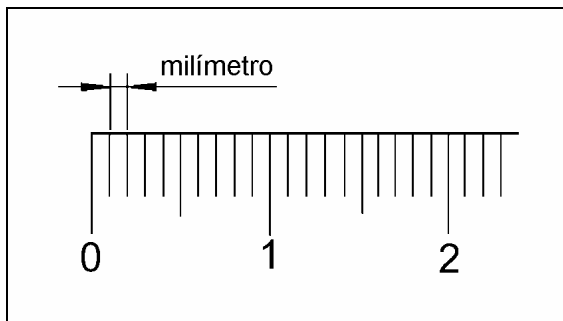
A maneira correta de apagar é fixar o papel com uma mão e com a outra esfregar a borracha nos dois sentidos sobre o que se quer apagar.

A régua

A régua é um instrumento de desenho que serve para medir o modelo e transportar as medidas obtidas no papel.



A unidade de medida utilizada em desenho técnico, em geral, é o milímetro.



Caligrafia técnica

Caligrafia técnica são caracteres usados para escrever em desenho. A caligrafia deve ser legível e facilmente desenhável.

A caligrafia técnica normalizada são letras e algarismos inclinados para a direita, formando um ângulo de 75° com a linha horizontal.

Exemplo de letras maiúsculas

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V
W X Y Z

Exemplo de letras minúsculas

a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z

Exemplo de algarismos

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 I V X

Proporções

Legenda Norma 6789

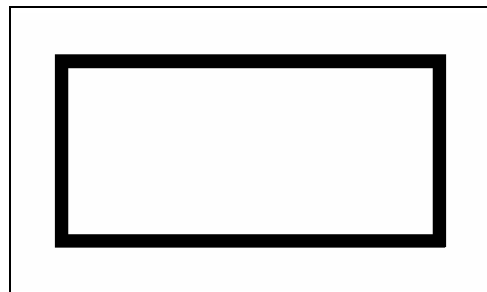
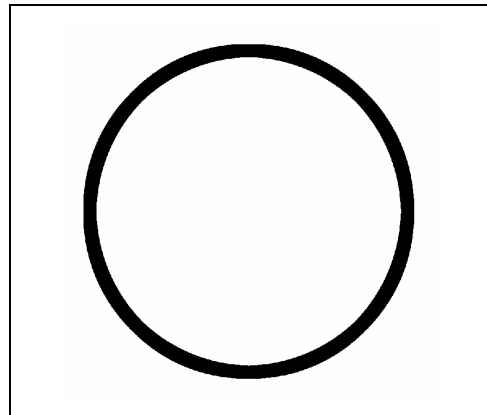
Figuras geométricas

Desde o início da história do mundo, o homem tem se preocupado com a forma, a posição e o tamanho de tudo que o rodeia.

Essa preocupação deu origem à geometria que estuda as formas os tamanhos e as propriedades das figuras geométricas.

Figuras geométrica é um conjunto de pontos.

Veja abaixo algumas representações de figuras geométricas.



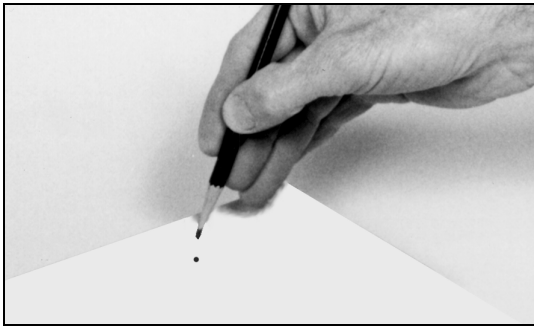
As figuras geométricas podem ser planas ou especiais (sólidos geométricos). Uma das maneiras de representar as figuras geométricas é por meio do desenho técnico. O desenho técnico permite representar peças de oficina, conjuntos de peças, projetos de máquinas, etc.

Para compreender as figuras geométricas é indispensável ter algumas noções de ponto, linha, plano e espaço.

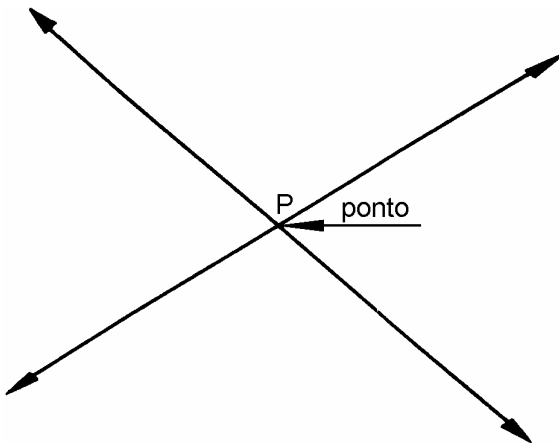
Ponto

O ponto é a figura geométrica mais simples. É possível ter uma idéia do que é o ponto observando:

- Um furo produzido por uma agulha em um pedaço de papel;
- Um sinal que a ponta do lápis imprime no papel.

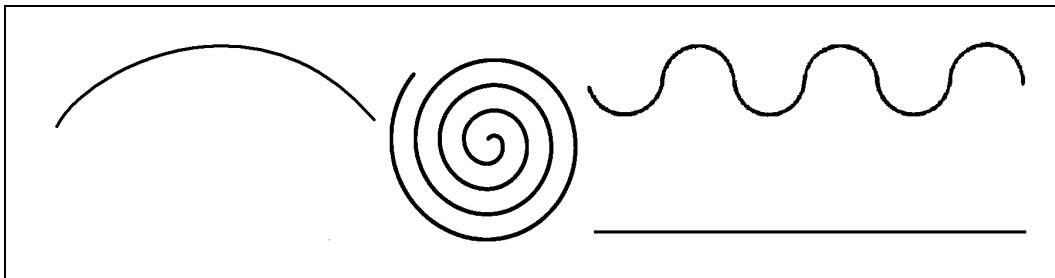


O ponto é representado graficamente pelo cruzamento de duas linhas.



Linha

A linha pode ser curva ou reta. Nesta unidade vamos estudar as linha retas.



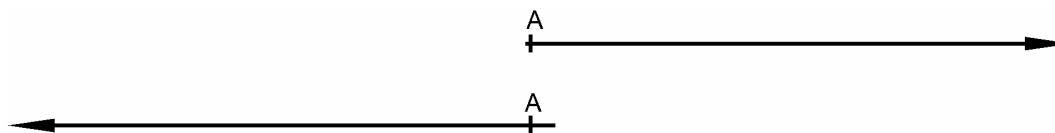
Linhas retas

A linha reta ou simplesmente a reta não tem início nem fim: ela é ilimitada.



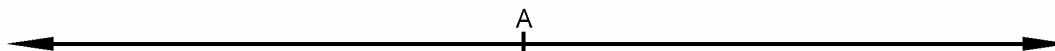
Na figura acima, as setas nas extremidades da representação da reta indicam que a reta continua indefinidamente nos dois sentidos.

O ponto **A** dá origem a duas semi-retas.



Semi-reta

A semi-reta sempre tem origem mas não tem fim. Observe a figura abaixo. O ponto **A** é o ponto de origem das semi-retas.



Segmento de reta

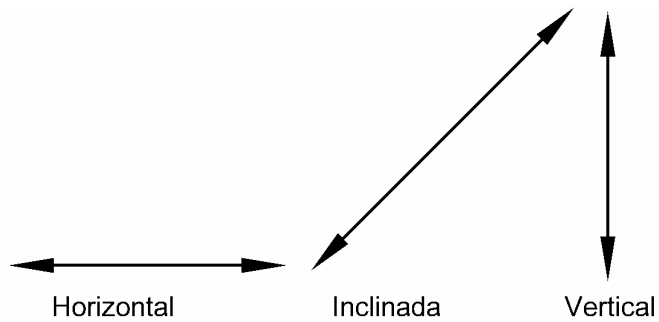
Se ao invés de um ponto A são tomados dois pontos diferentes, A e B, obtém-se um pedaço limitado da reta.



Esse pedaço limitado da reta é chamado **segmento de reta** e os pontos **A** e **B** são chamados extremidades do segmento de reta.



De acordo com sua posição no espaço, a reta pode ser:

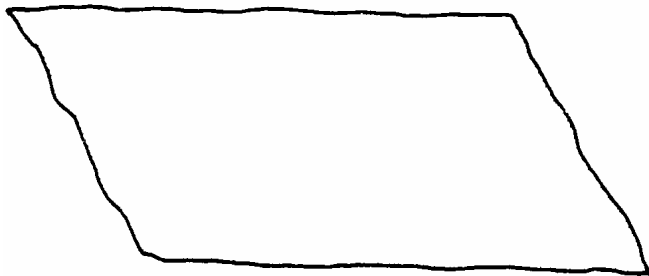


Plano ou superfície plana

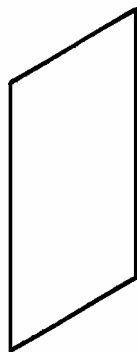
O plano é também chamado de superfície plana.

Assim como o ponto e a reta, o plano não tem definição, mas é possível ter uma idéia do plano observado: o tampo de uma mesa, uma parede ou o piso de uma sala.

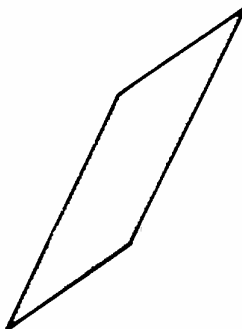
É comum representar o plano da seguinte forma:



De acordo com sua posição no espaço, o plano pode ser:



Vertical



Inclinado

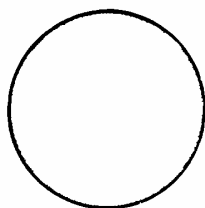


Horizontal

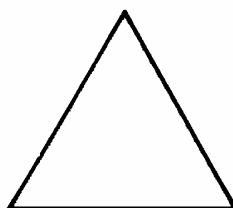
Figuras planas

O plano não tem início nem fim: ele é ilimitado. Mas é possível tomar porções limitadas do plano. Essas porções recebem o nome de **figuras planas**.

As figuras planas têm várias formas. O nome das figuras planas varia de acordo com sua forma:



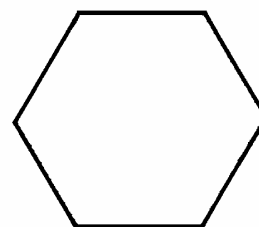
Círculo



Triângulo



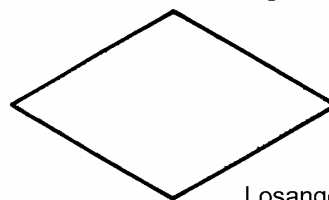
Quadrado



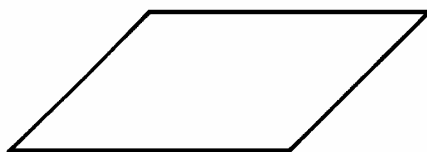
Hexágono



Retângulo



Losango



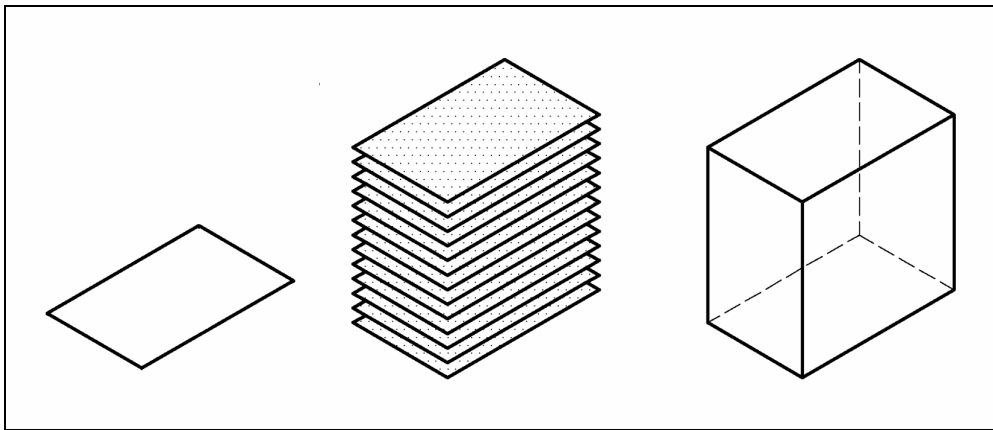
Paralelogramo



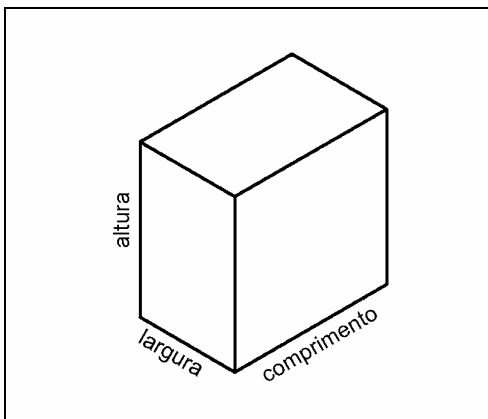
Trapézio

Sólidos geométricos

O sólido geométrico é formado por figuras planas que se sobrepõem umas às outras.



As principais características do sólido geométrico são as três dimensões: comprimento, largura e altura.

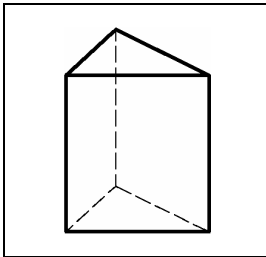


Existem vários tipos de sólido geométrico. Porém vamos estudar apenas os mais importantes: o prisma, o cubo, a pirâmide e o sólido de revolução.

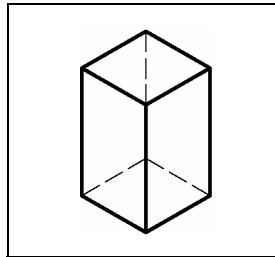
Prisma

Como todo sólido geométrico, o prisma tem comprimento, largura e altura.

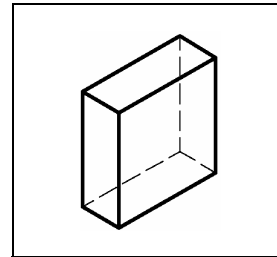
Existem diferentes tipos de prisma. O prisma recebe o nome da figura plana que lhe deu origem. Veja abaixo alguns tipos de prisma.



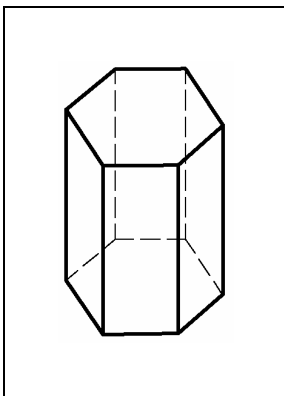
Prisma triangular



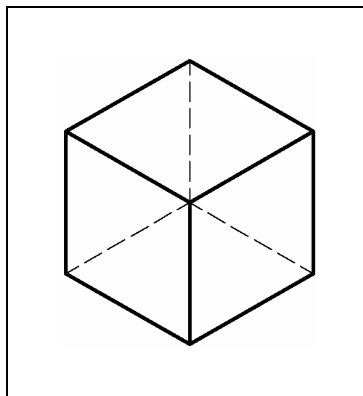
Prisma quadrangular



Prisma retangular

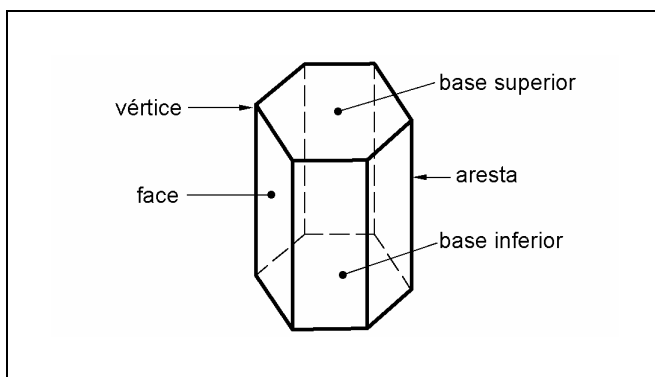


Prisma hexagonal



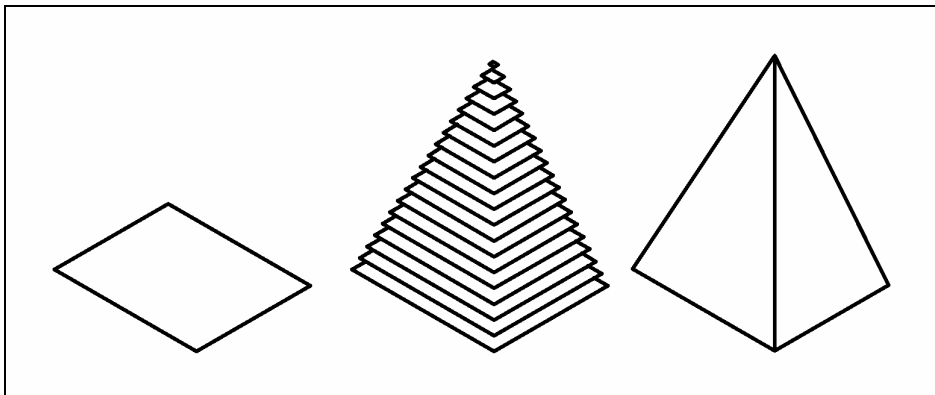
Prisma quadrangular (cubo)

O prisma é formado pelos seguintes elementos: base inferior, base superior, faces, arestas e vértices. Veja a figura abaixo.

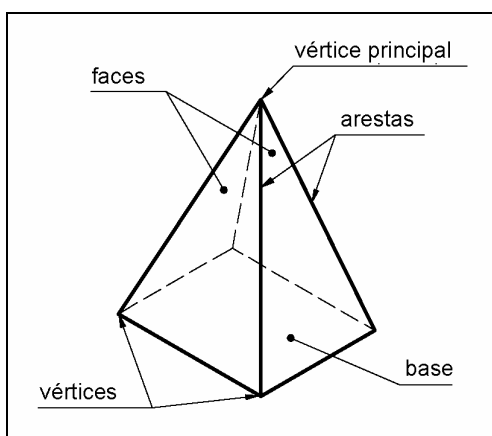


Pirâmide

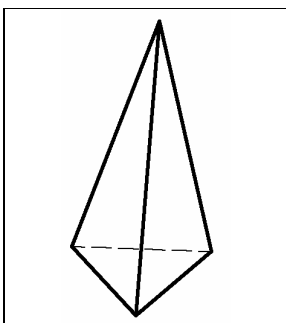
A pirâmide é outro tipo de sólido geométrico. Ela é formada por um conjunto de planos que decrescem infinitamente.



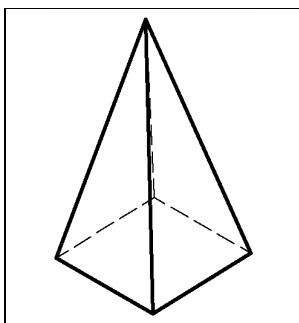
A pirâmide tem os seguintes elementos: bases, arestas, vértices e faces.



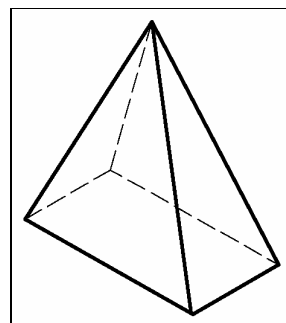
Existem diferentes tipos de pirâmide. Cada tipo recebe o nome da figura plana que lhe deu origem.



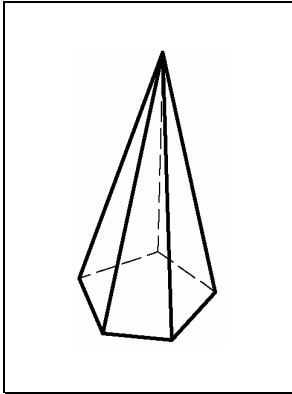
Pirâmide triangular



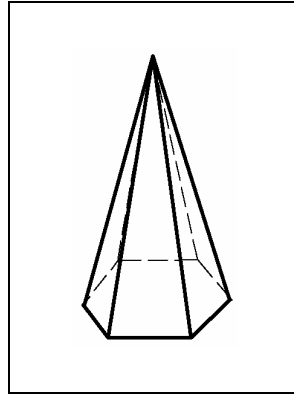
Pirâmide quadrangular



Pirâmide retangular



Pirâmide pentagonal

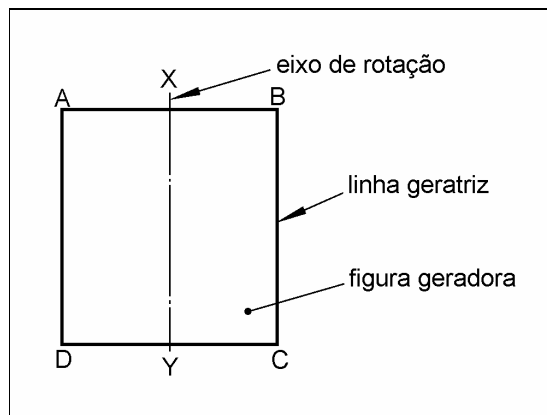


Pirâmide hexagonal

Sólido de revolução

O sólido de revolução é outro tipo de sólido geométrico. Ele se forma pela rotação da figura plana em torno de seu eixo.

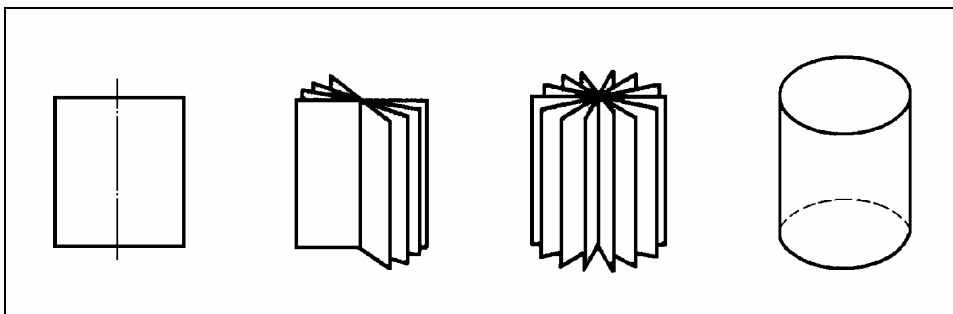
A figura plana que dá origem ao sólido de revolução é chamada **figura geradora**. As linhas que contornam a figura geradora são chamadas **linhas geratrizes**.



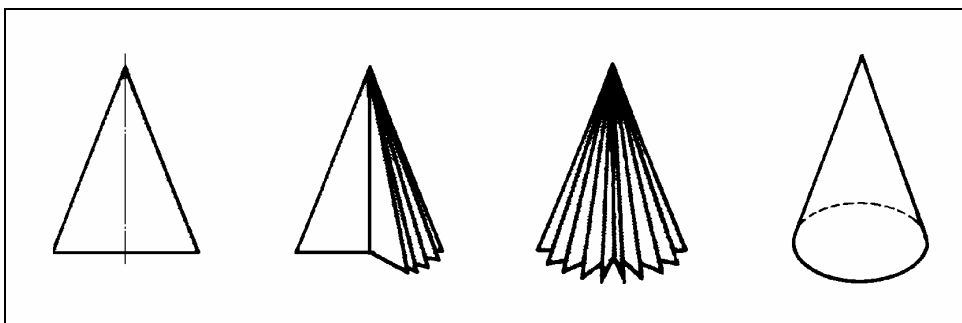
Os sólidos de revolução são vários. Entre eles destacamos:

- O cilindro;
- O cone;
- A esfera.

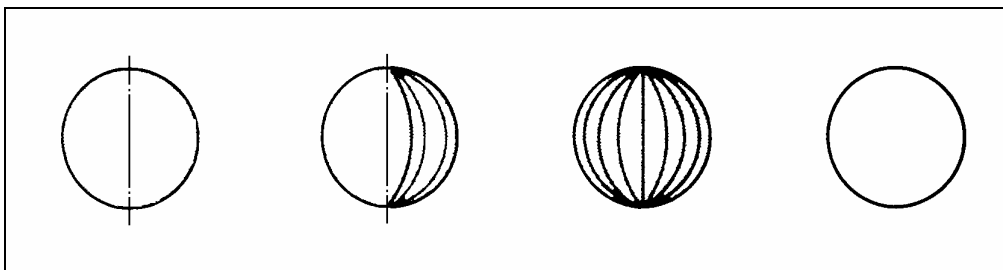
Cilindro é o sólido de revolução cuja figura geradora é o retângulo.



Cone é o sólido de revolução cuja figura geradora é o triângulo.

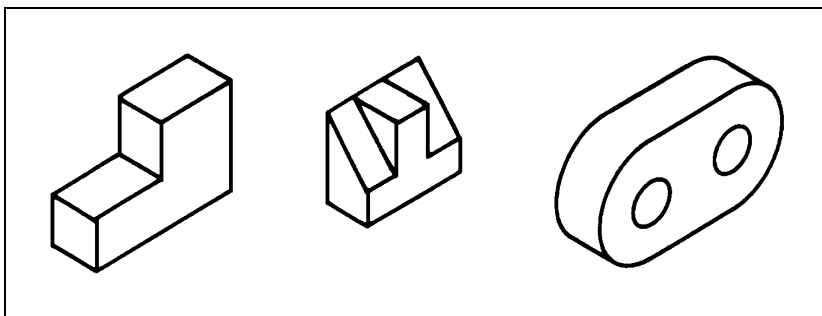


Esfera é o sólido de revolução cuja figura geradora é o círculo.



Perspectiva isométrica

Perspectiva é a maneira de representar objetos de acordo com sua posição, forma e tamanho.

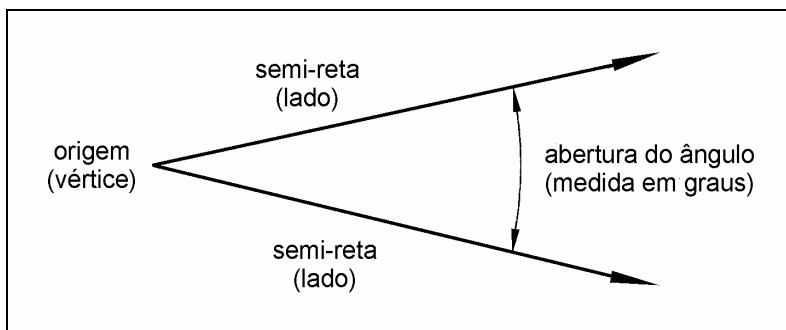


Existem vários tipos de perspectiva. Nesta apostila estudaremos apenas a perspectiva isométrica.

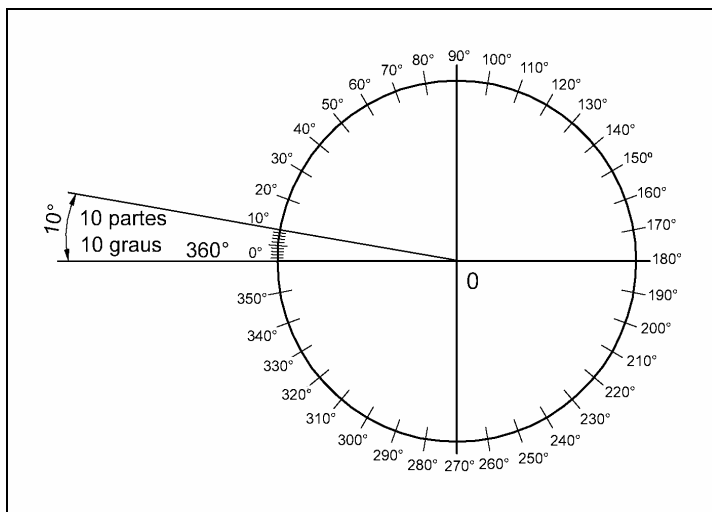
A perspectiva isométrica mantém as mesmas medidas de comprimento, largura e altura do objeto.

Para estudar a perspectiva isométrica é necessário conhecer **ângulo** e a maneira como ela é representado.

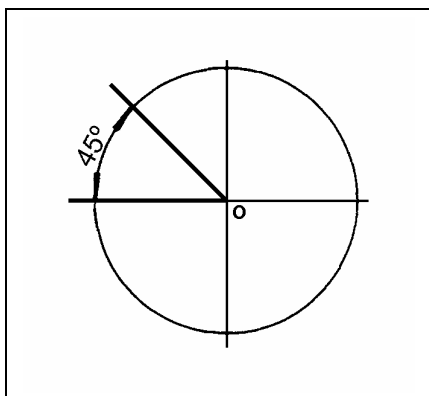
Ângulo é a figura geométrica formada por duas semi-retas com a mesma origem.



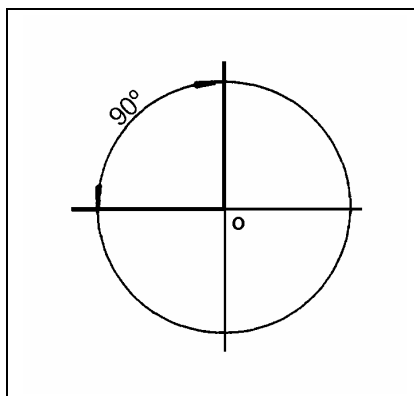
O grau é cada uma das 360 partes em que a circunferência é dividida.



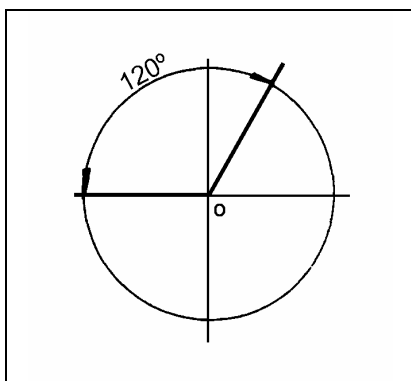
A medida em graus é indicada por um numeral seguido do símbolo de grau. Veja alguns exemplos.



Quarenta e cinco graus

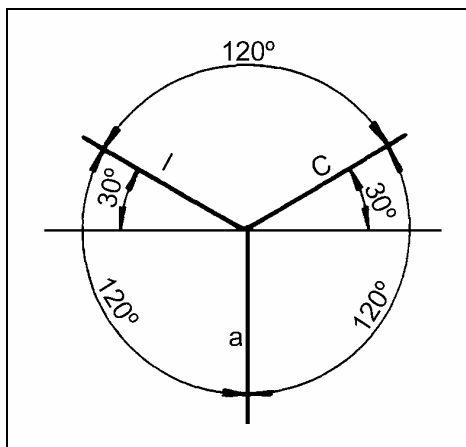


Noventa graus

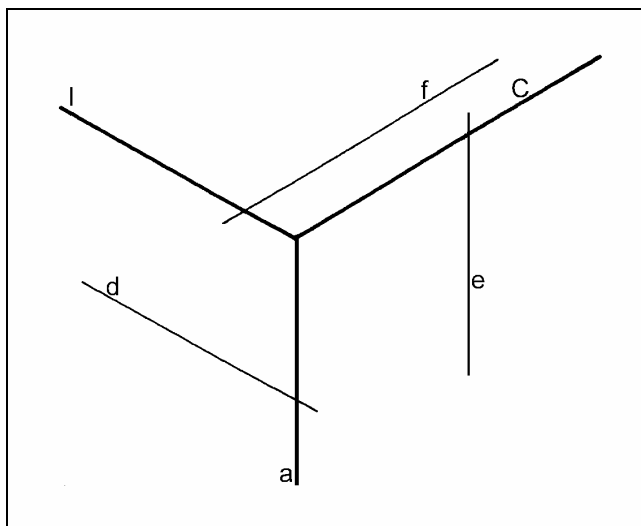


Cento e vinte graus

Nos desenhos em perspectiva isométrica, os três eixos isométricos (c, a, ℓ) formam entre si **ângulos de 120°**. Os eixos oblíquos formam com a horizontal **ângulo de 30°**.



Qualquer linha paralela a um eixo isométrico é chamada **linha isométrica**.



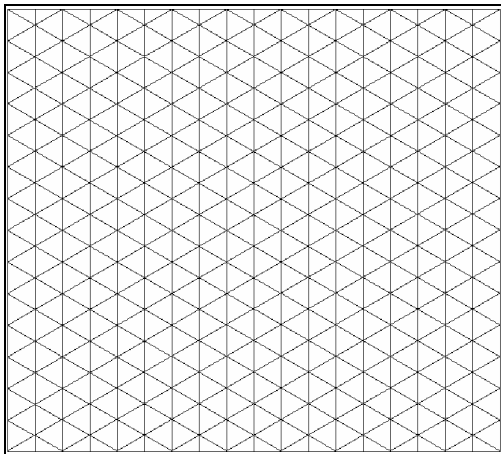
c, a, ℓ : eixos isométricos

d, e, f: linhas isométricas

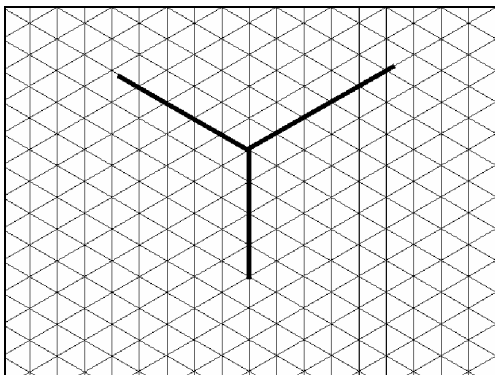
Traçados da perspectiva isométrica do prisma

O prisma é usado como base para o traçado da perspectiva isométrica de qualquer modelo.

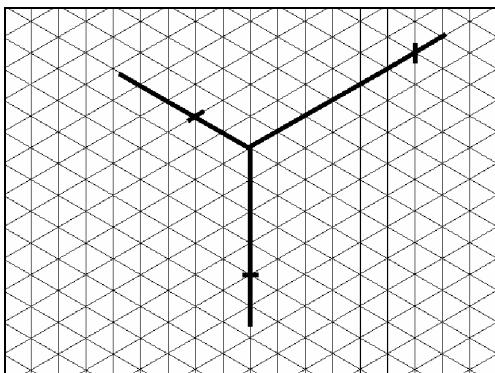
No início, até você adquirir firmeza, o traçado deve ser feito sobre o reticulado. Veja abaixo uma amostra de reticulado.



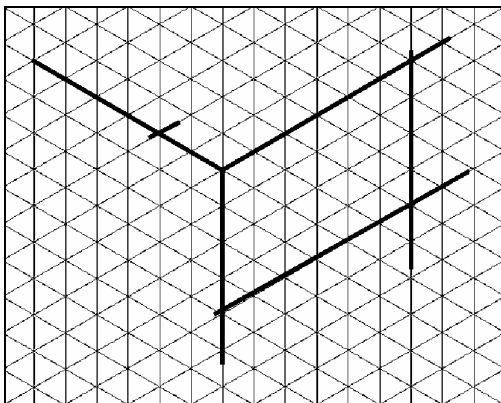
Em primeiro lugar são traçados os eixos isométricos.



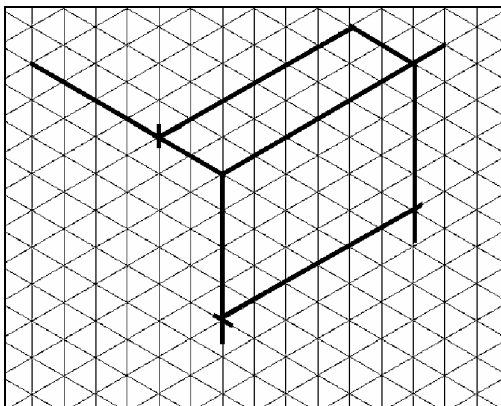
Em seguida, são marcadas nesses eixos as medidas de comprimento, largura e altura do prisma;



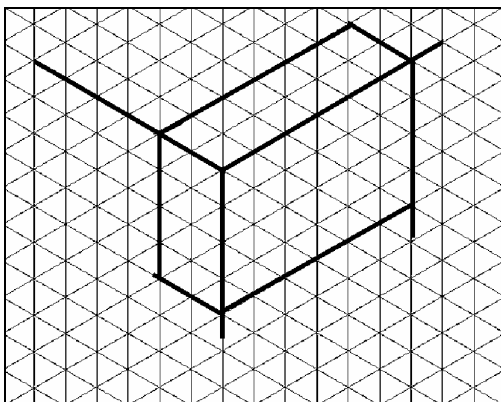
Após isso, é traçada a face de frente do prisma, tomando-se como referência as medidas do comprimento e da altura, marcadas nos eixos isométricos.



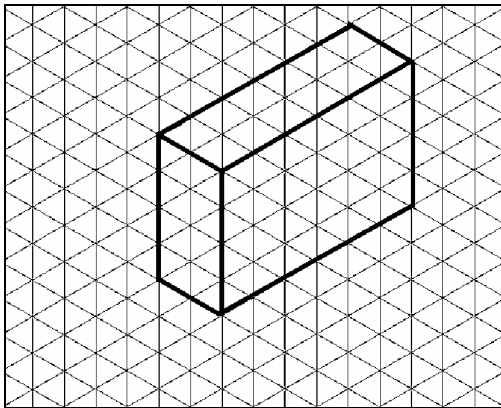
Depois traçamos a face de cima do prisma tomando como referência as medidas do comprimento e de largura, marcadas nos eixos isométricos.



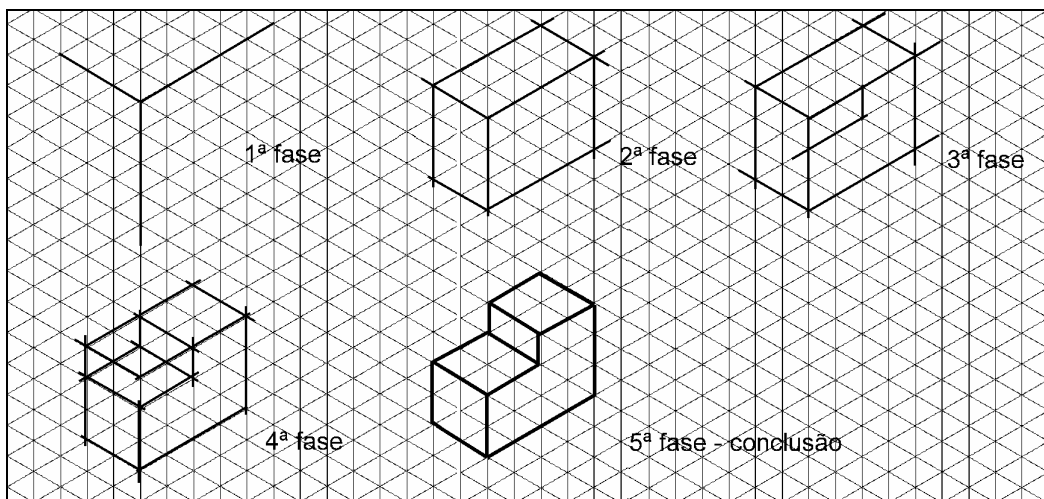
Em seguida traçamos a face do lado do prisma tomando como referência as medidas da largura e da altura marcada nos eixos isométricos.



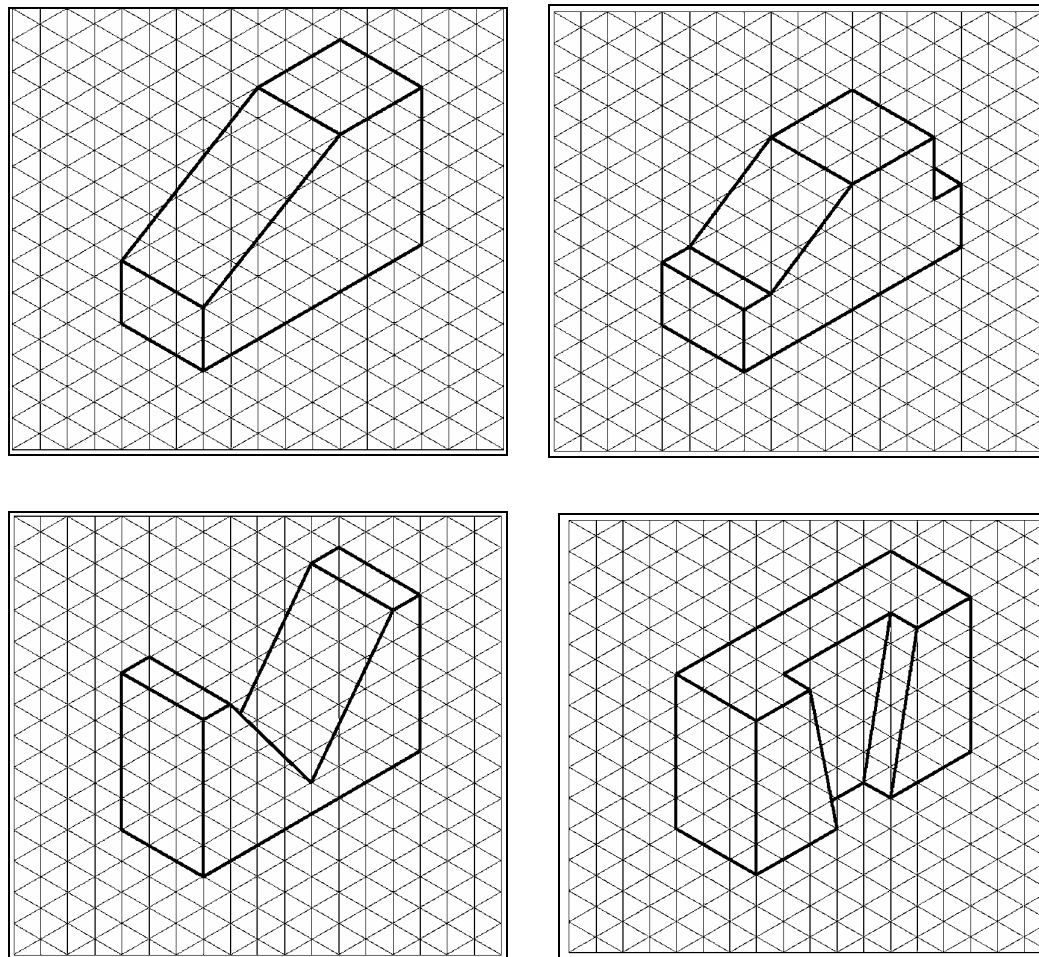
E, por último, para finalizar o traçado da perspectiva isométrica, são apagadas as linhas de construção e reforçado o contorno do modelo.



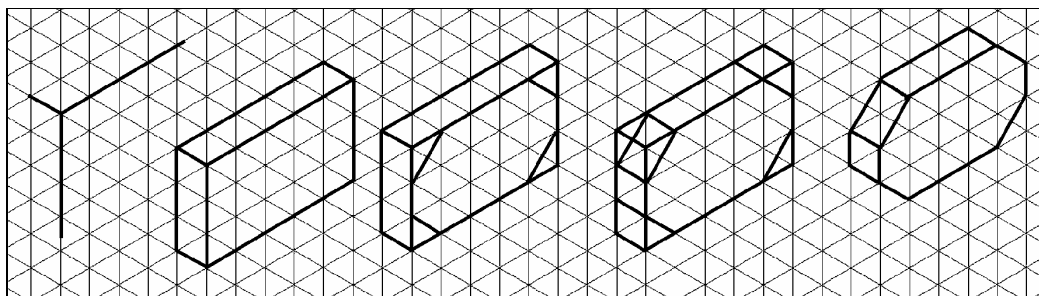
Traçado de perspectiva isométrica com detalhes paralelos



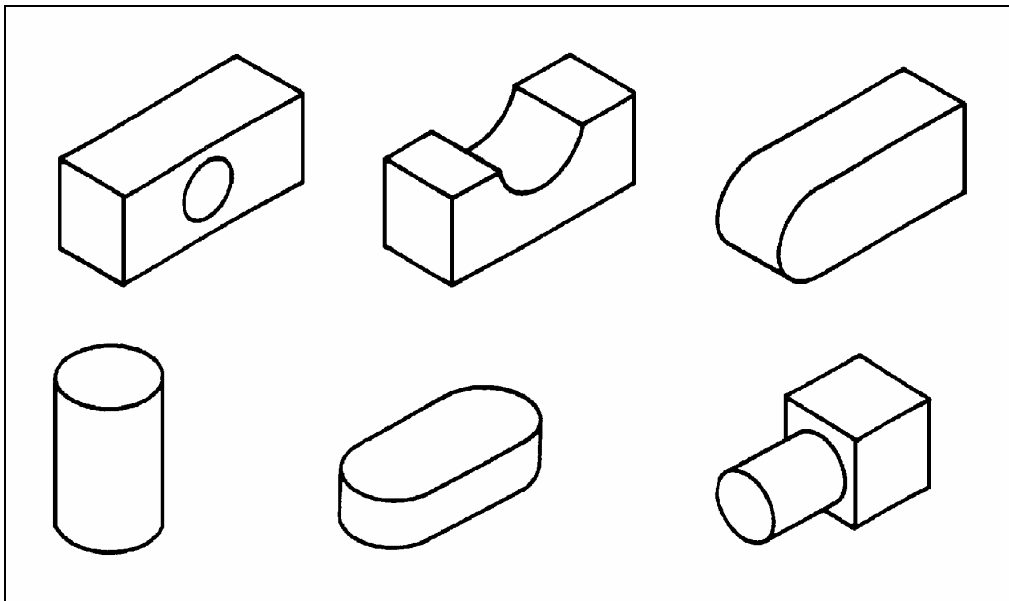
Traçado da perspectiva isométrica com detalhes oblíquos



As linhas que não são paralelas aos eixos isométricos são chamadas **linhas não-isométricas**.

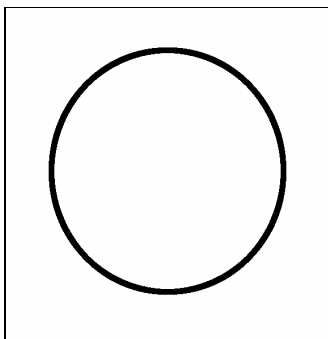


Traçado da perspectiva isométrica com elementos arredondados

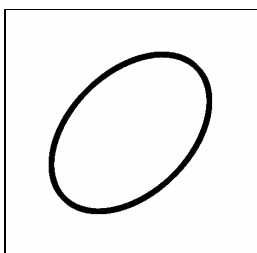


Traçado da perspectiva isométrica do círculo

O círculo em perspectiva tem sempre a forma de elipse.

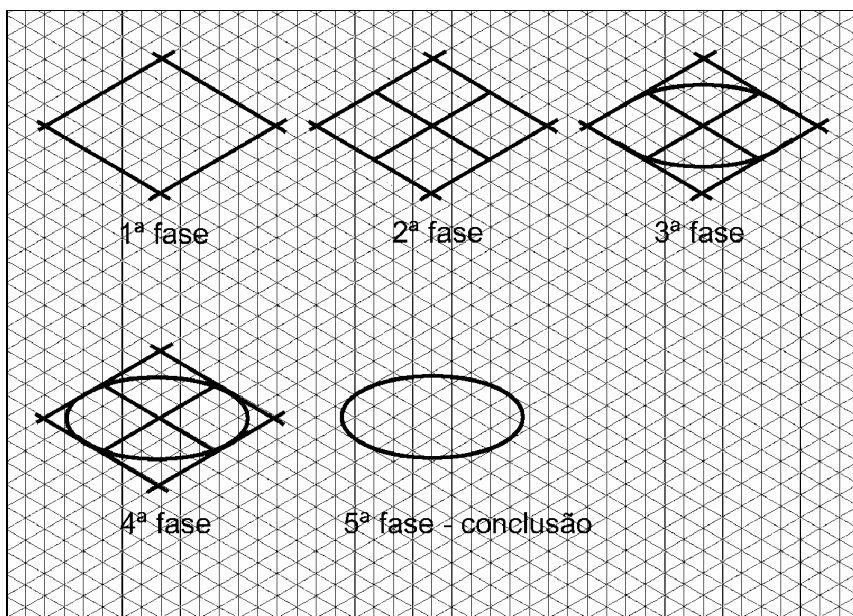
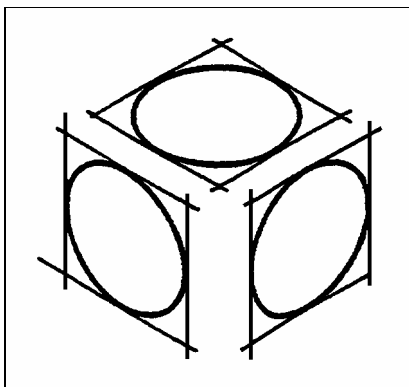
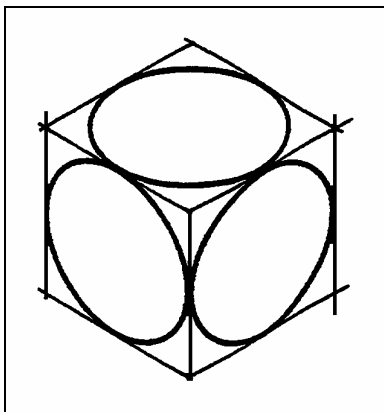


Círculo

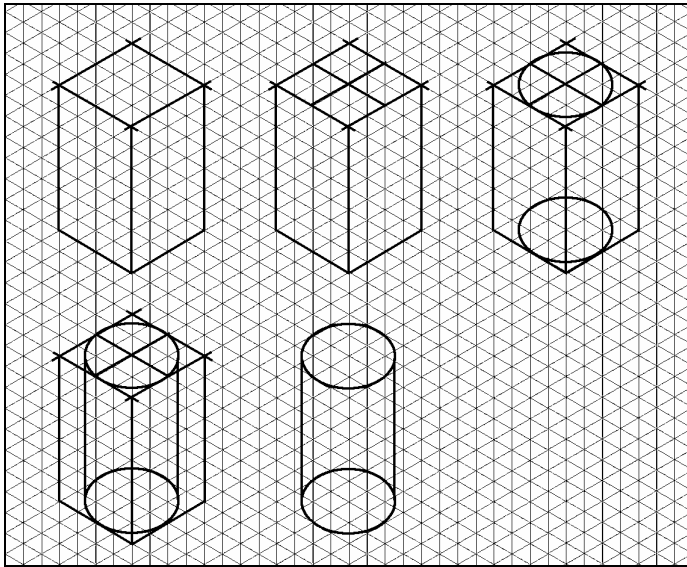


Círculo em perspectiva isométrica

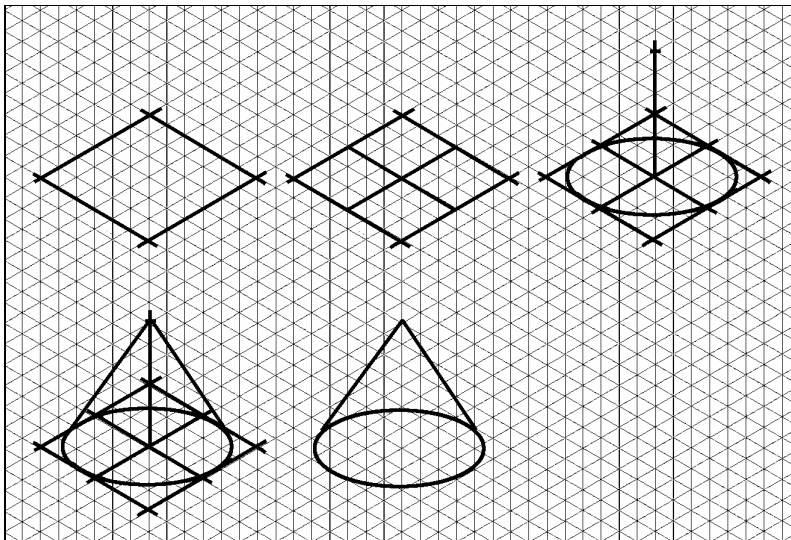
Para representar a perspectiva isométrica do círculo, é necessário traçar antes um quadrado auxiliar em perspectiva, na posição em que o círculo deve ser desenhado.



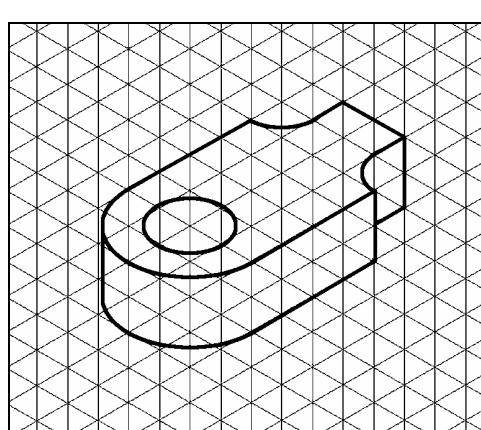
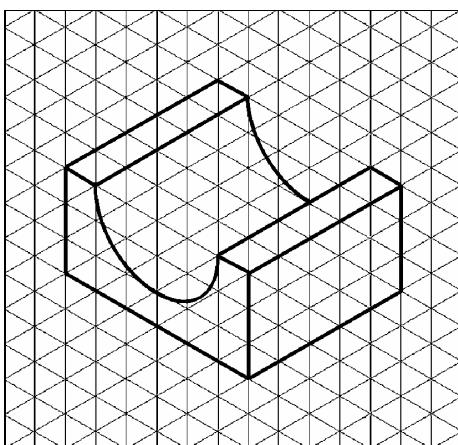
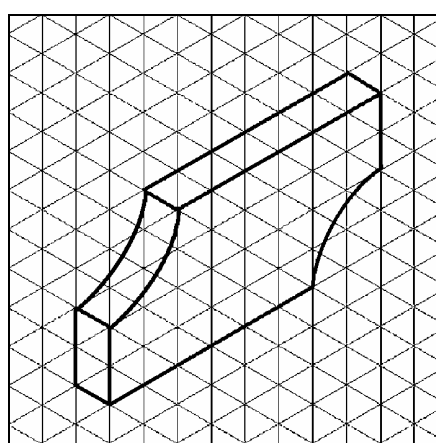
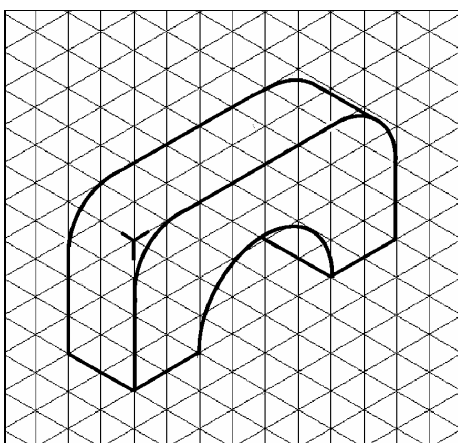
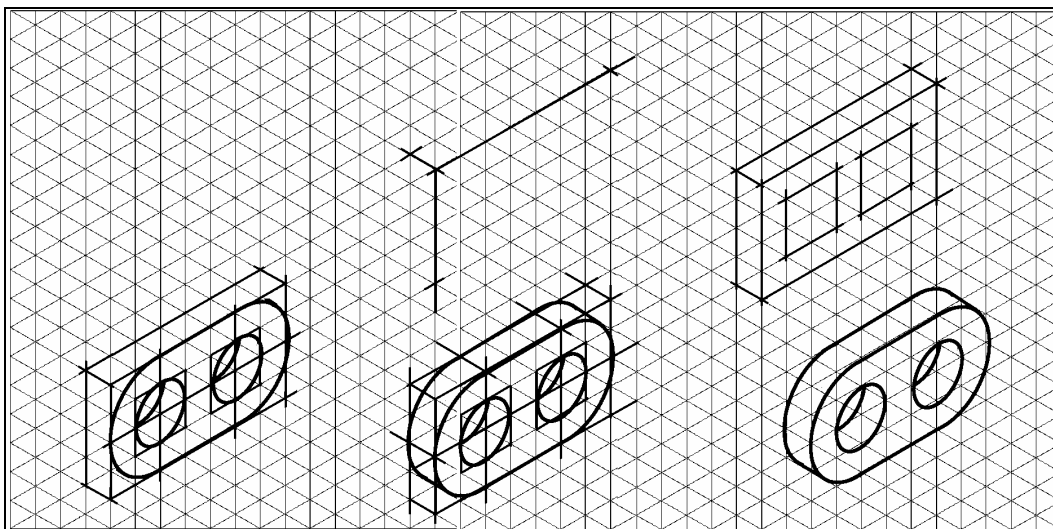
Traçado da perspectiva isométrica do cilindro



Traçado da perspectiva isométrica do cone



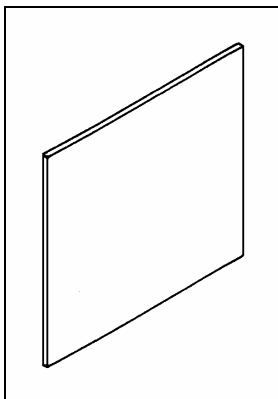
Outros exemplos do traçado da perspectiva isométrica



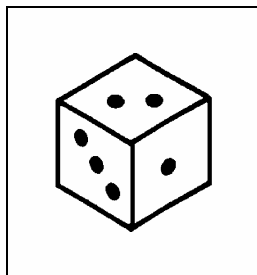
Projeção ortogonal

Em desenho técnico, projeção é a representação gráfica do modelo feita em um plano. Existem várias formas de projeção. A ABNT adota a projeção ortogonal, por ser a representação mais fiel à forma do modelo.

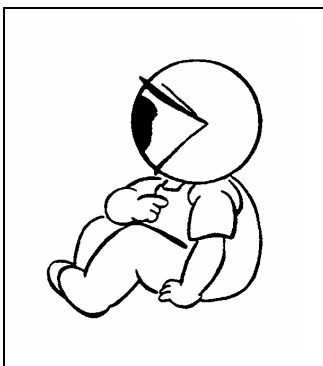
Para entender como é feita a projeção ortogonal, é necessário conhecer os seguintes elementos : observador, modelo, e plano de projeção. Veja os exemplos a seguir: neles, o modelo é representado por um dado.



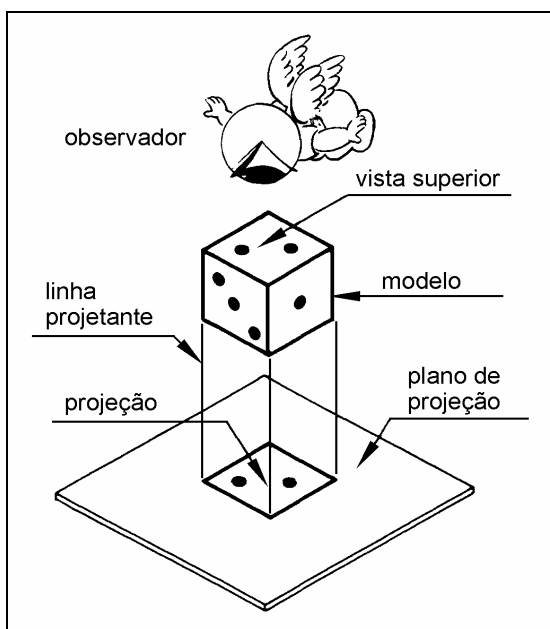
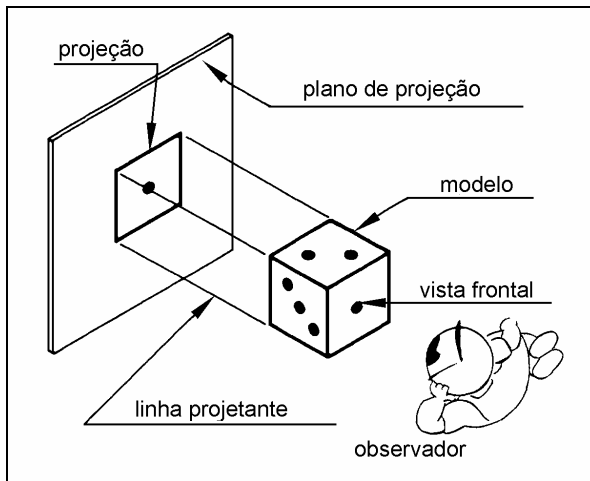
Plano de projeção



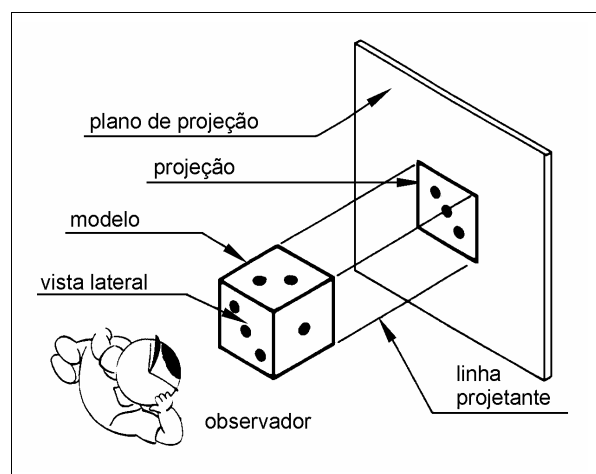
Modelo



Observador

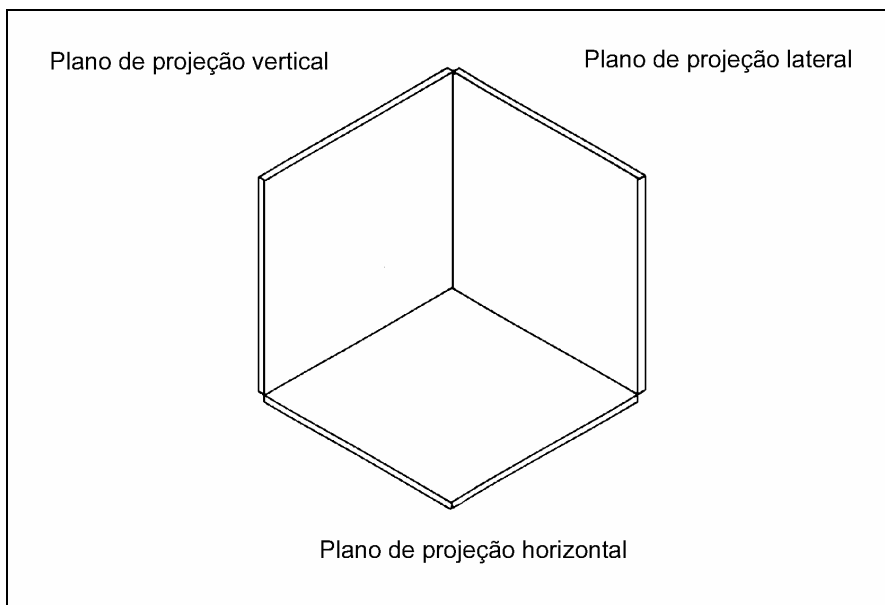


Observe a **linha projetante**. A linha projetante é a linha perpendicular ao plano de projeção que sai do modelo e o projeta no plano de projeção.



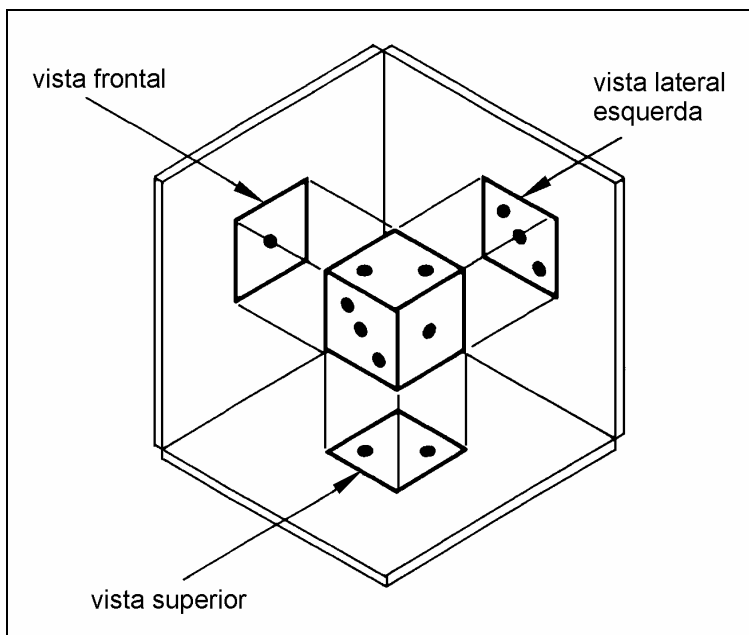
Projeção em três planos

Unindo perpendicularmente três planos, temos a seguinte ilustração:



Cada plano recebe um nome de acordo com sua posição.

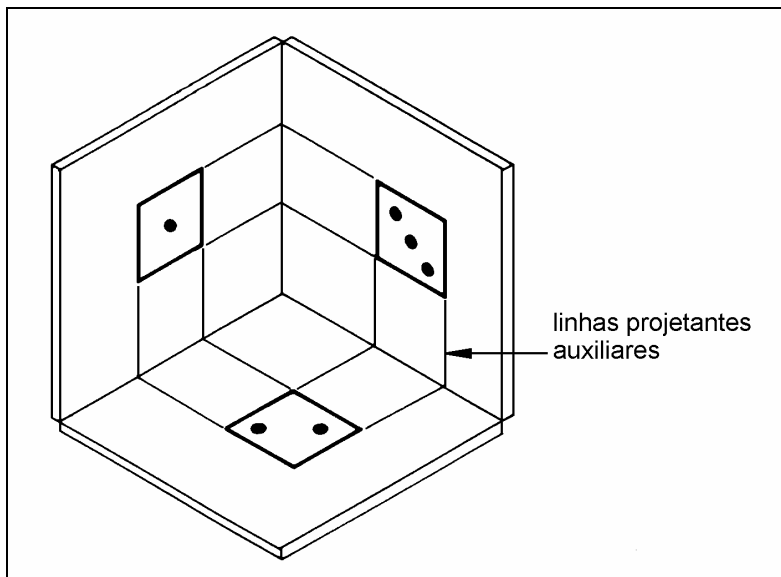
As projeções são chamadas vistas, conforme a ilustração a seguir.



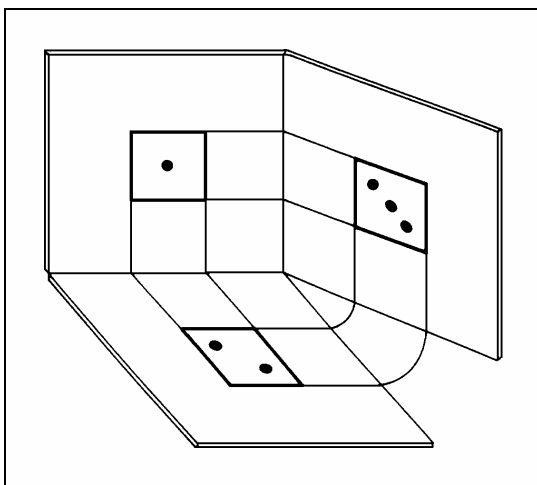
Rebatimento de três planos de projeção

Quando se tem a projeção ortogonal do modelo, o modelo não é mais necessário e assim é possível rebater os planos de projeção.

Com o rebatimento, os planos de projeção, que estavam unidos perpendicularmente entre si, aparecem em um único plano de projeção. Na página seguinte pode-se ver o rebatimento dos planos de projeção, imaginado-se os planos de projeção ligados por dobradiças.

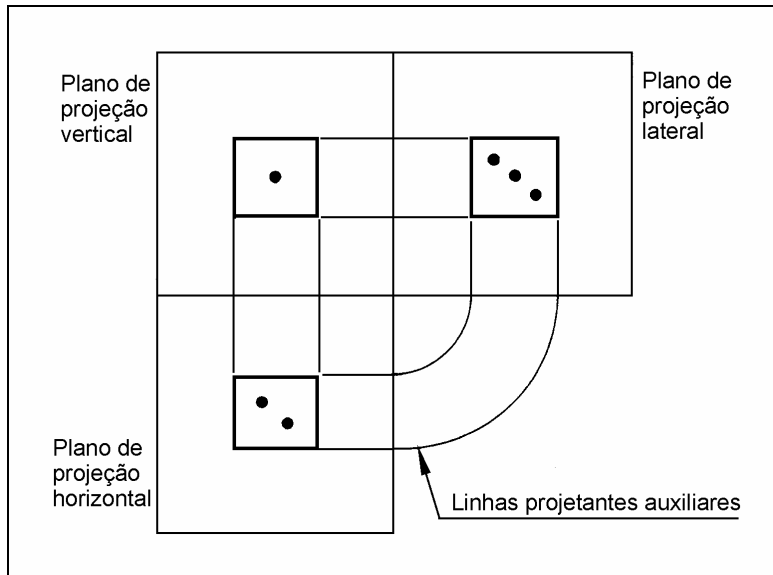


Agora imagine que o plano de projeção vertical fica fixo e que os outros planos de projeção giram um para baixo e outro para a direita.



O plano de projeção que gira para baixo é o plano de projeção horizontal e o plano de projeção que gira para a direita é plano de projeção lateral.

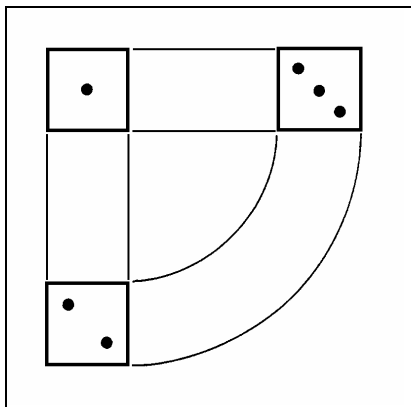
Planos de projeção rebatidos:



Agora é possível tirar os planos de projeção e deixar apenas o desenho das vistas do modelo.

Na prática, as vistas do modelo aparecem sem os planos de projeção

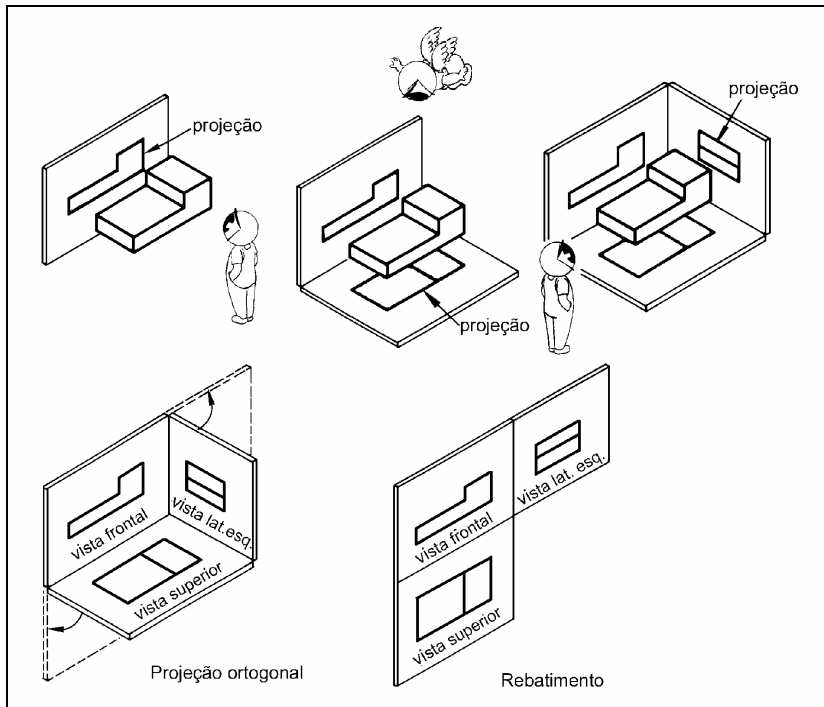
As linhas projetantes auxiliares indicam a relação entre as vistas do desenho técnico.



Observação

As linhas projetantes auxiliares não aparecem no desenho técnico do modelo. São linhas imaginárias que auxiliam no estudo da teoria da projeção ortogonal.

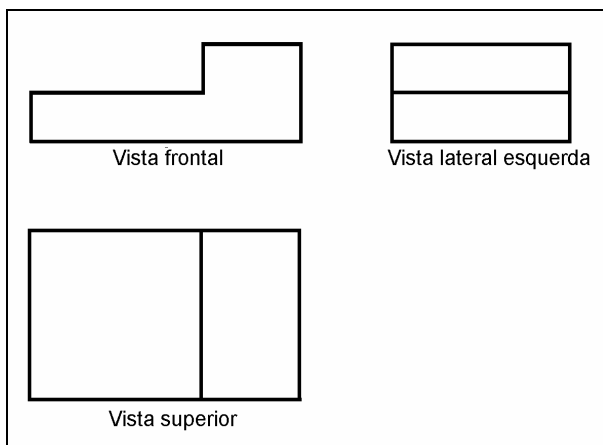
Outro exemplo:



Dispondo as vistas alinhadas entre si, temos as projeções da peça formadas pela **vista frontal**, **vista superior** e **vista lateral esquerda**.

Observação

Normalmente a **vista frontal** é a vista principal da peça.



As distâncias entre as vistas ser iguais e proporcionais ao tamanho do desenho.

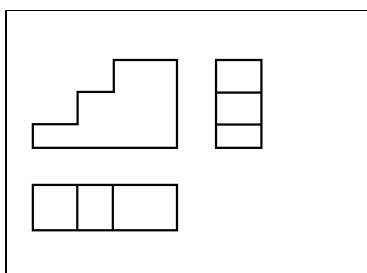
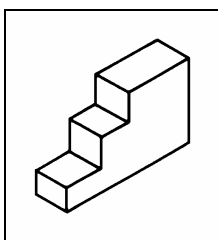
Linhas

Para desenhar as projeções são usados vários tipos de linhas. Vamos descrever algumas delas.

Linha para arestas e contornos visíveis

É uma linha contínua larga que indica o contorno de modelos esféricos ou cilíndricos e as arestas visíveis do modelo para o observador Ex: _____

Aplicação

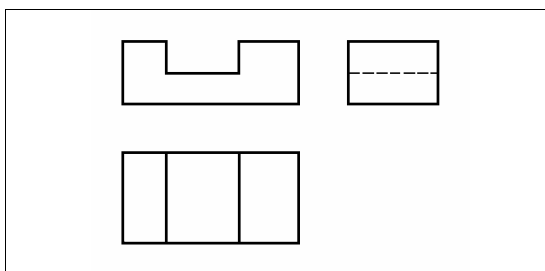
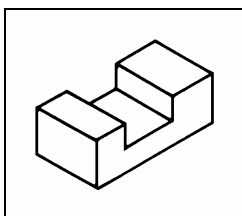


Linha para aresta e contornos não-visíveis

É uma linha tracejada que indica as arestas não-visíveis para o observador, isto é, as arestas que ficam encobertas. Exemplo:



Aplicação

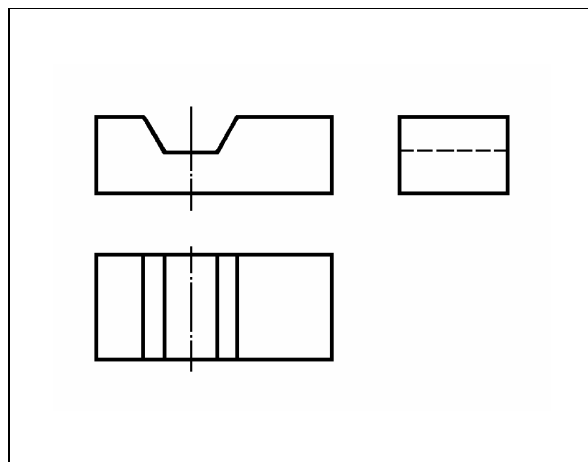
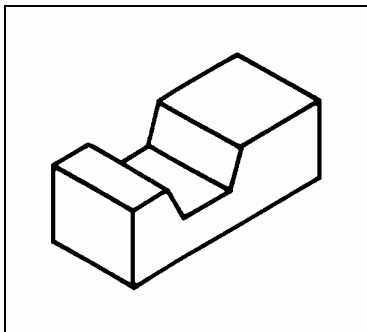
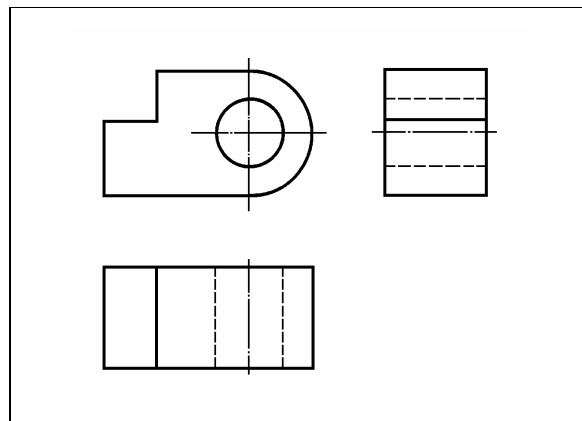
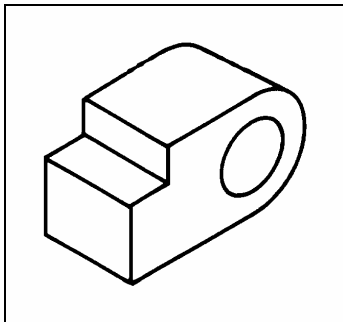
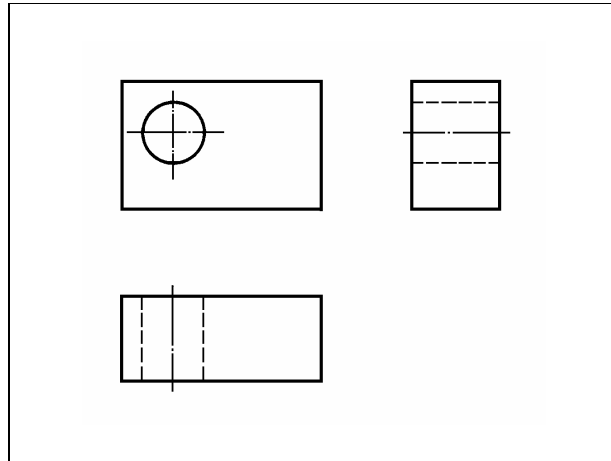
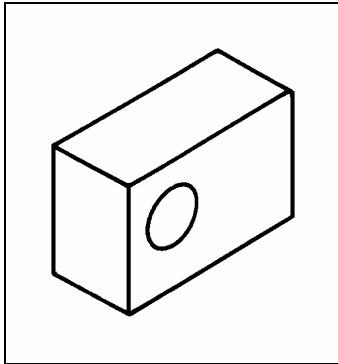


Linha de centro

É uma linha estreita, formada por traços e pontos alternados, que indica o centro de alguns elementos do modelo como furos, rasgos, etc.

Exemplo: _____

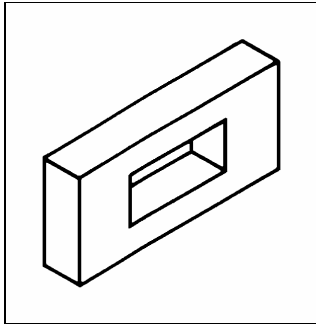
Aplicação



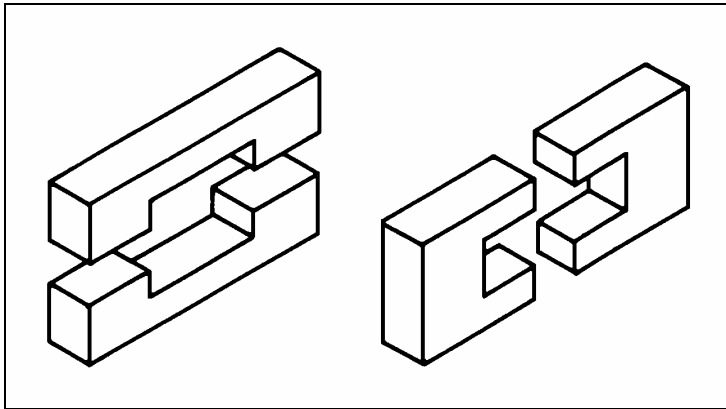
Linha de simetria

É uma estreita formada por traços e pontos alternados. Ela indica que o modelo é simétrico. Exemplo: _____

Modelo simétrico



Imagine que este modelo é dividido ao meio, horizontal ou verticalmente.



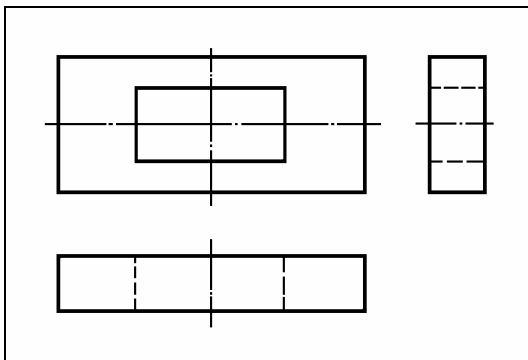
Note que as metades do modelo são exatamente iguais: logo, o modelo é simétrico.

Aplicação

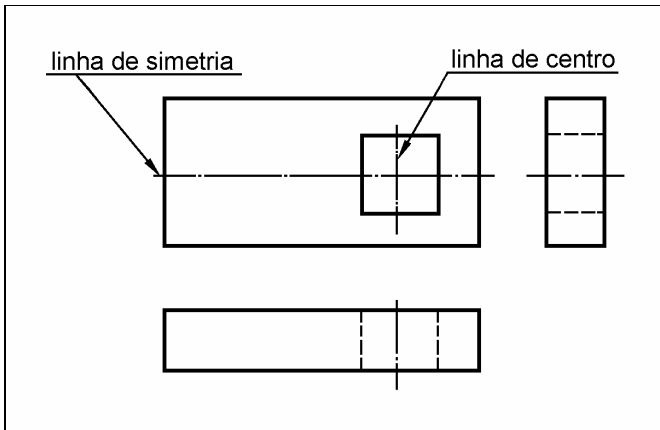
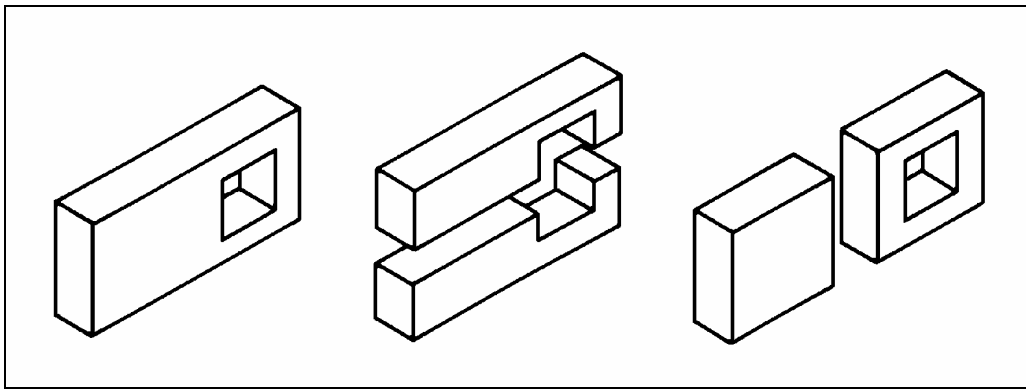
Quando o modelo é simétrico, em seu desenho técnico aparece a linha de simetria.

A linha de simetria indica que as metades do desenho técnico apresentam-se simétricas em relação a essa linha.

A linha de simetria pode aparecer tanto na posição horizontal como na posição vertical.

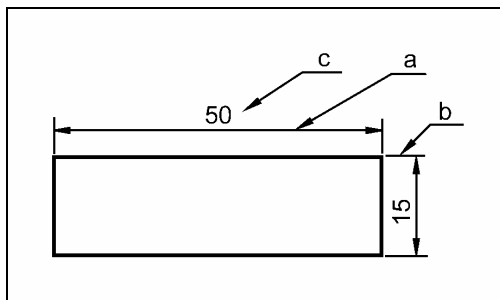


No exemplo abaixo a peça é simétrica apenas em um sentido.



Cotagem

Cotagem é a indicação das medidas da peça em seu desenho. Para a cotagem de um desenho são necessários três elementos:



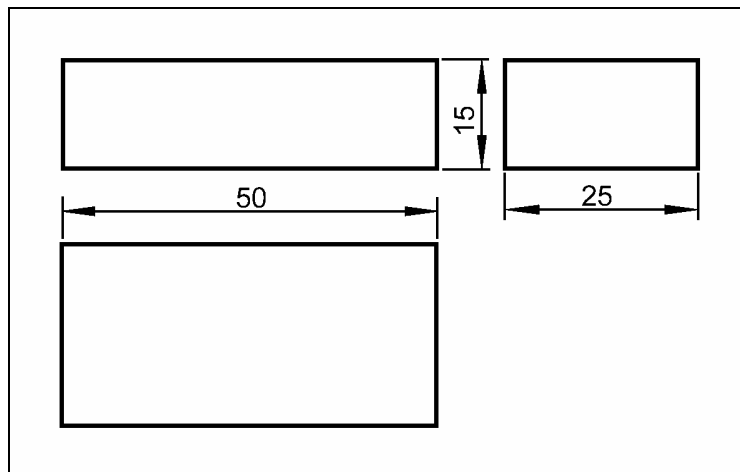
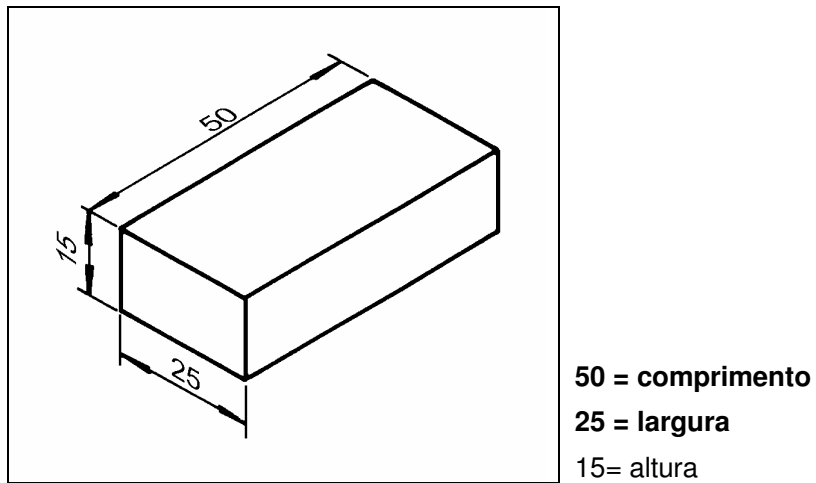
Linhas de cota são linhas contínuas estreitas, com setas nas extremidades; nessas linhas são colocadas as cotas que indicam as medidas da peça.



A **linha auxiliar** é uma linha contínua estreita que limita as linhas de cota.



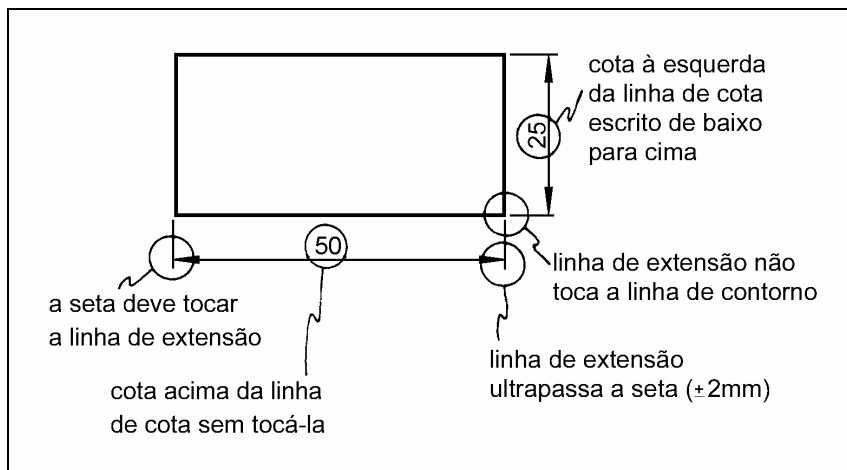
Cotas são numerais que indicam as medidas básicas da peça e as medidas de seus elementos. As medidas básicas são: comprimento, largura e altura.



Cuidados na cotação

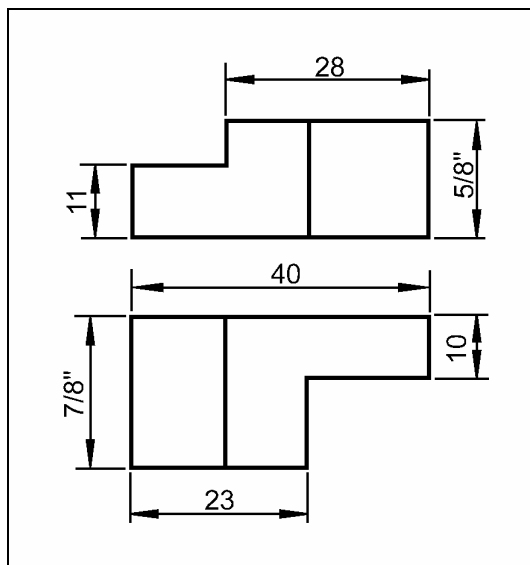
Ao cotar um desenho é necessário observar o seguinte:

Seta	
	errada
	errada
	errada
	certa



As cotas guardam uma pequena distância acima das linhas de cota. As linhas auxiliares também guardam uma pequena distância das vistas do desenho técnico.

Em desenho mecânico, normalmente a unidade de medida usada é o milímetro (mm), e é dispensada a colocação do símbolo junto à cota. Quando se emprega outra distinta do milímetro (por exemplo, a polegada), coloca-se seu símbolo.



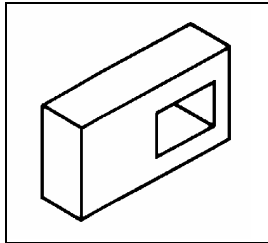
Observação

As cotas devem ser colocadas de modo que o desenho seja lido da esquerda para direita e de baixo para cima, paralelamente à dimensão cotada.

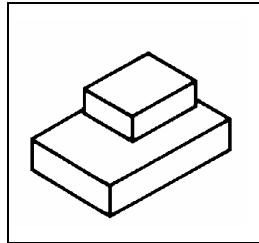
Sempre que possível é bom evitar colocar cotas em linhas tracejadas.

Cotas que indicam tamanho e cotas que indicam localização de elementos

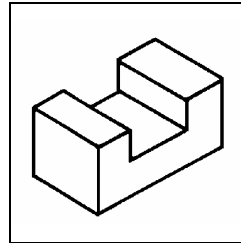
Exemplo de peças com elementos.



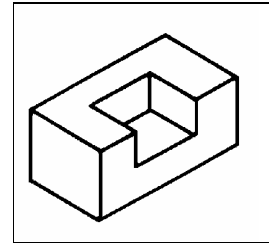
Furo



Saliência

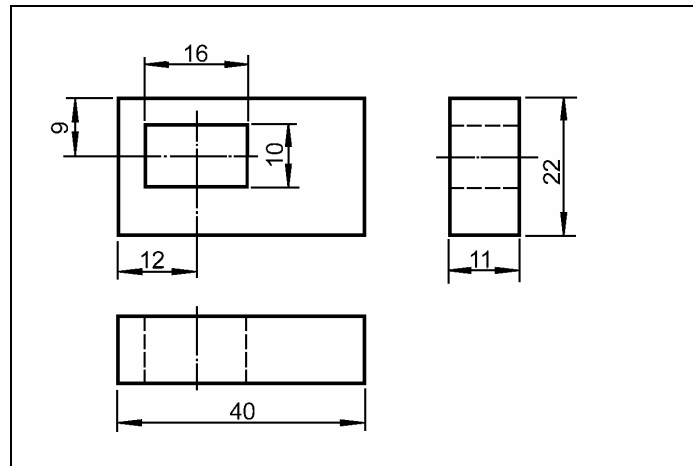
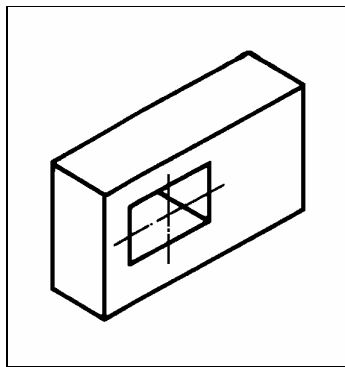


Rasgo passante



Rasgo não passante

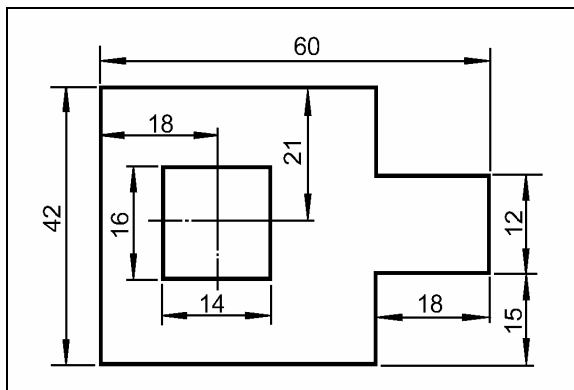
Para fabricar como essas é necessário interpretar, além das cotas básicas, as cotas dos elementos.



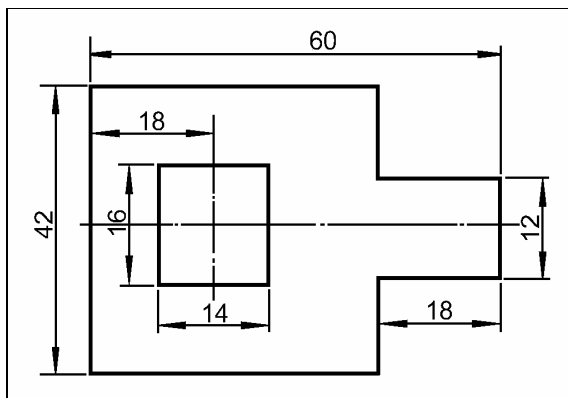
A cota **9** indica a localização do furo em relação à leitura da peça. A cota **12** indica a localização do furo em relação ao comprimento da peça. As cotas **10** e **16** indicam o tamanho do furo.

Cotagem de peças simétricas

A utilização de linha de simetria em peças simétricas facilita e simplifica a cotação, conforme os exemplos abaixo.

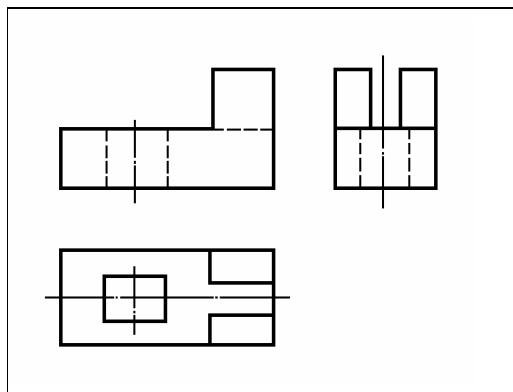
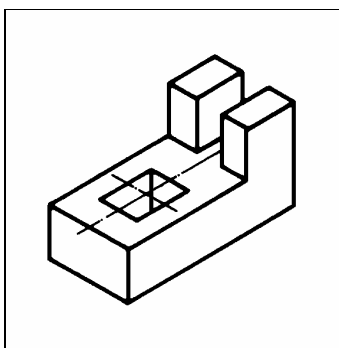


Sem linha de simetria

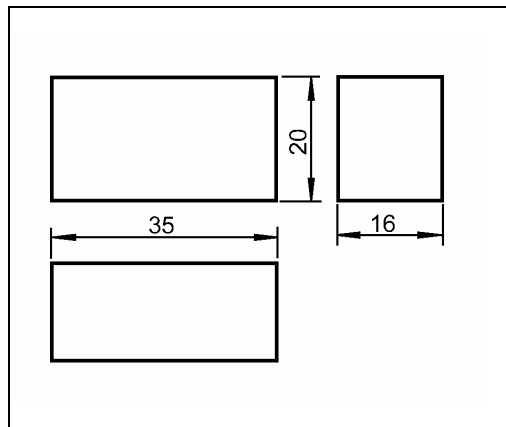
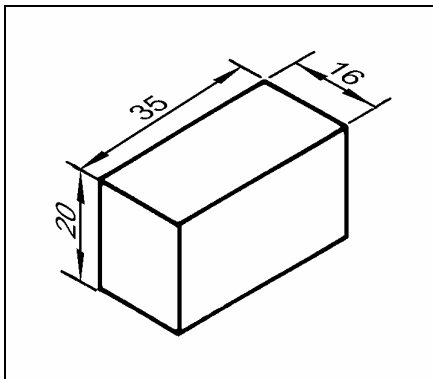


Com linha de simetria

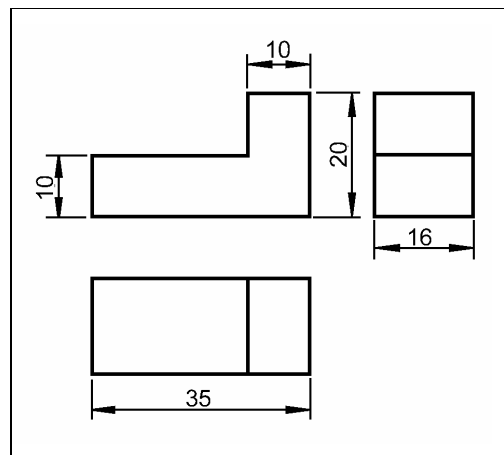
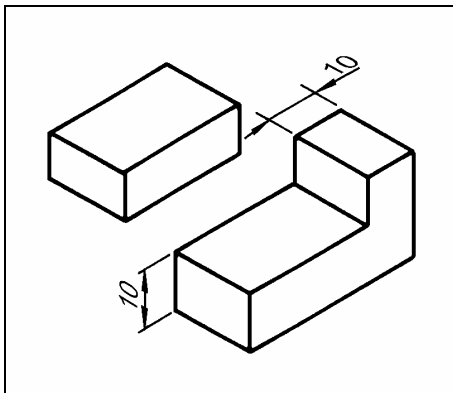
Seqüência de cotação



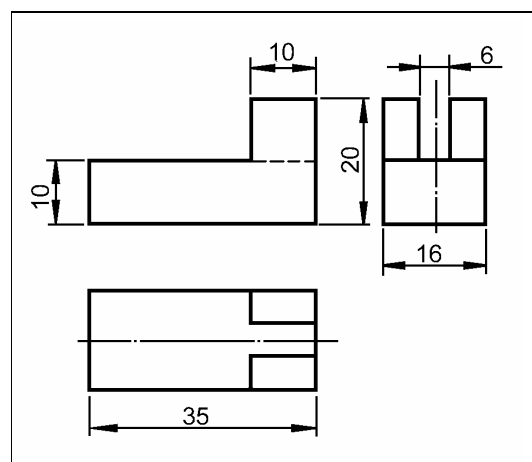
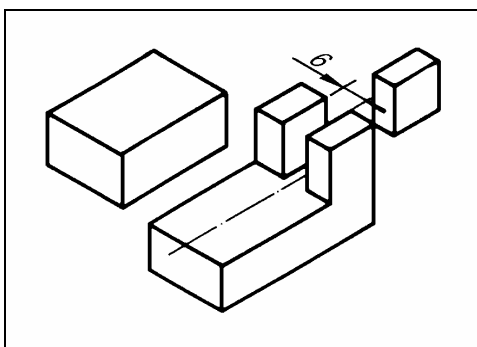
1º passo



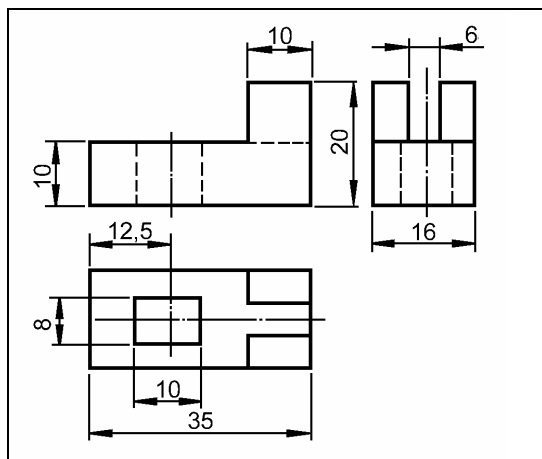
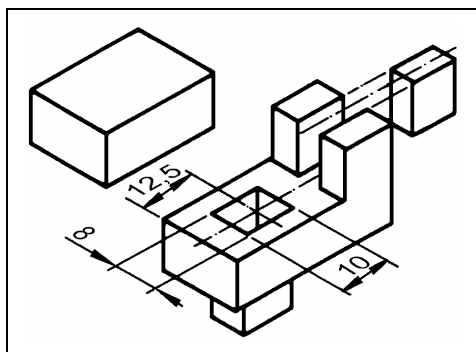
2º passo



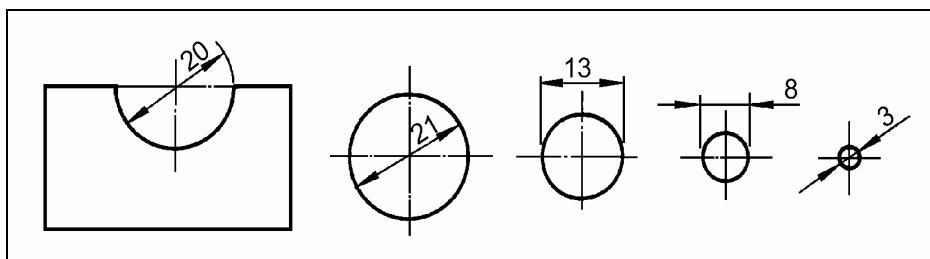
3º passo



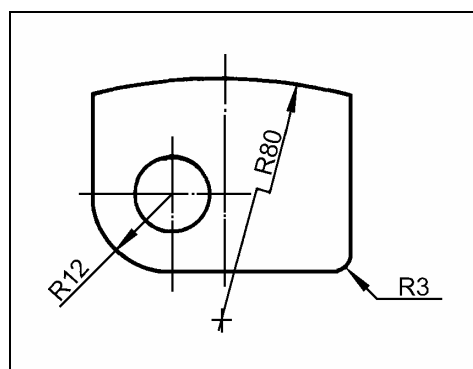
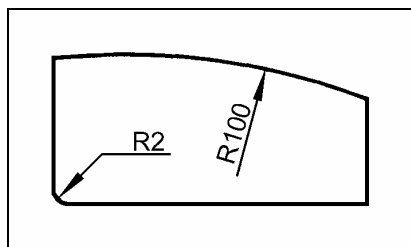
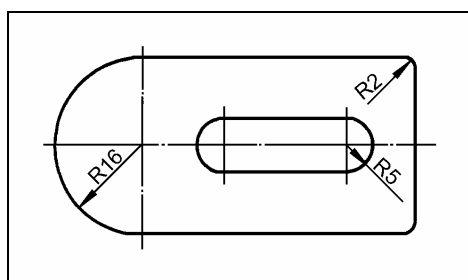
4º passo



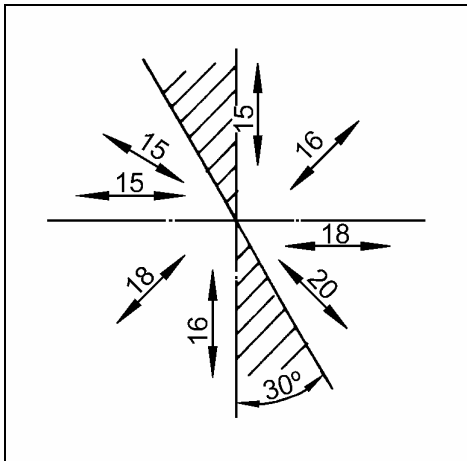
Cotagem de diâmetro



Cotagem de raios



Quando a linha de cota está na posição inclinada, a cota acompanha a inclinação para facilitar a leitura.



Porém, é preciso evitar a disposição das linhas de cota entre os setores hachurados e inclinados de cerca de 30°.

Cotagem de elementos esféricos

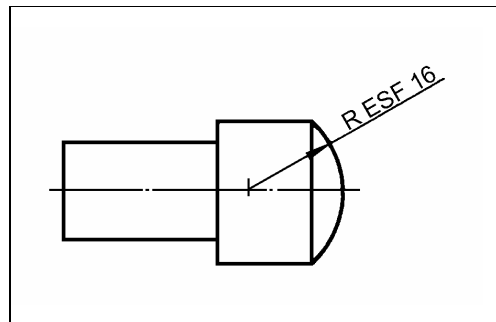
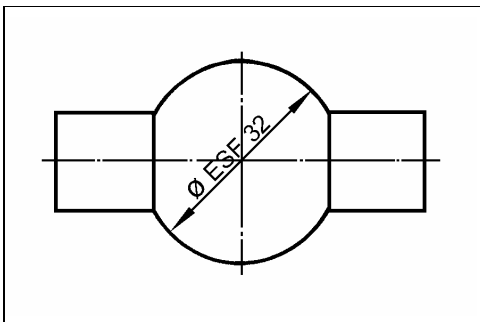
Elementos esféricos são elementos em forma de esfera.

A cotagem dos elementos esféricos é feita pela medida de seus diâmetros ou de seus raios.

ESF = Esférico

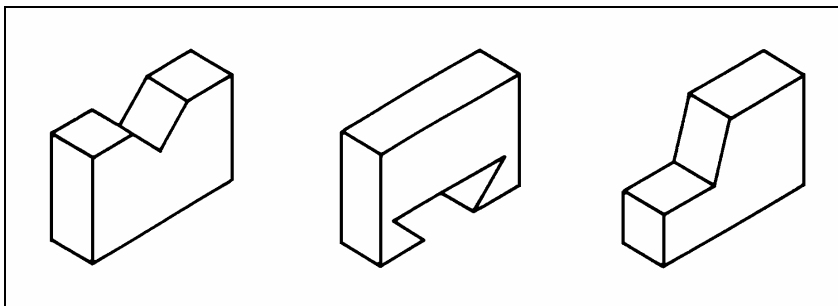
Ø = Diâmetro

R = Raio



Cotagem de elementos angulares

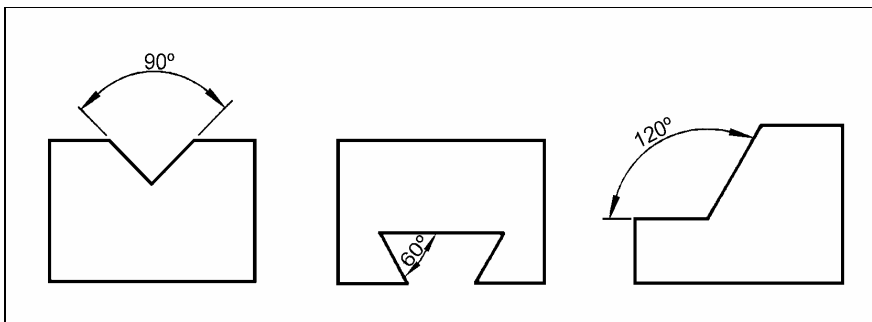
Existem peças que têm elementos angulares. Elementos angulares são formados por ângulos.



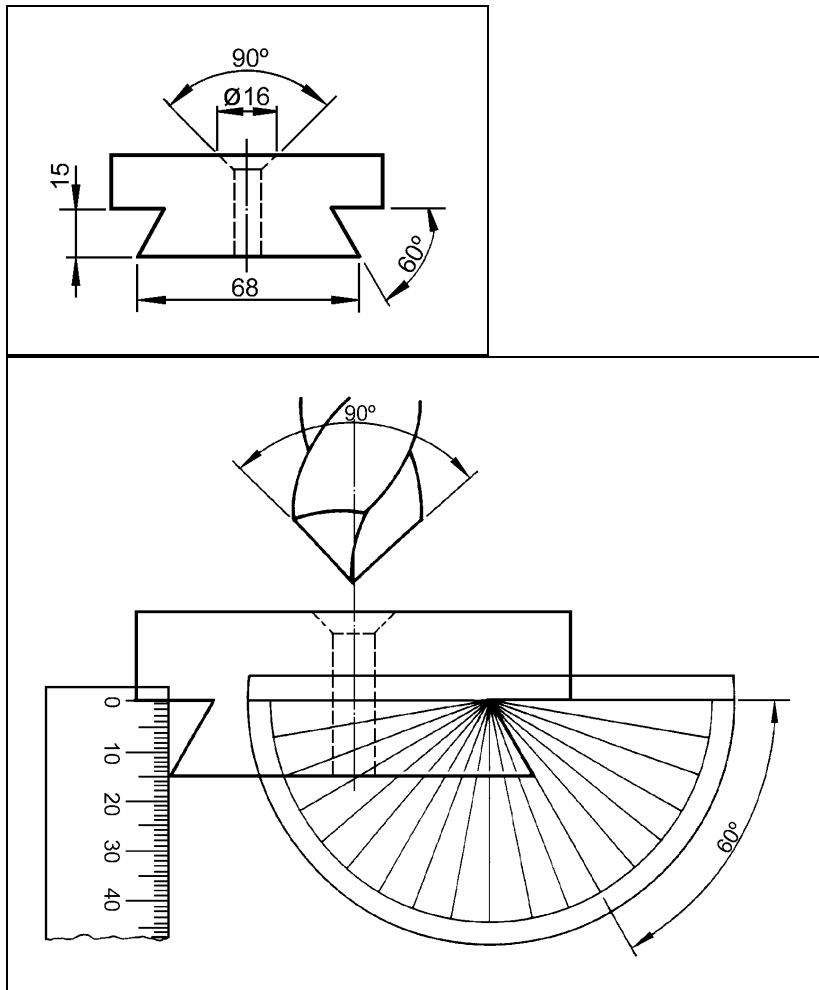
O ângulo é medido com o goniômetro pela sua abertura em graus.

O goniômetro é conhecido como transferidor.

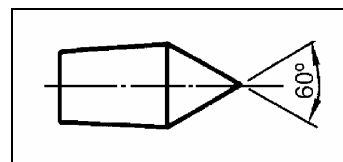
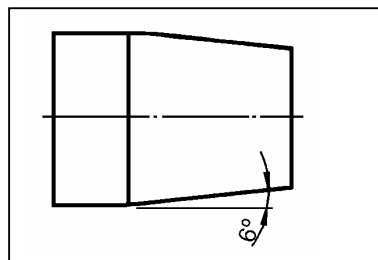
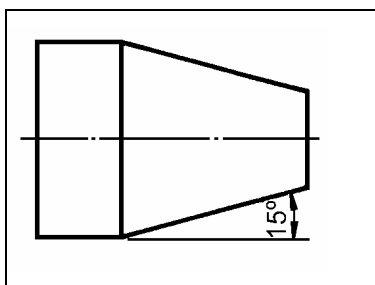
A cotagem da abertura do elemento angular é feita em linha de cota curva, cujo centro é vértice do ângulo cotado.



Uso de goniômetro (transferidor)

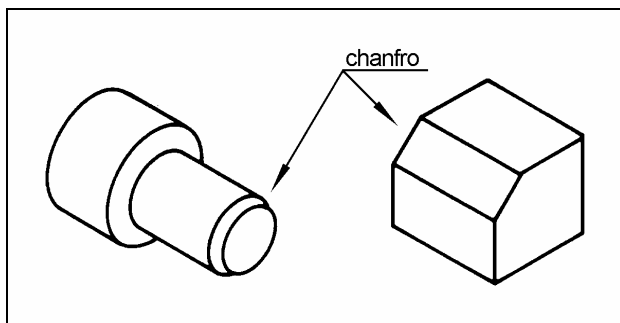


Cotagem de ângulos em peças cilíndricas



Cotagem de chanfros

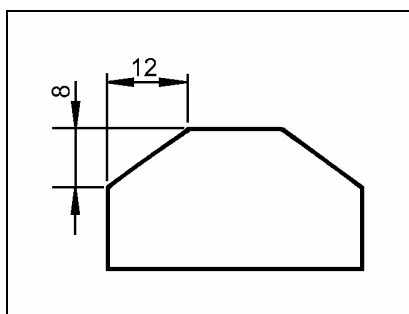
Chanfro é a superfície oblíqua obtida pelo corte da aresta de duas superfícies que se encontram.



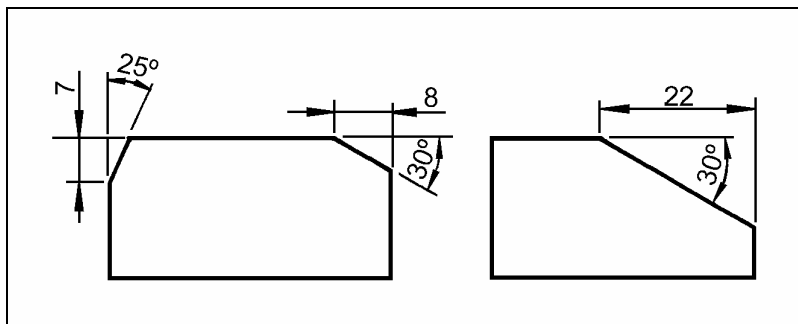
Existem duas maneiras pelas quais os chanfros aparecem cotados: por meio de cotas lineares e por meio de cotas lineares e angulares.

As **cotas lineares** indicam medidas de comprimento, largura e altura.

As **cotas angulares** indicam medidas de abertura de ângulos.

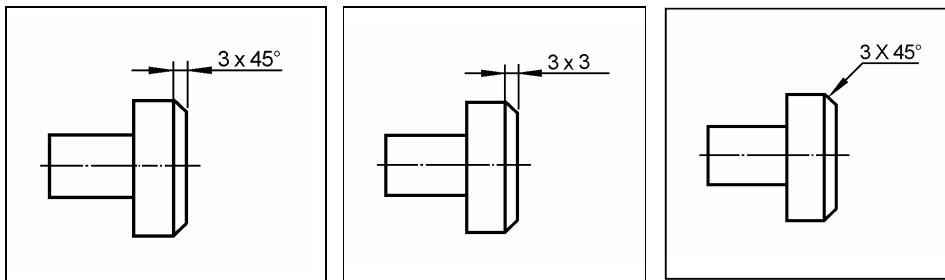


Cotas lineares



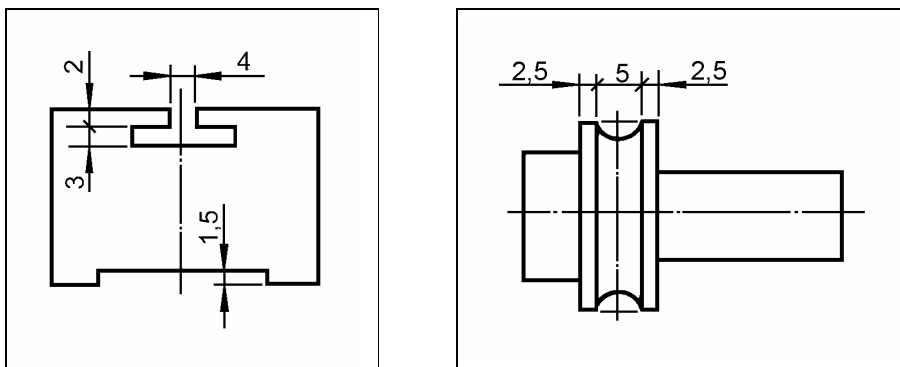
Cotas lineares e cotas angulares

Em peças planas ou cilíndricas, quando o chanfro está a 45° é possível simplificar a cotação.



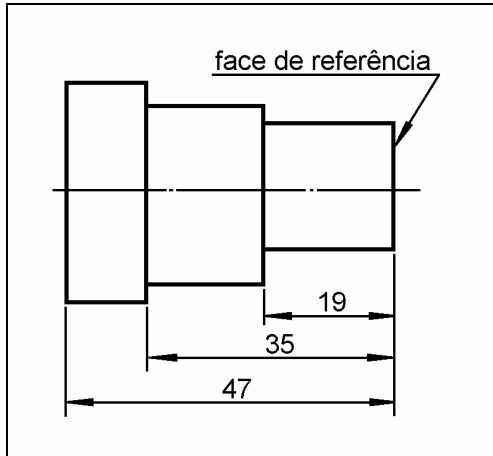
Cotação em espaços reduzidos

Para cotar em espaços reduzidos, é necessário colocar as cotas conforme os desenhos abaixo. Quando não houver lugar para setas, estas substituídas por pequenos traços oblíquos.

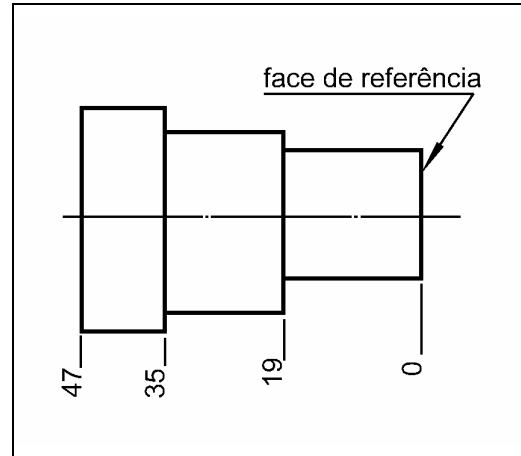


Cotagem por faces de referência

Na cotagem por faces de referência as medidas da peça são indicadas a partir das faces.



Cotagem em paralelo

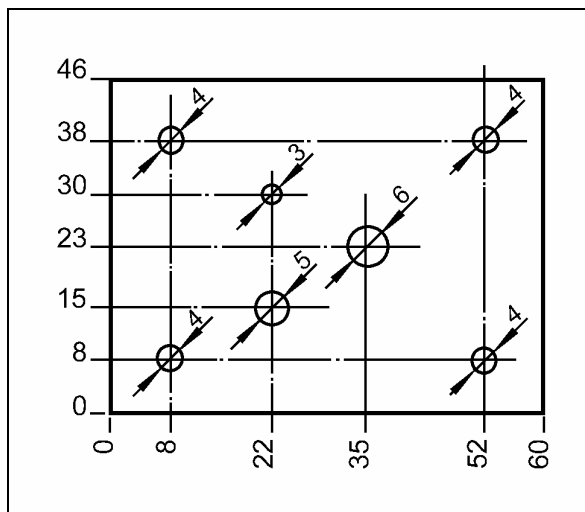


Cotagem aditiva

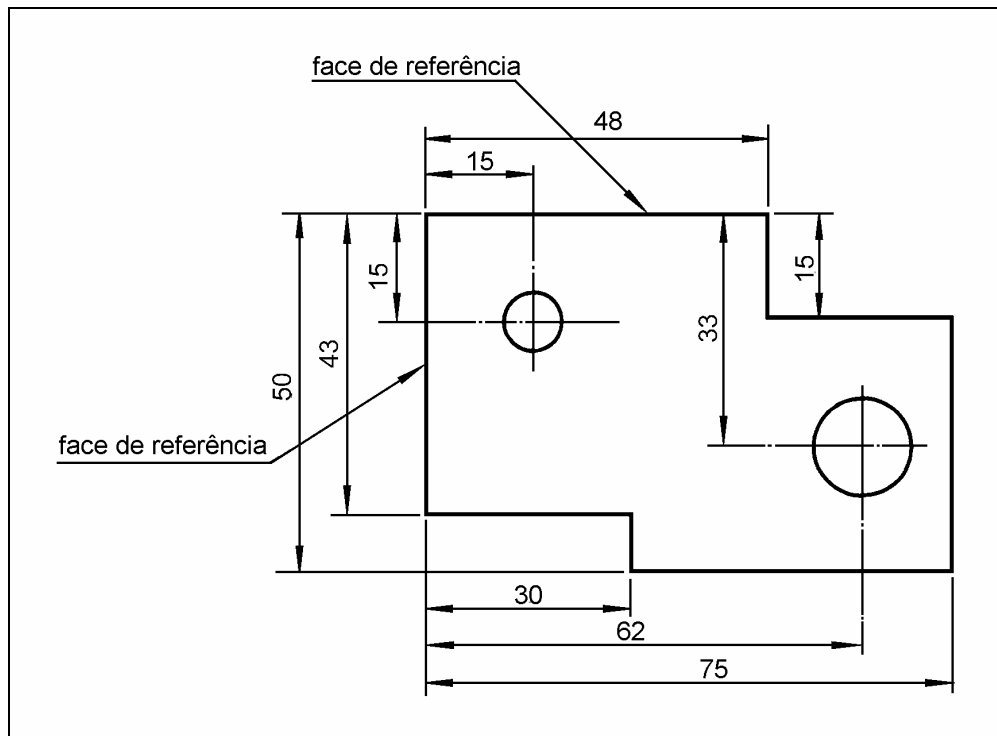
A cotagem por faces de referência ou por elementos de referência pode ser executada como cotagem em paralelo ou cotagem aditiva.

A cotagem aditiva é uma simplificação da cotagem em paralelo e pode ser utilizada onde há limitação de espaço, desde que não haja problema de interpretação.

A cotagem aditiva em duas direções pode ser utilizada quando for vantajoso.



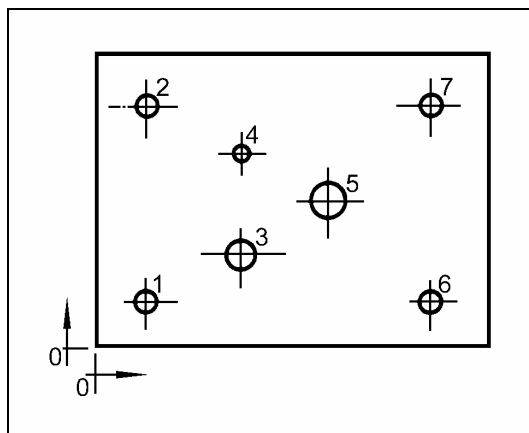
Cotagem aditiva em duas direções



Cotagem por coordenadas

A cotagem aditiva em duas direções pode ser simplificada por cotagem por coordenadas. A peça fica relacionada a dois eixos.

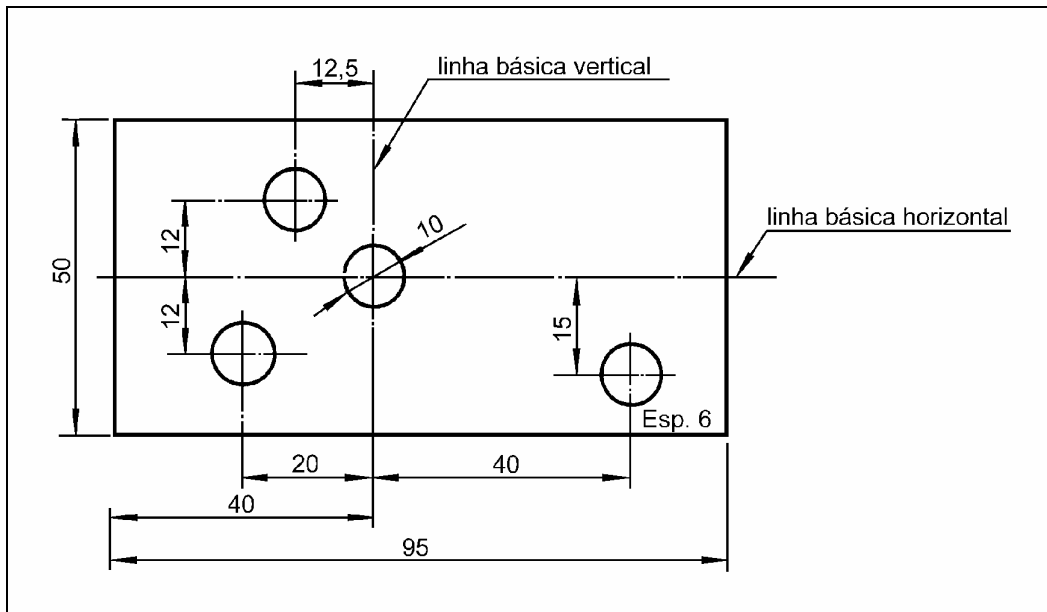
Fica mais prática indicar as cotas em uma tabela ao invés de indicá-la diretamente sobre a peça.



	X	Y	Ø
1	8	8	4
2	8	38	4
3	22	15	5
4	22	30	3
5	35	23	6
6	52	8	4
7	52	8	4

Cotagem por linhas básicas

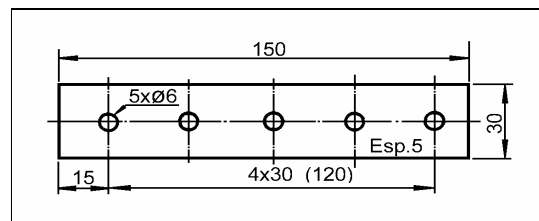
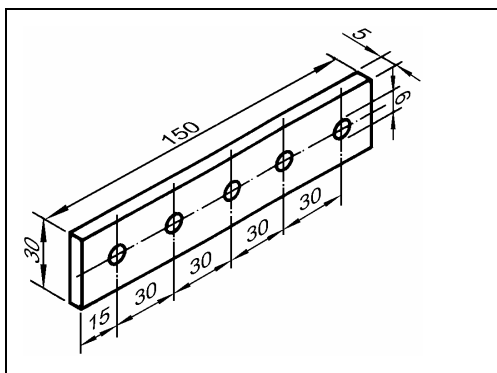
Na cotação por linha básica as medidas da peça são indicadas a partir de linhas.



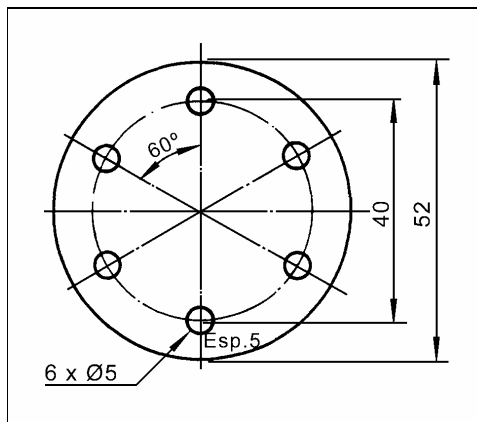
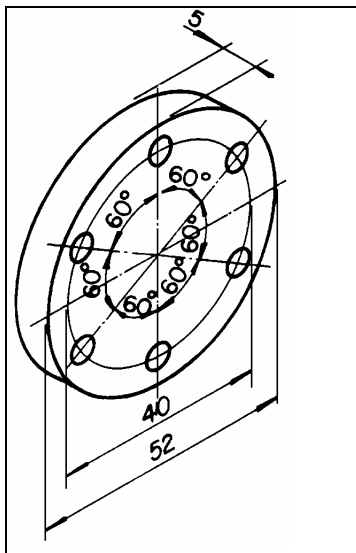
Cotagem de furos espaçados igualmente

Existem peças com furos que têm a mesma distância entre seus centros, isto é, furos espaçados igualmente.

A cotação das distâncias entre centros de furos pode ser feita por cotas lineares e por cotas angulares.

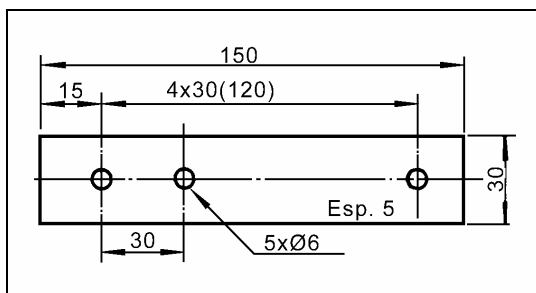


Cotagem linear

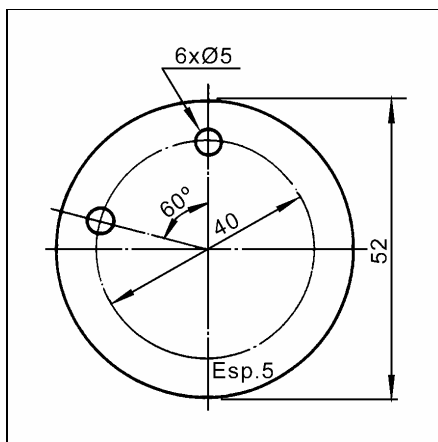


Cotagem linear e angular

Quando não causarem dúvidas, o desenho e a cotagem podem ser simplificados.



Desenho e cotagem simplificados

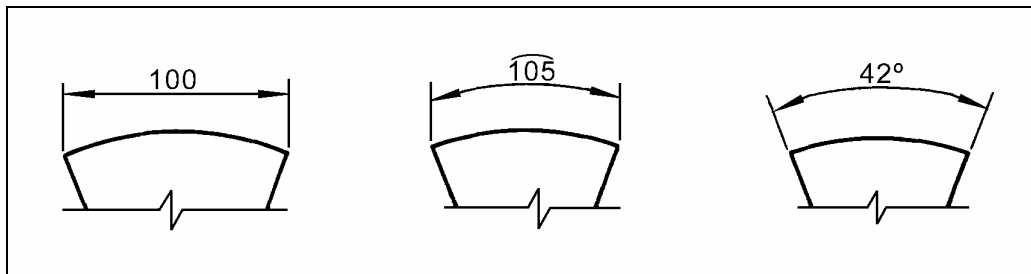


Desenho e cotagem simplificados

Indicações especiais

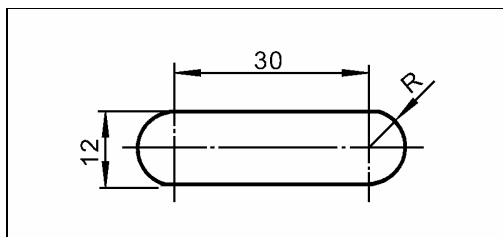
Cotagem de cordas, arcos e ângulos

As cotas de cordas, arcos e ângulos devem ser indicadas como nos exemplos abaixo.



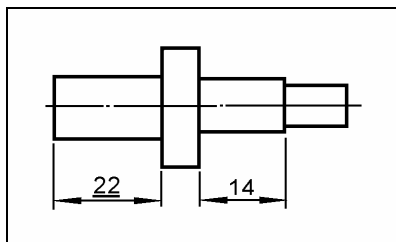
Raio definido por outras cotas.

O raio deve ser indicado com o símbolo R sem cota quando o seu tamanho for definido por outras cotas.



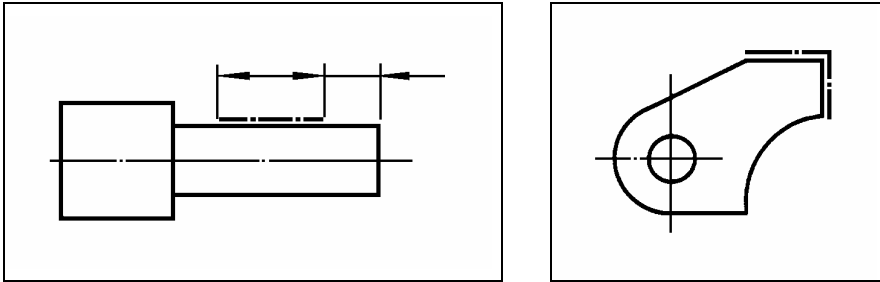
Cotas fora de escala

As cotas fora de escala nas linhas de cota sem interrupção devem ser sublinhadas com linhas retas com a mesma largura da linha do algarismo.



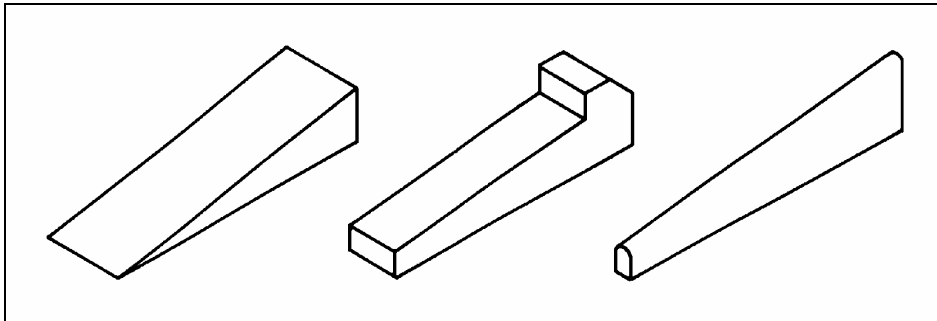
Cotagem de uma área ou comprimento limitado de uma superfície, para indicar uma situação especial

A área ou o comprimento e sua localização são indicados por meio de linha traço e ponto, desenhada adjacente à face corresponde.

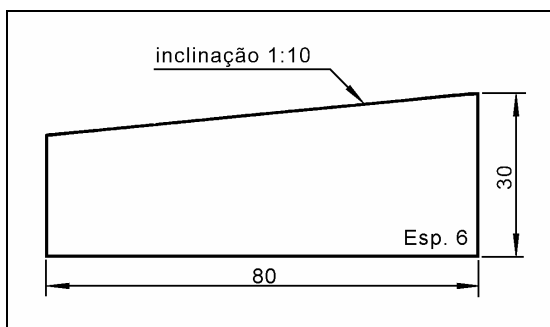


Cotagem de peças com faces ou elementos inclinados

Existem peças que têm faces ou elementos inclinados.



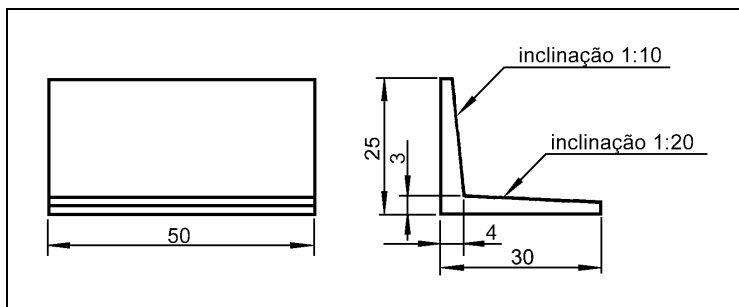
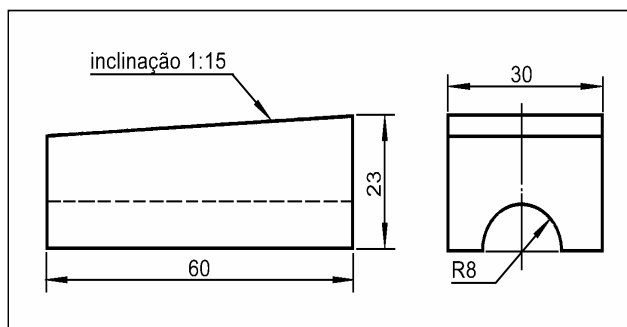
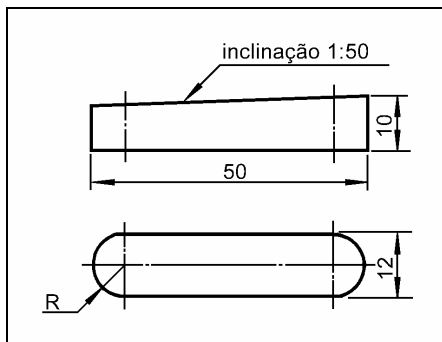
Nos desenhos técnicos de peças com faces ou elementos inclinados, a relação de inclinação deve estar indicada.



A relação de inclinação 1:10 indica que cada 10 milímetros do comprimento da peça, diminui-se um milímetro da altura.

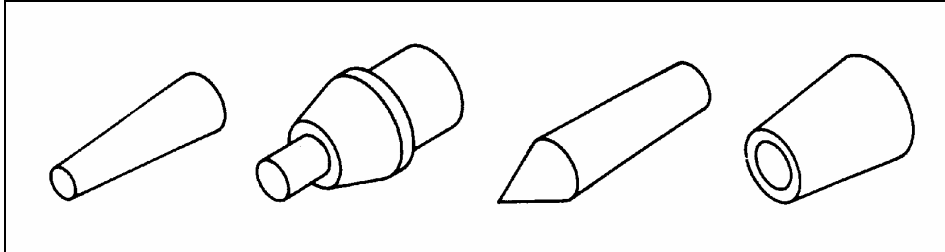
Com a relação de inclinação vem indicada do desenho técnico, não é necessário que a outra cota de altura da peça apareça.

Outros exemplos a seguir.



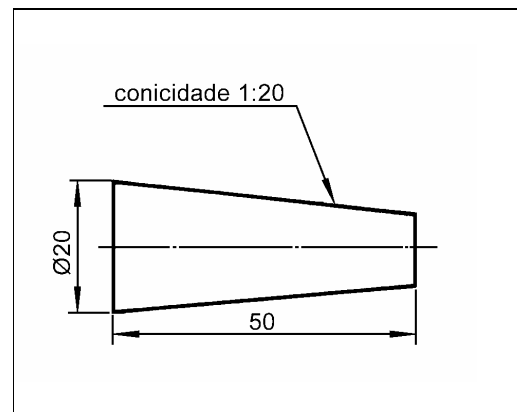
Cotagem de peças cônicas ou com elementos cônicos

Existem peças cônicas ou com elemento cônicos.

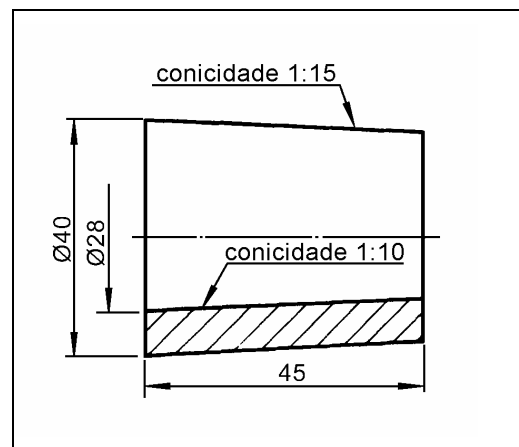
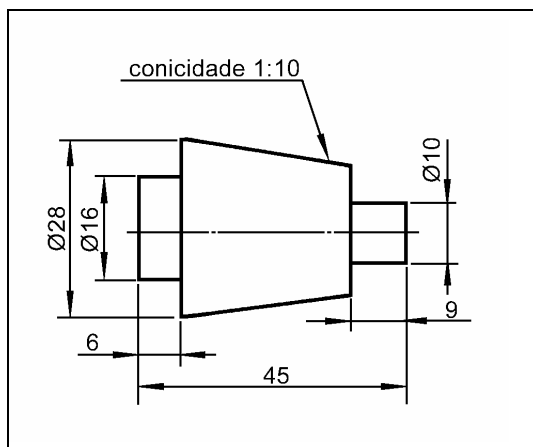


Nos desenhos técnicos de peças como estas, a relação de conicidade deve estar indicada.

A relação de conicidade 1:20 indica que a cada 20 milímetros do comprimento da peça, diminui-se um milímetro do diâmetro.



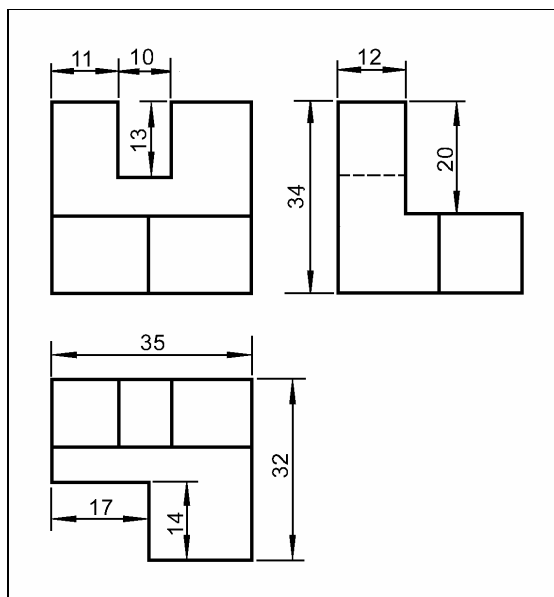
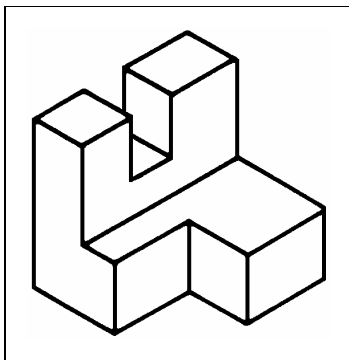
Outros exemplos:



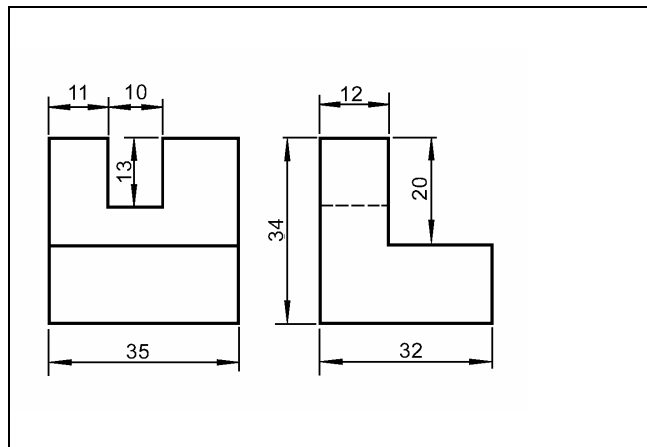
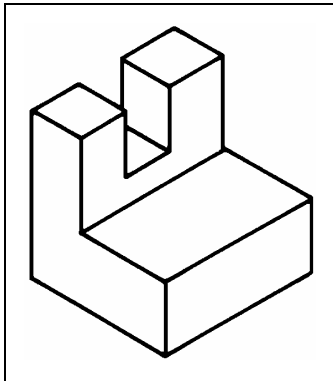
Supressão de vistas

Até este momento, todos os desenhos de peças que estudamos foram apresentados em três vistas. Nem sempre isso é necessário pois, ao desenhar uma peça, é necessário fazer tantas vistas quantas forem suficientes para a compreensão de sua forma.

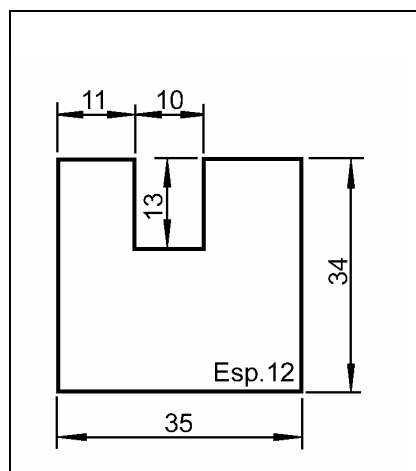
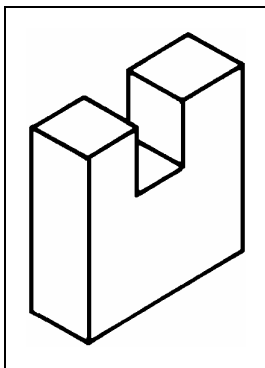
Peças desenhadas em três vistas



Peça desenhada em duas vistas

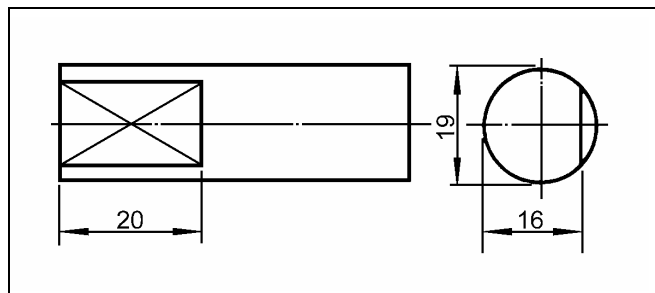
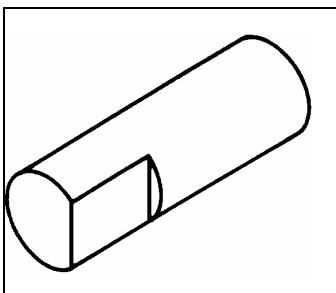


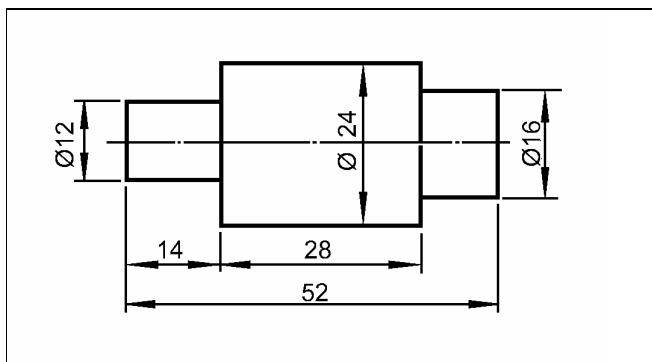
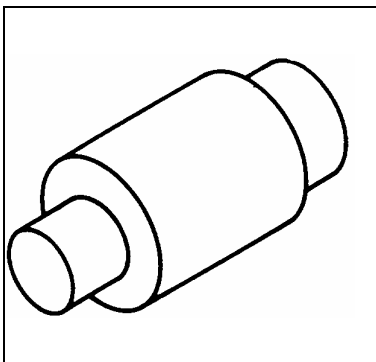
Peça desenhada em vista única



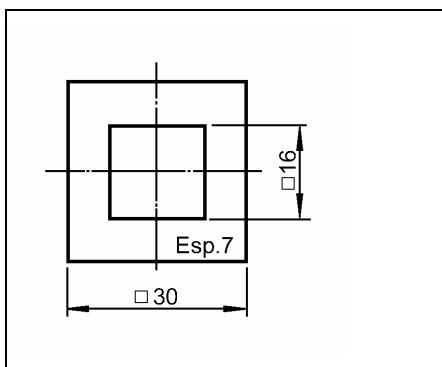
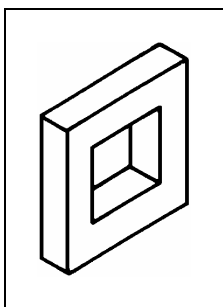
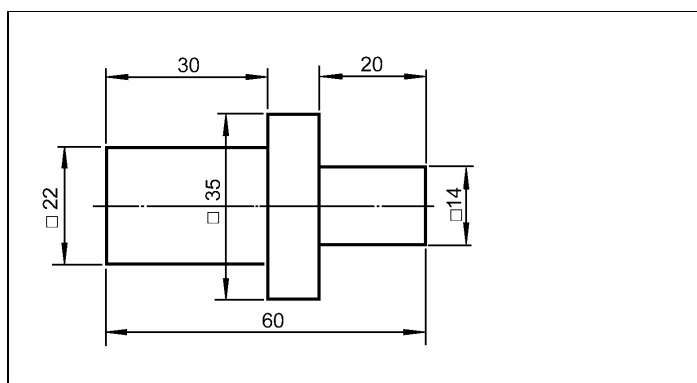
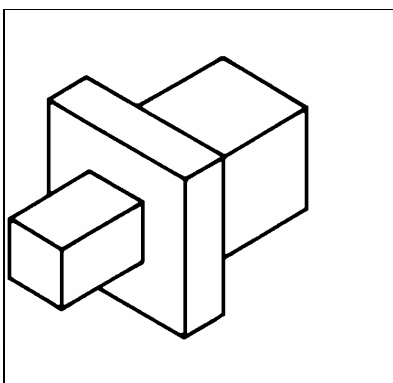
Indicativo de superfícies planas

Superfícies planas são representadas por linhas contínuas estreitas, traçadas diagonalmente na indicação de partes, em peças arredondadas.





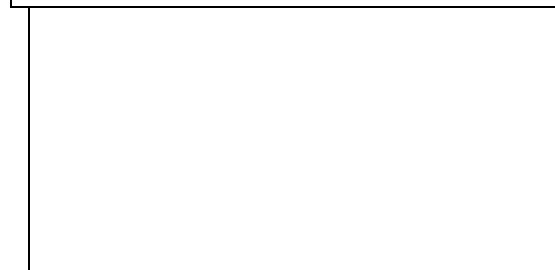
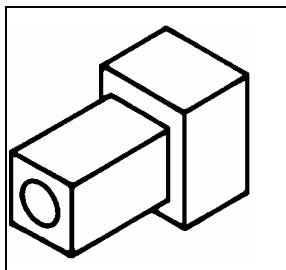
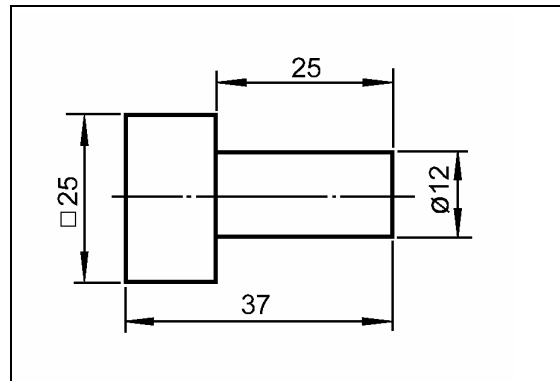
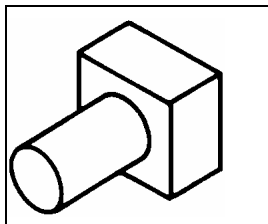
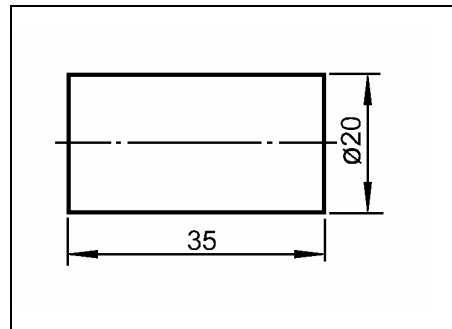
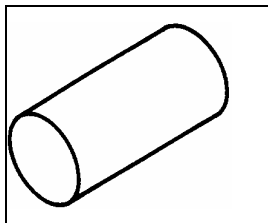
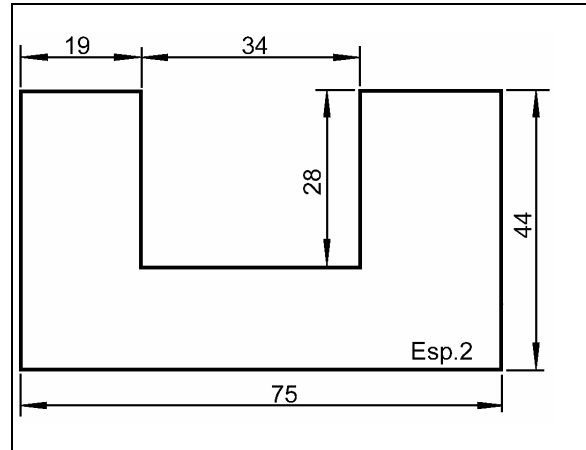
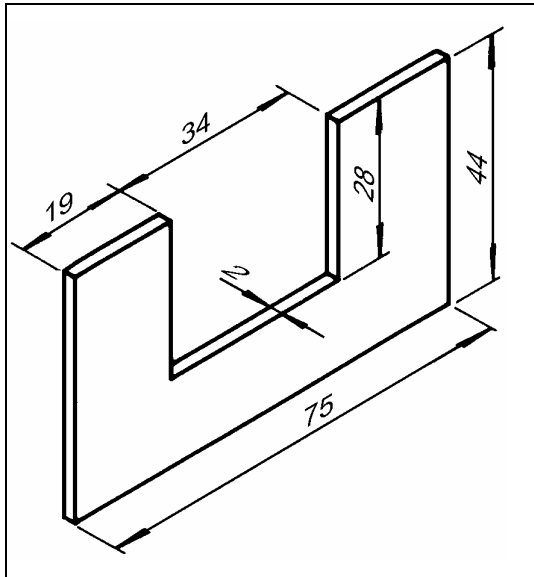
Indicativo de quadrado □

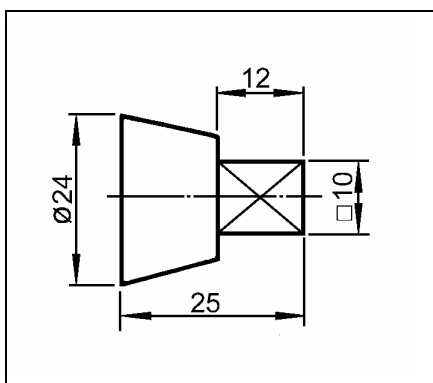
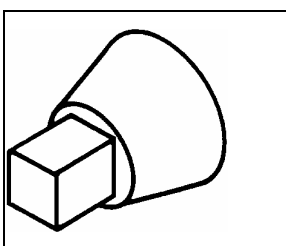
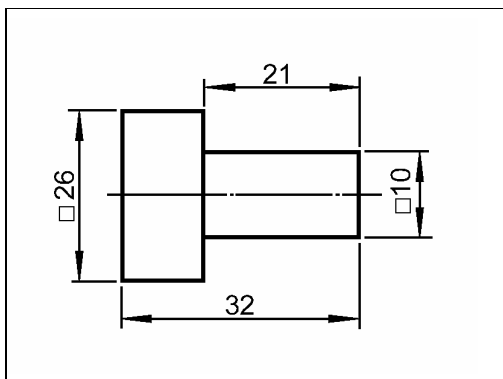
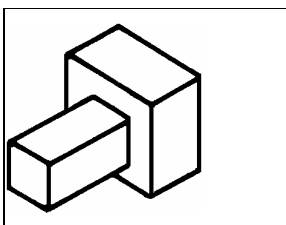
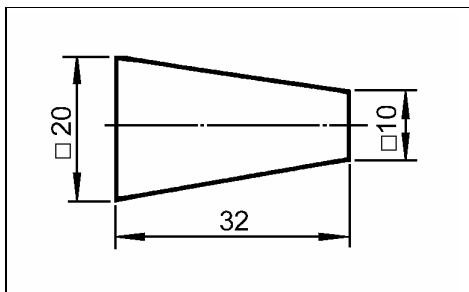
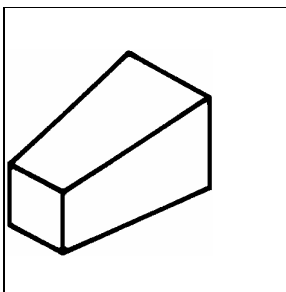
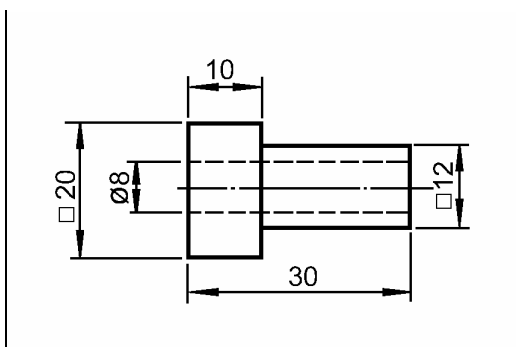


Desenho em vista única

Nos desenhos em vista única são utilizadas a simbologia, as convenções e as notações adequadas.

Aplicação

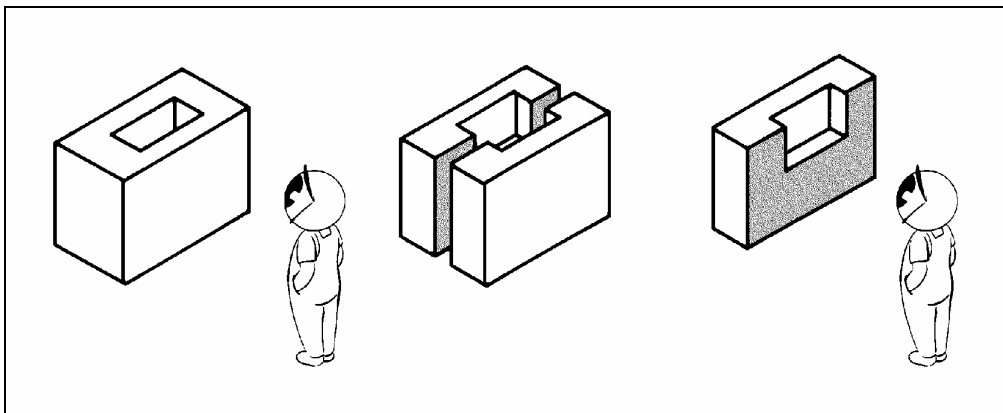




Desenho em corte

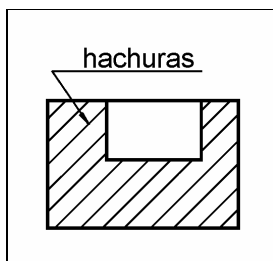
Corte

Corte significa divisão, separação. Em desenho técnico, o corte de uma peça é sempre imaginário. Ele permite ver as partes internas da peça.

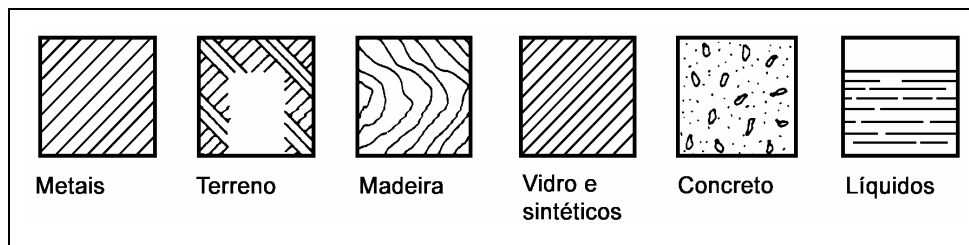


Hachuras

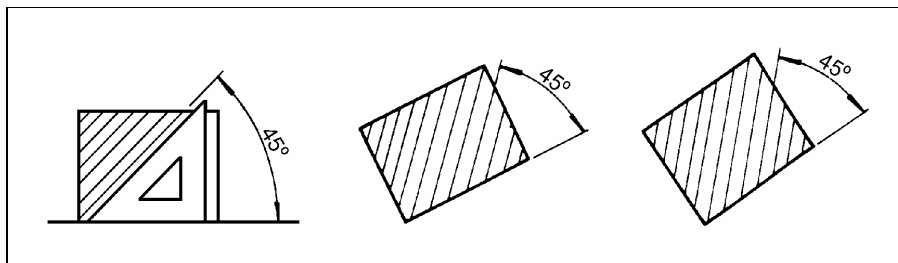
Na projeção em corte, a superfície imaginária cortada é preenchida com hachuras.



Hachuras são linhas estreitas que, além de representarem a superfície imaginada cortada, mostram também os tipos de materiais.

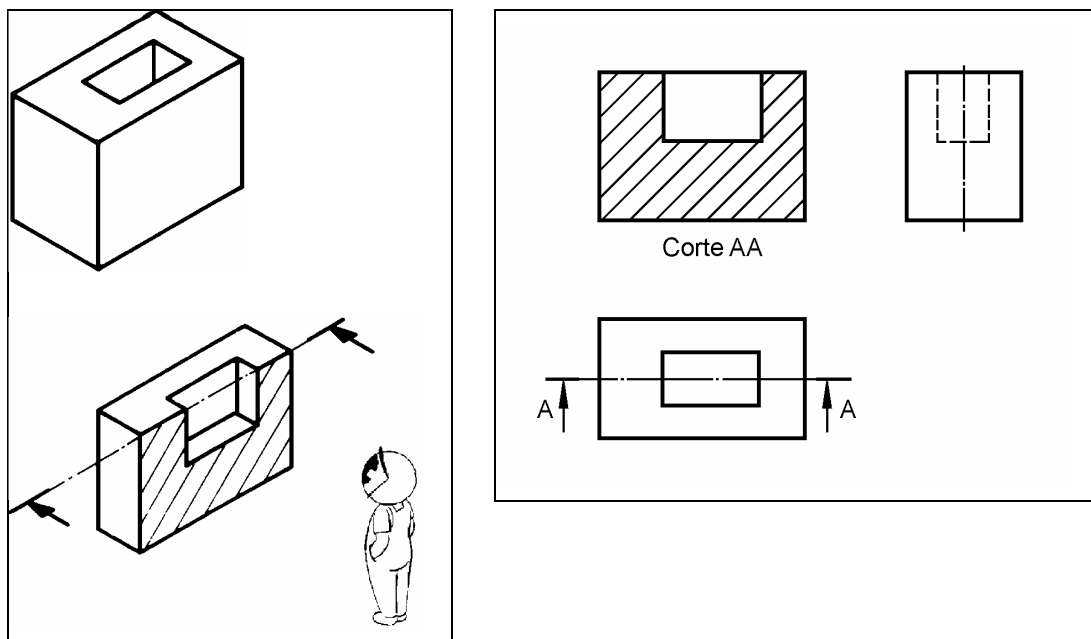


O hachurado é traçado com inclinação de 45 graus.

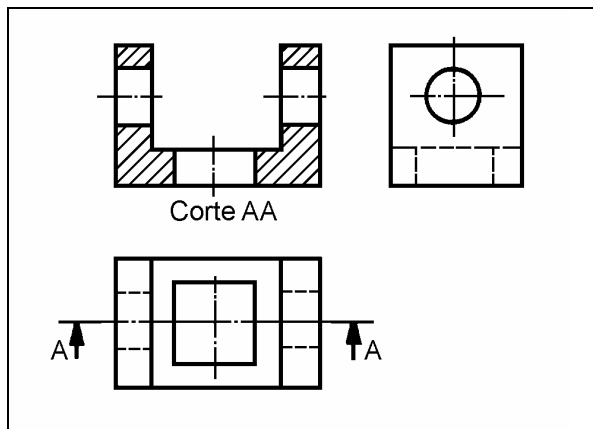
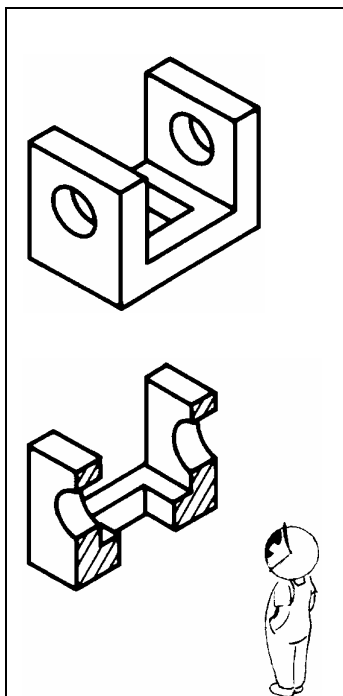


Para desenhar uma projeção em corte, é necessário indicar antes onde a peça será imaginada cortada.

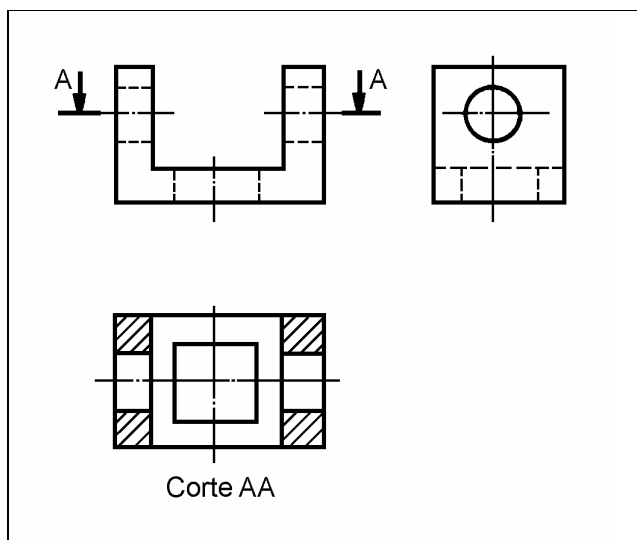
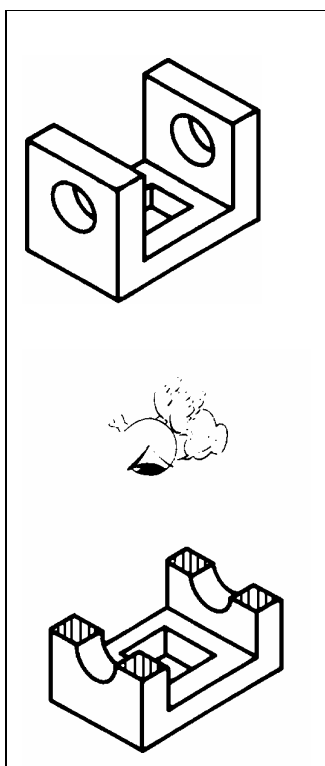
Essa indicação é feita por meio de setas e letras que mostram a posição do observador.



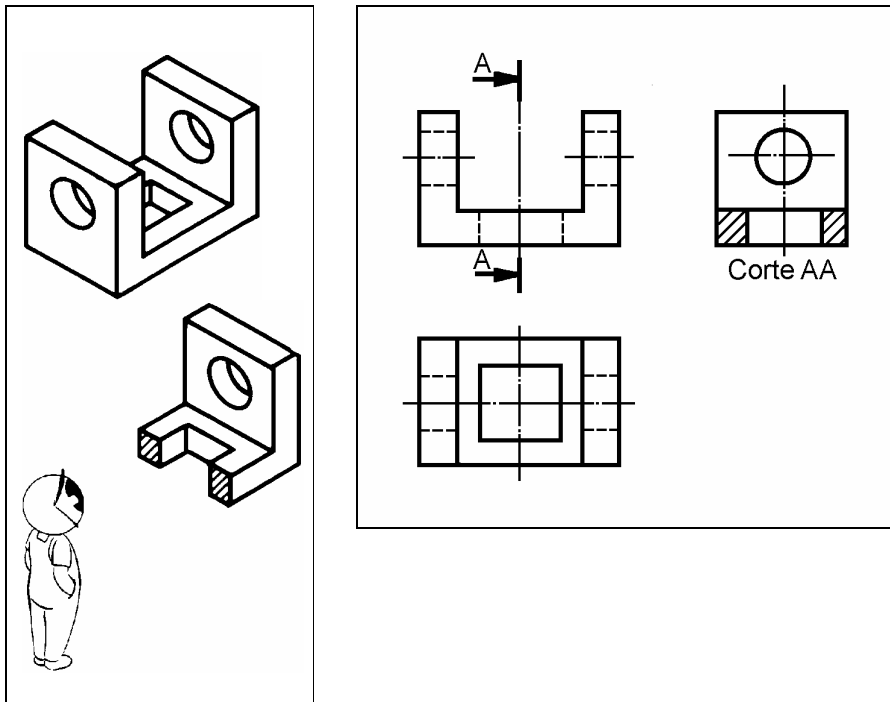
Corte na vista frontal



Corte na vista superior



Corte na vista lateral esquerda

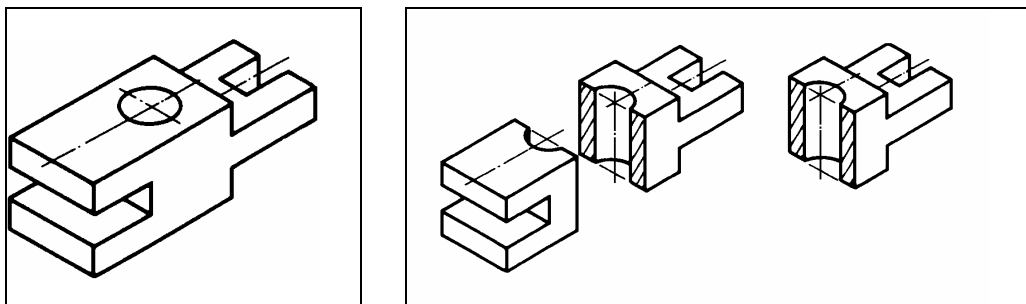


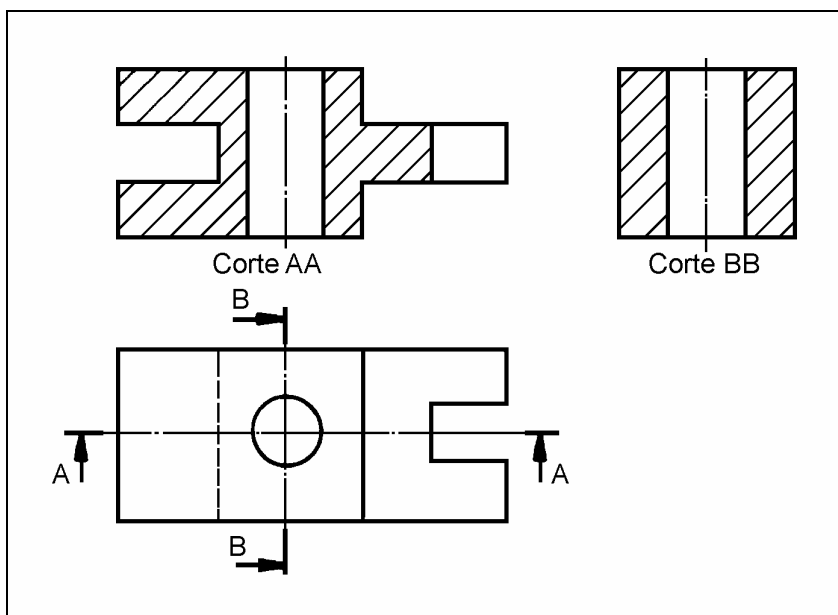
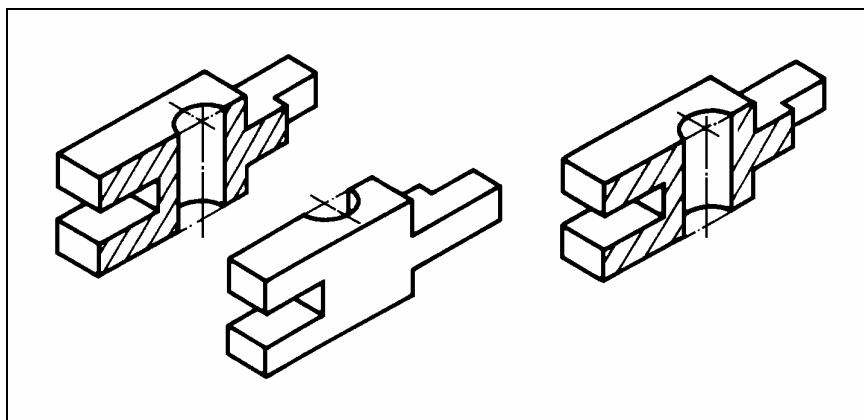
Observações:

- A expressão Corte AA é colocada embaixo da vista hachurada.
- As vistas não atingidas pelo corte permanecem com todas as linhas.
- Na vista hachurada, as tracejadas podem ser omitidas, desde que isso não dificulte a leitura do desenho.

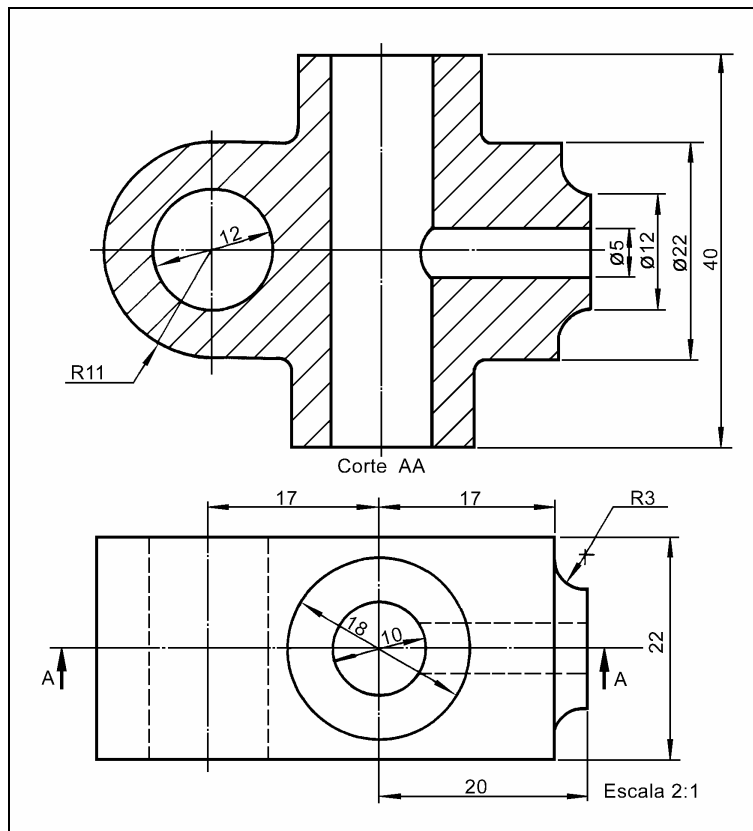
Mais de um corte no desenho técnico

Até aqui foi vista a representação de um só corte na mesma peça. Mas, às vezes, um só corte não mostra todos os elementos internos da peça. Nesses casos é necessário representar mais de um corte na mesma peça.



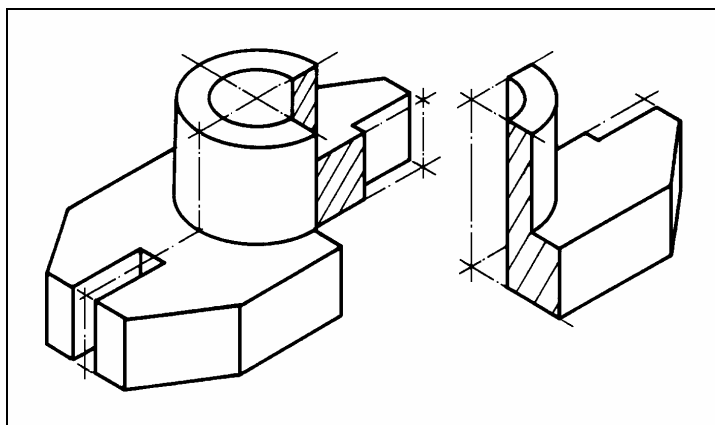


Exemplo de desenho em corte cotado



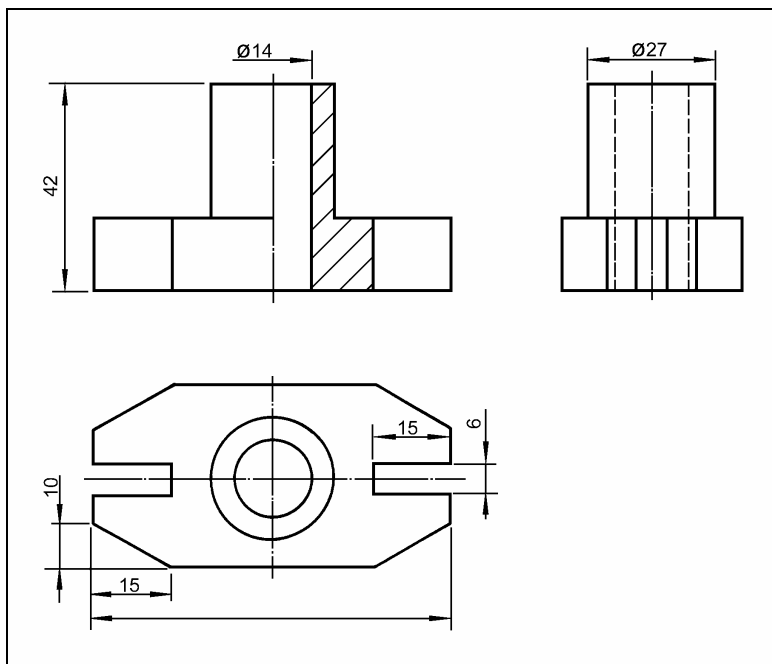
Meio-corte

O meio-corte é empregado no desenho de peças simétricas no qual aparece somente meia-vista em corte. O meio-corte apresenta a vantagem de indicar, em uma só vista, as partes internas e externa da peça.



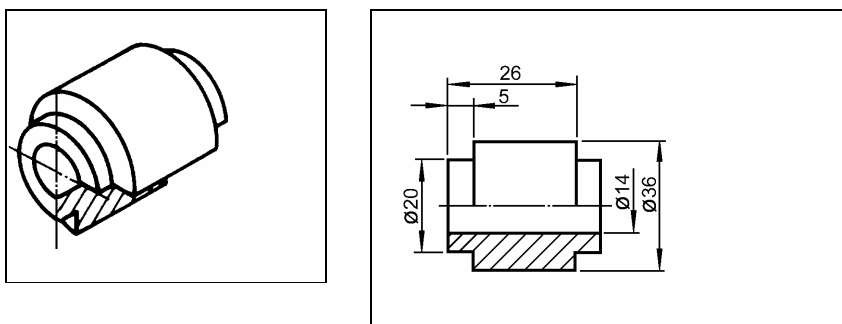
Em peças com a linha de simetria vertical, o meio-corte é representado à direita da linha de simetria, de acordo com a NBR 10067.

Na projeção da peça com aplicação de meio-corte, as linhas tracejadas devem ser omitidas na parte não-cortada.

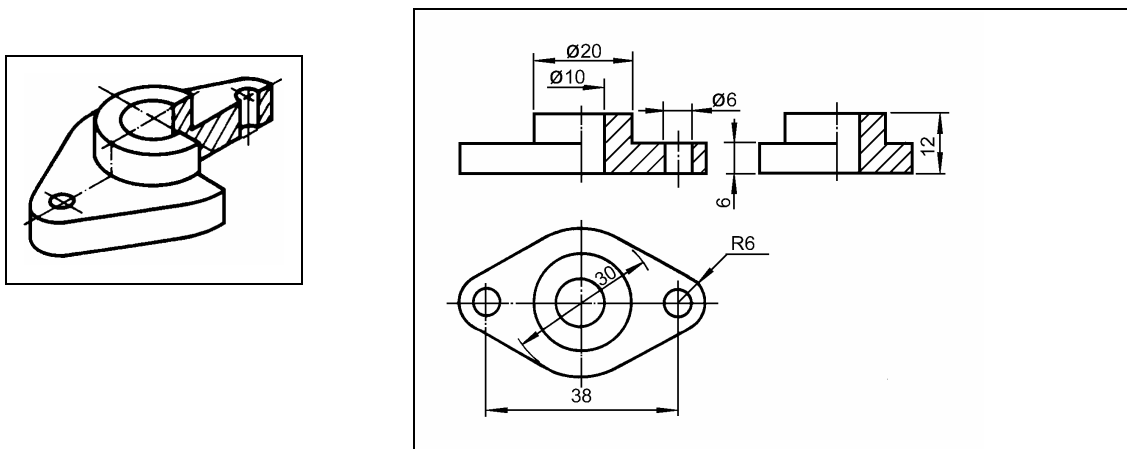


Meio-corte em vista única

Em peças com linha de simetria horizontal, o meio-corte é representado na parte inferior da linha de simetria.

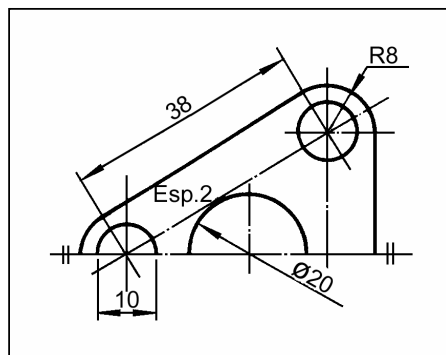
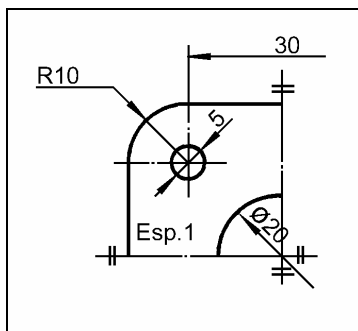
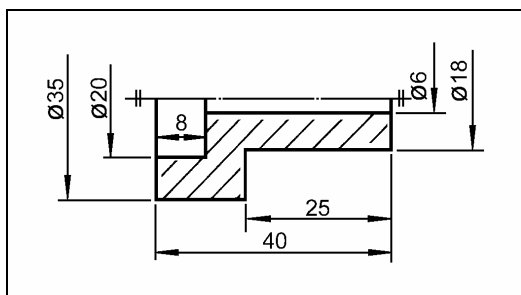


Duas representações em meio-corte no mesmo desenho

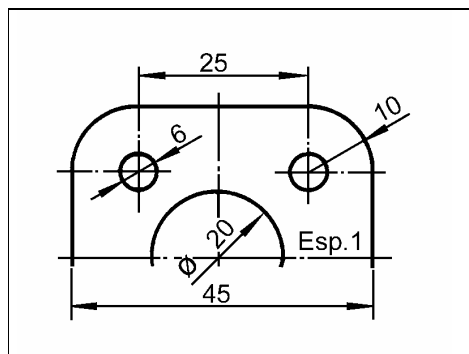
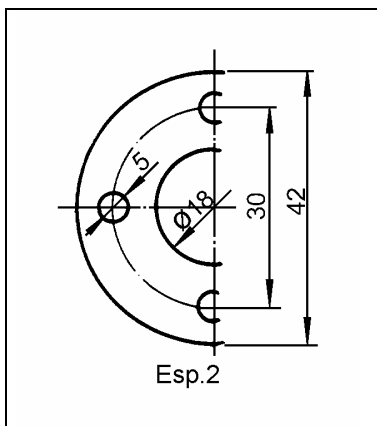


Representação simplificada de vistas de peças simétricas

Nem sempre é necessário desenhar as peças simétricas de modo completo. A peça é representada por uma parte do todo, e as linhas de simetria são identificadas com dois traços curtos paralelos perpendicularmente às suas extremidades.

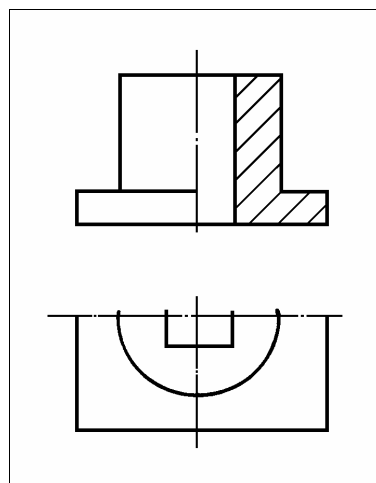
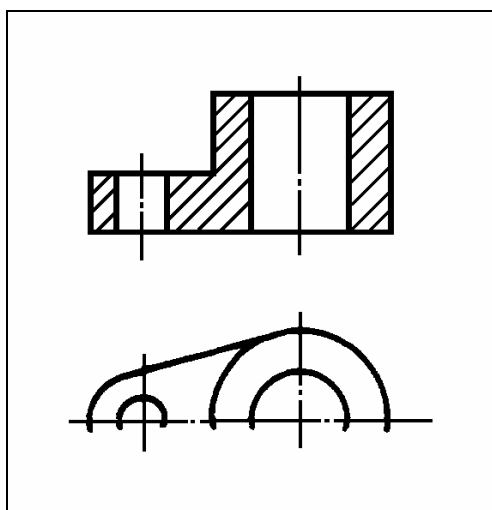
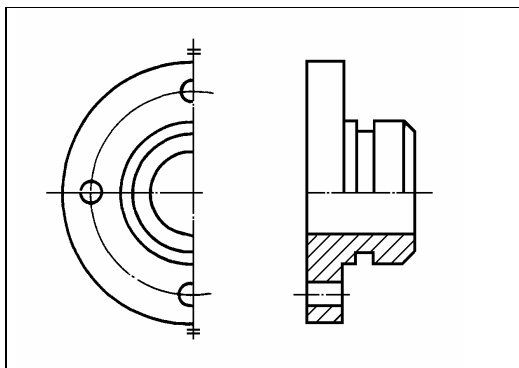


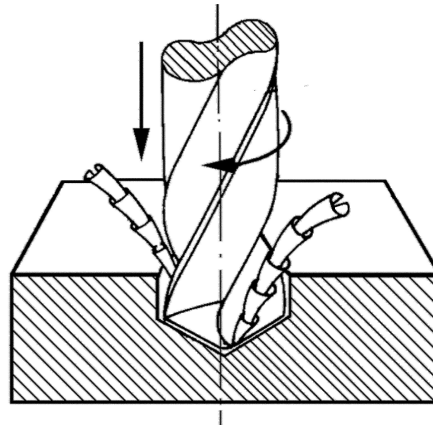
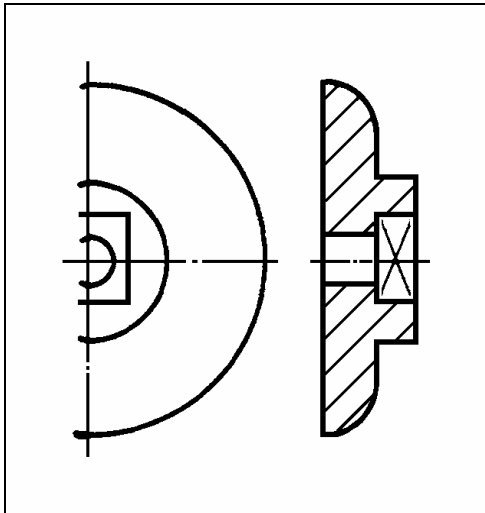
Outro processo consiste em traçar as linhas da peça um pouco além da linha de simetria.



Meia-vista

Para economia de espaço, desenha-se apenas a metade da vista simétrica.





Escala

Escala é a relação entre as medidas da peça e do desenho.

A escala é necessário porque nem sempre os desenhos industriais são do mesmo tamanho das peças a serem produzidas.

Assim, quando se trata de uma peça muito grande, o desenho é feito em tamanho menor com redução igual em todas as suas medidas.

Quando se trata de uma peça muito pequena, o desenho é feito em tamanho maior com ampliação igual em todas as suas medidas.

Escalas usuais

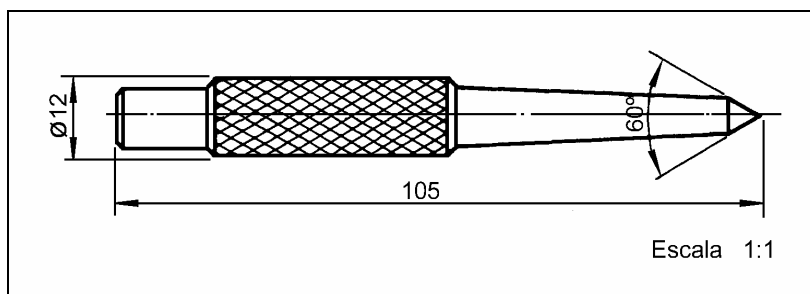
Natural 1:1 (um por um)

Redução..... 1:2 - 1:5 - 1:10 - 1:20 - etc.

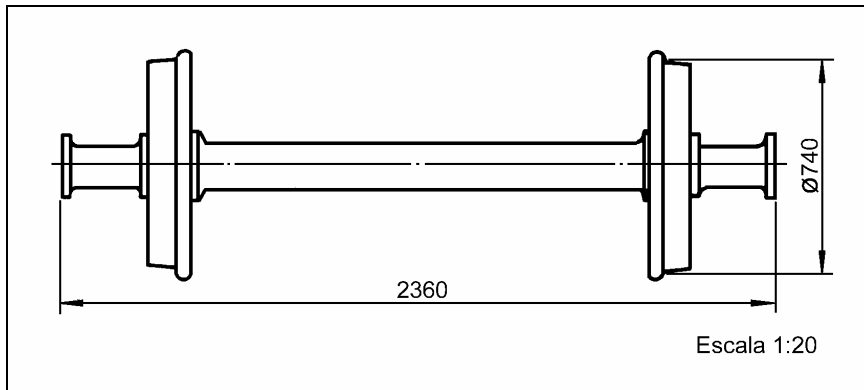
Ampliação 2:1 - 5:1 - 10:1 - 20:1 - etc.

Exemplos:

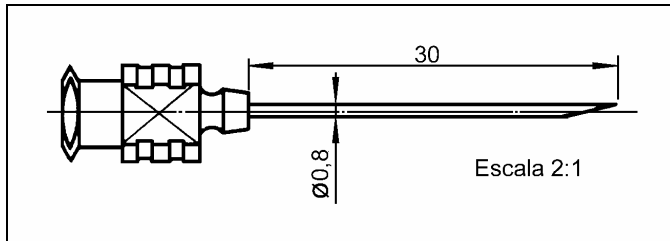
Desenho de um **punção de bico** em tamanho natural.



Desenho de um **rodeiro de vagão**, vinte vezes menor que o seu tamanho verdadeiro.



Desenho de uma **agulha de injeção**, duas vezes maior que o seu tamanho verdadeiro.

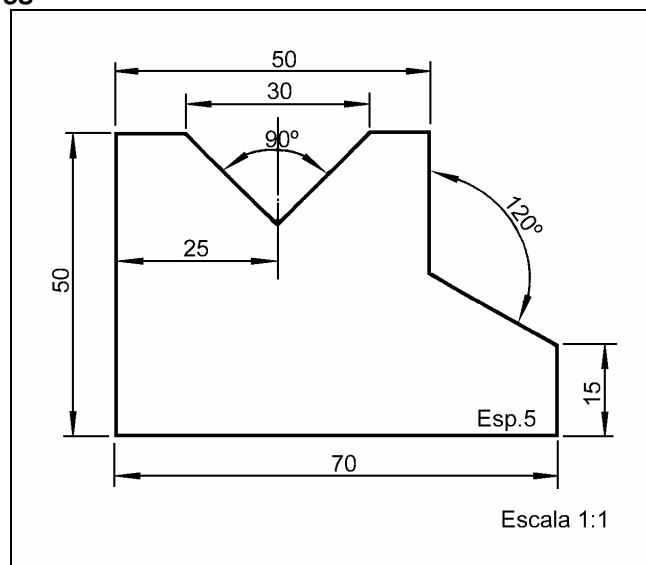


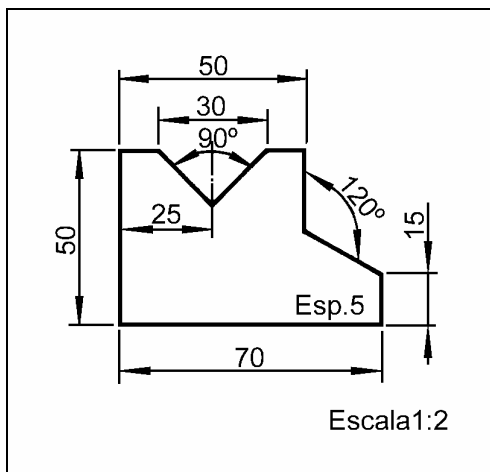
Observação

A redução ou a ampliação só tem efeito para o **traçado do desenho**. As cotas **não sofrem alteração**.

Escala de medidas angulares

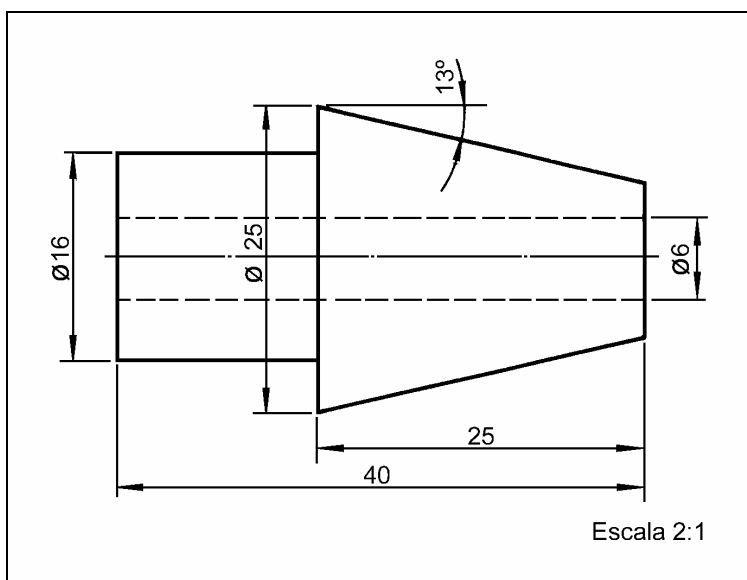
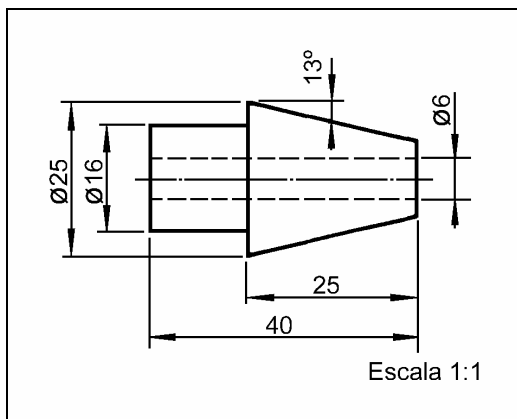
Em medidas angulares não existe a redução ou ampliação, seja qual for a escala utilizada.





Observação

Os ângulos das peças permanecem sempre com as mesmas aberturas.



Estado e acabamento superficial

Introdução: rugosidade

A importância do estudo de acabamento superficial aumenta à medida que cresce a precisão de ajuste entre peças a serem acopladas. Somente a precisão dimensional e a precisão de forma e posição não são suficientes para garantir a funcionalidade do conjunto acoplado.

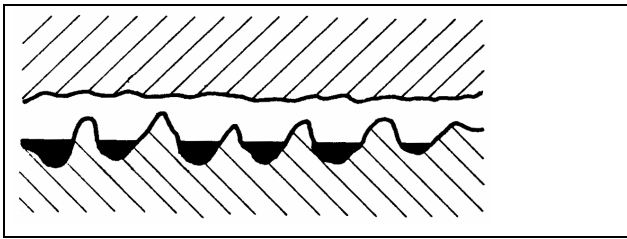
É fundamental para muitas peças, a especificação do acabamento das superfícies, através da rugosidade superficial.

Efeitos da rugosidade

A rugosidade desempenha um papel muito importante no comportamento das peças mecânicas. Ela condiciona:

- A qualidade de deslizamento e rolamento;
- A resistência ao desgaste;
- A possibilidade de ajuste do acoplamento forçado;
- A resistência oferecida pela superfície ao escoamento de fluídos e lubrificantes;
- A qualidade de aderência que a estrutura oferece às camadas protetoras;
- A corrosão e a resistência à fadiga;
- A vedação;
- A aparência.

O acabamento superficial é medido através de rugosidade superficial que, por sua vez, é expressa em microns.



Rugosidade superficial

(R máx.) 2,5 microns

R máx. = Rugosidade superficial máxima

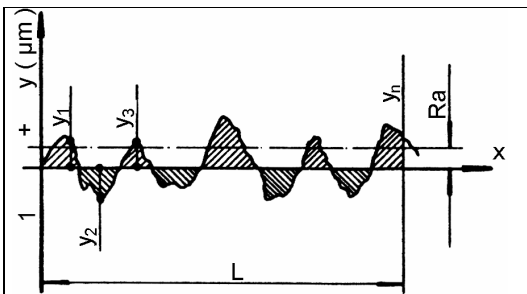
Em diversos países, foram desenvolvidos critérios de medida, que deram origem a várias normas, tais como a norma ISO 1302 ou P-NB-13 da ABNT.

A rugosidade necessária para o bom funcionamento dos conjuntos mecânicos é especificada nos desenhos através de simbologia normalizada.

Sistemas de medição da rugosidade superficial

Desvio médio aritmético - “Ra”

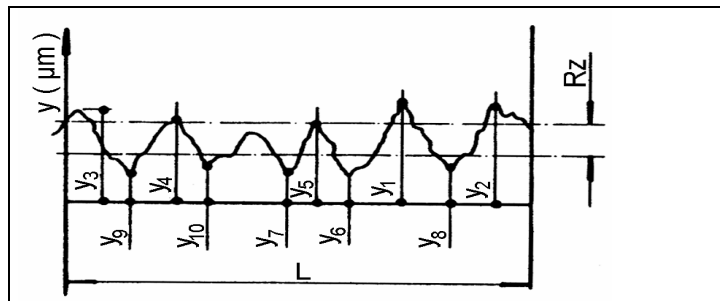
É a medida aritmética dos valores absolutos das ordenadas do perfil em relação à linha média X num comprimento (L) de amostragem.



$$Ra = \frac{y_1 + y_2 + \dots + y_n}{n} (\mu m)$$

Altura das irregularidades dos 10 pontos - “ Rz ”

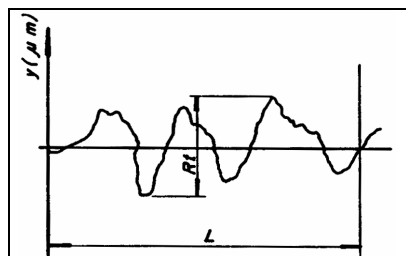
Em um comprimento (L) de amostragem, é a diferença entre o valor médio dos cinco pontos mais salientes e o valor médio dos cinco pontos mais reentrados medidos a partir de uma linha paralela à linha média. Esta linha paralela não intercepta o perfil.



$$Rz = \frac{(y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5) - (y_6 + y_7 + y_8 + y_9 + y_{10})}{5} (\mu m)$$

Altura das irregularidades - “Rt”

É a distância entre duas linhas paralelas à linha média e que tangenciam a saliência mais pronunciada e a reentrância mais profunda. Esta distância é medida num comprimento (L) de amostragem.



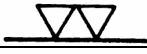
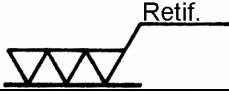
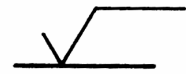
Rt (μm)

Simbologia de acabamento superficial

A simbologia de acabamento superficial pode ser representada por meio de sinais convencionais ou por meio de valores de rugosidade.

Sinais convencionais

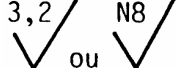
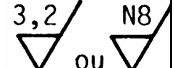
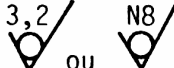
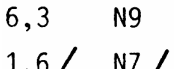
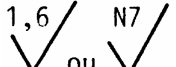
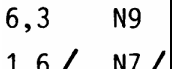
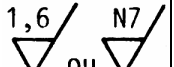
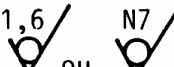
De acordo com NBR-6402 e DIN 3141, a especificação de acabamento nos desenhos por meio de sinais convencionais é feita conforme a relação a seguir.

Superfície em bruto, porém com eliminação de rebarbas.	
Superfície desbastada, os riscos da ferramenta são bastante visíveis.	
Superfície alisada, os riscos da ferramenta são pouco visíveis.	
Superfície polida, os riscos da ferramenta não são visíveis.	
Superfície lapidada.	
Para qualquer grau de acabamento, pode ser indicado o modo de obtê-lo.	
Superfície sujeita a tratamento especial indicada sobre a linha horizontal.	

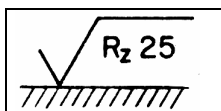
Valores de rugosidade

De acordo com a NBR-8404 e DIN ISO 1302, a especificação de acabamento nos desenhos por meio de valores de rugosidade é feita junto com os símbolos que indicam o processo de obtenção de superfície, conforme a relação a seguir.

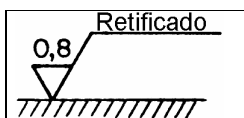
Símbolos	Significado
	Símbolo básico - só pode ser usado quando seu significado for complementado por uma indicação.
	Caracterização de uma superfície usinada sem maiores detalhes.
	Caracteriza uma superfície na qual a remoção de material não é permitida e indica que a superfície deve permanecer no estado resultante de um processo de fabricação anterior, mesmo se esta tiver sido obtida por usinagem ou outro processo qualquer.

Símbolo com indicação da característica principal da rugosidade, Ra			Significado
A remoção do material é			
Facultativa	Exigida	Não permitida	
			Superfície com uma rugosidade máxima: Ra = 3,2 μm
 	 	 	Superfície com uma rugosidade entre: Máximo Ra = 6,3μm Mínimo Ra = 1,6 μm

A indicação da rugosidade em Rz deve ser colocada à direita e abaixo do símbolo.

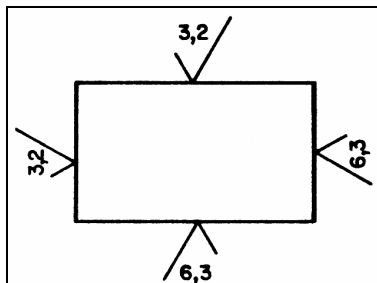


Especificações especiais devem ser colocadas acima da linha do símbolo.



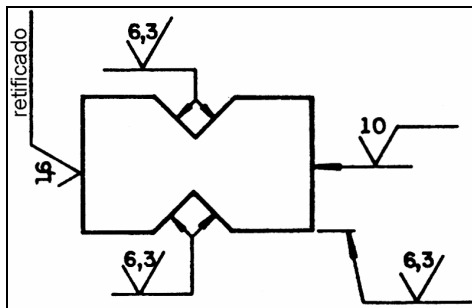
Representação dos símbolos no desenho

Os símbolos e inscrições devem estar orientados de maneira que possam ser lidos tanto com o desenho na posição normal, como pelo lado direito.

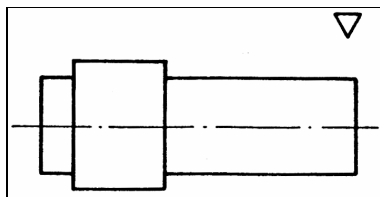


Se necessário o símbolo pode ser interligado com a superfície por meio de uma linha de indicação que deve ser provida com seta na extremidade junto à superfície.

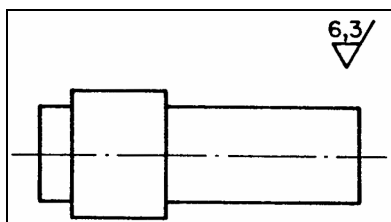
O vértice do símbolo ou da seta, sempre pelo lado externo, devem tocar o contorno da peça ou tocar uma linha de extensão que é um prolongamento do contorno.



Se na mesma peça, houver superfícies com o mesmo grau de acabamento, os símbolos serão colocados em destaque ao lado do desenho.

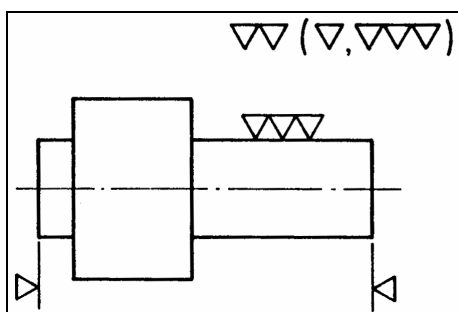


Especificação de acabamento por meio de sinais convencionais

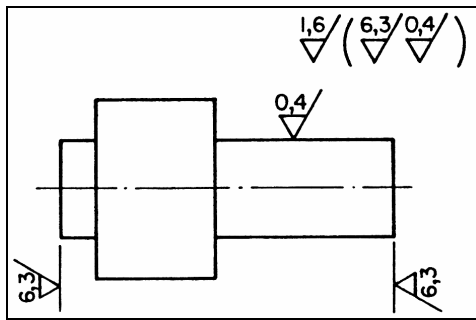


Especificação de acabamento por meio de valores de rugosidade

Quando, numa mesma peça, houver diferentes graus de acabamento, consideramos um dos graus, geralmente aquele que mais se repete, como acabamento geral, e o colocamos em destaque ao lado do desenho. Os demais serão colocados tanto no desenho como também dentro dos parênteses.



Especificação de acabamento por meio de sinais convencionais



Especificação de acabamento por meio de valores de rugosidade

Rugosidade de superfícies usinadas

Correspondência entre as normas ABNT e ISO 1302

Rugosidade de superfícies

Símbolos, grupos e classes de rugosidade

Grupos de rugosidades												
Rugosidade máxima valores em Ra (µm)	50			6,3			0,8			0,1		
Classes de rugosidades	N12	N11	N10	N9	N8	N7	N6	N5	N4	N3	N2	N1
Rugosidade máxima valores em Ra (µm)	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025
Informações sobre os resultados de usinagem												
Serrar												
Limar												
Plainar												
Tornear												
Furar												
Rebaixar												
Alargar												
Fresar												
Brochar												
Raspar												
Retificar (frontal)												
Retificar (lateral)												
Alisar												
Superfinish												
Lapidar												
Polir												

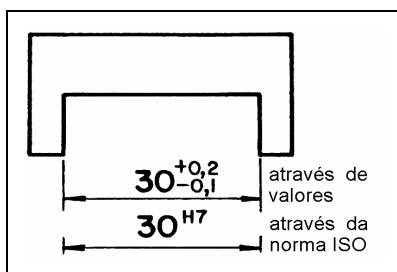
 Rugosidade realizável com usinagem comum
 Rugosidade realizável com cuidados e métodos especiais
 Faixa para um desgaste superior

Unidade da rugosidade em Ra 1 µm = 0,001mm

Tolerâncias - Representações

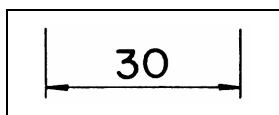
Introdução

A medida com tolerância é a medida com afastamento para mais ou para menos de um valor específico. Pode ser representada através de valores (números) ou através da forma ISO (símbolos).

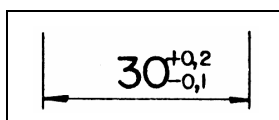


Na aplicação de medidas com tolerâncias, alguns conceitos básicos devem ser conhecidos:

- **Dimensão nominal** - é a medida representada no desenho.



- **Dimensão com tolerância** - é a medida com afastamento para mais ou para menos da medida nominal.



- **Dimensão efetiva** - é o valor obtido na medição da peça.

30,024

- **Dimensão máxima** - medida máxima permitida.

30,2

- **Dimensão mínima** - medida mínima permitida.

29,9

- **Afastamento superior** - diferença entre a dimensão máxima permitida e a medida nominal.

$$30,2 - 30 = 0,2$$

- **Afastamento inferior** - diferença entre a dimensão mínima permitida e a medida nominal.

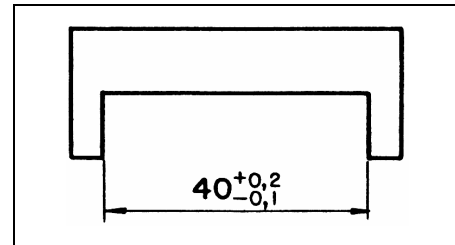
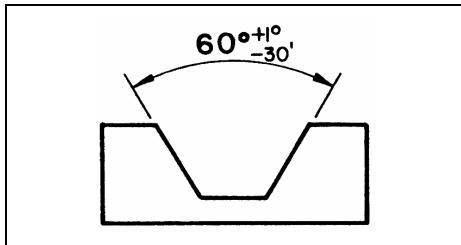
$$29,9 - 30 = -0,1$$

- **Campo de tolerância** - diferença entre a medida máxima e a medida mínima permitida.

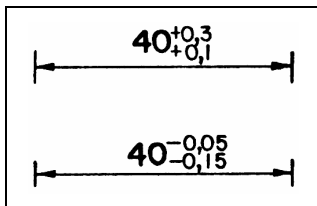
$$30,2 - 29,9 = 0,3$$

Representação das tolerâncias através de afastamentos

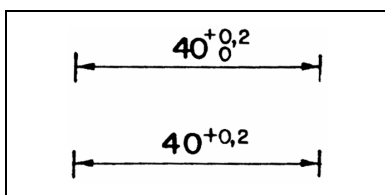
Os afastamentos devem ser colocados depois da medida nominal com os sinais correspondentes. Suas dimensões devem ser menores que as dos números que indicam a dimensão nominal.



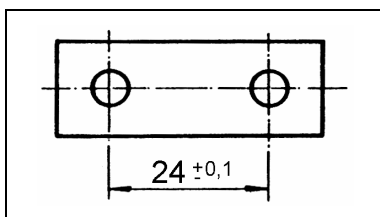
O afastamento superior sempre deve ser representado acima da medida nominal, e o afastamento inferior, sempre baixo.



Se um dos afastamentos é igual a zero, podemos colocar apenas um dos afastamentos.



Normalmente, os dois afastamentos são colocados. Se o afastamento superior é igual ao inferior, usamos só um com os sinais.



Nos desenhos, onde a tolerância não venha especificada, deve haver uma referência a DIN 7168 na legenda ou ao lado dela, por exemplo: cotas sem indicação de tolerância conf. DIN 7168 médio.

Se não vier especificado o grau de precisão na legenda do desenho, deve - se considerá-lo como grau de precisão médio.

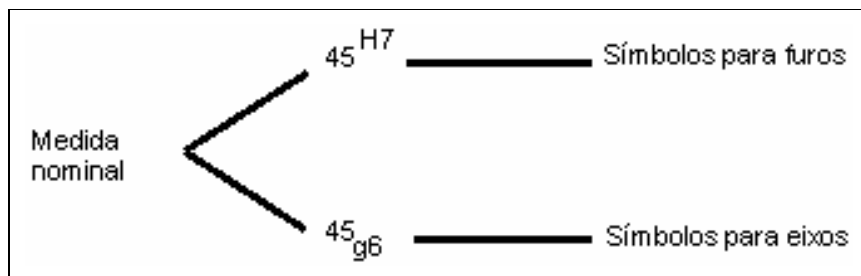
Tabela de afastamento permitido DIN 7168

Medida nominal						
Grau de precisão	acima 0,5 até 3	acima 3 até 6	acima 6 até 30	acima 30 até 120	acima 120 até 400	acima 400 até 1000
Fino	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$
Médio	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$
Grosso	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	± 2

Representação das tolerâncias usando símbolos da norma ISO

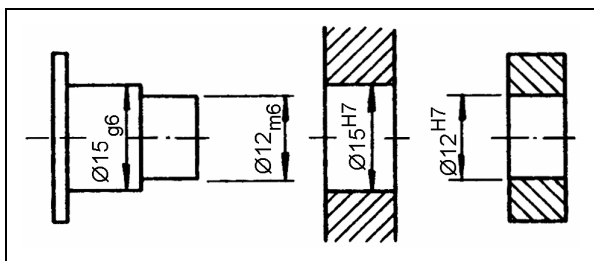
A tolerância é representada pela dimensão nominal, que é igual para eixo e furos, e pelo símbolo de tolerância correspondente à norma ISO.

O símbolo de tolerância consiste de letras e números. A letra estabelece a posição do campo de tolerância enquanto que o número, associado à dimensão nominal numa tabela (como as das páginas seguintes), dá-nos a tolerância.

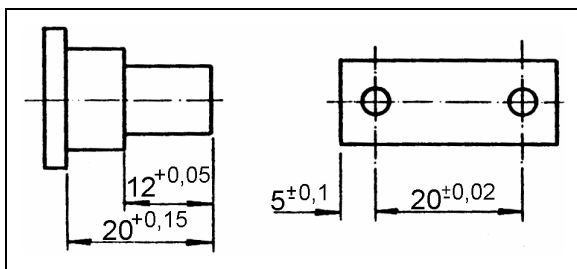


Para furos, usam-se letras maiúsculas, que são colocadas à direita e um pouco acima da dimensão nominal.

Para eixos, usam-se letras minúsculas, que são colocadas à direita e um pouco abaixo da dimensão nominal.



As tolerâncias, por meio de símbolos, da norma ISO não devem ser aplicadas nos casos apresentados nas figuras abaixo.



Em junções e desenhos de montagem, a dimensão nominal da cota serve para o furo e para o eixo, podendo os símbolos de tolerância serem representados como na figura a seguir.

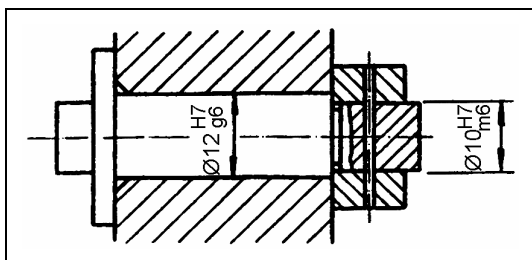


Tabela de ajustes recomendados (Norma ISO)

Sistema furo base																
Dimensões em mm.	Furo	Eixo					Furo	Eixo								
	H 6	p5	n5	k6	j6	h5	H 7	s6	r6	n6	m6	k6	j6	h6	g6	f7
von 1...3	+6 0	+10 +6	+8 +4	+6 0	+4 -2	0 -4	+10 0	+20 +14	+16 +10	+10 +4	+8 +2	+6 -0	+4 -2	0 -6	-2 -8	-6 -16
3...6	+8 0	+17 +12	+13 +8	+9 +1	+6 -2	0 -5	+12 0	+27 +19	+23 +15	+16 +8	+12 +4	+9 +1	+6 -2	0 -8	-4 -12	-10 -22
6...10	+9 0	+21 +15	+16 +10	+10 +1	+7 -2	0 -6	+15 0	+32 +23	+28 +19	+19 +10	+15 +6	+10 +1	+7 -2	0 -9	-5 -14	-13 -28
10...14	+11	+26	+20	+12	+8	0	+18	+39	+34	+23	+18	+12	+8	0	-6	-16
14...18	0	+18	+12	+1	-3	-8	0	+28	+23	+12	+7	+1	-3	-11	-17	-34
18...24	+13	+31	+24	+15	+9	0	+21	+48	+41	+28	+21	+15	+9	0	-7	-20
24...30	0	+22	+15	+2	-4	-9	0	+35	+28	+15	+8	+2	-4	-13	-20	-41
30...40	+16	+37	+28	+18	+11	0	+25	+59	+50	+35	+25	+18	+11	0	-9	-25
40...50	0	+26	+17	+2	-5	-11	0	+43	+34	+17	+9	+2	-5	-16	-25	-50
50...65	+19	+45	+33	+21	+12	0	+30	+72 +53	+60 +41	+39	+30	+21	+12	0	-10	-30
65...80	0	+32	+20	+2	-7	-13	0	+78 +59	+62 +43	+20	+11	+2	-7	-19	-29	-60
80...100	+22	+52	+38	+25	+13	0	+35	+93 +71	+73 +51	+45	+35	+25	+13	0	-12	-36
100...120	0	+37	+23	+3	-9	-15	0	+101 +79	+76 +54	+23	+13	+3	-9	-22	-34	-71
120...140	+25	+61	+45	+28	+14	0	+40	+117 +92	+88 +63	+52	+40	+28	+14	0	-14	-43
140...160								+125 +100	+90 +65							
160...180	0	+43	+27	+3	-11	-18	0	+133 +108	+93 +68	+27	+15	+3	-11	-25	-39	-83
180...200	+29	+70	+51	+33	+16	0	+46	+151 +122	+106 +77	+60	+46	+33	+16	0	-15	-50
200...225								+159 +130	+109 +80							
225...250	0	+50	+31	+4	-13	-20	0	+169 +140	+113 +84	+31	+17	+4	-13	-29	-44	-96
250...280	+32	+79	+57	+36	+16	0	+52	+190 +158	+126 +94	+66	+52	+36	+16	0	-17	-56
280...315	0	+56	+34	+4	-16	-23	0	+202 +170	+130 +98	+34	+20	+4	-16	-32	-49	-108
315...355	+36	+87	+62	+40	+18	0	+57	+226 +190	+144 +108	+73	+57	+40	+18	0	-18	-62
355...400	0	+62	+37	+4	-18	-25	0	+244 +208	+150 +114	+37	+21	+4	-18	-36	-54	-119
400...450	+40	+95	+67	+45	+20	0	+63	+272 +232	+166 +126	+80	+63	+45	+20	0	-20	-68
450...500	0	+67	+40	+5	-20	-27	0	+292 +252	+172 +132	+40	+23	+5	-20	-40	-60	-131

Tabela de ajustes recomendados (Norma ISO)

Sistema furo base

Dimensões em mm.	Furo	Eixos					Furo	Eixo				
	H8	x8	u8	h9	e8	d9	H11	h9	h11	D9	e11	a11
Von 1...3	+14 0	+34 +20	- -	0 -25	-14 -28	-20 -45	+60 0	0 -25	0 -60	-20 -45	-60 -120	-270 -330
3...6	+18 0	+46 +28	- -	0 -30	-20 -38	-30 -60	+75 0	0 -30	0 -75	-30 -60	-70 -145	-270 -345
6...10	+22 0	+56 +34	- -	0 -36	-25 -47	-40 -76	+90 0	0 -36	0 -90	-40 -76	-80 -170	-280 -370
10...14	+27 0	+67 +40	- -	0 -43	-32 -59	-50 -93	+110 0	0 -43	0 -110	-50 -93	-95 -205	-290 -400
14...18		+72 +45	- -									
18...24	+33 0	+87 +54	- -	0 -52	-40 -73	-65 -117	+130 0	0 -52	0 -130	-65 -117	-110 -240	-300 -430
24...30		+97 +64	+81 +48									
30...40	+39 0	+119 +80	+99 +60	0 -62	-50 -89	-80 -142	+160 0	0 -62	0 -160	-80 -142	-120 -280	-310 -470
40...50		+136 +97	+109 +70								-130 -290	-320 -480
50...65	+46 0	+168 +122	+133 +87	0 -74	+60 -106	-100 -174	+190 0	0 -74	0 -190	-100 -174	-140 -330	-340 -530
65...80		+192 +146	+148 +102								-150 -340	-360 -550
80...100	+54 0	+232 +178	+178 +124	0 -87	-72 -126	-120 -270	+220 0	0 -87	0 -220	-120 -207	-170 -390	-380 -600
100...120		+264 +210	+198 144								-180 -400	-410 -630
120...140	+63 0	+311 +248	+233 +170	0 -100	-85 -148	-145 -245	+250 0	0 -100	0 -250	-145 -245	-200 -450	-460 -710
140...160		+343 +280	+253 190								-210 -460	-520 -770
160...180		+373 +310	+273 +210								-230 -480	-580 -830
180...200	+72 0	+422 +350	+308 +236	0 -115	-100 -172	-170 -285	+290 0	0 -115	0 -290	-170 -285	-240 -530	-660 -950
200...225		+457 +385	+330 +258								-260 -550	-740 -1030
225...250		+497 +425	+326 +284								-280 -570	-820 -1110
250...280	+81 0	+556 +475	+396 +315	0 -130	-110 -191	-190 -320	+320 0	0 -130	0 -320	-190 -320	-300 -620	-920 -1240
280...315		+606 +525	+431 +350								-330 -650	-1050 -1370
315...355	+89 0	+679 +590	+479 +390	0 -140	-125 -214	-210 -350	+360 0	0 -140	0 -360	-210 -350	-360 -720	-1200 -1560
355...400		- -	+524 +435								-400 -760	-1350 -1710
400...450	+97 0	- -	+587 +490	0 -155	-135 -232	-230 -385	+400 0	0 -155	0 -400	-230 -385	-440 -840	-1500 -1900
450...500		- -	+637 +540								-480 -880	-1650 -2050

Tabela de ajustes recomendados (Norma ISO)

Sistema eixo base																
Dimensões em mm.	Eixo	Furo					Eixo	Furo								
	h5	P6	N6	M6	J6	H6	h6	S7	R7	N7	M7	K7	J7	H7	G7	F7
Von 1...3	0	-6	-4	-2	+2	+6	0	-14	-10	-4	-2	0	+4	+10	+12	+16
	-4	-12	-10	-8	-4	0	-6	-24	-20	-14	-12	-10	-6	0	+2	+6
3...6	0	-9	-5	-1	+5	+8	0	-15	-11	-4	0	+3	+6	+12	+16	+22
	-5	-17	-13	-9	-3	0	-8	-27	-23	-16	-12	-9	-6	0	+4	+10
6...10	0	+12	-7	-3	+5	+9	0	-17	-13	-4	0	+5	+8	+15	+20	+28
	-6	-21	-16	-12	-4	0	-9	-32	-28	-19	-15	-10	-7	0	+5	+13
10...18	0	-15	-9	-4	+6	+11	0	-21	-16	-5	0	+6	+10	+18	+24	+34
	-8	-26	-20	-15	-5	0	-11	-39	-34	-23	-18	-12	-8	0	+6	+16
18...30	0	-18	-11	-4	+8	+13	0	-27	-20	-7	0	+6	+12	+21	+28	+41
	-9	-31	-24	-17	-5	0	-13	-48	-41	-28	-21	-15	-9	0	+7	+20
30...40	0	-21	-12	-4	+10	+16	0	-34	-25	-8	0	+7	+14	+25	+34	+50
	-11	-37	-28	-20	-6	0	-16	-59	-50	-33	-25	-18	-11	0	+9	+25
40...50	0	-21	-12	-4	+10	+16	0	-34	-25	-8	0	+7	+14	+25	+34	+50
	-11	-37	-28	-20	-6	0	-16	-59	-50	-33	-25	-18	-11	0	+9	+25
50...65	0	-26	-14	-5	+13	+19	0	-42	-30	-9	0	+9	+18	+30	+40	+60
	-13	-45	-33	-24	-6	0	-19	-72	-60	-39	-30	-21	-12	0	+10	+30
65...80	0	-26	-14	-5	+13	+19	0	-42	-30	-9	0	+9	+18	+30	+40	+60
	-13	-45	-33	-24	-6	0	-19	-72	-60	-39	-30	-21	-12	0	+10	+30
80...100	0	-30	-16	-6	+16	+22	0	-58	-38	-10	0	+10	+22	+35	+47	+71
	-15	-52	-38	-28	-6	0	-22	-93	-73	-45	-35	-25	-13	0	+12	+36
100...120	0	-30	-16	-6	+16	+22	0	-58	-38	-10	0	+10	+22	+35	+47	+71
	-15	-52	-38	-28	-6	0	-22	-93	-73	-45	-35	-25	-13	0	+12	+36
120...140	0	-36	-20	-8	+18	+25	0	-77	-48	-12	0	+12	+26	+40	+54	+83
	-18	-61	-45	-33	-7	0	-25	-117	-88	-52	-40	-28	-14	0	+14	+43
140...160	0	-36	-20	-8	+18	+25	0	-77	-48	-12	0	+12	+26	+40	+54	+83
	-18	-61	-45	-33	-7	0	-25	-117	-88	-52	-40	-28	-14	0	+14	+43
160...180	0	-36	-20	-8	+18	+25	0	-77	-48	-12	0	+12	+26	+40	+54	+83
	-18	-61	-45	-33	-7	0	-25	-117	-88	-52	-40	-28	-14	0	+14	+43
180...200	0	-41	-22	-8	+22	+29	0	-105	-60	-14	0	+13	+30	+46	+61	+96
	-20	-70	-51	-37	-7	0	-29	-151	-106	-60	-46	-33	-16	0	+15	+50
200...225	0	-41	-22	-8	+22	+29	0	-105	-60	-14	0	+13	+30	+46	+61	+96
	-20	-70	-51	-37	-7	0	-29	-151	-106	-60	-46	-33	-16	0	+15	+50
225...250	0	-41	-22	-8	+22	+29	0	-105	-60	-14	0	+13	+30	+46	+61	+96
	-20	-70	-51	-37	-7	0	-29	-151	-106	-60	-46	-33	-16	0	+15	+50
250...280	0	-47	-25	-9	+25	+32	0	-138	-74	-14	0	+16	+36	+52	+69	+108
	-23	-79	-57	-41	-7	0	-32	-190	-126	-66	-52	-36	-16	0	+17	+56
280...315	0	-47	-25	-9	+25	+32	0	-138	-74	-14	0	+16	+36	+52	+69	+108
	-23	-79	-57	-41	-7	0	-32	-190	-126	-66	-52	-36	-16	0	+17	+56
315...355	0	-51	-26	-10	+29	+36	0	-169	-87	-16	0	+17	+39	+57	+75	+119
	-25	-87	-62	-46	-7	0	-36	-226	-144	-73	-57	-40	-18	0	+18	+62
355...400	0	-51	-26	-10	+29	+36	0	-169	-87	-16	0	+17	+39	+57	+75	+119
	-25	-87	-62	-46	-7	0	-36	-226	-144	-73	-57	-40	-18	0	+18	+62
400...450	0	-55	-27	-10	+33	+40	0	-209	-103	-17	0	+18	+43	+63	+83	+131
	-27	-95	-67	-50	-7	0	-40	-272	-166	-80	-63	-45	-20	0	+20	+68
450...500	0	-55	-27	-10	+33	+40	0	-209	-103	-17	0	+18	+43	+63	+83	+131
	-27	-95	-67	-50	-7	0	-40	-272	-166	-80	-63	-45	-20	0	+20	+68

Tabela de ajustes recomendados (Norma ISO)

Sistema eixo base

Dimensões em mm.	Eixo	Furo						Eixo	Furo			
	h9	H8	H11	F8	E9	D10	C11	h11	H11	D11	C11	A11
Von 1...3	0	+14	+60	+20	+39	+60	+120	0	+60	+80	+120	+330
	-25	0	0	+6	+14	+20	+60	-60	0	+20	+60	+270
3...6	0	+18	+75	+28	+50	+78	+145	0	+75	+105	+145	+345
	-30	0	0	+10	+20	+30	+70	-75	0	+30	+70	+270
6...10	0	+22	+90	+35	+61	+98	+170	0	+90	+130	+170	+370
	-36	0	0	+13	+25	+40	+80	-90	0	+40	+80	+280
10...18	0	+27	+110	+43	+75	+120	+205	0	+110	+160	+205	+400
	-43	0	0	+16	+32	+50	+95	-110	0	+50	+95	+290
18...30	0	+33	+130	+53	+92	+149	+240	0	+130	+195	+240	+430
	-52	0	0	+20	+40	+65	+110	-130	0	+65	+110	+300
30...40	0	+39	+160	+64	+112	+180	+280	0	+160	+240	+280	+470
	-62	0	0	+25	+50	+80	+120				+120	+310
40...50							+290	-160	0	+80	+290	+480
							+130				+130	+320
50...65	0	+46	+190	+76	+134	+220	+330	0	+190	+290	+330	+530
	-74	0	0	+30	+60	+100	+140				+140	+340
65...80							+340	-190	0	+100	+340	+550
							+150				+150	+360
80...100	0	+54	+220	+90	+159	+260	+390	0	+220	+340	+390	+600
	-87	0	0	+36	+72	+120	+170				+170	+380
100...120							+400	-220	0	+120	+400	+630
							+180				+180	+410
120...140	0	+63	+250	+106	+185	+305	+450	0	+250	+395	+450	+710
							+200				+200	+460
140...160	-100	0	0	+43	+85	+145	+460	-250	0	+145	+460	+770
							+210				+210	+520
160...180							+480				+480	+830
							+230				+230	+580
180...200	0	+72	+290	+122	+215	+355	+530	0	+290	+460	+530	+950
							+240				+240	+660
200...225	-115	0	0	+50	+100	+170	+550	-290	0	+170	+550	+1030
							+260				+260	+740
225...250							+570				+570	+1110
							+280				+280	+820
250...280	0	+81	+320	+137	+240	+400	+620	0	+320	+510	+620	+1240
	-130	0	0	+56	+110	+190	+300				+300	+920
280...315							+650	-320	0	+190	+650	+1370
							+330				+330	+1050
315...355	0	+89	+360	+151	+265	+440	+720	0	+360	+570	+720	+1560
	-140	0	0	+62	+125	+210	+360				+360	+1200
355...400							+760	-360	0	+210	+760	+1710
							+400				+400	+1350
400...450	0	+97	+400	+165	+290	+480	+840	0	+400	+630	+840	+1900
	-155	0	0	+68	+135	+230	+440				+440	+1500
450...500							+880	-400	0	+230	+880	+2050
							+480				+480	+1650



AJUSTES NO SISTEMA ISO

REGISTRO:
DITEC/GED
DG-2.1589
DATA:
JULHO / 2003

Tolerância dos furos em μ (milésimos de milímetros)

diâmetros	1 - 3		Acima 3-6		Acima 6-10		Acima 10-18		Acima 18-30		Acima 30-50		Acima 50-80		Acima 80-120		Acima 120-180		Acima 180-250		Acima 250-315		Acima 315-400		Acima 400-500	
H6	0	+6	0	+8	0	+9	0	+11	0	+13	0	+16	0	+19	0	+22	+	+25	0	+29	0	+32	0	+36	0	+40
J6	-4	+2	-3	+5	-4	+5	-5	+6	-5	+8	-6	+10	-6	+13	-6	+16	-7	+18	-7	+22	-7	+25	-7	+29	-7	+33
M6	-	-	-9	-1	-12	-3	-15	-4	-17	-4	-20	-4	-24	-5	-28	-6	-33	-8	-37	-8	-41	-9	-46	-10	-50	-10
H7	0	+10	0	+12	0	+15	0	+18	0	+21	0	+25	0	+30	0	+35	0	+40	0	+46	0	+52	0	+57	0	+63
J7	-6	+4	-6	+6	-7	+8	-8	+10	-9	+12	-11	+14	-12	+18	-13	+22	-14	+26	-16	+30	-16	+36	-18	+39	-20	+43
M7	-	-	-12	0	-15	0	-18	0	-21	0	-25	0	-30	0	-35	0	-40	0	-46	0	-52	0	-57	0	-63	0
H8	0	+14	0	+18	0	+22	0	+27	0	+33	0	+39	0	+46	0	+54	0	+63	0	+72	0	+81	0	+89	0	+97
J8	-8	+6	-8	+10	-10	+12	-12	+15	-13	+20	-15	+24	-18	+28	-20	+34	-22	+41	-25	+47	-26	+55	-29	+60	-31	+66
M8	-	-	-16	+2	-21	+1	-25	+2	-29	+4	-34	+5	-41	+5	-48	+6	-55	+8	-63	+9	-72	+9	-78	+11	-86	+11
E9	+14	+39	+20	+50	+25	+61	+32	+75	+40	+92	+50	+112	+60	+134	+72	+159	+85	+185	+100	+215	+110	+240	+125	+265	+135	+290
H9	0	+25	0	+30	0	+36	0	+43	0	+52	0	+62	0	+74	0	+87	0	+100	0	+115	0	+130	0	+140	0	+155
JS9	-13	+12	-15	+15	-18	+18	-22	+21	-26	+26	-31	+31	-37	+37	-44	+43	-50	+50	-58	+57	-65	+65	-70	+70	-78	+77
H10	0	+40	0	+48	0	+58	0	+70	0	+84	0	+100	0	+120	0	+140	0	+160	0	+185	0	+210	0	+230	0	+250
JS10	-20	+20	-24	+24	-29	+29	-35	+35	-42	+42	-50	+50	-60	+60	-70	+70	-80	+80	-93	+93	-105	+105	-115	+115	-125	+125
H11	0	+60	0	+75	0	+90	0	+110	0	+130	0	+160	0	+190	0	+220	0	+250	0	+290	0	+320	0	+360	0	+400
JS11	-30	+30	-38	+37	-45	+45	-55	+55	-65	+65	-80	+80	-95	+95	-110	+100	-125	+125	-145	+145	-160	+160	-180	+180	-200	+200
H12	0	+100	0	+120	0	+150	0	+180	0	+210	0	+250	0	+300	0	+350	0	+400	0	+460	0	+520	0	+570	0	+630
JS12	-50	+50	-60	+60	-75	+75	-90	+90	-105	+105	-125	+125	-150	+150	-175	+175	-200	+200	-230	+230	-260	+260	-285	+285	-315	+315
H13	0	+140	0	+180	0	+220	0	+270	0	+330	0	+390	0	+460	0	+540	0	+630	0	+720	0	+810	0	+890	0	+970
JS13	-70	+70	-90	+90	-110	+110	-135	+135	-165	+165	-195	+195	-230	+230	-270	+270	-315	+315	-360	+360	-405	+405	-445	+445	-485	+485
H14	0	+250	0	+300	0	+360	0	+430	0	+520	0	+620	0	+740	0	+870	0	+1000	0	+1150	0	+1300	0	+1400	0	+1550
JS14	-125	+125	-150	+150	-180	+180	-215	+215	-260	+260	-310	+310	-370	+370	-435	+435	-500	+500	-575	+575	-650	+650	-700	+700	-775	+775

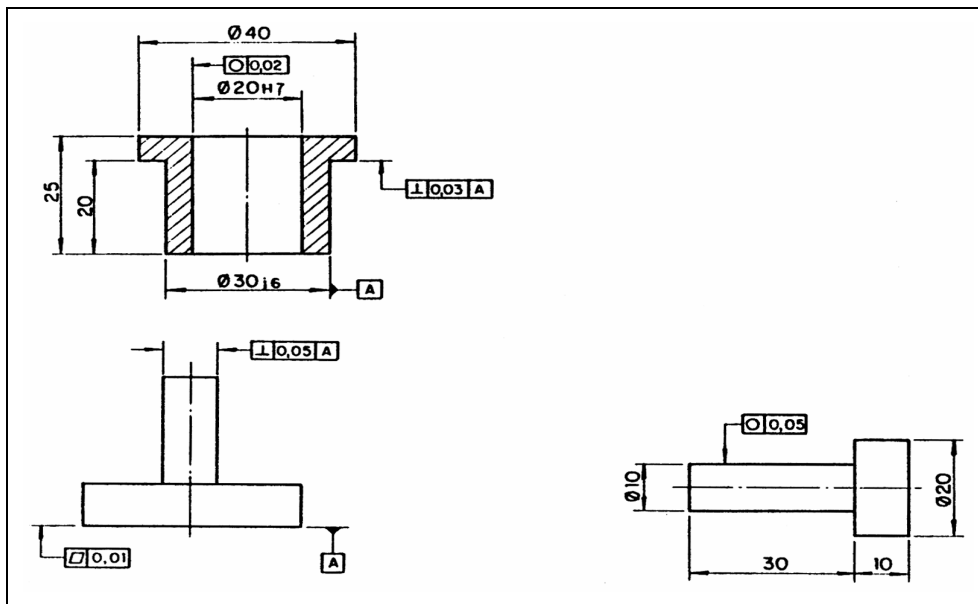
Tolerância dos eixos em μ (milésimos de milímetros)

diâmetros	1 - 3		Acima 3-6		Acima 6-10		Acima 10-18		Acima 18-30		Acima 30-50		Acima 50-80		Acima 80-120		Acima 120-180		Acima 180-250		Acima 250-315		Acima 315-400		Acima 400-500	
g5	-2	-6	-4	-9	-5	-11	-6	-14	-7	-16	-9	-20	-10	-23	-12	-27	-14	-32	-15	-35	-17	-40	-18	-43	-20	-47
h5	0	-4	0	-5	0	-6	0	-8	0	-9	0	-11	0	-13	0	-15	0	-18	0	-20	0	-23	0	-25	0	-27
j5	+2	-2	+3	-2	+4	-2	+5	-3	+5	-4	+6	-5	+6	-7	+6	-9	+7	-11	+7	-13	+7	-16	+7	-18	+7	-20
k5	+4	0	+6	+1	+7	+1	+9	+1	+11	+2	+13	+2	+15	+2	+18	+3	+21	+3	+24	+4	+27	+4	+29	+4	+32	+5
m5	-	-	+9	+4	+12	+6	+15	+7	+17	+8	+20	+9	+24	+11	+28	+13	+33	+15	+37	+17	+43	+20	+46	+21	+50	+23
n5	+8	+4	+13	+8	+16	+10	+20	+12	+24	+15	+28	+17	+33	+20	+38	+23	+45	+27	+51	+31	+57	+34	+62	+37	+67	+40
p5	+10	+6	+17	+12	+21	+15	+26	+18	+31	+22	+37	+26	+45	+32	+52	+37	+61	+43	+70	+50	+79	+56	+87	+62	+95	+68
g6	-2	-8	-4	-12	-5	-14	-6	-17	-7	-20	-9	-25	-10	-29	-12	-34	-14	-39	-15	-44	-17	-49	-18	-54	-20	-60
h6	0	-6	0	-8	0	-9	0	-11	0	-13	0	-16	0	-19	0	-22	0	-25	0	-29	0	-32	0	-36	0	-40
j6	+4	-2	+6	-2	+7	-2	+8	-3	+9	-4	+11	-5	+12	-7	+13	-9	+15	-11	+16	-13	+16	-16	+18	-18	+20	-20
k6	+6	0	+9	+1	+10	+1	+12	+1	+15	+2	+18	+2	+21	+2	+25	+3	+28	+3	+33	+4	+36	+4	+40	+4	+45	+5
m6	-	-	+12	+4	+15	+6	+18	+7	+21	+8	+25	+9	+30	+11	+35	+13	+40	+15	+46	+17	+52	+20	+57	+21	+63	+23
n6	+10	+4	+16	+18	+19	+10	+23	+12	+28	+15	+33	+17	+39	+20	+45	+23	+52	+27	+60	+31	+66	+34	+73	+37	+80	+40
p6	+12	+6	+20	+12	+24	+15	+29	+18	+35	+22	+42	+26	+51	+32	+59	+37	+68	+43	+79	+50	+88	+56	+98	+62	+108	+68
f7	-6	-16	-10	-22	-13	-28	-16	-34	-20	-41	-25	-50	-30	-60	-36	-71	-43	-83	-50	-96	-56	-108	-62	-119	-68	-131
h7	0	-10	0	-12	0	-15	0	-18	0	-21	0	-25	0	-30	0	-35	0	-40	0	-46	0	-52	0	-57	0	-63
j7	+6	-4	+8	-4	+10	-5	+12	-6	+13	-8	+15	-10	+18	-12	+20	-15	+22	-18	+25	-21	+26	-26	+29	-28	+31	-32
k7	+10	0	+13	+1	+16	+1	+19	+1	+23	+2	+27	+2	+32	+2	+38	+3	+43	+3	+50	+4	+56	+4	+61	+4	+68	+5
m7	-	-	+16	+4	+21	+6	+25	+7	+29	+8	+34	+9	+41	+11	+48	+13	+55	+15	+63	+17	+72	+20	+78	+21	+86	+23
n7	-	-	+20	+8	+25	+10	+30	+12	+36	+15	+42	+17	+50	+20	+58	+23	+67	+27	+77	+31	+86	+34	+94	+37	+103	+40
d8	-20	-34	-30	-48	-40	-62	-50	-77	-65	-98	-80	-119	-100	-146	-120	-174	-145	-208	-170	-242	-190	-271	-210	-299	-230	-327
e8	-14	-28	-20	-38	-25	-47	-32	-59	-40	-73	-50	-89	-60	-106	-72	-126	-85	-148	-100	-172	-110	-191	-125	-214	-135	-232
f8	-6	-20	-10	-28	-13	-35	-16	-43	-20	-53	-25	-64	-30	-76	-36	-90	-43	-106	-50	-122	-56	-137	-62	-151	-68	-165
h8	0	-14	0	-18	0	-22	0	-27	0	-33	0	-39	0	-46	0	-54	0	-63	0	-72	0	-81	0	-89	0	-97
js8	+7	-7	+9	-9	+11	-11	+14	-13	+17	-16	+20	-19	+23	-23	+27	-27	+32	-31	+36	-36	+41	-40	+45	-44	+49	-48
d9	-20	-45	-30	-60	-40	-76	-50	-93	-65	-117	-80	-142	-100	-174	-120	-207	-145	-245	-170	-285	-190	-320	-210	-350	-230	-385
e9	-14	-39	-20	-50	-25	-61	-32	-75	-40	-92	-50	-112	-60	-134	-72	-159	-85	-185	-100	-215	-110	-240	-125	-265	-135	-290
f9	-6	-31	-10	-40	-13	-49	-16	-59	-20	-72	-25	-87	-30	-104	-36	-123	-43	-143	-50	-165	-56	-186	-62	-202	-68	-223
h9	0	-25	0	-30	0	-36	0	-43	0	-52	0	-62	0	-74	0	-87	0	-100	0	-115	0	-130	0	-140	0	-155
js9	+13	-12	+15	-15	+18	-18	+22	-21	+26	-26	+31	-31	+37	-37	+44	-43	+50	-50	+58	-57	+65	-65	+70	-70	+78	-77
d10	-20	-60	-30	-78	-40	-98	-50	-120	-65	-149	-80	-180	-100	-220	-120	-260	-145	-305	-170	-355	-190	-400	-210	-440	-230	-480
h10	0	-40	0	-48	0	-58	0	-70	0	-84	0	-100	0	-120	0	-140	0	-160	0	-185	0	-210	0	-230	0	-250
js10	+20	-20	+24	-24	+29	-29	+35	-35	+42	-42	+50	-50	+60	-60	+70	-70	+80	-80	+93	-92	+105	-105	+115	-115	+125	-125
d11	-	-	-30	-105	-40	-130	-50	-160	-65	-195	-80	-240	-100	-290	-120	-340	-145	-395	-170	-460	-190	-510	-210	-570	-230	-630
h11	0	-60	0	-75	0	-90	0	-110	0	-130	0	-160	0	-190	0	-220	0	-250	0	-290	0	-320	0	-360	0	-400
js11	+30	-30	+38	-37	+45	-45	+55	-55	+65	-65	+80	-80	+95	-95	+110	-110	+125	-125	+145	-145	+160	-160	+180	-180	+200	-200
h12	0	-100	0	-120	0	-150	0	-180	0	-210	0	-250	0	-300	0	-350	0	-400	0	-460	0	-520	0	-570	0	-630
js12	+50	-50	+60	-60	+75	-75	+90	-90	+105	-105	+125	-125	+150	-150	+175	-175	+200	-200	+230	-230	+260	-260	+285	-285	+315	-315
h13	0	-140	0	-180	0	-220	0	-270	0	-330	0	-390	0	-460	0	-540	0	-630	0	-720	0	-810	0	-890	0	-970
js13	+70	-70	+90	-90	+110	-110	+135	-135	+165	-165	+195	-195	+230	-230	+270	-270	+315	-315	+360	-360	+405	-405	+445	-445	+485	-485
h14	0	-250	0	-300	0	-360	0	-430	0	-520	0	-620	0	-740	0	-870	0	-1000	0	-1150	0	-1300	0	-1440	0	-1550
js14	+125	-125	+150	-150	+180	-180	+215	-215	+260	-260	+310	-310	+370	-370	+435	-435	+500	-500	+575	-575	+650	-650	+700	-700	+775	-775

Tolerância de forma e posição

Símbolos, inscrições e interpretações sobre o desenho (norma ISO R 1101-1969)

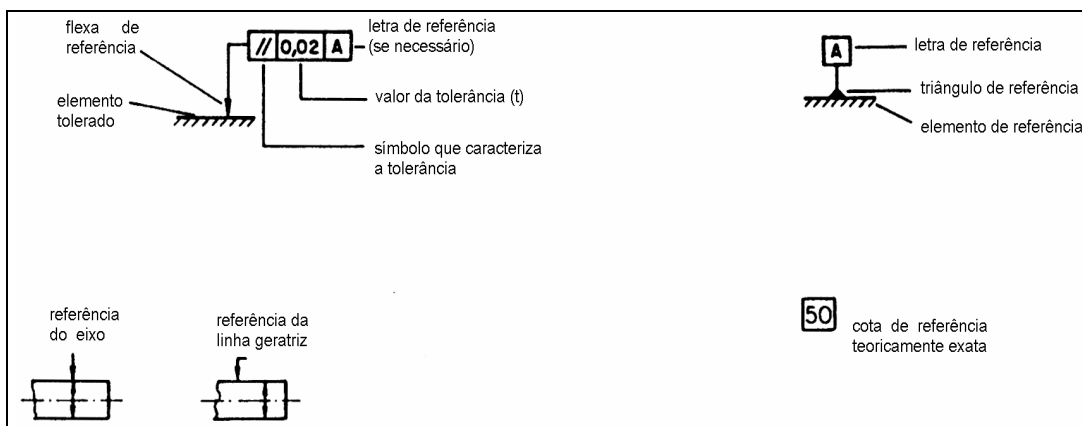
As tolerâncias de forma e posição podem ser colocadas adicionalmente às tolerâncias de dimensões para assegurar melhor função e intercambiabilidade das peças.



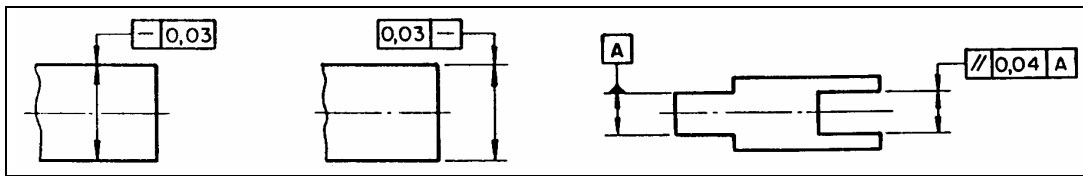
As tolerâncias de forma limitam os afastamentos de um dado elemento em relação à sua forma geométrica ideal.

As tolerâncias de posição limitam os afastamentos da posição mútua de dois ou mais elementos, por razões funcionais ou para assegurar uma interpretação inequívoca.

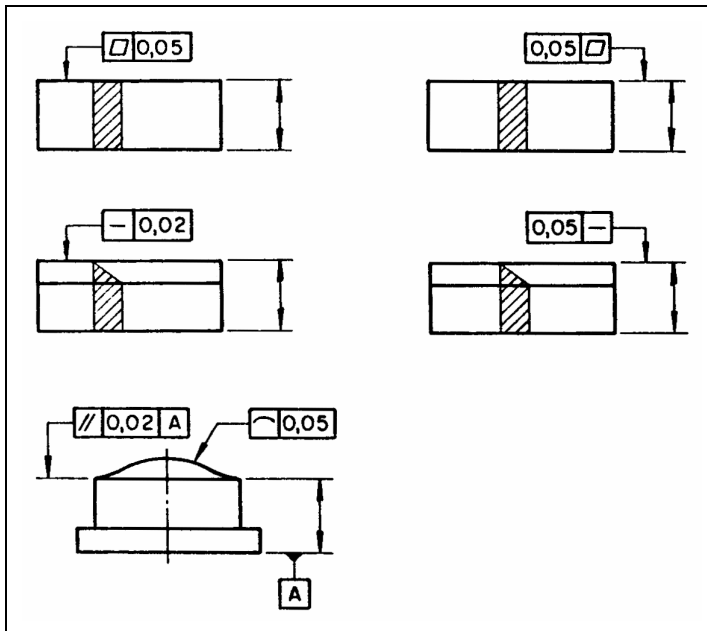
Geralmente, um dos elementos é usado como referência para a indicação das tolerâncias. O elemento de referência deve ser suficientemente exato e, caso necessário, deve-se também indicar a sua tolerância de forma.



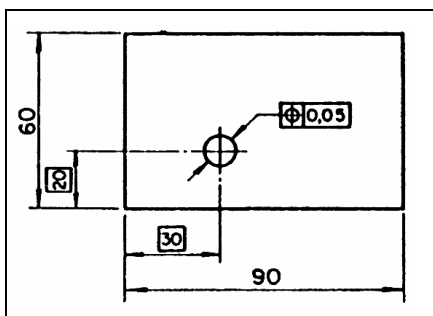
Se a indicação é para eixos de simetria ou planos de simetria, a seta de indicação ou triângulo de referência devem ser colocados sobre a linha de cota.



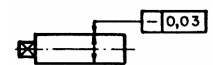
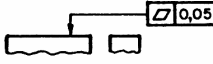
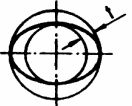
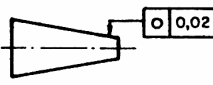
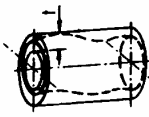
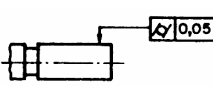
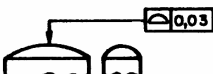
Caso a indicação seja para uma superfície ou aresta, a seta de indicação ou o triângulo de referência não devem ser colocados sobre a linha de cota.



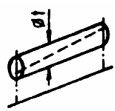
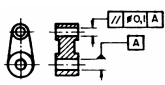
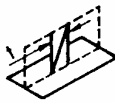
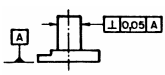
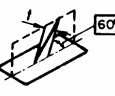
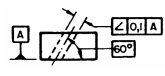
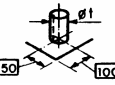
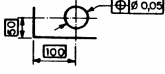
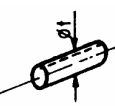
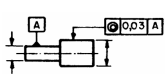
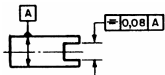
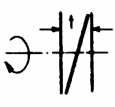
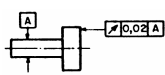
Nas cotas de referência, teoricamente exatas, os valores numérico são envolvidos por um retângulo.



Tolerâncias de forma

Símbolos de tolerância e características toleradas		Exemplos de aplicação		
		Zona de tolerância	Inscrição no desenho	Interpretação
Forma —	Linearidade De uma linha ou de um eixo			O eixo da parte cilíndrica da peça deve estar dentro de um cilindro de $\varnothing t=0,03$.
	Planeza De uma superfície			O plano tolerado deve estar entre dois planos paralelos de distância $t = 0,05$
	Circularidade E um disco, de um cilindro, de um cone, etc.			A linha de circunferência de cada secção deve estar dentro de um anel circular de espessura $t = 0,02$
	Cilindricidade			A superfície tolerada deve estar incluída entre dois cilindros co-axiais cujos raios devem diferem de $t = 0,05$
	Forma de uma linha qualquer (perfil ou contorno)			O perfil tolerado deve estar entre duas superfícies teóricas evolventes onde a distância está limitada por círculos de $\varnothing t = 0,08$. Os centros dos círculos devem estar contidos na linha teoricamente exata.
	Forma de uma superfície qualquer			A superfície tolerada deve estar incluída entre dois planos teóricos evolventes, cuja distância está limitada por esferas de $\varnothing t = 0,03$. Os centros dessas esferas estão contidos sobre o plano teoricamente exato.

Tolerâncias de posição

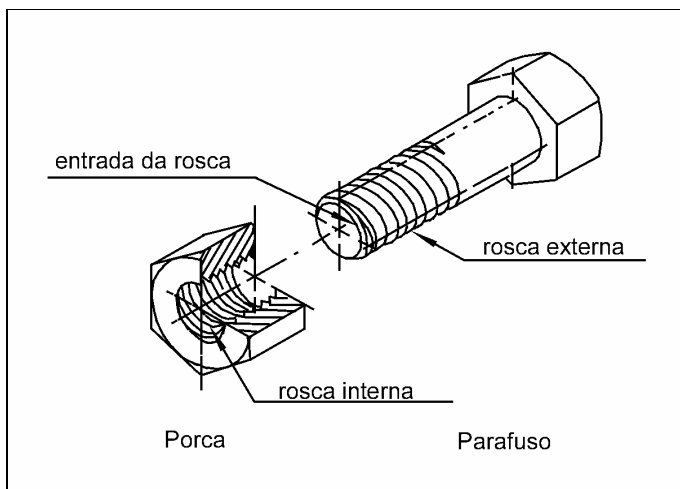
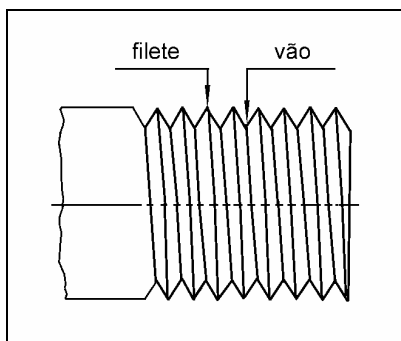
Símbolos de tolerância e característica toleradas			Exemplos de aplicação		
			Zona de tolerância	Inscrição no desenho	Interpretação
Orientação	Posição	Paralelismo De uma linha (eixo) ou de um plano em relação a uma reta ou um plano de referência.			O eixo tolerado deve estar dentro de um cilindro de diâmetro $t = 0,1$ paralelo ao eixo de referência.
		Perpendicularidade De uma linha (eixo) ou de um plano em relação a uma reta ou um plano de referência.			O eixo do cilindro deve estar incluído entre duas retas distantes de $t = 0,05$ perpendiculares ao plano de referência.
		Inclinação De uma linha (eixo) ou de um plano em relação a uma reta ou um plano de referência.			O eixo de furação deve estar incluído entre duas linhas paralelas distantes de $t = 0,1$ e formando com o plano de referência um ângulo de 60° .
Situação		Localização De linhas, eixos ou superfícies entre si ou em relação a um ou mais elementos de referência.			O eixo do furo deve estar incluído dentro de um cilindro de diâmetro $t = 0,05$ cujo eixo está na posição geometricamente exata, especificada pelas cotas marcadas.
		Co-axialidade (Concentricidade) de um eixo ou de um ponto de referência.			O eixo de simetria da parte tolerada da árvore deve estar incluído dentro de um cilindro de diâmetro $t = 0,03$ cujo eixo coincide com o eixo de referência.
		Simetria De um plano médio ou de uma linha média (eixo) em relação a uma reta ou plano de referência.			O plano médio do canal deve estar entre dois planos paralelos distantes de $t = 0,08$, e dispostos simetricamente em relação ao plano médio do elemento de referência A.
Balanço		Balanço radial ou axial De um elemento em relação ao seu eixo de rotação.			Numa revolução completa da peça em torno do eixo de referência A, o balanço axial da superfície frontal não deve superar o valor da tolerância $t = 0,02$.

Componentes padronizados de máquinas

Rosca

Rosca é o conjunto de reentrâncias e saliências, com perfil constante, em forma helicoidal, que se desenvolvem, externa ou internamente, ao redor de uma superfície cilíndrica ou cônica.

As saliências são os **filetes** e as reentrâncias, os **vãos**.



Características das roscas

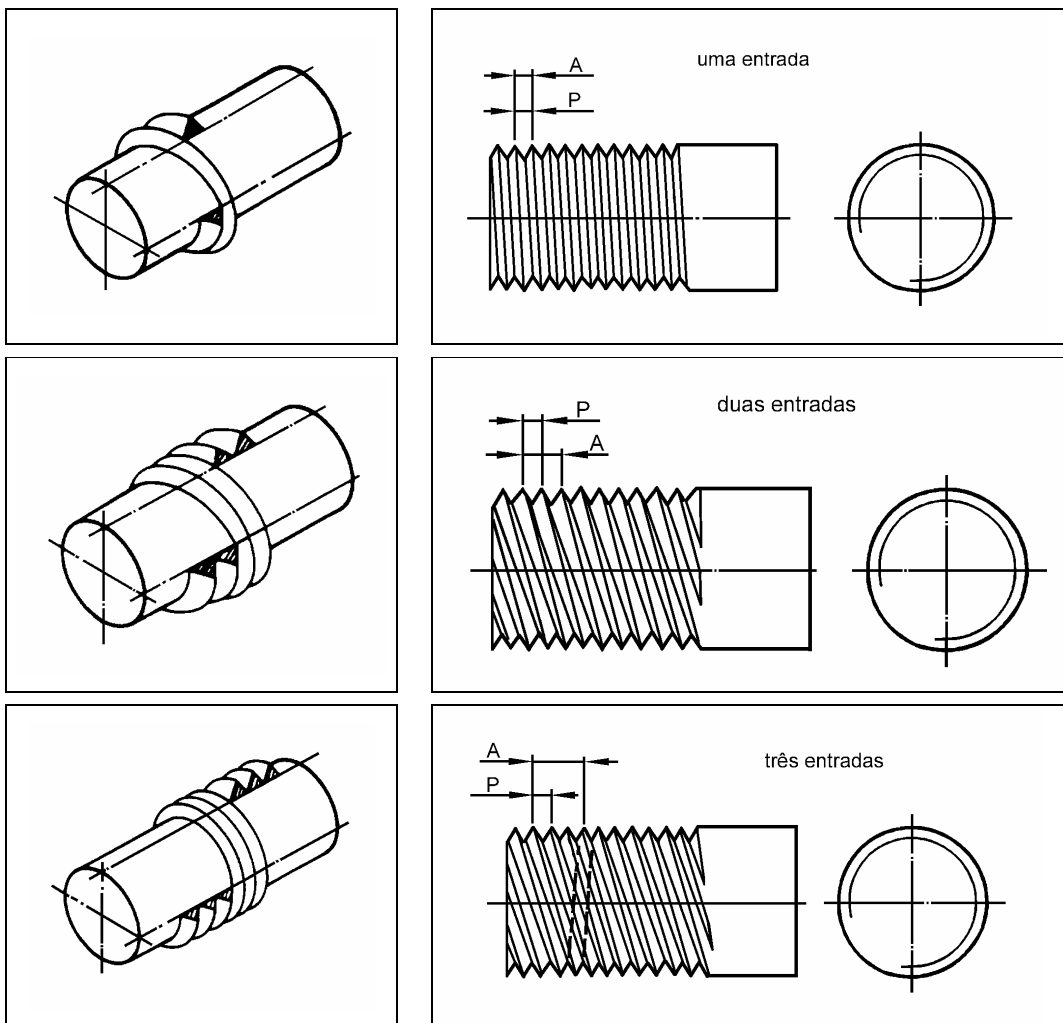
As características comuns a todas as roscas são: entrada, avanço e passo.

Entrada é o início da rosca. As roscas podem ter uma ou mais entradas. As roscas com mais de uma entrada são usadas quando é necessário um avanço mais rápido do parafuso na porca ou vice-versa.

Avanço (A) é a distância que o parafuso ou a porca percorre em relação ao seu eixo, quando completa uma rotação.

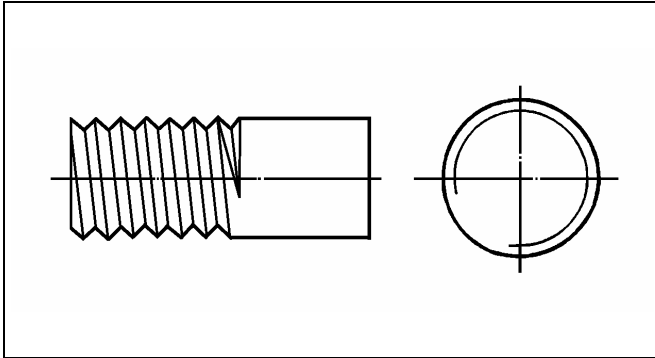
Rotação (R) é uma volta completa do parafuso ou da porca em relação ao seu eixo. Quando o avanço é igual ao passo, diz-se que a porca é de uma entrada.

Passo (P) é a distância entre dois filetes consecutivos.

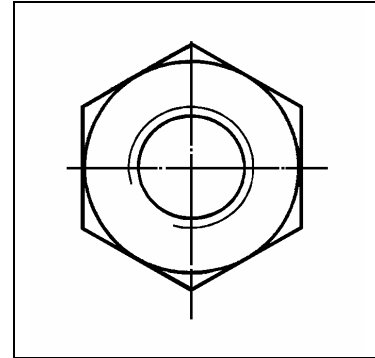


Sentido da rosca

Rosca à direita é aquela em que o parafuso ou a porca avança girando no sentido dos ponteiros do relógio.

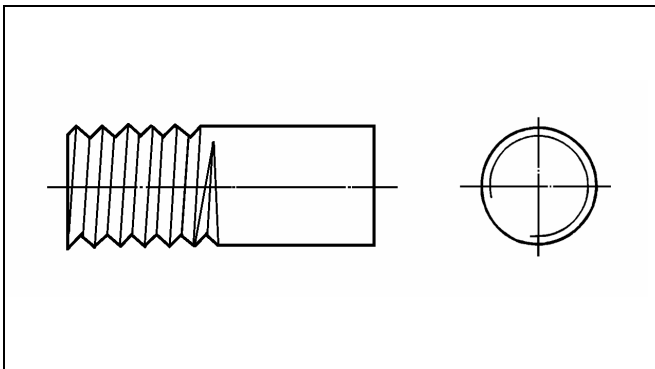


Parafuso

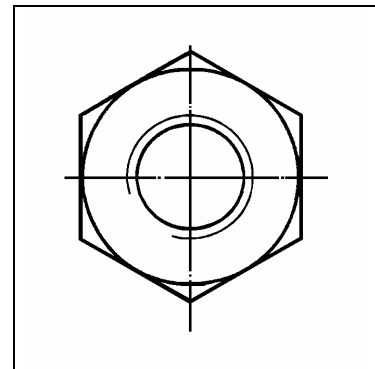


Porca

Rosca à esquerda é aquela em que o parafuso ou a porca avança girando no sentido contrário ao dos ponteiros do relógio.

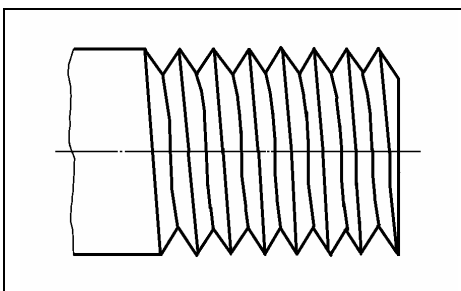


Parafuso

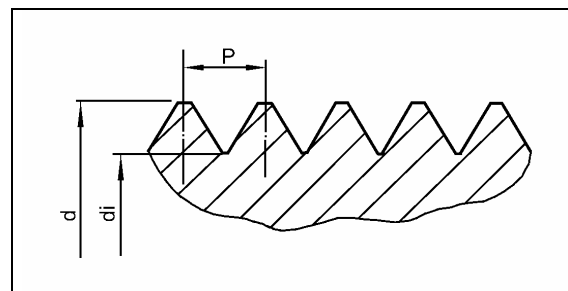


Porca

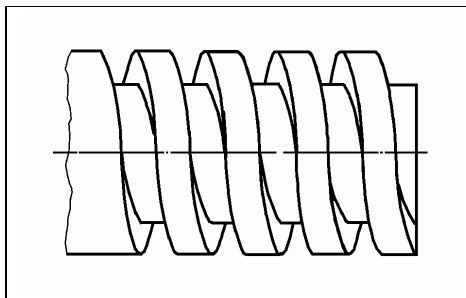
Representação normal de tipos de rosca e respectivos perfis



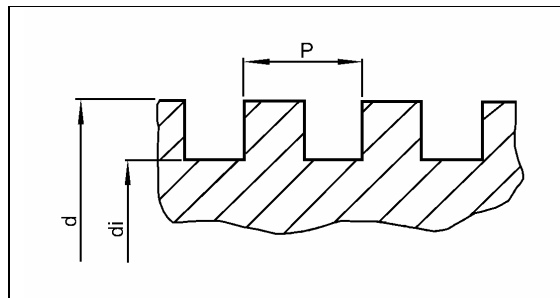
Rosca triangular



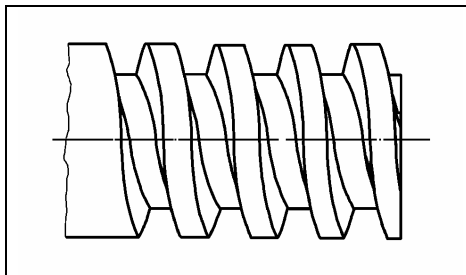
Perfil triangular



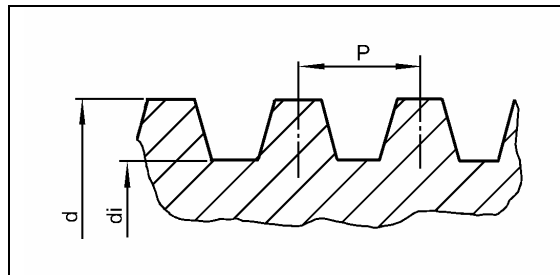
Rosca quadrada



Perfil quadrado

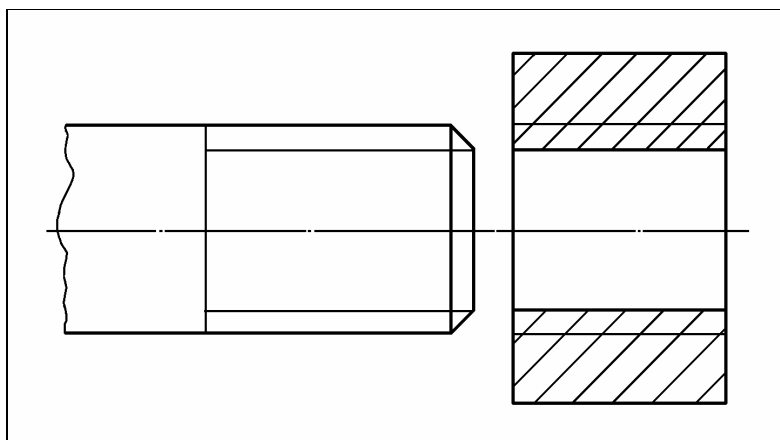


Rosca trapezoidal

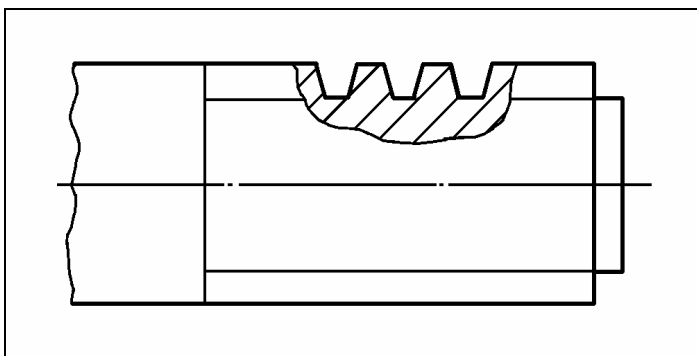


Perfil trapezoidal

Representação convencional de tipos de rosca

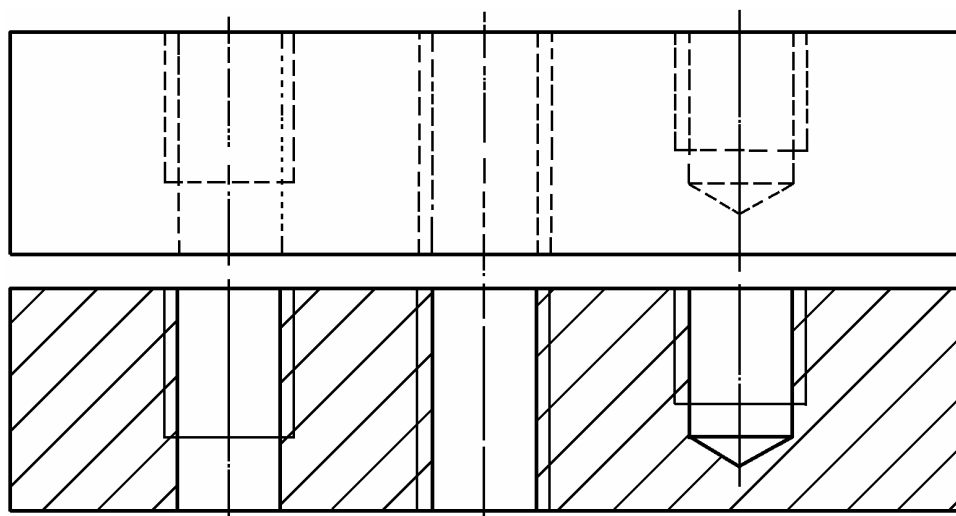


Roscas com perfil triangular



Roscas com perfil especial

Representação de furos roscados



Cotagem e indicações de roscas

O quadro abaixo mostra os tipos mais comuns de roscas, os símbolos indicativos, os perfis e exemplos de indicações para cotagem dos desenhos.

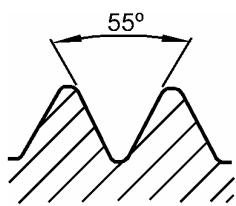
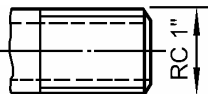
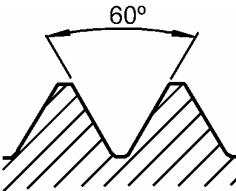
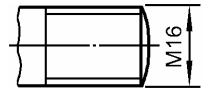
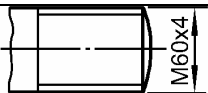
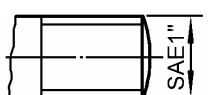
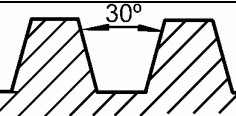
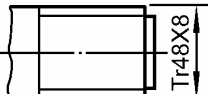
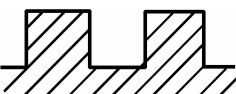
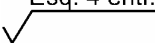
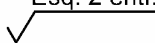
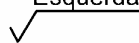
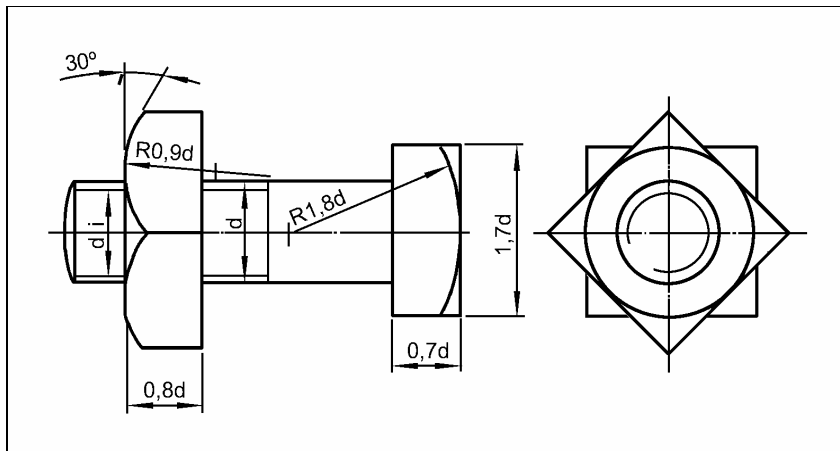
Roscas	Símbolo	Perfil	Indicação	Leitura
Whitworth Normal	-			Rosca Whitworth Normal com Ø1" (é dispensado uso do símbolo W)
Whitworth fina	W			Rosca Whitworth fina com Ø1" e 10 filetes por 1"
Whitworth para cano	RC			Rosca Whitworth para cano com furo Ø1"
Métrica	M			Rosca métrica normal com Ø 16
Métrica fina	M			Rosca métrica fina com Ø e passo 4
SAE para automóveis	SAE			Rosca SAE com Ø1"
American National Coarse	NC			Rosca NC com Ø2"
American National Fine	NF			Rosca NF com 1"
Trapezoidal	Tr			Rosca trapezoidal com Ø48 e passo 8
Quadrada	Quad.			Rosca quadrada com Ø30 e passo 6
Os exemplos do quadro são de roscas com filetes de uma entrada a direita. Tratando-se rosca esquerda ou mais de uma entrada, escreve-se da seguinte forma: <u>Esq. 4 entr.</u>  <u>Esq. 2 entr.</u>  <u>Esquerda</u> 				

Tabela de roscas

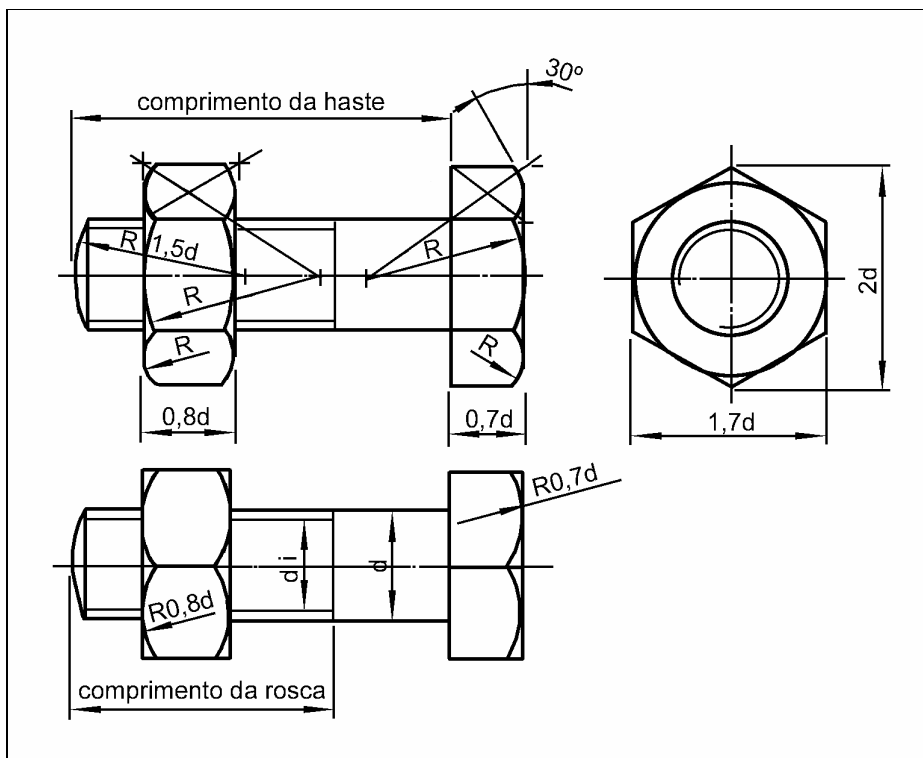
ROSCA MÉTRICA (M) Perfil triangular - ISSO NB 97			ROSCA WHITWORTH Normal				ROSCA WHITWORTH GÁS Para canos (RC) NB 202 - ABNT			
d Diam.	di Núcleo	P Passo	d Poleg.	d mm	di Núcleo	Nº de fios/1"	d Poleg.	d mm	di Núcleo	Nº de fios/1"
4	3,141	0,7	1/8"	3,17	2,36	40	1/8"	9,73	8,57	28
6	4,773	1	5/32"	3,96	2,95	32	1/4"	13,15	11,44	19
8	6,466	1,25	3/16"	4,76	3,40	24	3/8"	16,63	14,95	19
10	8,160	1,5	7/32"	5,55	4,20	20	1/2"	20,95	18,63	14
12	9,833	1,75	1/4"	6,35	4,72	20	5/8"	22,91	20,58	14
14	11,546	2	5/16"	7,93	6,13	18	3/4"	26,44	24,11	14
16	13,546	2	3/8"	9,52	7,49	16	7/8"	30,20	27,87	14
18	14,933	2,5	1/2"	12,70	9,99	12	1"	33,25	30,29	11
20	16,933	2,5	9/16"	14,28	11,57	12	1 1/4"	41,91	38,95	11
22	18,933	2,5	5/8"	15,87	12,91	11	1 1/2"	47,80	44,84	11
24	20,319	3	11/16"	17,46	14,50	11	1 3/4"	53,74	50,79	11
30	25,706	3,5	3/4"	19,05	16,79	10	2"	59,61	56,65	11
36	31,093	4	13/16"	20,63	17,38	10	2 1/4"	65,71	62,75	11
42	36,479	4,5	7/8"	22,22	18,61	9	2 1/2"	75,18	72,23	11
48	41,866	5	15/16"	23,81	20,19	9	2 3/4"	81,53	78,58	11
56	49,252	5,5	1"	25,40	21,33	8	3"	87,88	84,93	11
60	53,252	5,5	1 1/8"	28,57	23,92	7	3 1/4"	93,98	91,02	11
64	56,639	6	1 1/4"	31,75	27,10	7	3 1/2"	100,33	97,37	11

Proporções para desenhar parafusos e porcas

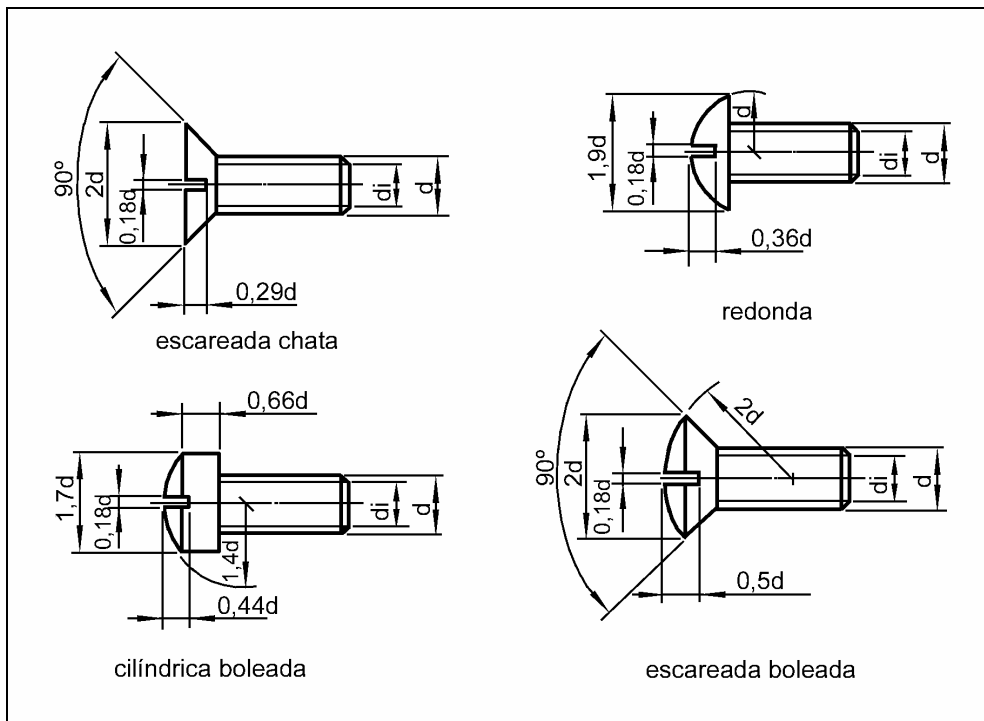
Parafuso com cabeça e porca quadradas:



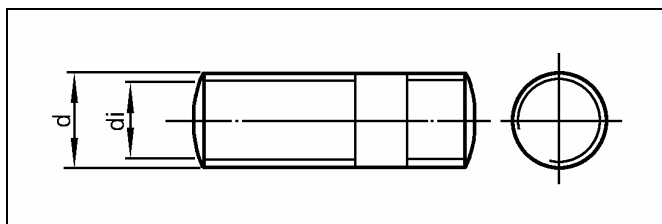
Parafuso com cabeça e porca hexagonais:



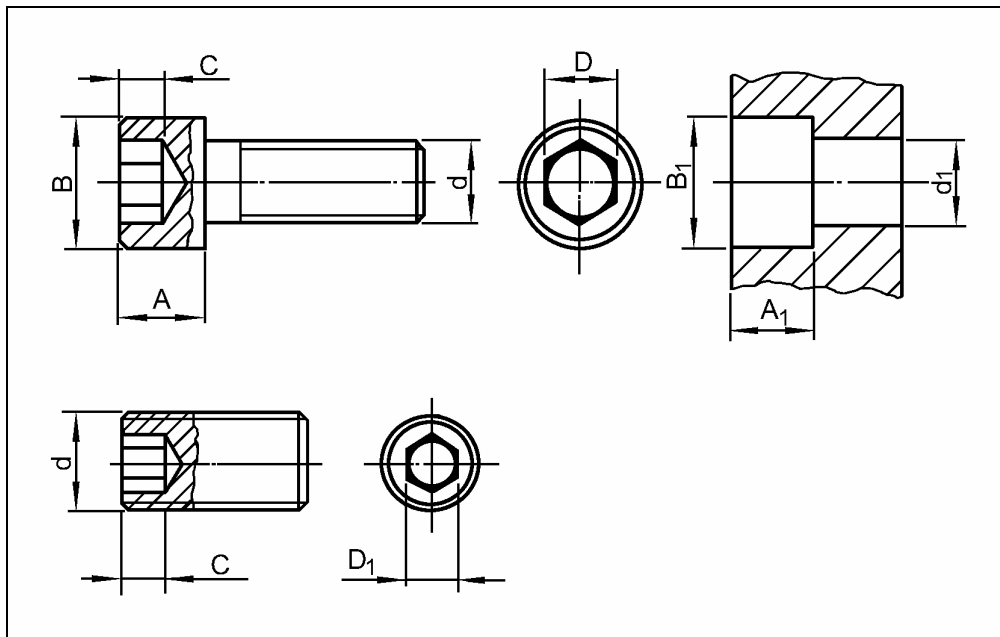
Parafusos de cabeça com fenda:



Parafuso prisioneiro:

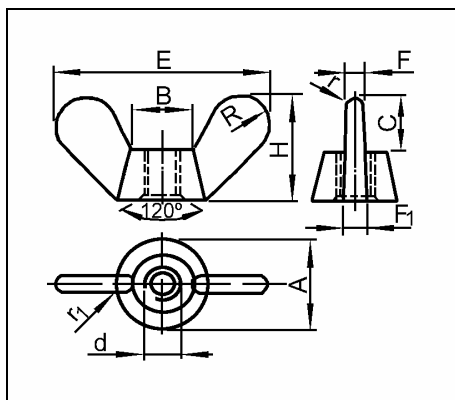


Parafusos com sextavado interno:



d	mm	A	B	A _i	B _i	d _i	C	D	D _i
3/16"	4,76	4,76	8,0	6	8,5	5,0	3,0	5/32"	
1/4"	6,35	6,35	9,52	8	10	6,5	4,0	3/16"	1/8"
5/16"	7,94	7,94	11,11	9	12	8,2	5,0	7/32"	5/32"
3/8"	9,53	9,53	14,28	11	14,5	9,8	5,5	5/16"	5/16"
7/16"	11,11	11,11	15,87	12	16,5	11,4	7,5	5/16"	7/32"
1/2"	12,70	12,70	19,05	14	19,5	13	8,0	3/8"	1/4"
5/8"	15,88	15,88	22,22	17	23	16,1	10	1/2"	5/16"
3/4"	19,05	19,05	25,4	20	26	19,3	11	9/16"	3/8"
7/8"	22,23	22,2	28,57	23	29	22,5	13	9/16"	1/2"
1"	25,40	25,4	33,33	27	34	25,7	15	5/8"	9/16"

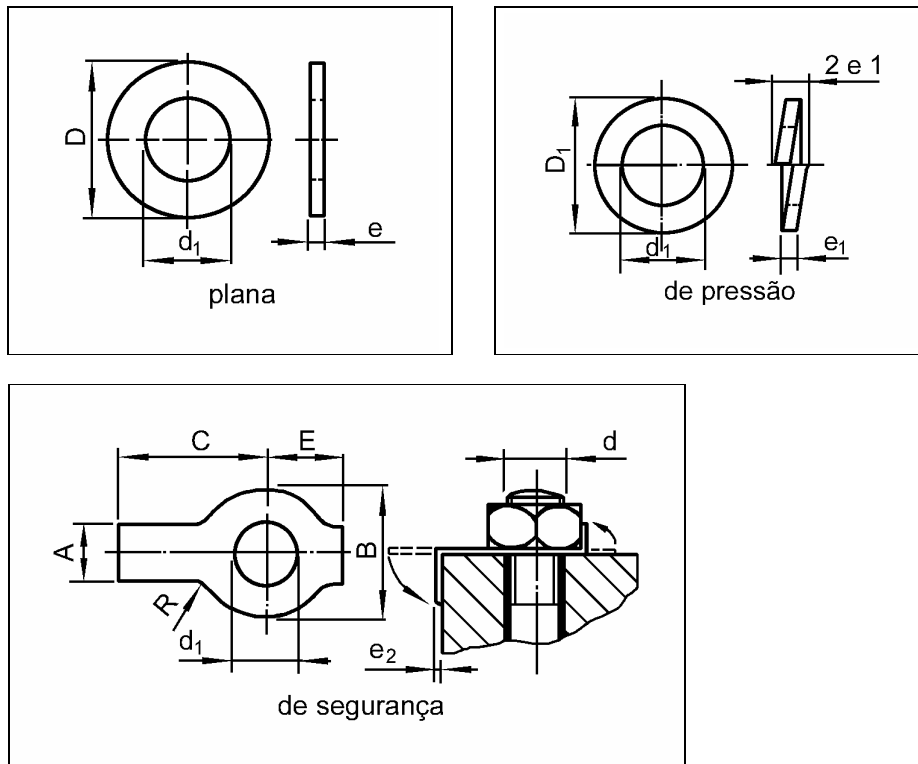
Porca-borboleta



d	A	B	C	E	F	F ₁	H	R	r	r ₁
1/4"	12	10	8	32	2,5	3	16	3	1,25	3
5/16"	16	12	10	40	3	4	20	6	1,4	4
3/8"	20	16	12	50	4	5	25	8	2	5
7/16"	23	19	14	64	5	6	32	10	2,5	6
1/2"	23	19	14	64	5	6	32	10	2,5	6
5/8"	28	22	16	72	6	7	36	11	3	7
3/4"	36	28	20	90	7	9	40	14	3,5	8
7/8"	40	32	22	100	8	10	50	16	4	9
1"	45	36	24	112	9	11	56	18	4,5	10

Arruela

Arruela é um pequeno disco furado que permite a passagem de um parafuso, pino ou eixo. As arruelas interpõe-se entre a porca e a peça a ser fixada, para compensar uma distância ou diminuir o atrito. Classificam-se em arruela plana e arruela de pressão.

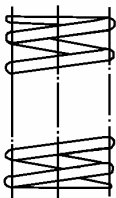
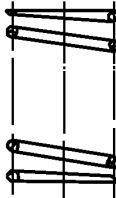
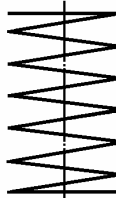
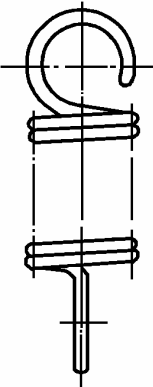
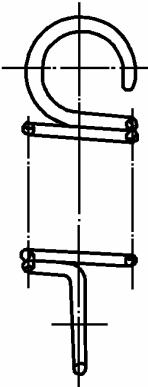
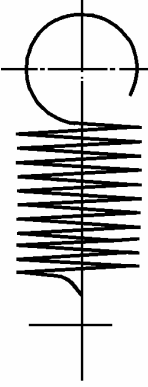
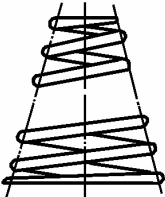
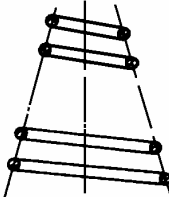
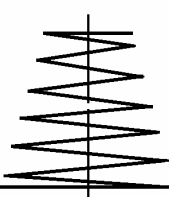


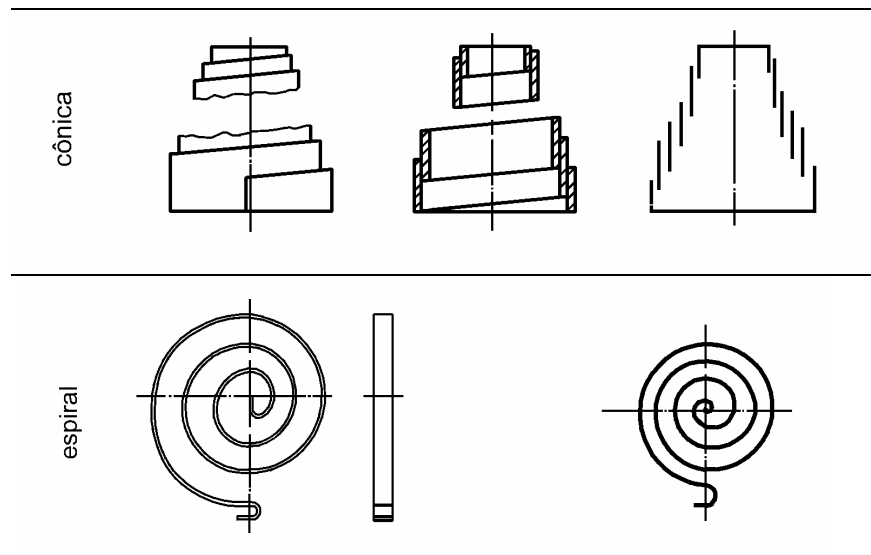
d	d ₁	D	e	D ₁	e ₁	e ₂	A	B	C	E	R
3	3,5	8	0,8	5,5	0,8	0,3	4	8	11	5	2
4	4,5	10	0,8	7	0,9	0,4	5	10	14	6	2,5
5	5,5	12	1	8,5	1,2	0,5	6	12	16	7	2,5
6	6,5	14	1,2	11	1,6	0,5	7	15	18	8	3
8	8,5	18	1,5	14	2	0,75	8	18	20	11	3
10	11	22	2	17	2,2	0,75	10	23	22	14	4
12	13	27	2,5	20	2,5	1	12	26	24	17	4
14	15	30	2,5	23	3	1	14	30	28	19	5
16	17	32	3	26	3,5	1	15	34	32	21	5
18	19	36	3	29	3,5	1	16	36	36	23	6
20	21	40	3	32	4	1	18	40	40	26	6
22	23,5	45	3	35	4	1	20	42	45	28	8
24	25,5	50	4	38,5	5	1	22	45	48	31	8
27	28,5	55	4	42	5	1	24	48	55	34	10
30	32	60	4	46,5	6	1,5	26	55	60	38	10

Mola

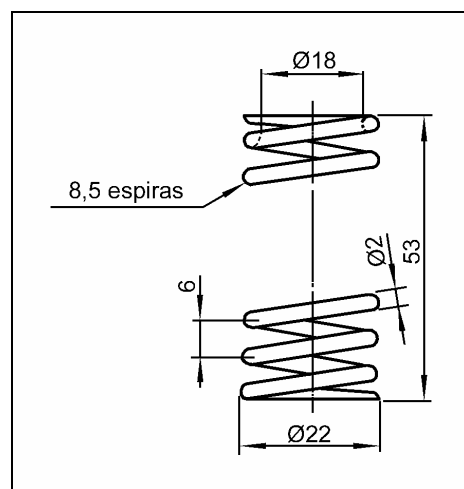
Mola é um dispositivo mecânico, geralmente feita de aço, com que se dá impulso ou resistência ao movimento de uma peça. São diversos os tipos de molas existentes, contudo as molas helicoidais são a de maior emprego. As molas seguem as representações normais, simplificadas e esquemáticas, segundo normas técnicas.

Tipos de molas

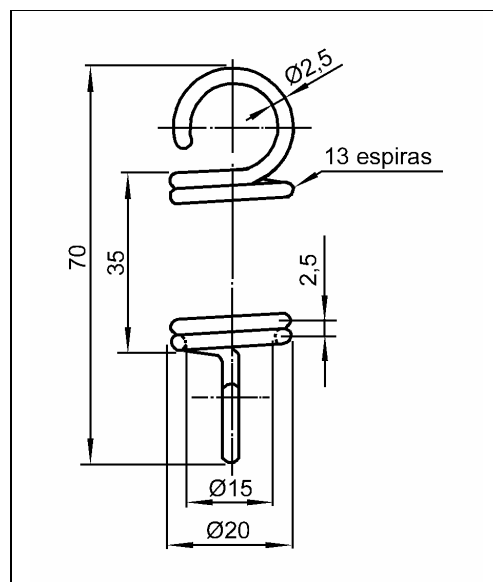
	Normal	Normal em corte	Simplificada
helicoidal de compressão			
helicoidal de tração			
cônica			



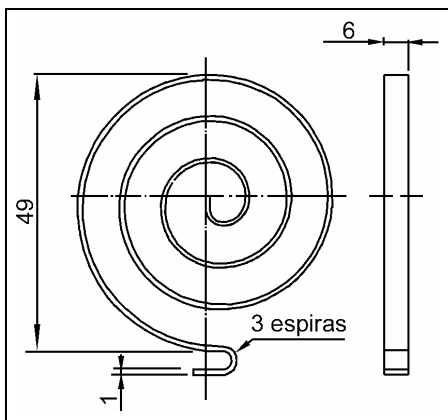
Cotagem de molas



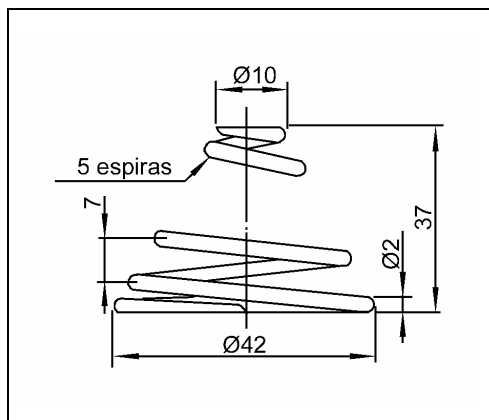
Helicoidal de compressão



Helicoidal de tração

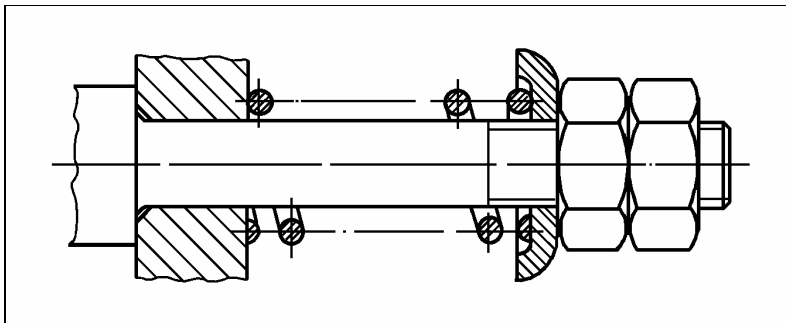


Espiral



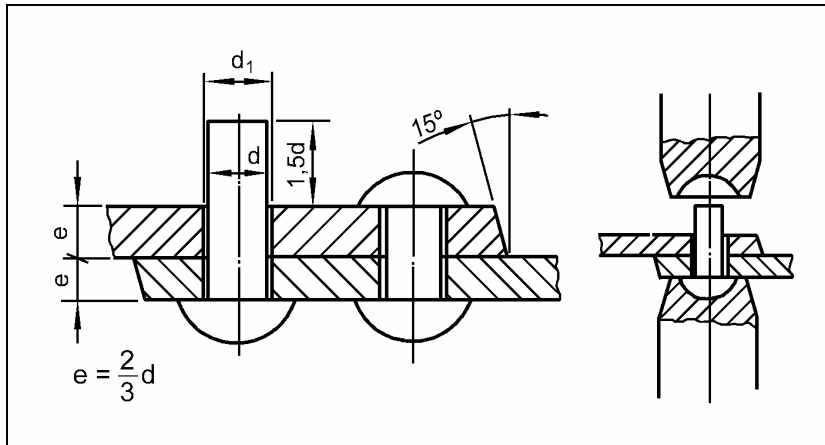
Cônica de arame com seção circular

Exemplo de representação de uma mola em conjunto



Rebite

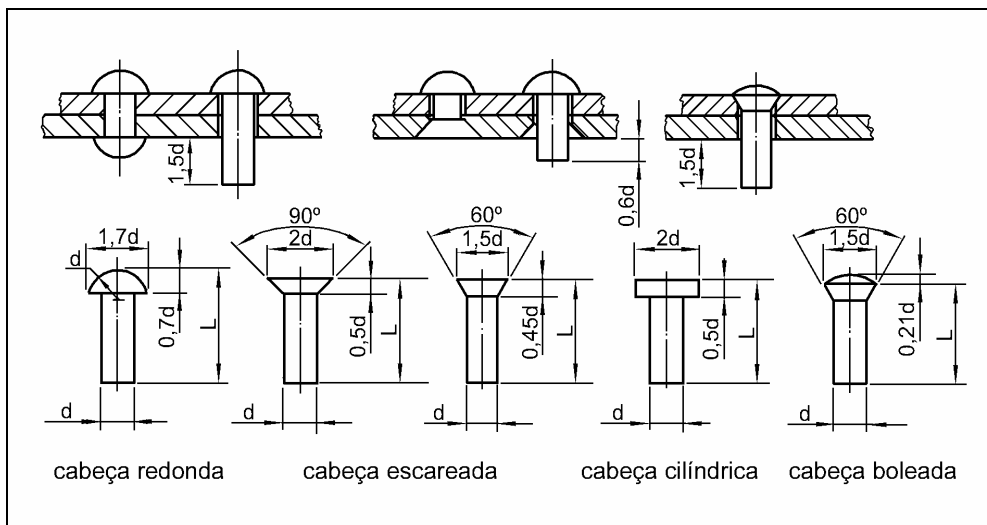
O rebite é feito de material resistente e dúctil como o aço, o latão ou o alumínio. É empregado para uniões permanentes de chapas e perfis laminados, principalmente em estruturas metálicas e construções de reservatórios, caldeiras, máquinas e navios.



Tipos e proporções

Os rebites tem cabeça e corpo e são classificados de acordo com esses elementos em

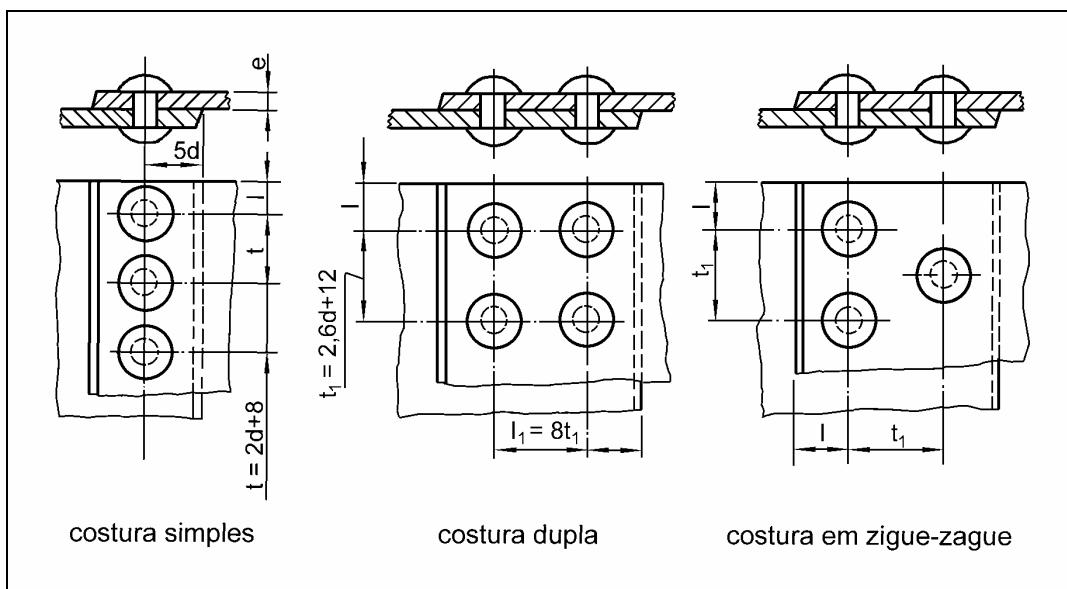
- Cabeça Redonda;
- Cabeça Escareada;
- Cabeça Cilíndrica;
- Cabeça Boleada.



Costuras e proporções

As costuras dos rebites classificam-se em:

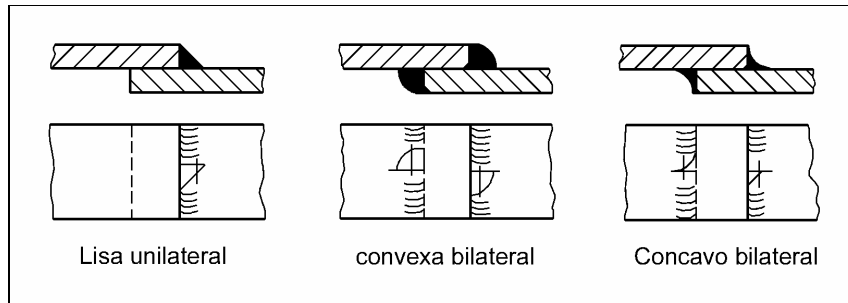
- Simples;
- Dupla;
- Em ziguezague.



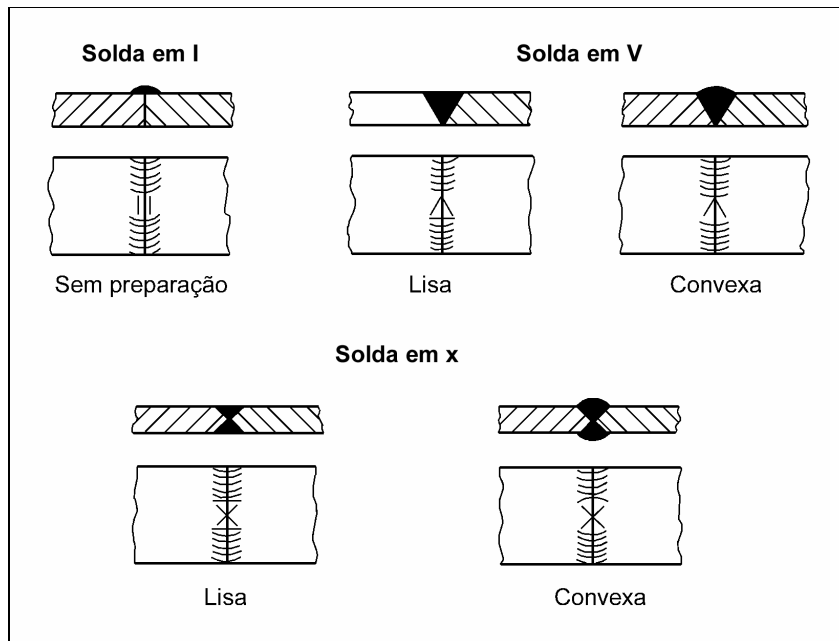
Soldas

Soldas são elementos de fixação muito usados em caldeiraria para junções permanentes.

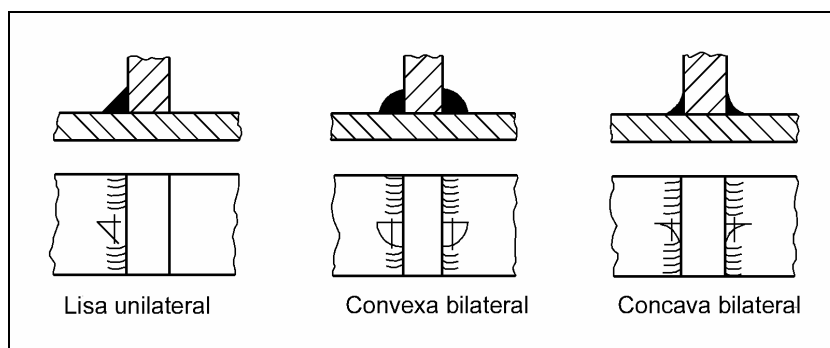
Representações de solda no desenho



Unões em topo



Unões em tê



Chavetas

São peças de aço, geralmente pequenas, cujas formas variam, dependendo da grandeza do esforço e do tipo de movimento a transmitir. A união por chaveta é desmontável e permite aos eixos transmitirem movimentos a outros elementos como engrenagens e polias.

Tipos de chavetas

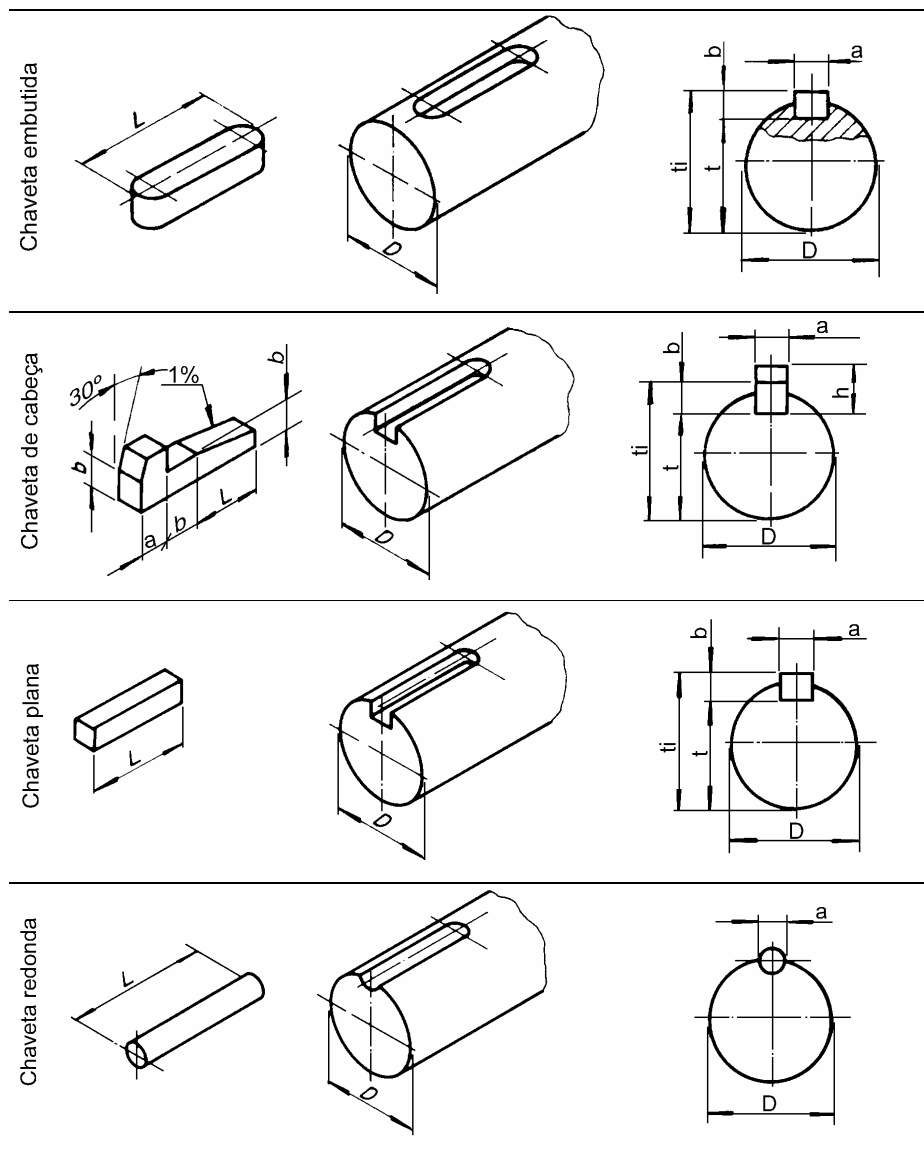
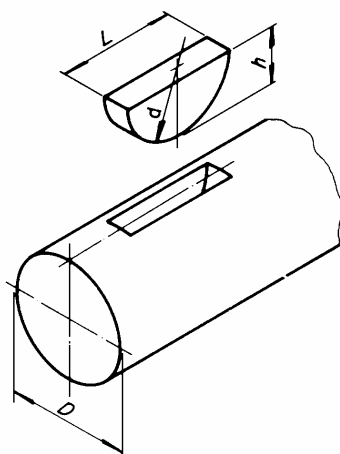


Tabela de Proporções

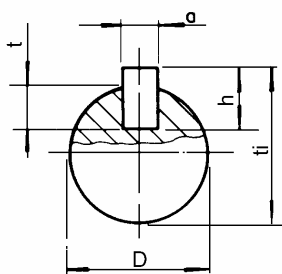
Diâmetro do eixo (D)	a	b	h	t	ti	d
13 a 17	5	5	8	D - 3	D + 2	7,5
18 a 22	6	6	9	D - 3,5	D + 2,5	8,5
23 a 30	8	7	10	D - 4	D + 3	10,0
31 a 38	10	8	12	D - 5	D + 3	11,5
39 a 44	12	8	12	D - 5	D + 3	13,0
45 a 50	14	9	14	D - 5,5	D + 3,5	13,5
51 a 58	16	10	15	D - 6	D + 4	14,5
59 a 68	18	11	16	D - 7	D + 4	16,0
69 a 78	20	12	19	D - 7,5	D + 4,5	17,0

Obs.: O comprimento L é calculado em até duas vezes o diâmetro do eixo.

Chaveta Woodruff



Representação

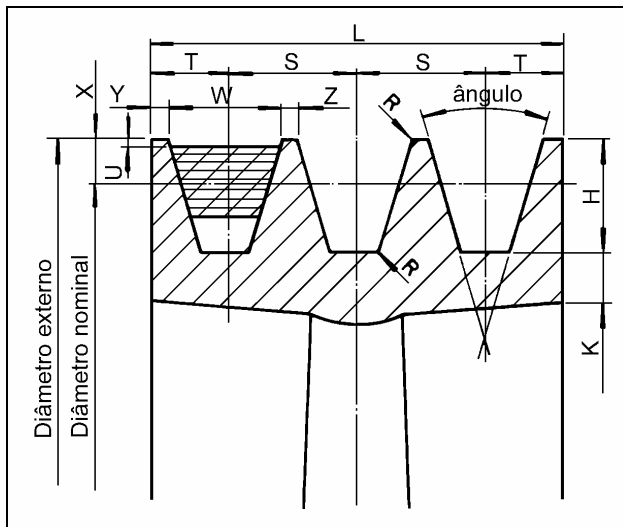


Diâmetro do eixo D	Largura e Altura b x h	Rasgo		L	D
		t	t ₁		
de 3 a 4	1 x 1,4	0,9	D+0,6	3,82	4
> 4 a 5	1,5 x 1,4	0,9	D+0,6	3,82	4
	1,5 x 2,6	2,1		6,76	7
> 5 a 7	2 x 2,6	1,6	D+0,6	6,76	7
	2 x 3,7	2,9		9,66	10
> 7 a 9	2,5 x 3,7	2,9	D+0,9	9,66	10
> 9 a 13	3 x 3,7	2,5	D+1,3	9,66	10
	3 x 5	3,8		12,65	13
	3 x 6,5	5,3		15,72	16
> 13 a 17	4 x 5	3,8	D+1,4	12,65	13
	4 x 6,5	5,3		15,72	16
	4 x 7,5	6,3		18,57	19
> 17 a 22	5 x 6,5	4,9	D+1,8	15,72	16
	5 x 7,5	5,9		18,57	19
	5 x 9	7,4		21,63	22
	5 x 10	8,4		24,49	25
> 22 a 28	6 x 9	7,4	D+1,8	21,63	22
	6 x 10	8,4		24,49	25
	6 x 11	9,4		27,35	28
	6 x 13	11,4		31,43	32
> 28 a 38	8 x 11	9,5	D+1,7	27,35	28
	8 x 13	11,5		31,43	32
	8 x 15	13,5		37,15	38
	8 x 16	14,5		43,08	45
	8 x 17	15,5		50,83	55
> 38 a 48	10 x 16	14	D+2,2	43,08	45
	10 x 17	15		50,83	55
	10 x 19	17		59,13	65
	10 x 24	22		73,32	80
> 48 a 58	12 x 19	16,5	D+2,7	59,13	65
> = maior de	12 x 24	21,5		73,32	80

Polias e correias

Polias são peças cilíndricas usadas para transmitir movimento de rotação por meio de correias.

Ângulos e dimensões dos canais das polias em Vê



Dimensões das correias					
Tipo	A	B	C	D	E
L	12,7	16,6	22,2	31,7	38,1
H	7,9	10,3	13,4	19	23

Dimensões normais das polias de múltiplos canais											
Perfil padrão da correia	Diâmetro externo da polia	ângulo do canal	Medidas em milímetros								
			T	S	W	Y	Z	H	K	U = R	X
A	75 a 170	34°	9,50	15	13	3	2	13	5	1,0	5
	acima de 170	38°									
B	de 130 a 240	34°	11,5	19	17	3	2	17	6,5	1,0	6,25
	acima de 240	38°									
C	de 200 a 350	34°	15,25	25,5	22,5	4	3	22	9,5	1,5	8,25
	acima de 350	38°									
D	de 300 a 450	34°	22	36,5	32	6	4,5	28	12,5	1,5	11
	acima de 450	38°									
E	de 485 a 630	34°	27,25	44,5	38,5	8	6	33	16	1,5	13
	acima de 630	38°									

Rolamentos

Os rolamentos são elementos constantes de máquinas. Eles classificam-se, segundo o elemento rodante, em:

- Rolamento de esferas;
- Rolamento de rolos;
- Rolamento de roletes.

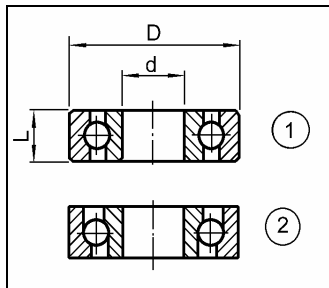
Os **rolamentos de esferas** são empregados em conjuntos pequenos de altas rotações.

Os **rolamentos de rolos** são utilizados para conjuntos maiores expostos a grandes cargas.

Os **rolamentos de roletes** são indicados para pequenos espaços radiais.

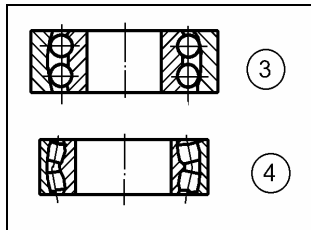
Dentro dessa classificação geral, os rolamentos mais comuns são:

- Os rolamentos fixos ← e os rolamentos de contato angular de uma carreira de esferas ↑ são usados em conjuntos que têm de suportar altas rotações.

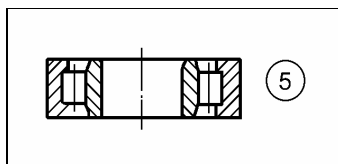


O rolamento ↑ suporta também elevada capacidade de carga axial somente em um sentido.

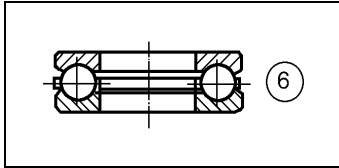
Os rolamentos autocompensadores (oscilantes) de esferas → ou rolos ↓ são empregados nos casos em que há posições oblíquas entre eixos e mancal (pequenas variações de alinhamento).



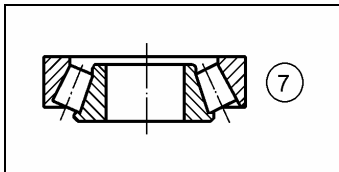
Dentro de certos limites, um livre deslocamento axial do eixo exige o uso de rolamento de rolos cilíndricos °



Para cargas axiais em uma só direção são usados rolamentos axiais $\pm$ de esfera de escora simples.



Os rolamentos de rolos cônicos " são rolamentos desmontáveis de uma carreira de rolos. São muito empregados na indústria automobilística, graças à sua capacidade de suportar cargas combinadas.



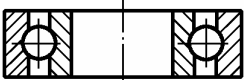
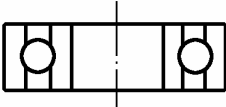
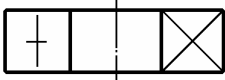
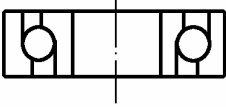
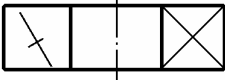
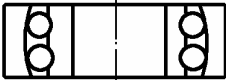
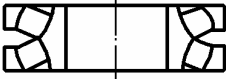
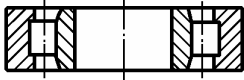
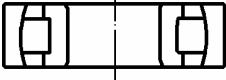
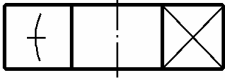
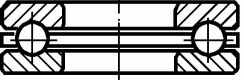
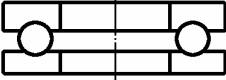
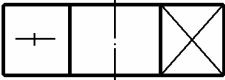
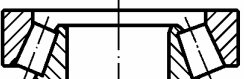
Observação

A quantidade e a variedade de tipos e tamanhos de rolamentos é considerável. Por isso, para especificar o tipo desejado, é conveniente consultar os catálogos de fabricantes.

Para especificar corretamente rolamentos é importante definir, pelo menos, os seguintes dados:

- Nome do fabricante;
- Medidas do eixo;
- Número do catálogo do rolamento;
- Diâmetro do furo do rolamento;
- Diâmetro externo;
- Espessura do rolamento.

Em desenho técnico, conforme projeto recente da ABNT, os rolamentos podem ser representados da seguinte maneira:

	Representação	
	Simplificada	Simbólica
		
		
		
		
		
		
		

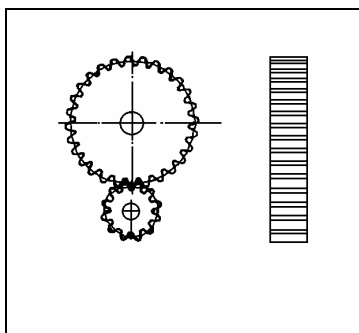
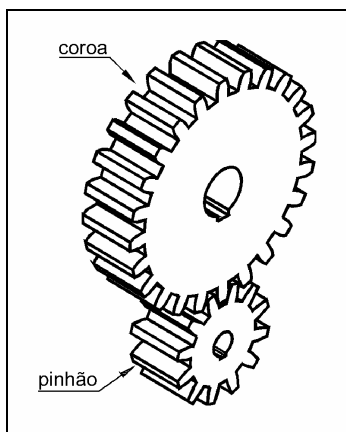
Engrenagens

Engrenagens são rodas que transmitem e recebem movimento de rotação.

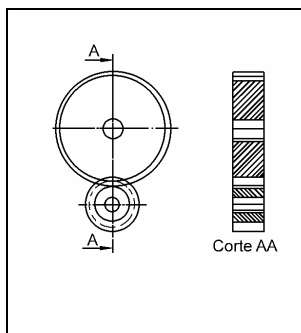
As engrenagens podem ser representadas de três maneiras diferentes: normal, simplificada e esquemática.

Tipos de corpos de engrenagem

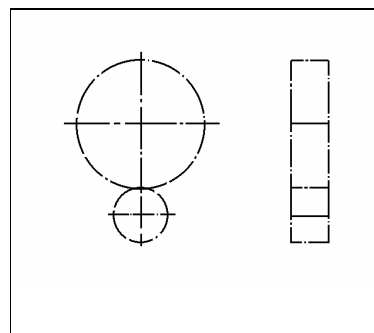
Engrenagens cilíndricas com dentes retos.



Normal

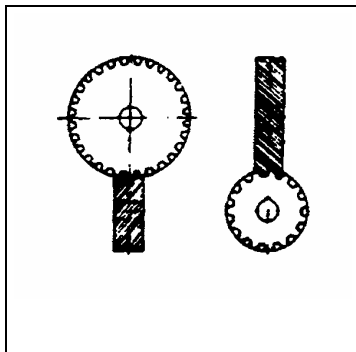
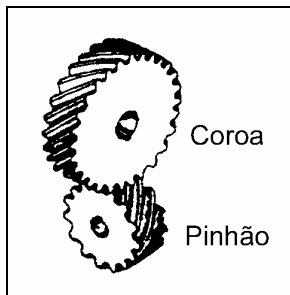


Simplificada (em corte)

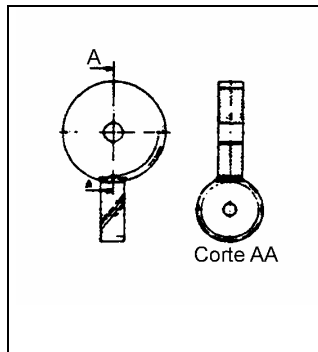


Esquemática

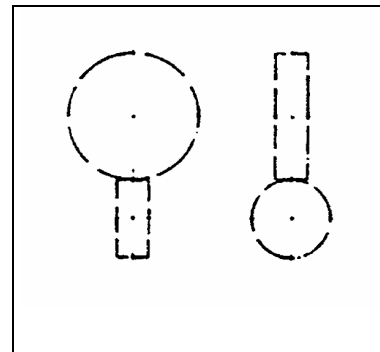
Engrenagens cilíndricas com dentes helicoidais



Normal

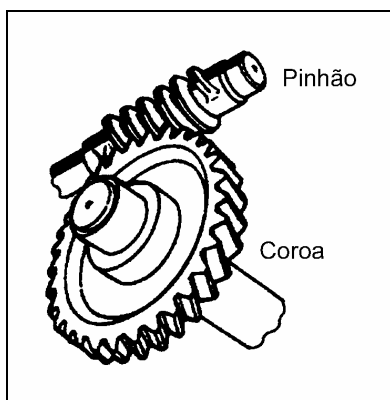


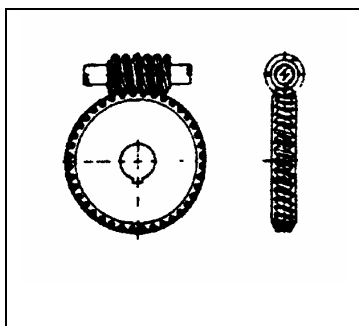
Simplificada (em corte)



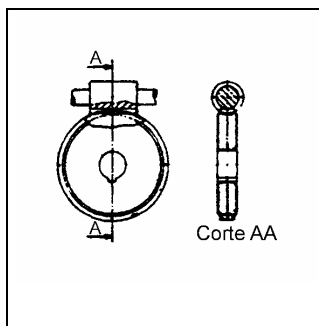
Esquemática

Engrenagem helicoidal com dentes côncavos e roscas sem-fim

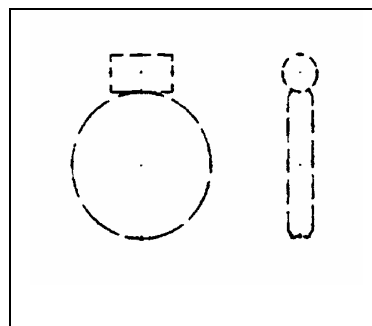




Normal

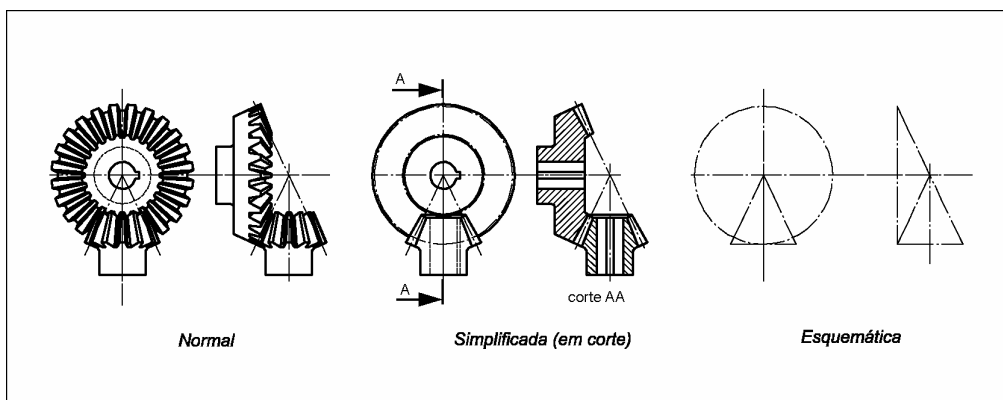
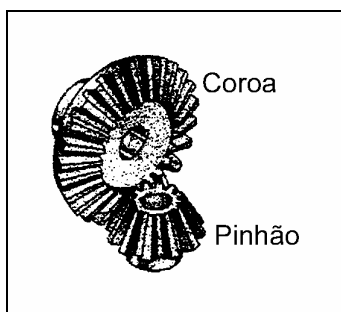


Simplificada (em corte)

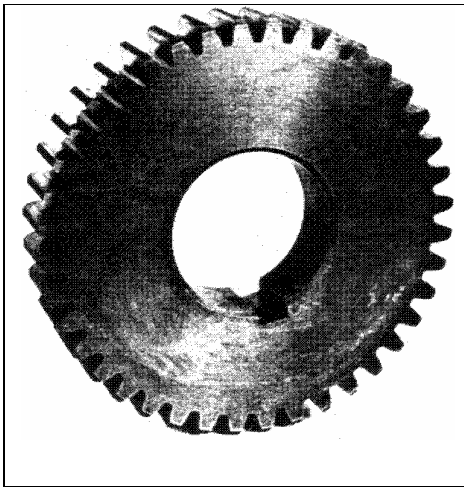


Esquemática

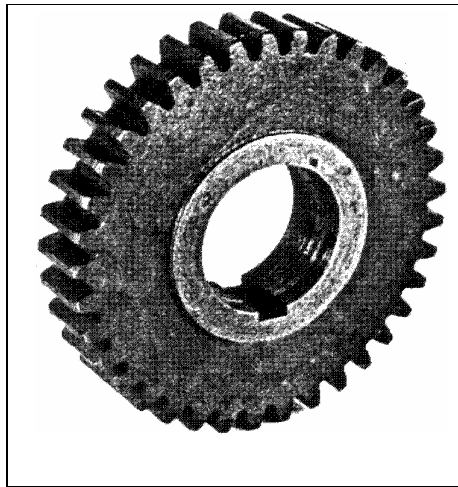
Engrenagens cônicas com dentes retos



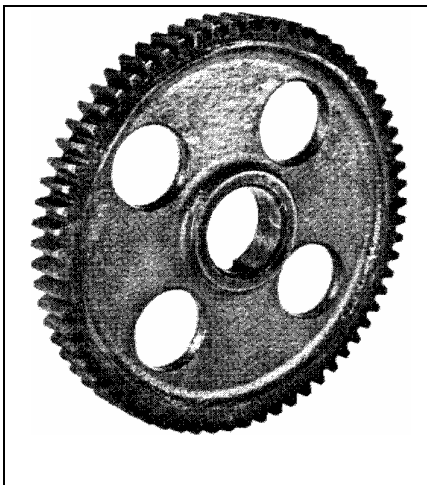
Tipos de corpos de engrenagem



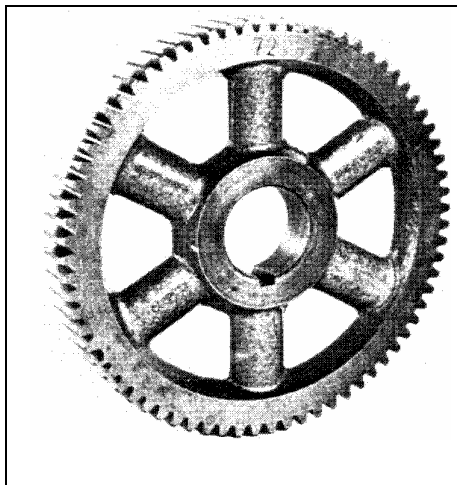
*Corpo em forma de disco
com furo central*



*Corpo em forma de disco
com cubo e furo central*

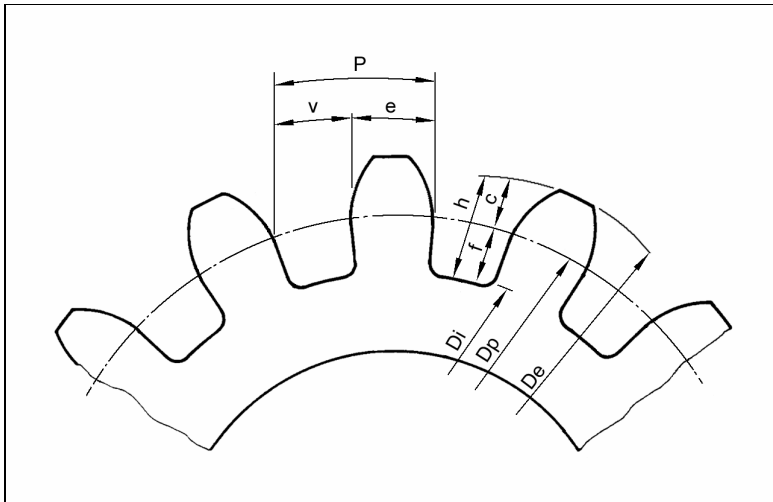


*Corpo em forma de disco com
quatro furos, cubo e furo central*



*Corpo em forma de braços com cubo
e furo central*

Características dos dentes das engrenagens



- p** (passo): é a distância circunferencial entre dois dentes consecutivos, medida na circunferência primitiva da engrenagem;
- e** (espessura): é a medida do arco limitado pelo dente na circunferência primitiva;
- c** (cabeça): é a parte do dente que fica entre o diâmetro primitivo e o diâmetro externo;
- v** (vão): é o vazio que fica entre dois dentes consecutivos;
- h** (altura): corresponde à soma da altura da cabeça mais a altura do pé do dente;
- f** (pé): é a parte do dente que fica entre o diâmetro primitivo e o diâmetro interno.

Características e cotagem de engrenagens

Características

De - diâmetro externo

Dp - diâmetro primitivo

Di - diâmetro interno

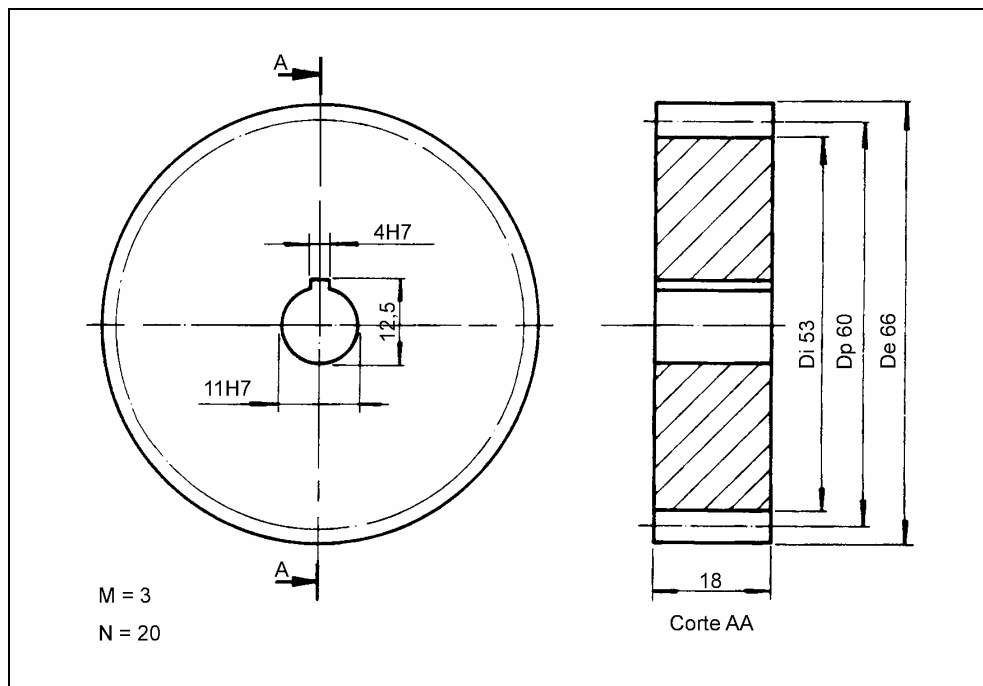
L - largura

M - módulo: (o número do módulo serve de base para calcular as dimensões dos dentes)

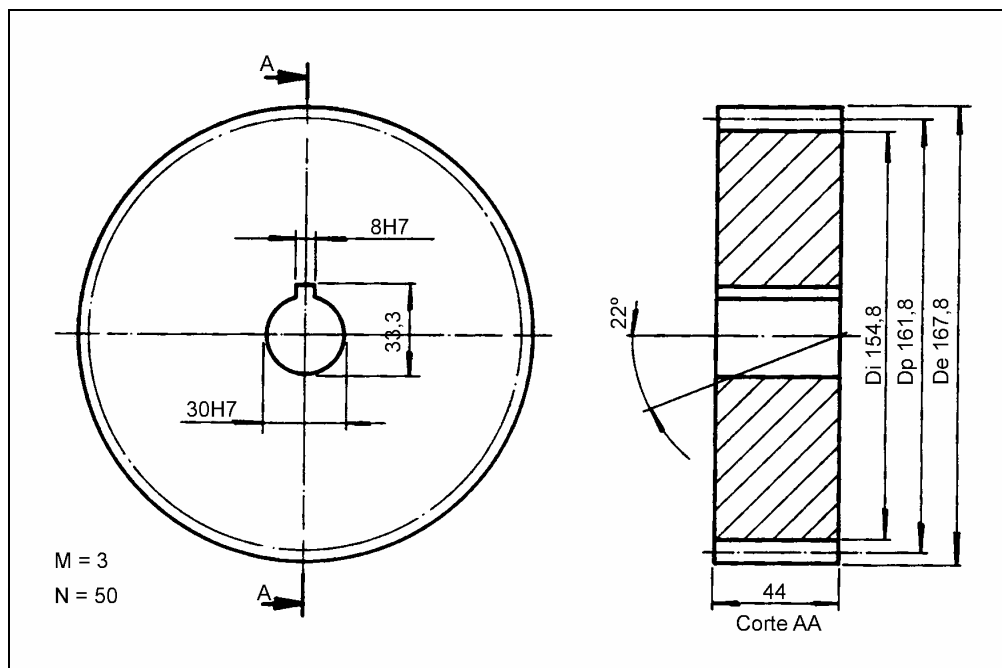
N - número de dentes

Cotagem

Engrenagem cilíndrica com dentes retos

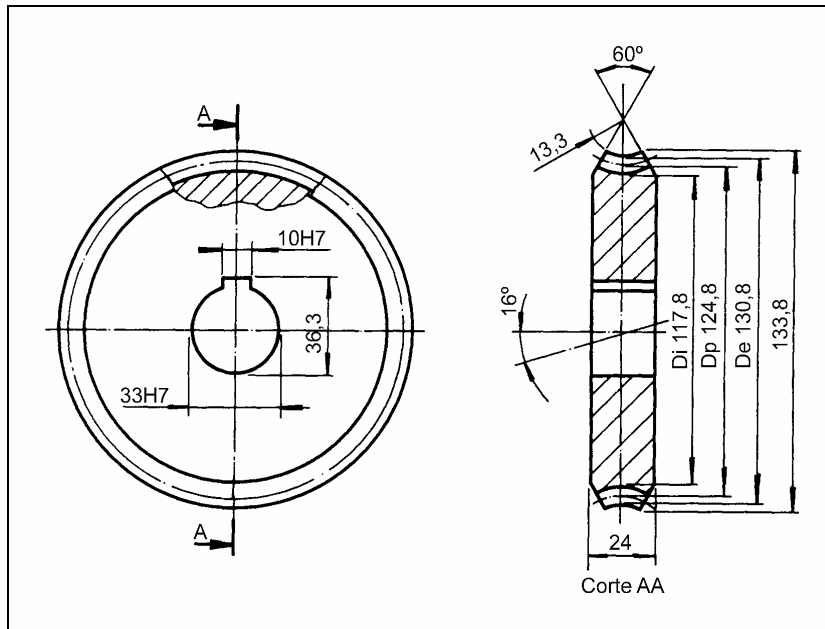


Engrenagem cilíndrica com dentes helicoidais



Característica particular: ângulo da hélice = 22°

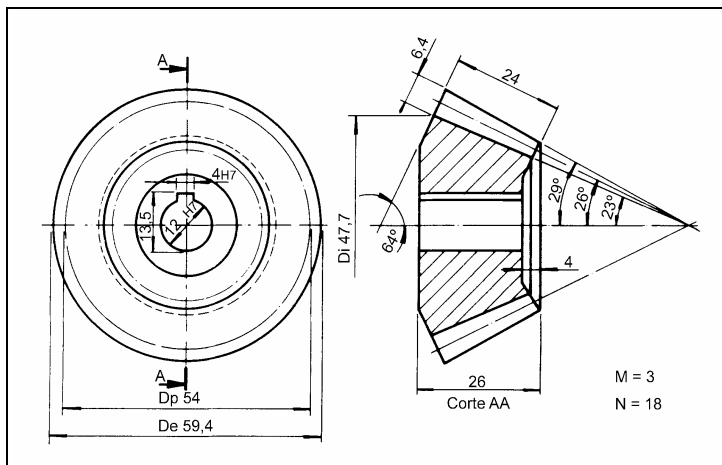
Engrenagem helicoidal com dentes côncavos



Características particulares:

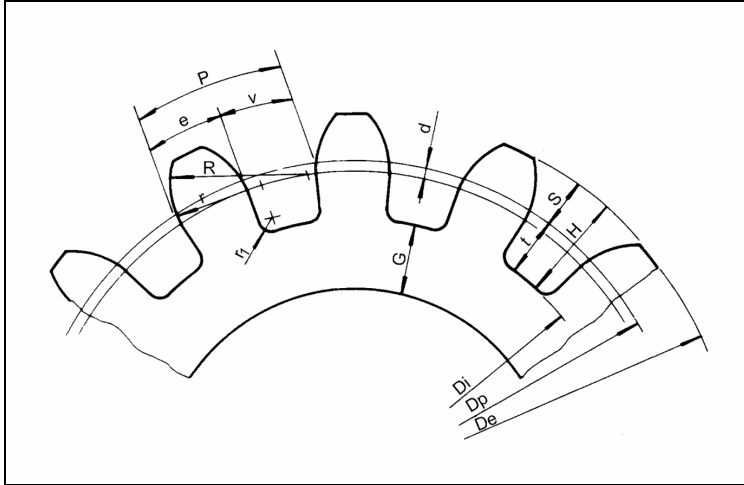
- Diâmetro máximo = 133,8
- Ângulo da hélice = 16°
- Ângulo do chanfro = 60°
- Raio da superfície côncava = 13,3

Engrenagem cônica com dentes retos



Características particulares:

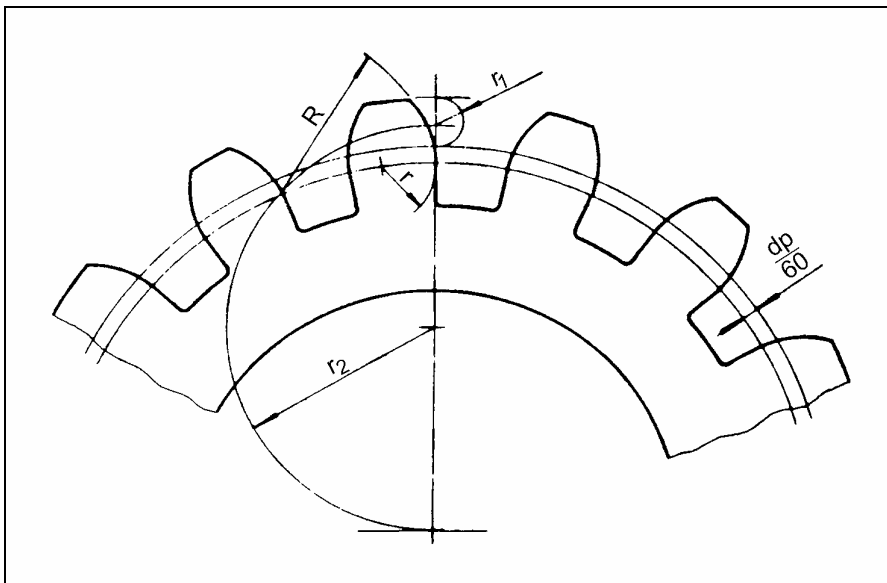
- Ângulo externo = 29°
- Ângulo primitivo = 26°
- Ângulo interno = 23°
- Ângulo do cone complementar = 64°
- Largura do Dente = 24
- Altura Dos dentes = 6,4
- Rebaixo do disco = 4

Fórmulas e traçado de dentes de engrenagem

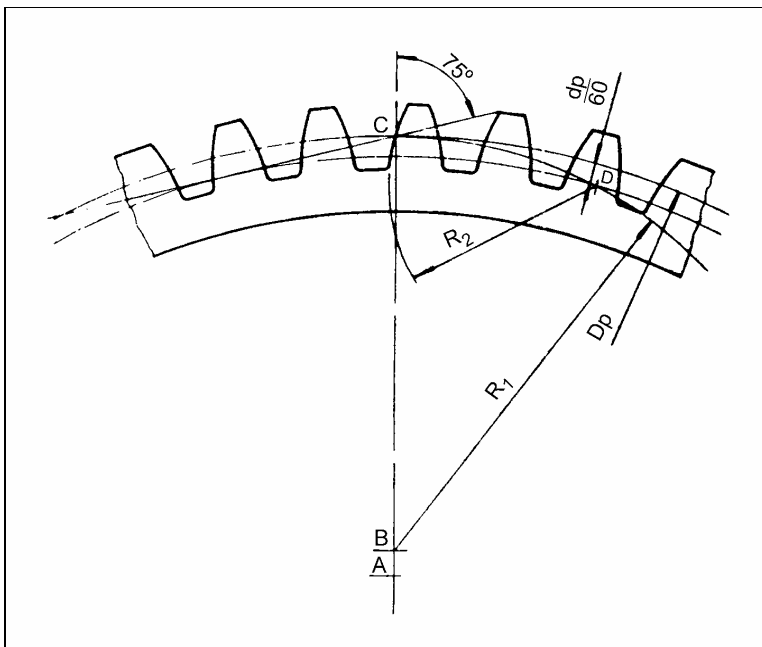
FÓRMULAS		
$D_p = M \times N$	$e = m \times 1,49$	$d = \frac{D_p}{60}$
$S = M$	$v = M \times 1,65$	$K = F \times 2$
$t = M \times 1,166$	$r_1 = M \times 0,1 \text{ a } 0,3$	$D_e = M (N + 2)$
$H = M \times 2,166$	$G = \frac{P}{2}$	$D_i = M (N - 2,33)$
$P = M \times \pi (3,14)$	$L = 6 \text{ a } 8 \times M$	$M = \frac{D_e}{N + 2}$
Nota - Para as engrenagens fresadas, a espessura e o vão dos dentes são divididas por 2 $\left(\frac{P}{2}\right)$. Porém nas engrenagens fundidas a espessura é: $e = \frac{19}{40} \times P$: o vão: $\frac{21}{40} \times P$.		

ODONTÓGRAFO DE GRANT								
Número de dentes N	R = A x M	r = B x M	Número de dentes N	R = A x M	r = B x M	Número de dentes N	R = A x M	r = B x M
	A	B		A	B		A	B
10	2,28	0,69	22	3,49	2,06	34	4,33	3,09
11	2,40	0,83	23	3,57	2,15	35	4,39	3,16
12	2,51	0,96	24	3,64	2,24	36	4,45	3,23
13	2,62	1,09	25	3,71	2,33	37 a 40	-	4,20
14	2,72	1,22	26	3,78	2,42	41 a 45	-	4,63
15	2,82	1,34	27	3,85	2,50	46 a 51	-	5,06
16	2,92	1,46	28	3,92	2,59	52 a 60	-	5,74
17	3,02	1,58	29	3,99	2,69	61 a 70	-	6,52
18	3,12	1,69	30	4,06	2,76	71 a 90	-	7,72
19	3,22	1,79	31	4,13	2,85	91 a 120	-	9,78
20	3,32	1,89	32	4,20	2,93	121 a 180	-	13,38
21	3,41	1,98	33	4,27	3,01	181 a 360	-	21,62

Engrenagem à evolvente aproximada - (Traçada com arcos de círculo)



Para engrenagens com menos de 55 dentes



Para engrenagens com mais de 55 dentes

A = centro da engrenagem

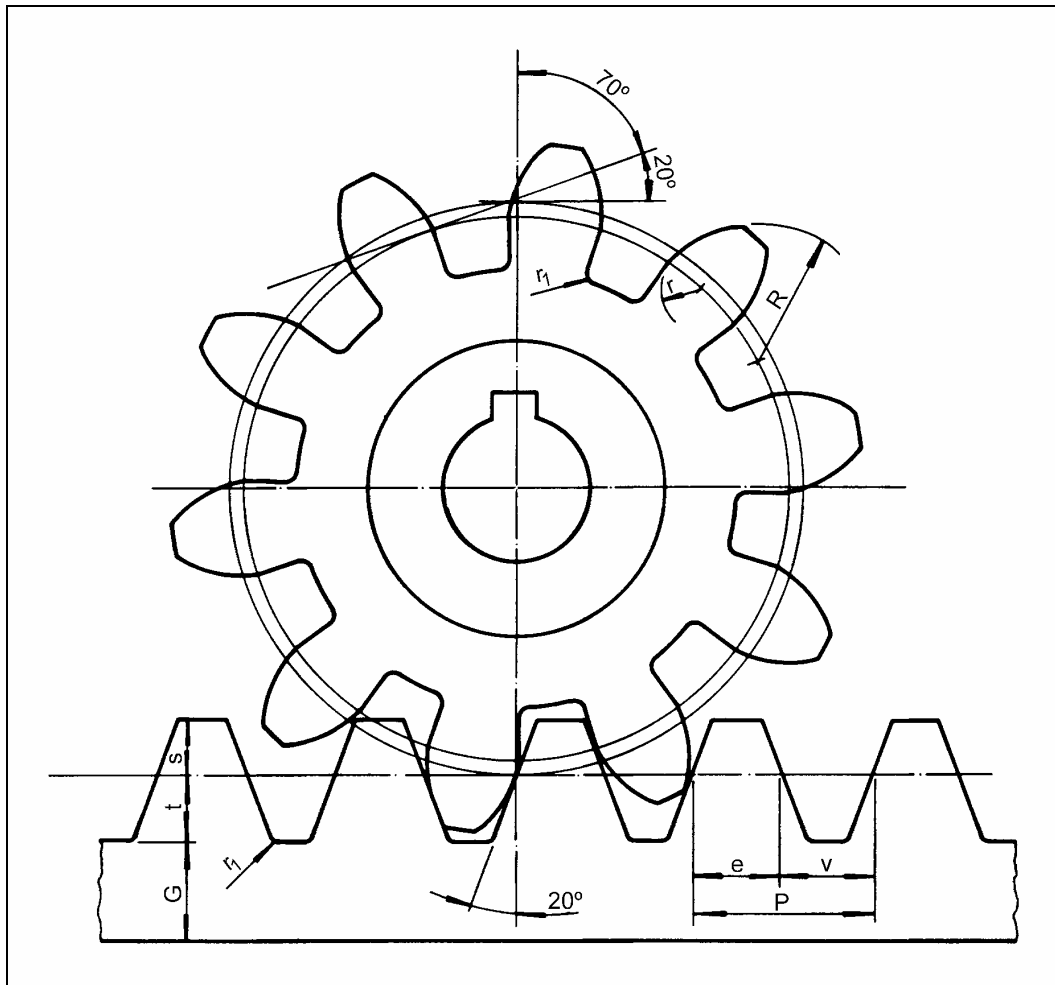
$$CB = \frac{Dp}{4}$$

R_1 = distância CB

R_2 = distância CD

Cremalheira

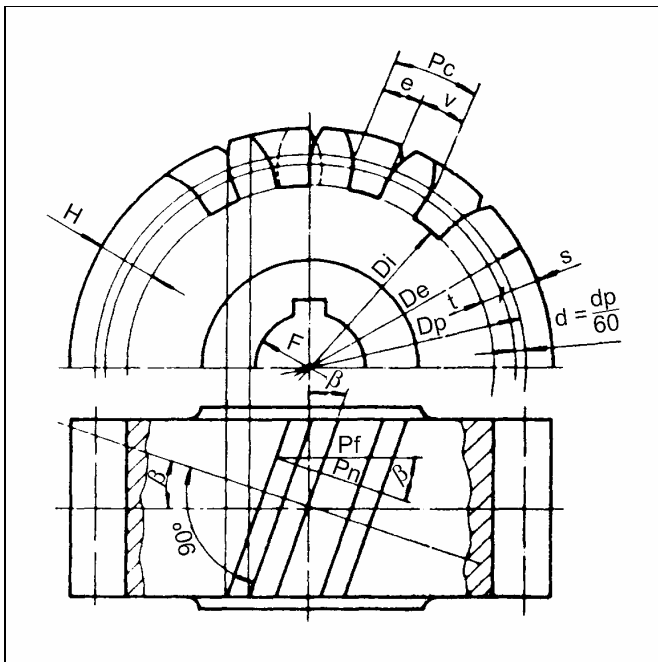
Cremalheira é uma barra dentada que engrena com um pinhão (engrenagem). Pode ser considerada parte de uma engrenagem cilíndrica, cujo diâmetro é infinitamente grande. O mecanismo engrenagem-cremalheira transforma o movimento de rotação (circular contínuo) transmitido pela engrenagem em um movimento de translação (retilíneo contínuo) transmitido pela cremalheira ou vice-versa.



Fórmulas	
$G = M \times 1,75$	$P = M \times \pi$
$t = M \times 1,17$	$e = \frac{P}{2}$
$S = M$	$V = \frac{P}{2}$

Engrenagem cilíndrica helicoidal (fórmulas e traçados)

A roda cilíndrica helicoidal distingue-se por sua grande resistência e marcha silenciosa. Essa engrenagem pode ser empregada tanto para eixos paralelos quanto cruzados. Os demais são traçados à evolvente de círculo e sua construção é igual à dos dentes retos.



Nomenclatura	Símbolo	Fórmulas
Diâmetro primitivo	Dp	$McN = \frac{PcN}{\pi} = \frac{MN}{\cos\beta}$
Diâmetro externo	De	$Dp + 2Mn = \left(\frac{N}{\cos\beta} + 2 \right) Mn$
Diâmetro interno	Di	$Dp - 2,5 Mn$
	d	$\frac{Dp}{60}$
Passo normal	Pn	$Mn\pi = Pc \cos\beta$
Espessura do dente	e	
Intervalo entre dentes	v	
Altura do pé do dente	t	$1,25 Mn$
Altura da cabeça do dente	S	$t Mn$
Altura do dente	H	$2,25 Mn$
Módulo circunferencial	Mc	$\frac{Dp}{N} = \frac{Pc}{\pi} = \frac{Mn}{\cos\beta}$
Passo aparente	Pc-Pf	$\frac{Dp \cdot \pi}{N} = Mc\pi$
Furo	F	
Número de dentes	N	$\frac{Dp}{Mc} = \frac{Dp \cdot \cos\beta}{Mn}$
Módulo normal		$\frac{Dp \cdot \cos\beta}{N} = \frac{Pn}{\pi}$
Ângulo de inclinação	β	

Simbologia de soldagem

Objetivos

Ao final desta unidade o participante deverá:

Conhecer

Ser informado sobre:

- Aplicação da simbologia de soldagem em vários tipos de juntas;
- Transmissão de informações técnicas através da simbologia de solda.

Saber

Reproduzir conhecimentos sobre:

- Composição dos símbolos de soldagem;
- Significado dos elementos que compõem os símbolos;
- Diversas aplicações da simbologia.

Ser capaz

Aplicar conhecimentos para:

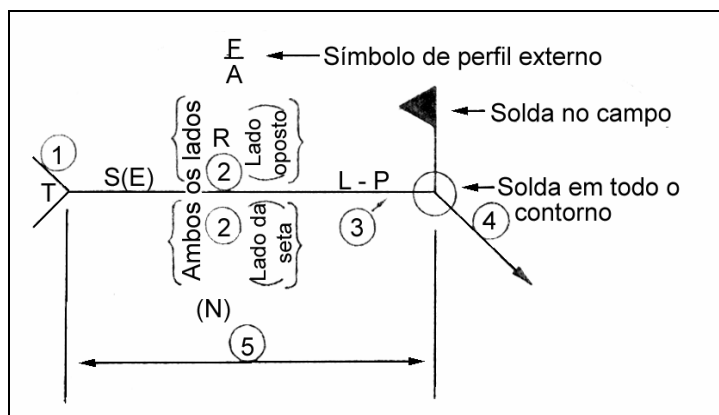
- Interpretar os símbolos de solda;
- Estabelecer a simbologia de soldagem para uma determinada operação.

Símbolos de soldagem

Os símbolos de soldagem são meios técnicos importantes para transmitirem informações.

Os símbolos fornecem informações tais como: geometria e dimensões do chanfro, comprimento da solda, se a solda deve ser executada no campo, etc. As informações sobre simbologia baseiam-se nas normas AWS A2, AWS A2.4 e ABNT TB2 que tratam especificamente desse assunto.

A figura a seguir mostra os locais padronizados para os vários elementos de um símbolo de soldagem.



Localização dos elementos nos símbolos de soldagem

- A** - Ângulo do chanfro, incluindo o ângulo de escariação para solda de tampão.
- (E)** - Garganta efetiva.
- F** - Símbolo de acabamento
- L** - Comprimento da solda
- (N)** - Número de soldas por pontos ou de solda por projeção
- P** - Espaçamento entre centros de soldas descontínuas
- R** - Abertura da raiz; altura do enchimento para soldas de tampão e de fenda
- S** - Profundidade de preparação; dimensão ou resistência para certas soldas
- T** - Especificação, processo ou outra referência
- 1** - Cauda do símbolo. Pode ser omitida quando não se usar nenhuma referência
- 2** - Símbolo básico de solda ou referência de detalhe de solda a ser consultado
- 3** - Linha de referência
- 4** - Seta ligando a linha de referência ao lado indicado da junta
- 5** - Os elementos constantes desta área, permanecem inalterados mesmo nos casos em que a cauda e a seta do símbolo são invertidos.

As indicações **lado da seta** e **lado oposto** referem-se à posição da seta em relação à junta a ser soldada.

O símbolo de soldagem para uma solda a ser executada no lado da seta é desenhado no lado inferior da linha de referência (linha horizontal) do símbolo de soldagem.

Assim, um símbolo de soldagem desenhado na parte superior da linha de referência significa que a solda deve ser executada no outro lado da junta soldada, envolvendo operações em ambos os lados dela; existem símbolos nos dois lados da linha de referência.

A cauda do símbolo pode ser utilizada para referências ao processo de soldagem, número de procedimentos, direções, etc. Se tais referências não forem usadas, a cauda pode ser dispensada.

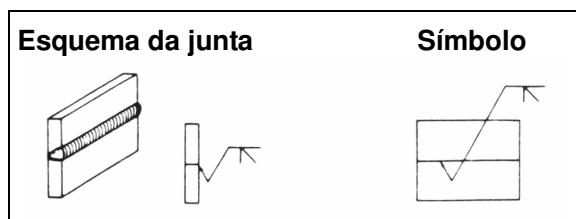
Os quadros abaixo apresentam símbolos básicos de soldagem. Convém notar que os símbolos de solda em ângulo, soldas com chanfro em meio V e em chanfro I são sempre indicados com uma perna perpendicular, à esquerda do símbolo.

Símbolos básicos de soldagem e sua localização									
Solda	EM CHANFRO								
	Reto ou sem chanfro	V ou X	Meio V ou K	U ou duplo U	J ou duplo J	Com faces convexas	Com uma face convexa		
Lado da seta									
Lado oposto								*	
Ambos os lados									
Sem indicação de lado		Não usado	Não usado	Não usado	Não usado	Não usado	Não usado		

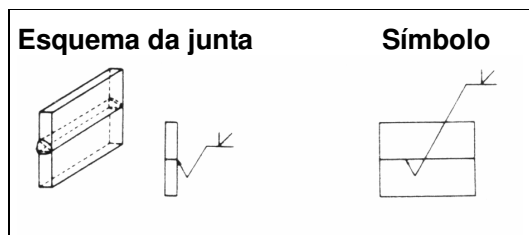
Símbolos básicos de soldagem e sua localização									
Solda	Em ângulo	Tampão ou fenda	Por ponto ou projeção	Costura	Suporte	Revestimento	Encaixe p/ junta brazada	Fechamento ou de aresta	
								Entre peça curva ou flangeadas	Entre uma peça flangeada e uma peça plana
Lado da seta									
Lado oposto						Não usado			
Ambos os lados		Não usado	Não usado	Não usado	Não usado	Não usado		Não usado	Não usado
Sem indicação de lado	Não usado	Não usado			Não usado	Não usado	Não usado	Não usado	Não usado

Exemplos e aplicação da simbologia

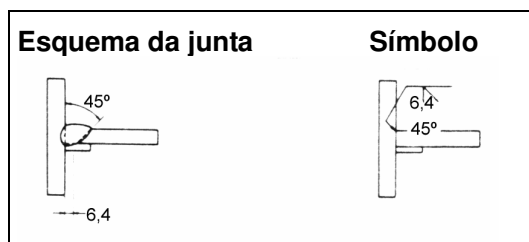
Em um símbolo de soldagem, quando se observar uma seta **quebrada** ou em **zig-zag**, significa que ela aponta para um membro específico da junta, o qual deve ser chanfrado. Veja as figuras abaixo.



No lado da junta



No lado oposto da junta



Junta em T com cobre – juntas

- Ângulo do chanfro: 45°
- Abertura da raiz: 6,4 mm

Se a seta não é quebrada, significa que qualquer um dos membros da junta pode ser chanfrado.

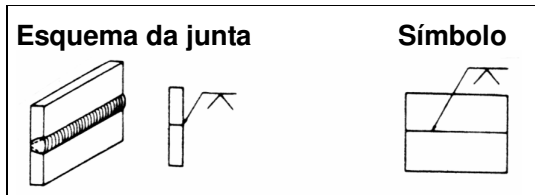
A seta pode partir de uma forma ou de outra extremidade da linha de referência, sem que ocorra inversão nos símbolos de solda.

A seguir, são fornecidos alguns exemplos práticos da aplicação da simbologia de soldagem. A simbologia completa pode ser encontrada nas normas internacionais AWS, JIS, ISO, BS e DIN.

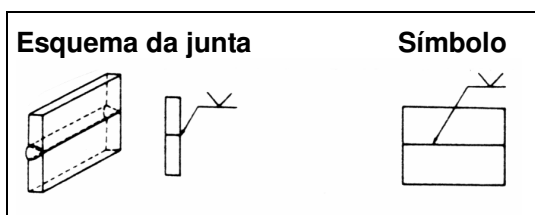
A ABNT especifica essa simbologia através da norma P – TB2/1962.

Juntas em V

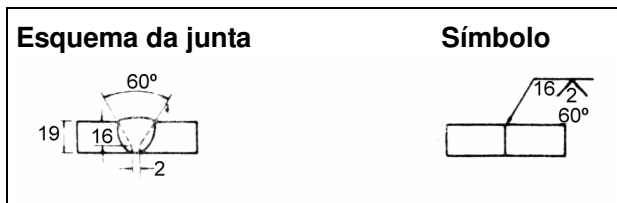
Exemplos da simbologia de uma soldagem com chanfro em V são apresentados nas figuras a seguir.



No lado da seta



No lado oposto à seta

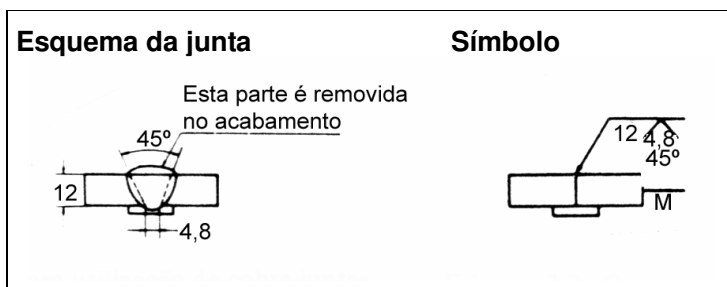


Espessura: 19mm

Profundidade do chanfro: 16mm

Ângulo do chanfro: 60°

Abertura da raiz: 2mm

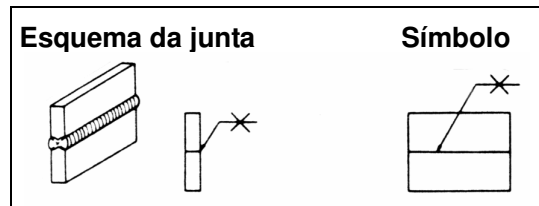


Com utilização de cobre-juntas

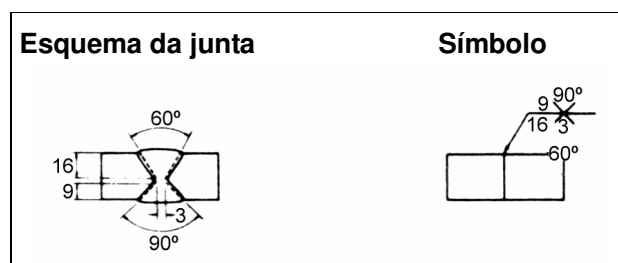
- *Espessura: 12mm*
- *Ângulo do chanfro: 45°*
- *Abertura da raiz: 4,8mm*
- *Método de acabamento: corte*

Juntas em X

Exemplos da simbologia de uma soldagem com chanfro em X em ambos os lados são apresentados nas figuras abaixo.



Em ambos os lados



Profundidade do chanfro:

- *Do lado da seta: 16mm*
- *Do lado oposto à seta: 9mm*

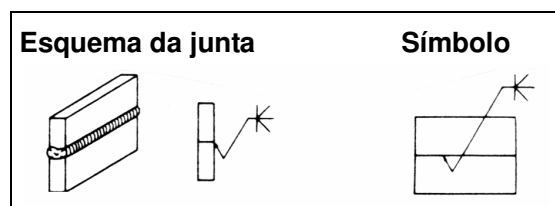
Ângulo do chanfro:

- *Do lado da seta :60°*
- *Do lado oposto à seta :90°*

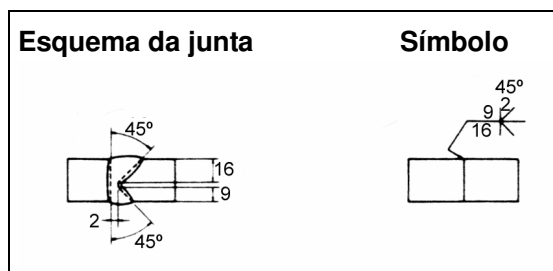
Abertura da raiz: 3mm

Juntas em K

Exemplos da simbologia de soldagem com chanfro em K apresentados nas figuras abaixo.



Em ambos os lados



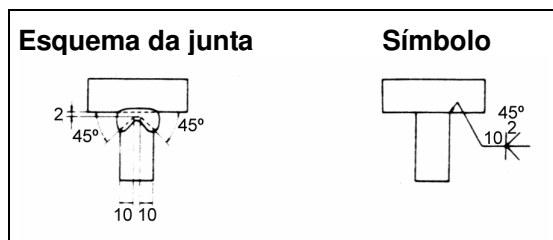
No lado da seta:

- Profundidade do chanfro: 16mm
- Ângulo do chanfro: 45°

No lado oposto da seta

- Profundidade do chanfro: 9mm
- Ângulo do chanfro: 45°

Abertura da raiz: 2mm

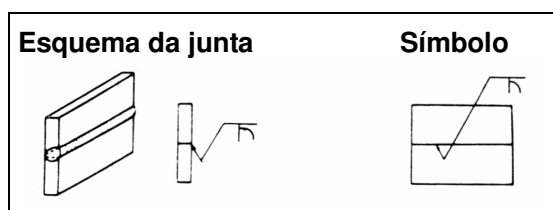


No caso de juntas em T:

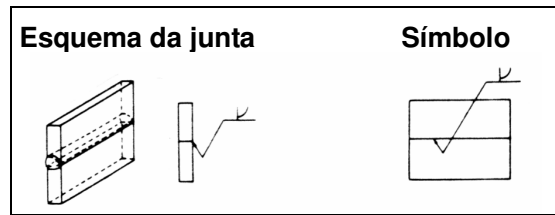
- Profundidade do chanfro: 10mm
- Ângulo do chanfro: 45°
- Abertura da raiz: 2mm

Juntas em J

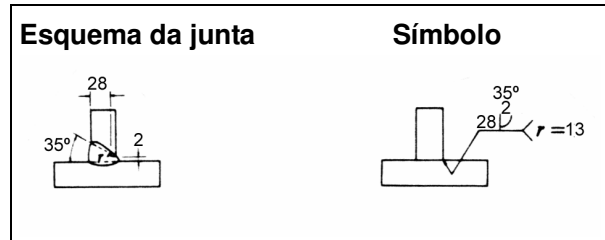
Exemplos da simbologia de soldagem com chanfro em J são apresentados nas figuras abaixo.



No lado da seta



No lado oposto à seta



Profundidade do chanfro: 28mm

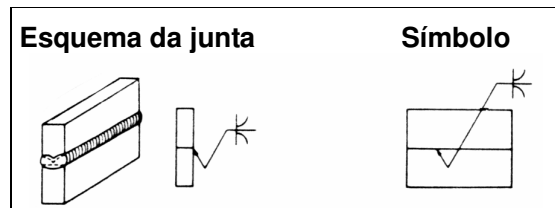
Ângulo do chanfro: 35°

Raio da raiz: 13mm

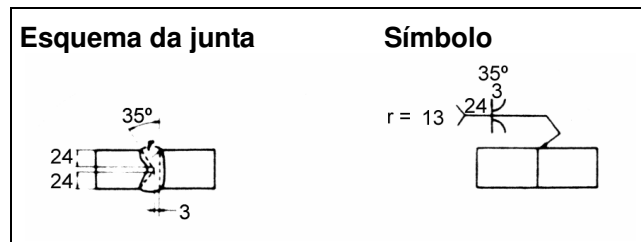
Abertura da raiz: 2mm

Junta dupla J

Exemplos da simbologia de soldagem com chanfro duplo J são apresentados nas figuras abaixo.



Em ambos os lados



Profundidade do chanfro: 24mm

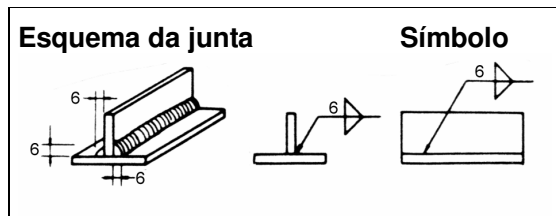
Ângulo do chanfro: 35°

Raio da raiz: 13mm

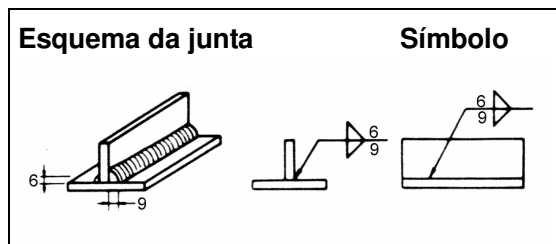
Abertura da raiz: 3mm

Juntas com filete contínuo

As figuras a seguir apresentam exemplos da simbologia de soldagem de juntas com filete contínuo.

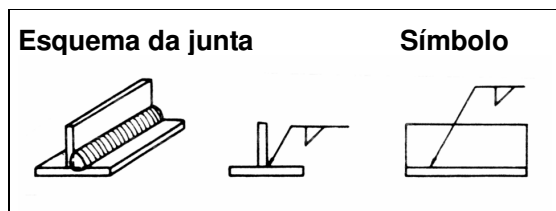


Comprimento das pernas de ambos os lados: 6mm

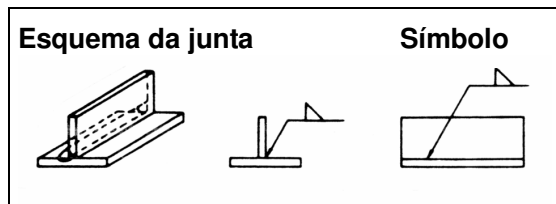


Os comprimentos das pernas de ambos os lados são diferentes

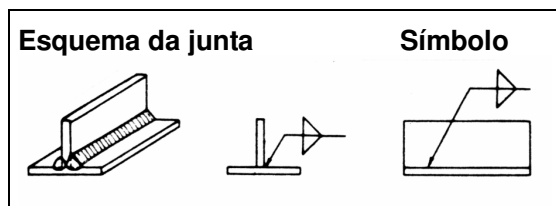
As figuras abaixo apresentam alguns tipos de simbologia para filetes contínuos.



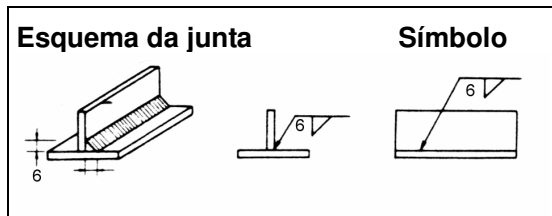
No lado da seta



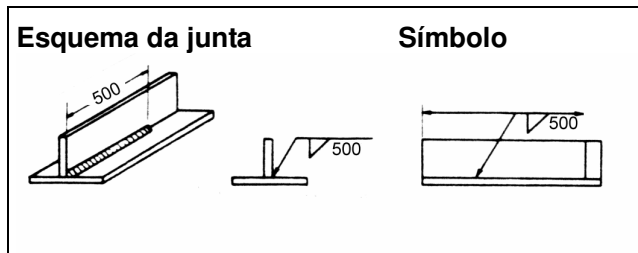
No lado oposto à seta



Em ambos os lados



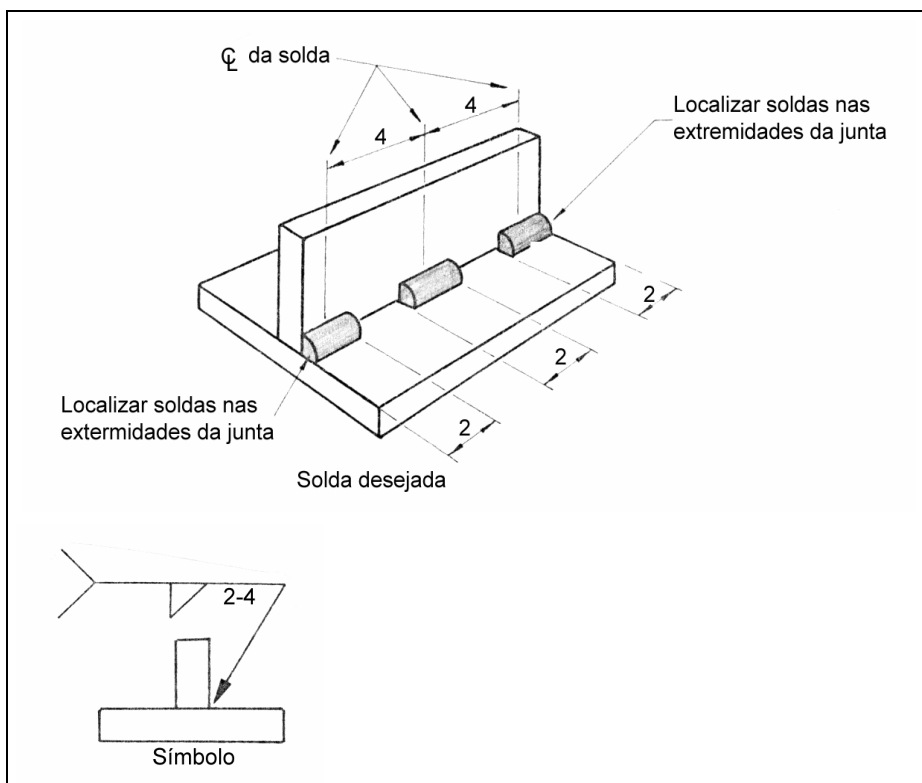
Comprimento da perna: 6mm

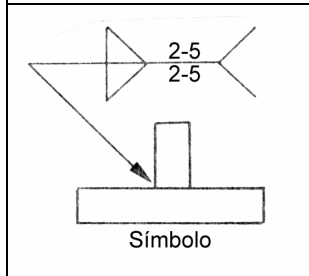


Comprimento do filete: 500mm

Símbolos em soldas descontínuas

Abaixo encontram-se símbolos de soldas descontínuas que são utilizados com certa frequência em juntas de ângulo em T. Como se nota nas figura B e C, é obrigatório constar as dimensões de solda em ambos os lados da linha de referência, mesmo que as dimensões sejam iguais.

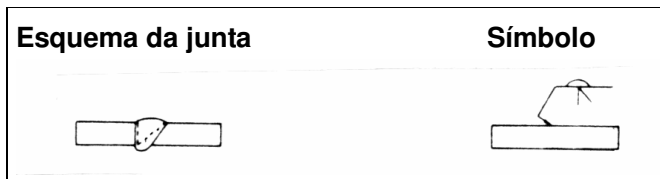




Símbolos combinados

Na simbologia de soldagem, podem surgir a combinação de símbolos em função da solda desejada na junta.

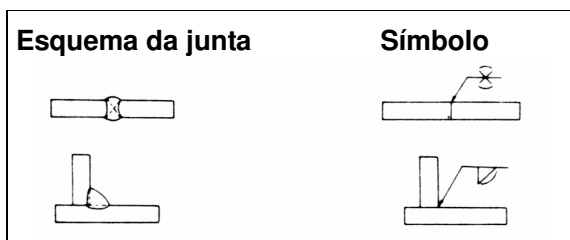
As figuras abaixo apresentam alguns desses casos.



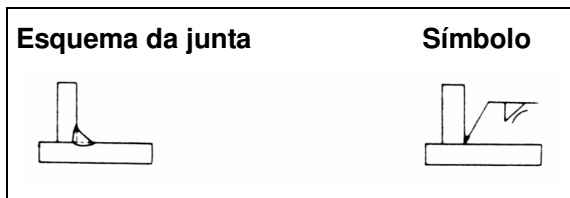
Combinação de chanfro, em $\frac{1}{2} V$ e depósito do cordão



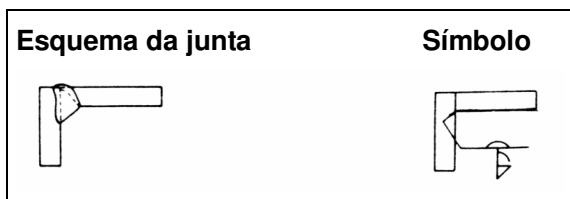
Combinação de chanfro em K e solda em filete



Contornos convexos das juntas de topo e de filete



Contorno côncavo de uma junta de filete

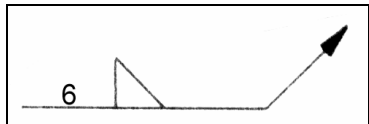


Combinação de chanfro em J e solda em filete

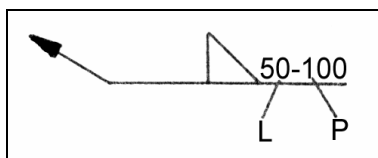
Exemplos de símbolos de dimensões de solda

As dimensões da solda são colocadas ao lado esquerdo do seu símbolo.

Se o comprimento da solda não for contínuo, ele é indicado à direita do símbolo. O espaçamento de uma solda descontínua é também indicado à direita do símbolo, em seguida ao comprimento.

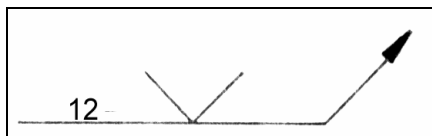


6mm é a perna da solda



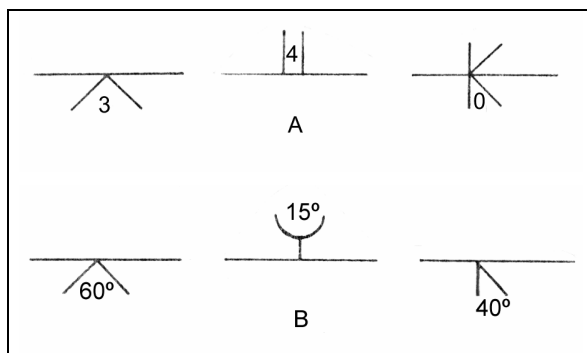
L = Comprimento da solda

P = Espaçamento entre centros de soldas descontínuas



12mm é a profundidade de preparação do chanfro

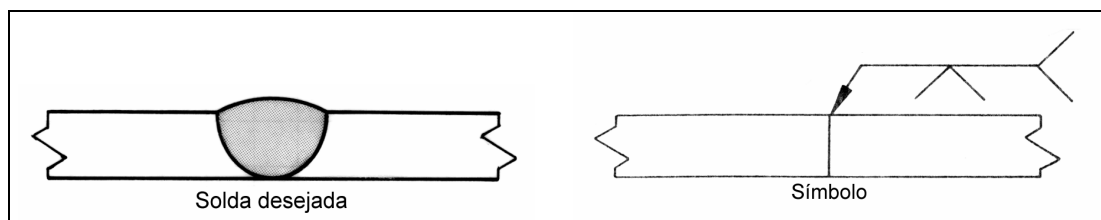
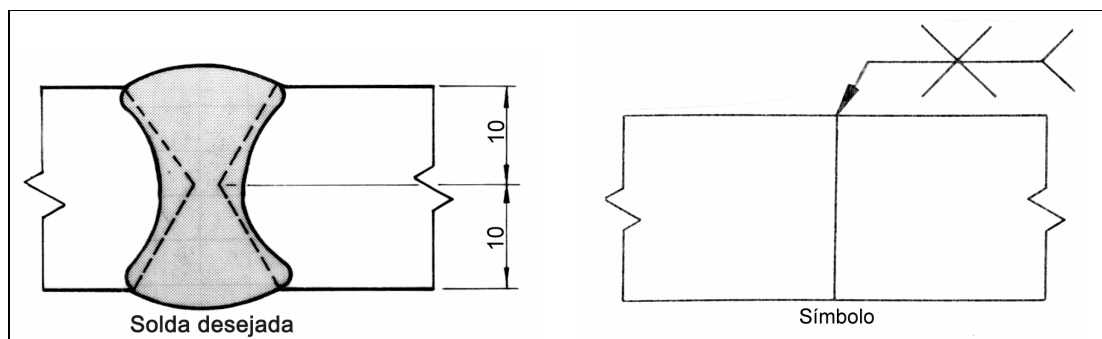
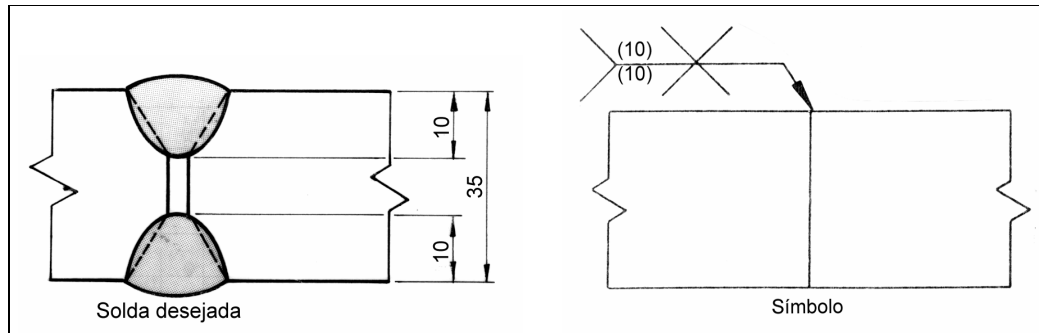
A figura abaixo apresenta exemplos de indicações das dimensões da abertura da raiz e do ângulo do chanfro ou do bisel.



Especificamente, nos símbolos A, encontra-se a abertura da raiz, e em B, o ângulo de chanfro ou do bisel.

Exemplo de simbologia com relação à profundidade

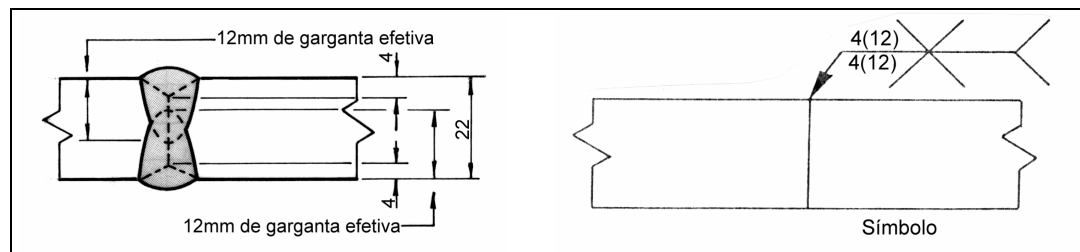
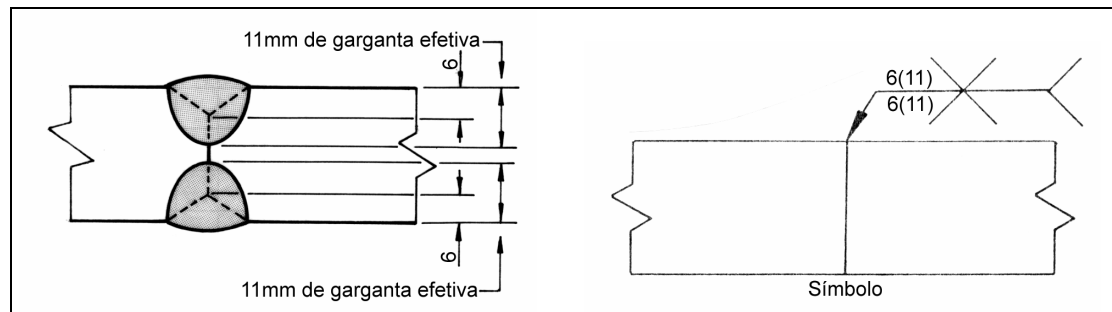
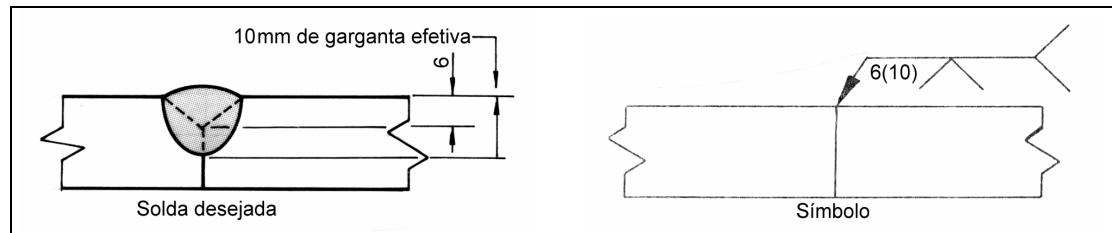
As dimensões da profundidade da preparação do chanfro e da garganta efetiva são indicadas à esquerda do símbolo de solda, conforme apresentam as figuras a seguir.



Para as juntas com chanfro em V ou em X, quando não houver indicações referentes às dimensões, significa que a solda deve ser executada com a penetração total.

Exemplos de indicações de garganta efetiva e da profundidade de preparação do chanfro

A garganta efetiva é indicada na simbologia de solda entre parênteses, conforme apresentam as figuras abaixo.



A dimensão em questão situa-se entre as dimensões da profundidade do chanfro e o símbolo de solda, como apresentam as referidas figura.

Símbolo suplementares

Existem ainda símbolos suplementares que são usados na simbologia de soldagem. O quadro abaixo apresenta alguns exemplos desses símbolos.

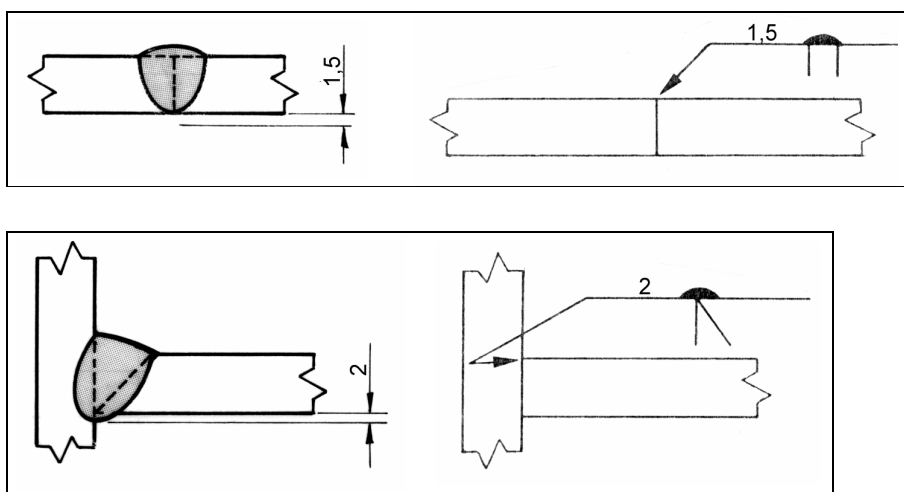
Quadro

Solda em todo contorno	Solda no campo	Solda de um lado com projeção no lado oposto	Cobre junta espaçador	Perfil		
				Nivelado	Convexo	Côncavo

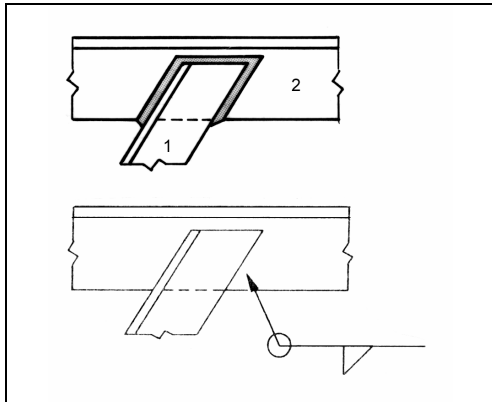
Há ainda uma grande variedade de símbolos e notações relativos a processos de soldagem que, embora aqui omitidos, podem ser encontrados na Norma AWS.A 3 . 0, se necessário.

A seguir, são apresentados alguns exemplos de aplicação dessa simbologia(figuras a seguir), para melhor compreensão do tema.

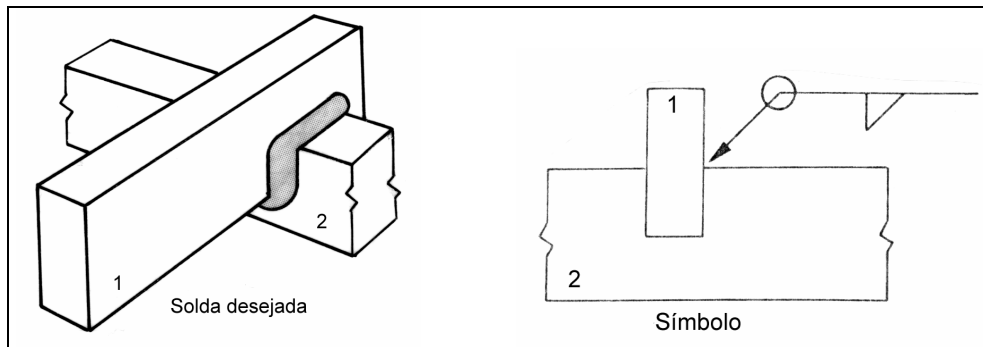
Dimensão do reforço da raiz



Solda em todo o contorno do membro 1.

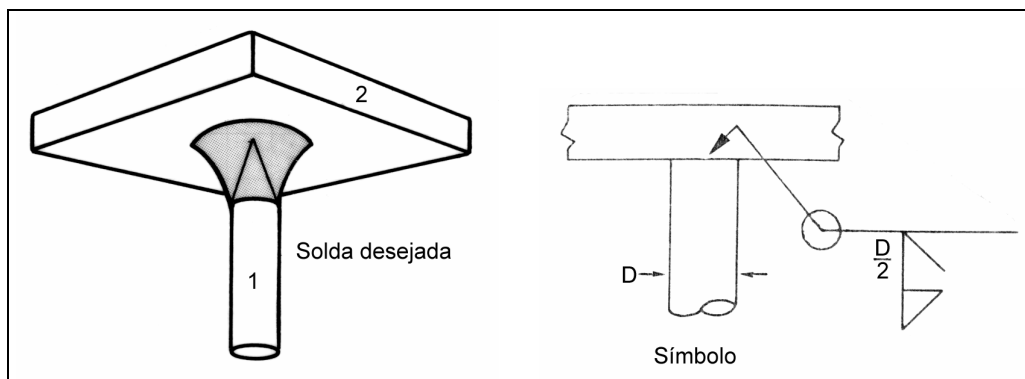


Solda em vários planos, executada em toda a periferia de contato dos membros 1 e 2.

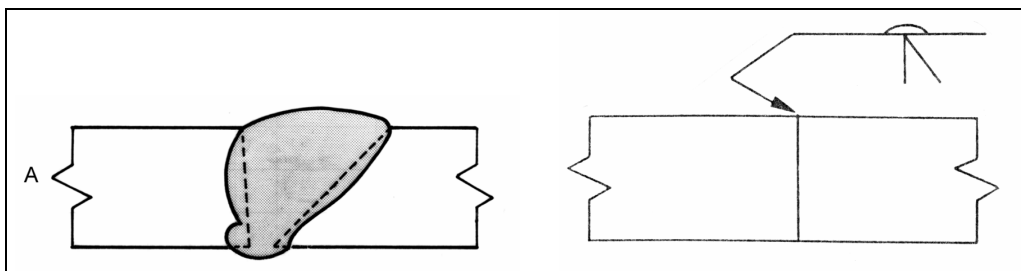


Solda em todo o contorno do membro 1, cuja extremidade foi usinada em forma de cone.

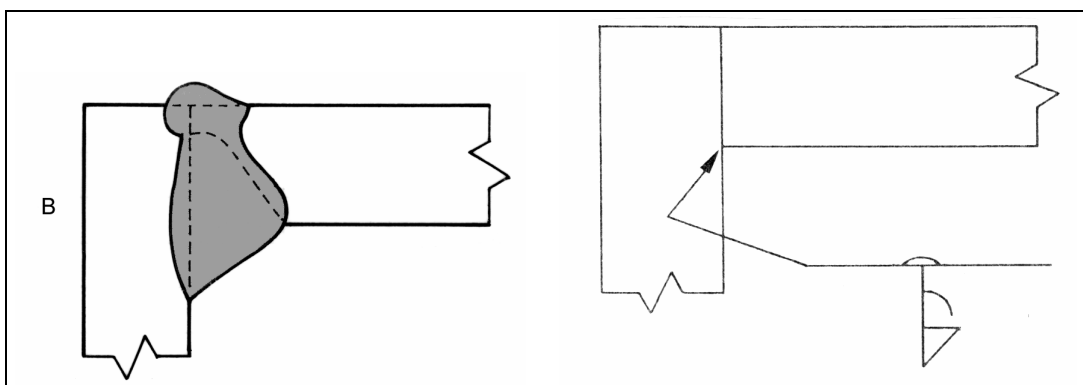
Nota-se a indicação D/2 e os símbolos combinados; o primeiro relativo à solda em chanfro, complementado com uma solda em ângulo.



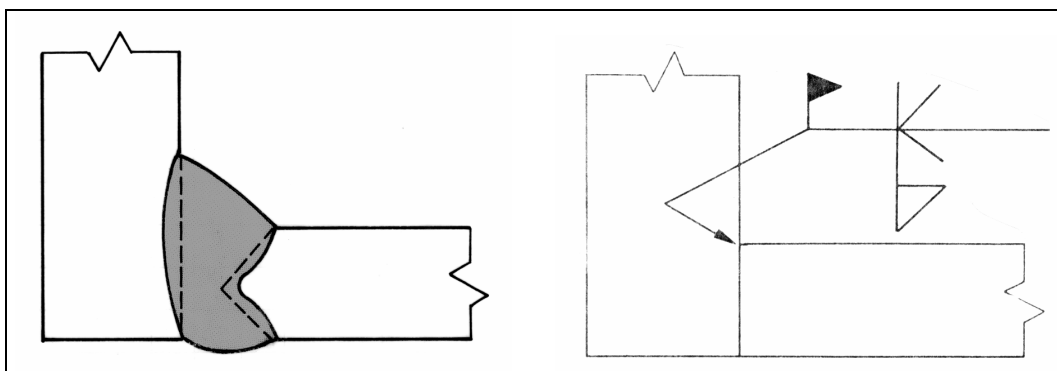
Solda executada pelos dois lados.



Solda executada pelos dois lados, cujos símbolos combinados possuem disposição idêntica da solda.



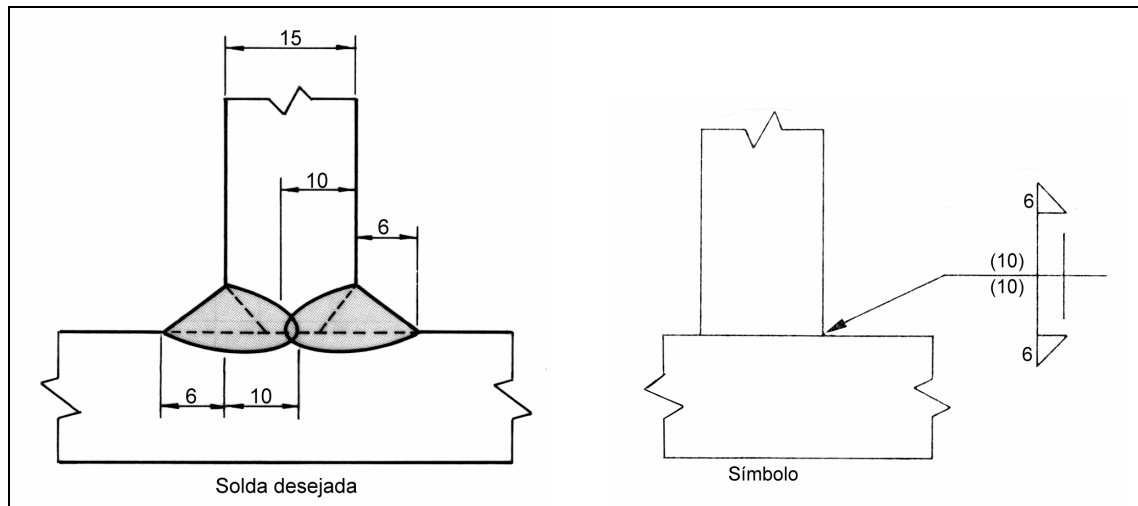
Junta de ângulo em L, solda em chanfro K, combinada com simbologia de solda em ângulo. Solda a ser executada no campo.



Junta em T, solda em ângulo

As pernas das soldas estão indicadas ao lado do símbolo.

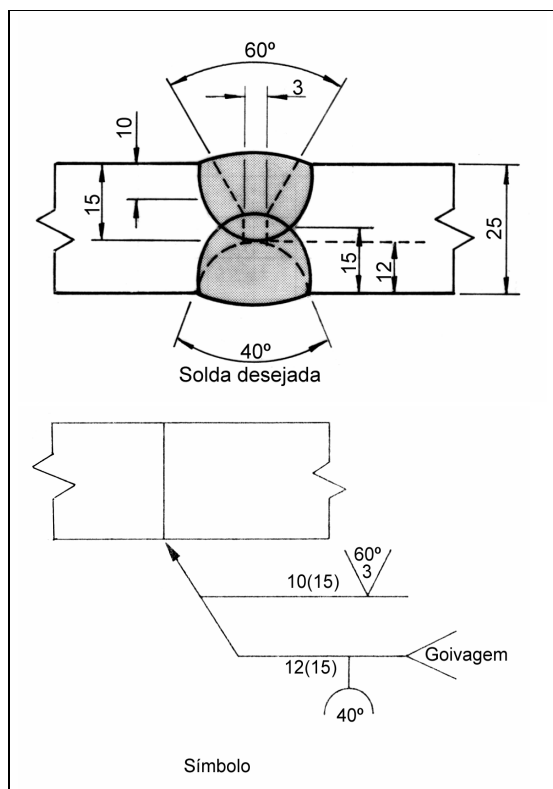
A abertura da raiz não é indicada, pois trata-se de uma solda em ângulo, onde se pressupõe não existir abertura da raiz. A penetração da raiz da solda em ângulo está indicada entre parênteses.



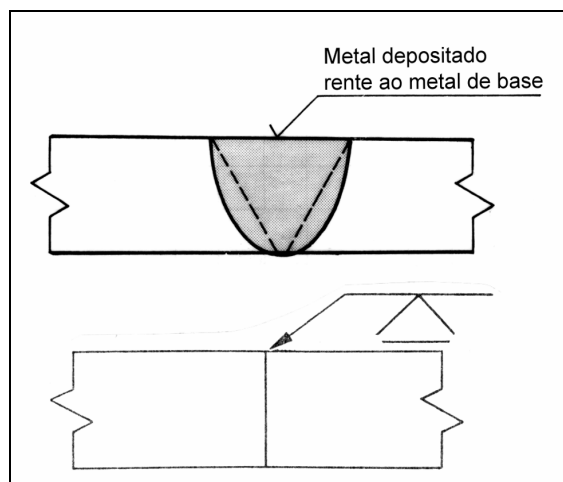
Junta em topo, chanfro em V e em U

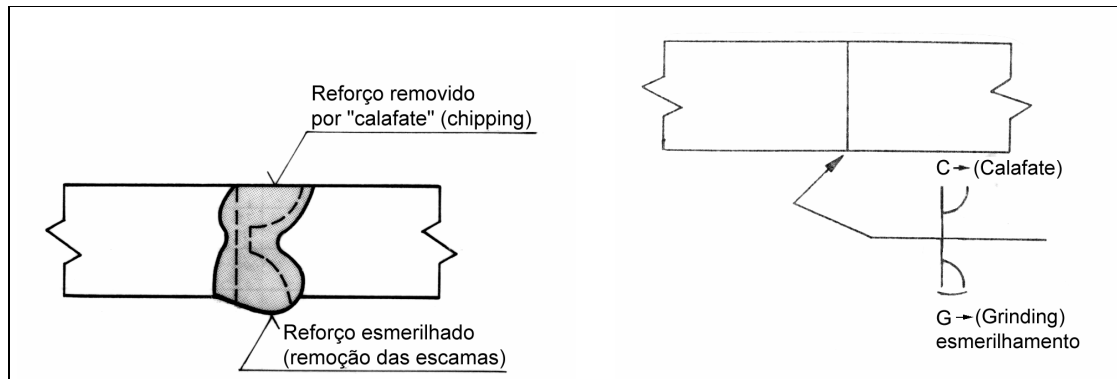
Nesses casos, o símbolo pode possuir mais outra linha de referência, sendo que a mais próxima da seta indica a primeira operação a se executar.

Após conclusão das operações do lado da seta, iniciam – se as operações da outro lado, com a goivagem.



As figuras a seguir apresentam exemplos de símbolos de acabamento em trabalhos de solda.





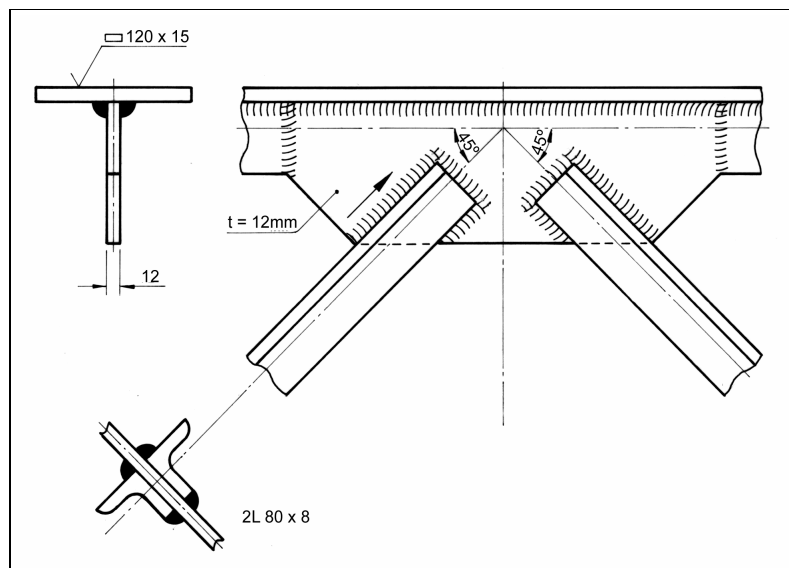
Observação

Em função do elevado grau de complexidade na interpretação de alguns símbolos, recomenda-se utilizar a norma AWS.4, a qual apresenta um conjunto vasto de exemplos de situações relacionadas aos símbolos correspondentes.

A seguir, encontram-se um exercício sobre simbologia de soldagem e um resumo dessa simbologia.

Exercício

Complete o desenho da chapa de nó da treliça, aplicando a simbologia de solda nas juntas.



SÍMBOLOS BÁSICOS DE SOLDAGEM E SUA LOCALIZAÇÃO									
LOCALIZAÇÃO	EM ÂNGULO	TAMPÃO OU FENDA	POR PONTO OU PROJEÇÃO	COSTURA	SUORTE	REVESTIMENTO	ENCAIXE PR. JUNTA BRAZADA	FECHAMENTO OU DE ANESTA ENTRE PONTOS DE FUSÃO	FECHAMENTO OU DE ANESTA ENTRE PONTOS DE FUSÃO
LADO DA SETA									
LADO OPOSTO						NÃO USADO			
AMBOS OS LADOS		NÃO USADO	NÃO USADO	NÃO USADO	NÃO USADO	NÃO USADO		NÃO USADO	NÃO USADO
SEM INDICAÇÃO DE LADO	NÃO USADO	NÃO USADO			NÃO USADO	NÃO USADO	NÃO USADO	NÃO USADO	NÃO USADO

SÍMBOLOS SUPLEMENTARES USADOS COM SÍMBOLOS DE SOLDAGEM	
SÍMBOLO DE CONTORNO EXTERNO CONVEXO	SÍMBOLO PARA SOLDA EM TODO O CONTORNO
Símbolo de contorno externo convexo indica que a face da solda deve ter acabamento convexo.	Símbolo de acabamento (conforme Padrão do Usuário), indica o método específico pelo qual o acabamento é obtido, exceto grau de acabamento.
Símbolo para solda em todo o contorno indica que a solda estende-se completamente ao redor da junta.	

JUNTA COM COBRE-JUNTA	JUNTA COM ESPAÇADOR	SOLDA DE UM LADO COM PROJEÇÃO NO LADO OPOSTO
Com símbolo de solda em chanfro. NOTA: Material (M) e dimensões do cobre-junta conforme especificado.	Chanfro em K Com símbolo de solda em chanfro modificado. NOTA: Material (M) e dimensões do espaçador conforme especificado.	Qualquer símbolo de solda aplicável. O símbolo de solda de um lado com projeção no lado oposto não é dimensionado, exceto a altura.

SÍMBOLO DE PERFIL EXTERNO NIVELADO OU PLANO	LINHAS DE REFERÊNCIA MÚLTIPLAS
O símbolo em questão, indica que a face da solda deve ser nivelada. Quando usado sem um símbolo de acabamento, indica solda sem subseqüente acabamento.	A primeira operação é indicada na linha de referência mais próxima da seta. Segunda operação ou dados suplementares 2ª Tercera operação ou informação de exames 3ª

SÍMBOLO DE SOLDA NO CAMPO	PENETRAÇÃO TOTAL OU COMPLETA
O símbolo indica que a solda deve ser executada em local outro que não o da construção inicial.	Indica que a penetração é total ou completa independente do tipo de solda ou da preparação da junta

SÍMBOLOS SUPLEMENTARES						LOCALIZAÇÃO DOS ELEMENTOS NO SÍMBOLO DE SOLDAGEM			
SOLDA EM TODO CONTORNO	SOLDA NO CAMPO	SOLDA DE UM LADO COM PROJEÇÃO NO LADO OPOSTO	COBRE-JUNTA	PERFIL			A – Ângulo do chanfro, incluindo o ângulo de escariação para solda de tampão (E) – Garganta efetiva F – Símbolo de acabamento L – Comprimento da solda (N) – Número de soldas por pontos ou de solda por projeção P – Espaçamento entre centros de soldas descontínuas R – Abertura da raiz; altura do enchimento para soldas de tampão e de fenda S – Profundidade de preparação; dimensão ou resistência para certas soldas T – Especificação, processo ou outra referência 1 – Cauda do símbolo. Pode ser omitida quando não se usar nenhuma referência 2 – Símbolo básico de solda ou referência de detalhe de solda a ser consultado 3 – Linha de referência 4 – Seta ligando a linha de referência ao lado indicado da junta 5 – Os elementos constantes desta área, permanecem inalterados mesmo nos casos em que a cauda e a seta do símbolo são invertidos.		
				NIVELADO	CONVEXO	CONCAVO			
— Símbolo de perfil externo — Solda no campo — Solda em todo o contorno									

JUNTAS BÁSICAS – IDENTIFICAÇÃO DO LADO DA SETA E DO LADO OPOSTO, EM RELAÇÃO À JUNTA		
JUNTA DE TOPO	JUNTA DE ÂNGULO EM L	JUNTA DE ÂNGULO EM T
Seta do Símbolo de Soldagem Lado da Seta da Junta Lado Oposto da Junta	Lado da Seta da Junta Seta do Símbolo de Soldagem Lado Oposto da Junta	Lado da Seta da Junta Seta do Símbolo de Soldagem Lado Oposto da Junta

SÍMBOLOS BÁSICOS DE SOLDAGEM E SUA LOCALIZAÇÃO							
LOCALIZAÇÃO	EM CHANFRO						
	RETO OU SEM CHANFRO	V ou X	MEIO V ou K	U ou duplo U	J ou duplo J	COM FACES CONVEXAS	COM UMA FACE CONVEXA
LADO DA SETA							
LADO OPOSTO							
AMBOS OS LADOS							
SEM INDICAÇÃO DE LADO		NÃO USADO	NÃO USADO	NÃO USADO	NÃO USADO	NÃO USADO	NÃO USADO

SÍMBOLOS TÍPICOS DE SOLDAGEM		
SOLDA DE TAMPÃO EM FURO ALONGADO	SOLDA EM CHANFRO RETO	SOLDA EM CHANFRO COM UMA FACE CONVEXA OU COM FACES CONVEXAS
Profundidade de enchimento em mm (omissão indica que o enchimento é total) 	Omissão de dimensão indica penetração total da junta 	Abertura da Raiz A dimensão é considerada como estendendo-se somente até os pontos de tangência.
SOLDA DE TAMPÃO EM FURO CIRCULAR	SOLDA EM CADEIA (DESCONTÍNUA COINCIDENTE)	SOLDA DE FECHAMENTO OU DE ARESTA
Ângulo do Furo Escarado Dimensão (diâmetro do furo na raiz) 	Espacamento (distância entre centros) dos incrementos Dimensão (comprimento da perna) Comprimento dos incrementos 	Raio Dimensão da Solda Altura acima do ponto de tangência
GOIVAGEM PELO LADO OPOSTO	SOLDA DE SUPORTE NA RAIZ	SOLDA DE REVESTIMENTO INDICANDO RECONSTITUIÇÃO DE SUPERFÍCIE
 Vide nota 1	Qualquer símbolo de solda que indique soldagem por apenas um lado 	Orientação, localização e todas as dimensões outras que não a dimensão indicada, devem estar indicadas no desenho
SOLDA POR RESISTÊNCIA ELÉTRICA	SOLDA EM ESCALÃO (DESCONTÍNUA INTERCALADA)	SOLDA EM CHANFRO EM V, INDICANDO PENETRAÇÃO DA RAIZ
Sem indicação de lado Referência do processo deve ser usada para indicar o processo desejado	 Dimensão (comprimento da perna) Espacamento (distância entre centros) dos incrementos Comprimento dos incrementos	 Dimensão Profundidade de Preparação Garganta Efetiva Abertura da Raiz Ângulo do Chanfro
SOLDA POR PONTO OU POR PROJEÇÃO	SOLDA EM CHANFRO EM K	
Dimensão (diâmetro da solda). Como alternativa pode ser usada a resistência expressa em N por solda. Quantidade de Soldas Espacamento (distância entre centros) das soldas. Referência do processo deve ser usada para indicar o processo desejado	A seta aponta diretamente para o membro a ser preparado Omissão da dimensão indica que a profundidade é igual à espessura dos membros 45° Abertura da Raiz 35° Ângulo do Chanfro	
SOLDA DE COSTURA	SOLDA POR PROJEÇÃO	
Dimensão (largura da solda) ou resistência em kgf por mm linear Comprimento das soldas ou incrementos. Omissão indica que a solda se estende entre mudanças bruscas de direção ou conforme dimensionado	A designação do processo de soldagem por projeção deve ser usada Dimensão (resistência em N por solda). Como alternativa, pode ser usado o diâmetro da solda, para soldas com projeção circular. Espacamento (distância entre centros) das soldas Quantidade de Soldas	
SÍMBOLOS DE SOLDAGEM PARA COMBINAÇÃO DE SOLDAS		SOLDA EM ÂNGULO DE AMBOS OS LADOS
 60° 60° 60°		Dimensão (comprimento da perna) Especificação, processo ou outra referência Comprimento. Omissão indica que a solda se estende entre mudanças bruscas de direção ou conforme dimensionado.

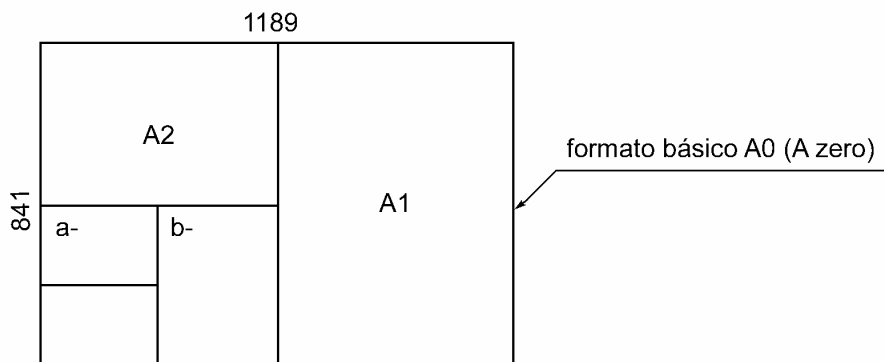
JUNTAS BÁSICAS – IDENTIFICAÇÃO DO LADO DA SETA E DO LADO OPOSTO, EM RELAÇÃO À JUNTA	
JUNTA SOBREPOSTA	JUNTA DE ARESTA
Membro da Junta do Lado Oposto Seta do Símbolo de Soldagem 	Seta do Símbolo de Soldagem Junta Lado da Seta da Junta

NOTA (1) -- A Garganta efetiva total não deve exceder a espessura do membro.

Exercícios

Material - Identificar materiais para desenho.

- Complete o quadro abaixo, escrevendo os respectivos nomes nos formatos dos papéis de desenho A3 e A4.



Complete a tabela abaixo, escrevendo as medidas das margens dos formatos A3 e A4.

a)
→
b)
→

Formato	Dimensão	Margem
A ₀	841 x 1189	10
A ₁	594 x 841	10
A ₂	420 x 594	7
A ₃	297 x 420	
A ₄	210 x 297	

- Complete as frases nas linhas indicadas.

- O formato de papel A2 dá origem a dois formatos _____.
- O formato de papel A3 dá origem a dois formatos _____.

- Assinale com **X** a alternativa que corresponde às dimensões de papel formato A4.

- () 210 x 297 b) () 297 x 420 c) () 420 x 594

5. Entre os lápis HB e 2H, qual deles tem a grafita mais macia?
6. Complete as frases nas linhas indicadas.
- a) A unidade de medida utilizada em desenho técnico em geral é o _____.
- b) A borracha usada para apagar o desenho deve ser _____, flexível e ter as extremidades chanfradas para facilitar o trabalho de apagar.

Caligrafia técnica

Escrever em caligrafia técnica

1. Escreva o alfabeto maiúsculo.



2. Escreva o alfabeto minúsculo.



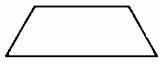
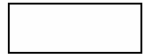
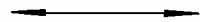
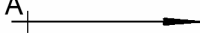
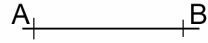
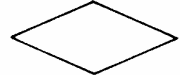
3. Escreva os algarismos.



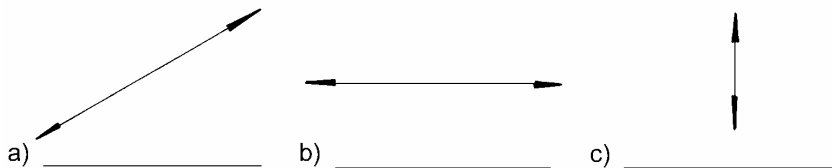
4. Escreva:
1. O nome completo da sua escola.
 2. O seu nome completo.
 3. O ofício que vai aprender.

Figuras geométricas - Identificar figuras geométricas.

1. Na coluna A estão diversas figuras e na coluna B, os nomes dessas figuras.
Numere a coluna B de acordo com a coluna A.

- | | | |
|-----|---|-------------------------|
| 1. |  | a) () Losango |
| 2. | A  | b) () Linha curva |
| 3. |  | c) () Paralelogramo |
| 4. |  | d) () Trapézio |
| 5. |  | e) () Segmento de reta |
| 6. |  | f) () Quadrado |
| 7. |  | g) () Prisma |
| 8. | A  | h) () Círculo |
| 9. |  | i) () Hexágono |
| 10. | A  B | j) () Linha reta |
| 11. |  | l) () Ponto |
| 12. |  | m) () Retângulo |
| | | n) () Semi-reta |

2. Escreva embaixo de cada ilustração da reta a posição na qual ela está representada.



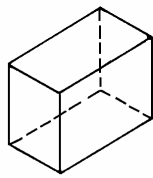
3. Assinale com **X** alternativa correta.

Os pontos A e B do segmento de retas são chamados de: 

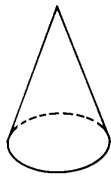
a) () lados b) () extremidades

Sólidos geométricos - Identificar sólidos geométricos.

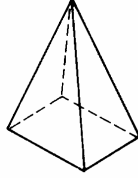
1. Escreva nas linhas embaixo dos desenhos o nome de cada sólido geométrico representado.



a) _____



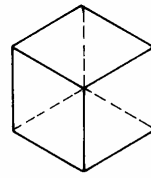
b) _____



c) _____



d) _____

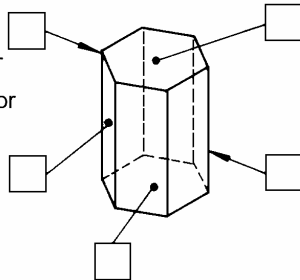


e) _____

2. Escreva nos quadrinhos o numeral que corresponde ao nome de cada elemento do prisma e da pirâmide.

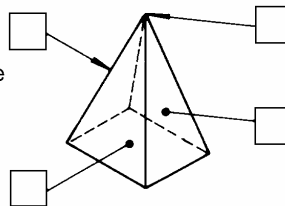
Prisma

1. Base inferior
2. Base superior
3. Vértice
4. Face
5. Aresta



Pirâmide

1. Base
2. Vértice
3. Face
4. Aresta



3. Na coluna A estão os desenhos de sólidos de revolução e na coluna B, os nomes de suas figuras geradoras. Numere a coluna B de acordo com a coluna A.

Coluna A	Coluna B
1	a) () Círculo
2	b) () Triângulo
3	c) () Hexágono
	() Retângulo

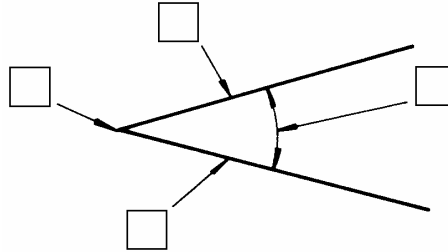
Perspectiva isométrica - Identificar elementos de perspectiva - A.

1. Escreva, dentro dos quadradinhos correspondentes, os numerais identificando as partes da figura dada.

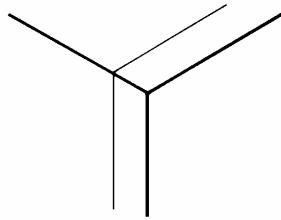
☐ 1 lado (semi-reta)

☐ 2 abertura do ângulo (graus)

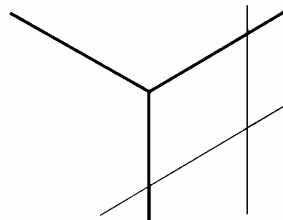
☐ 3 vértice (origem)



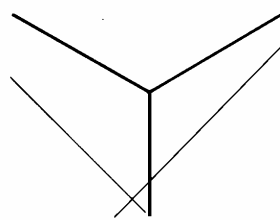
2. Assinale com **X** os desenhos que estão mostrando linhas isométricas.



a) ☐



b) ☐



c) ☐

3. Assinale com **X** a alternativa correta.

Os eixos isométricos são formados por:

- a) () três linhas que formam entre si ângulos de 90° .
- b) () três linhas que formam entre si ângulos de 120° .
- c) () duas linhas que formam entre si ângulos de 120° .
- d) () duas linhas que formam entre si ângulos de 90° .

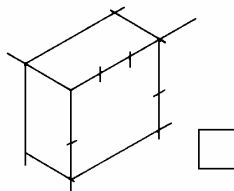
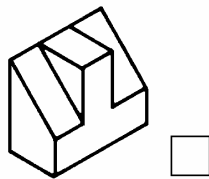
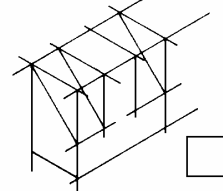
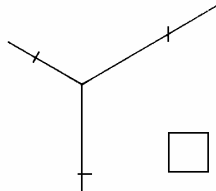
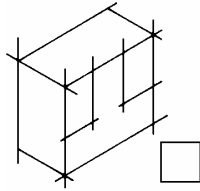
4. Escreva na linha indicada a alternativa que completa corretamente a frase.

Linha isométrica é qualquer linha que esteja _____ a um dos eixos isométricos.

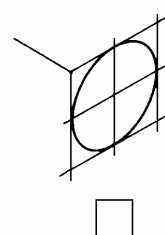
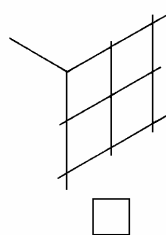
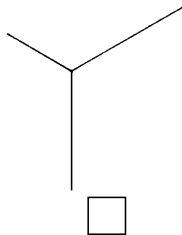
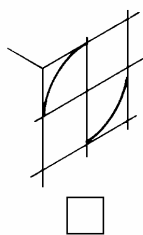
- a) oblíqua
- b) paralela

Perspectiva isométrica - Identificar elementos de perspectiva - B.

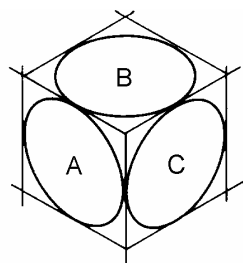
1. Ordene as fases do traçado da perspectiva isométrica dos modelos, escrevendo os numerais de 1 a 5 nos quadradinhos.



2. Complete a frase na linha indicada.
O círculo em perspectiva isométrica tem sempre a forma de uma _____.
3. Ordene as fases do traçado da perspectiva isométrica do círculo visto de frente, escrevendo os numerais de 1 a 5 nos quadradinhos.



4. Escreva na frente de cada letra a posição que ela está indicando: frente, cima e lado.



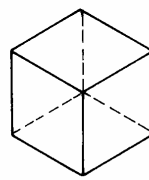
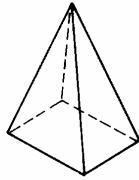
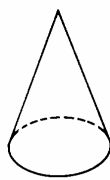
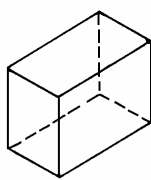
A - _____

B - _____

C - _____

Sólidos geométricos - Identificar sólidos geométricos.

3. Escreva nas linhas embaixo dos desenhos o nome de cada sólido geométrico representado.

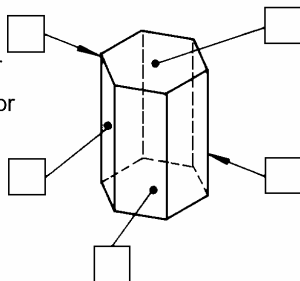


a) _____ b) _____ c) _____ d) _____ e) _____

4. Escreva nos quadrinhos o numeral que corresponde ao nome de cada elemento do prisma e da pirâmide.

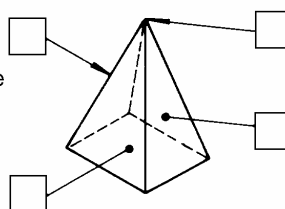
Prisma

1. Base inferior
2. Base superior
3. Vértice
4. Face
5. Aresta



Pirâmide

1. Base
2. Vértice
3. Face
4. Aresta



4. Na coluna A estão os desenhos de sólidos de revolução e na coluna B, os nomes de suas figuras geradoras. Numere a coluna B de acordo com a coluna A.

Coluna A	Coluna B
1	d) () Círculo
2	e) () Triângulo
3	f) () Hexágono
	() Retângulo

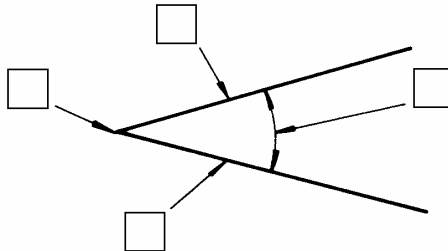
Perspectiva isométrica - Identificar elementos de perspectiva - A.

5. Escreva, dentro dos quadradinhos correspondentes, os numerais identificando as partes da figura dada.

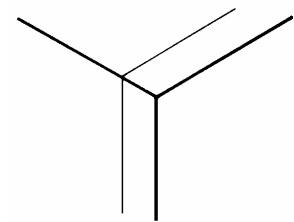
☐ 1 lado (semi-reta)

☐ 2 abertura do ângulo (graus)

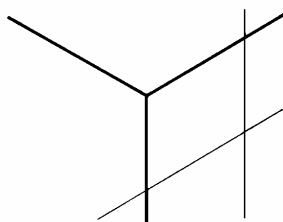
☐ 3 vértice (origem)



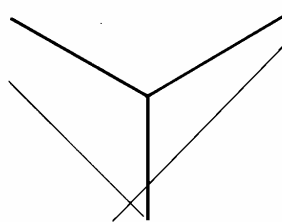
6. Assinale com **X** os desenhos que estão mostrando linhas isométricas.



d) ☐



e) ☐



f) ☐

7. Assinale com **X** a alternativa correta.

Os eixos isométricos são formados por:

- a) () três linhas que formam entre si ângulos de 90° .
- b) () três linhas que formam entre si ângulos de 120° .
- c) () duas linhas que formam entre si ângulos de 120° .
- d) () duas linhas que formam entre si ângulos de 90° .

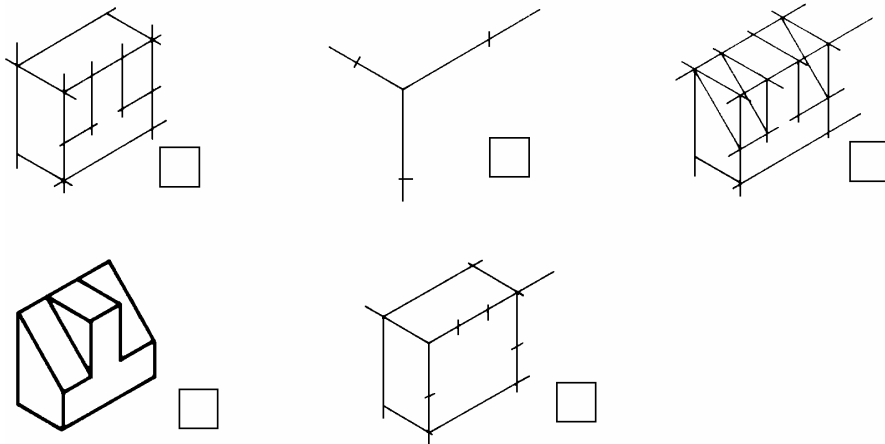
8. Escreva na linha indicada a alternativa que completa corretamente a frase.

Linha isométrica é qualquer linha que esteja _____ a um dos eixos isométricos.

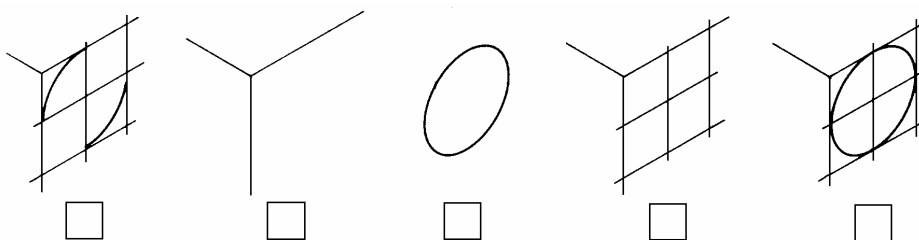
- c) oblíqua
- d) paralela

Perspectiva isométrica - Identificar elementos de perspectiva - B.

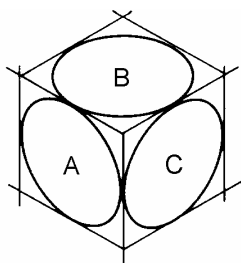
3. Ordene as fases do traçado da perspectiva isométrica dos modelos, escrevendo os numerais de 1 a 5 nos quadradinhos.



4. Complete a frase na linha indicada.
O círculo em perspectiva isométrica tem sempre a forma de uma _____.
5. Ordene as fases do traçado da perspectiva isométrica do círculo visto de frente, escrevendo os numerais de 1 a 5 nos quadradinhos.



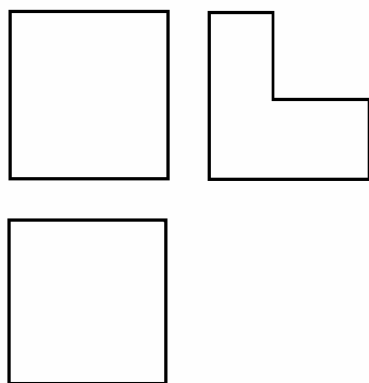
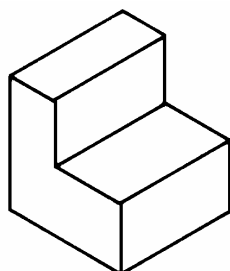
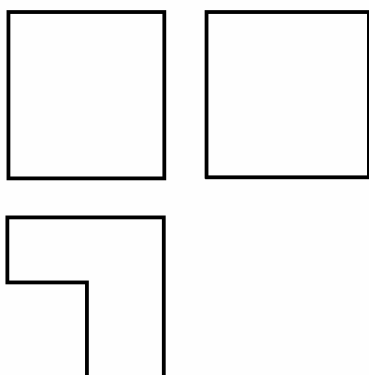
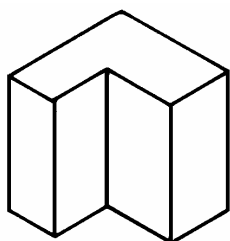
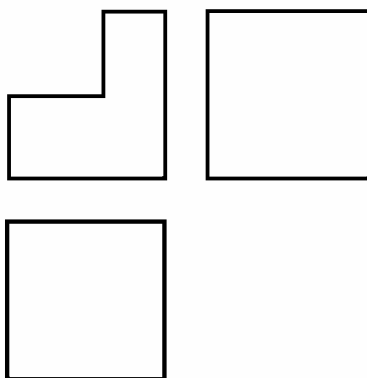
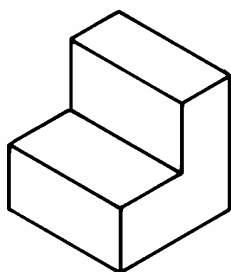
6. Escreva na frente de cada letra a posição que ela está indicando: frente, cima e lado.



A - _____
B - _____
C - _____

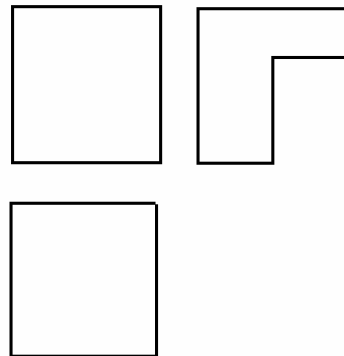
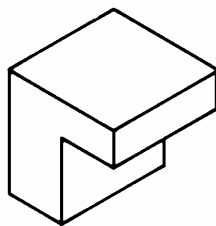
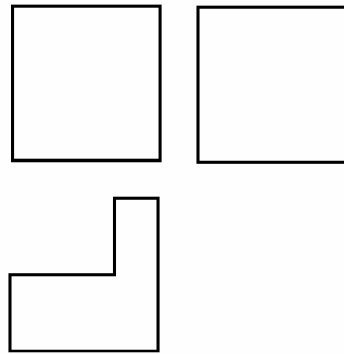
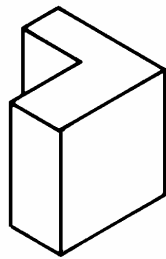
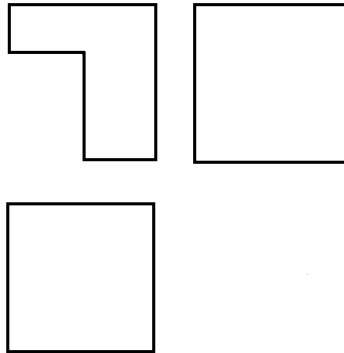
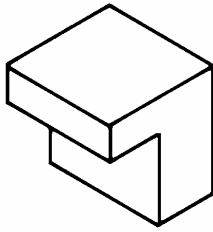
Projeção ortogonal - Completar desenhos de modelos com detalhes paralelos - A.

Complete as projeções.



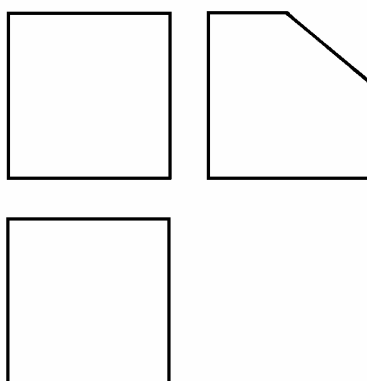
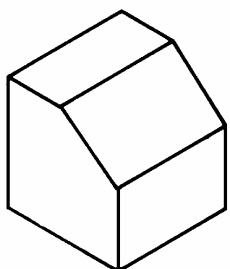
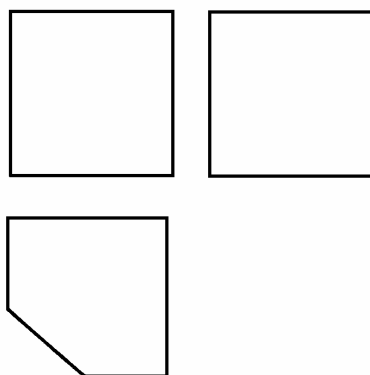
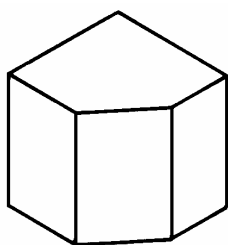
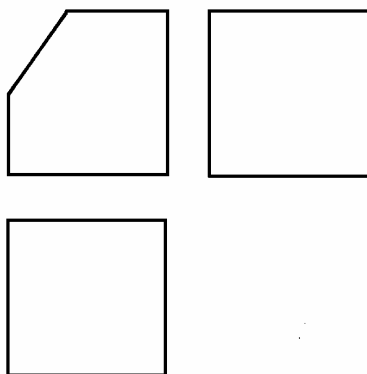
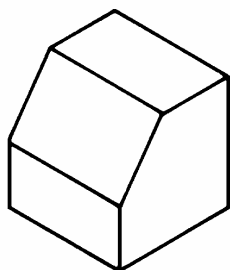
Projeção ortogonal - Completar desenhos de modelos com detalhes paralelos - B.

Complete as projeções.



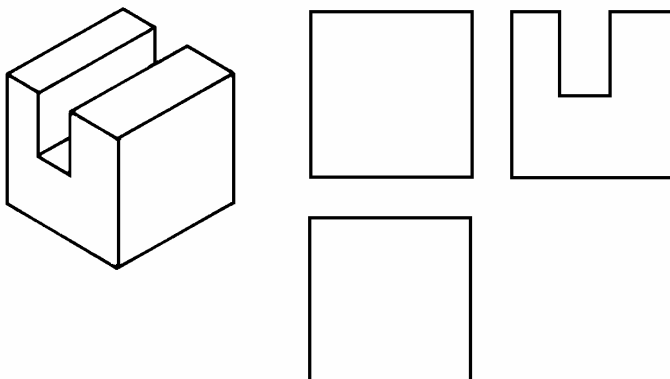
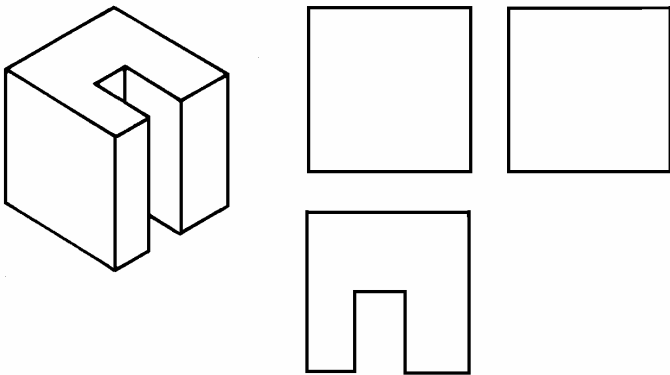
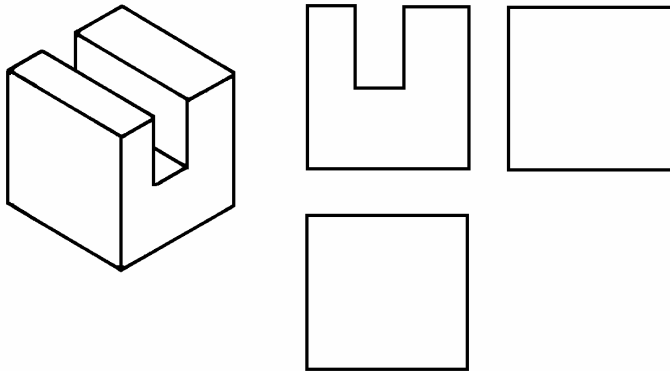
Projeção ortogonal - Completar desenhos de modelos com detalhes oblíquos.

Complete as projeções.



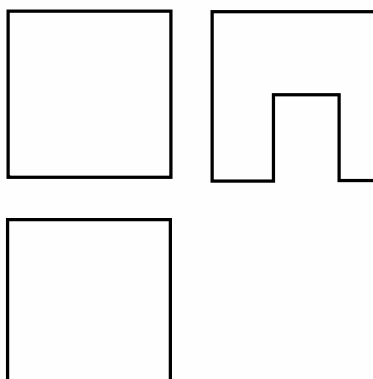
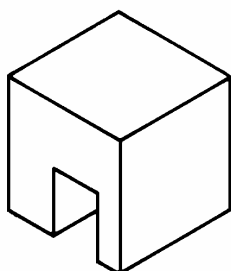
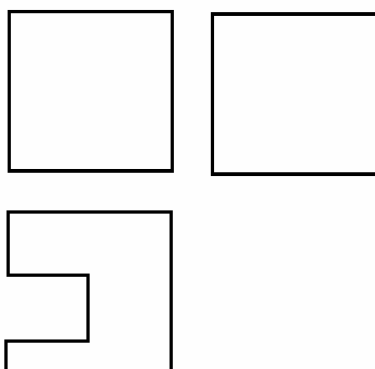
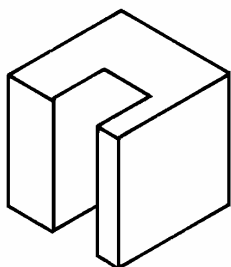
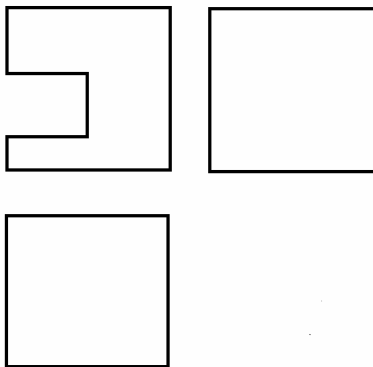
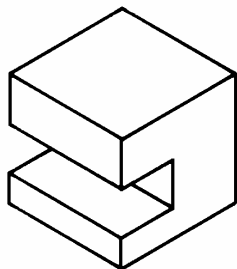
Projeção ortogonal - Completar desenhos de modelos com detalhes não-visíveis - A.

Complete as projeções.



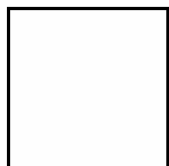
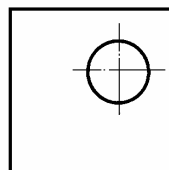
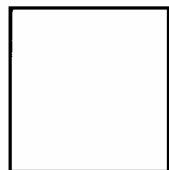
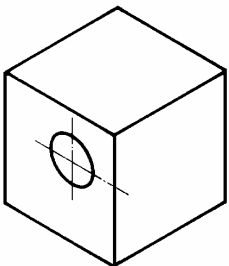
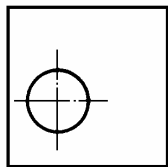
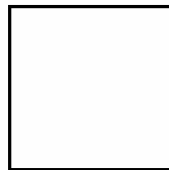
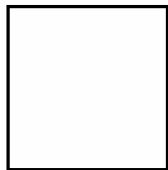
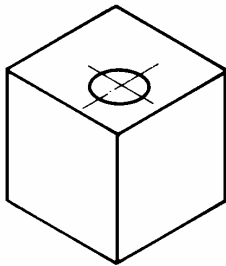
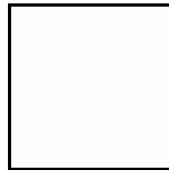
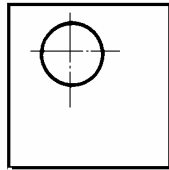
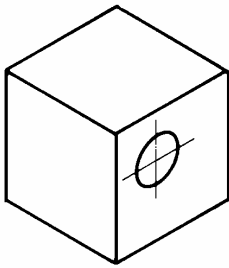
Projeção ortogonal - Completar desenhos de modelos com detalhes não - visíveis - B.

Complete as projeções.



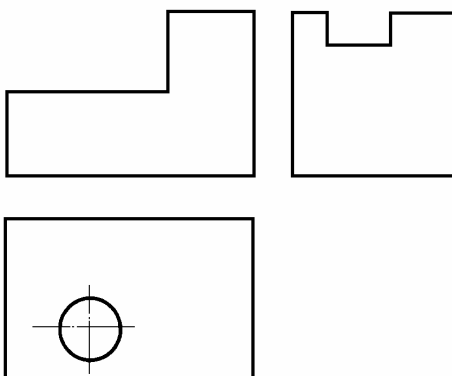
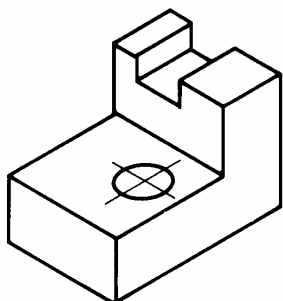
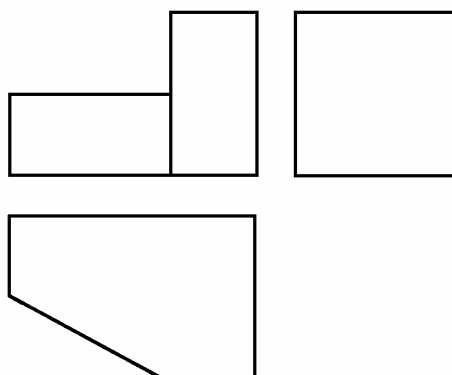
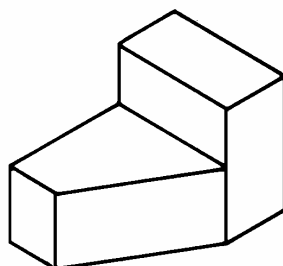
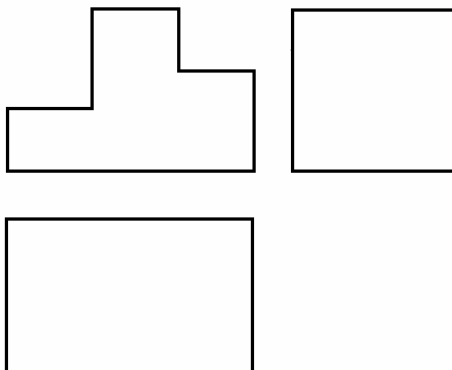
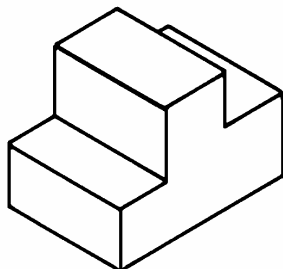
Projeção ortogonal - Completar desenhos de modelos com detalhes não visíveis - C.

Complete as projeções.



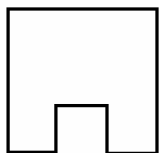
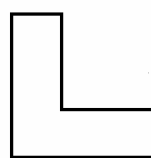
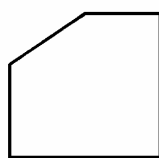
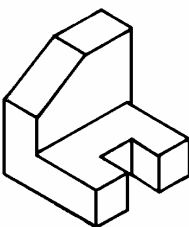
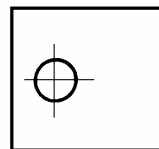
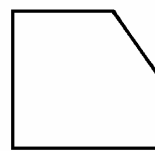
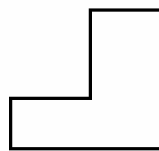
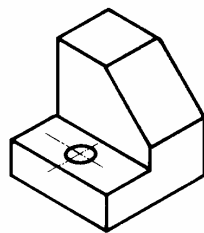
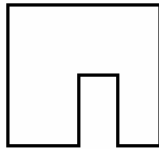
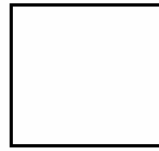
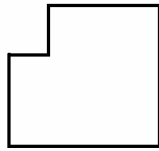
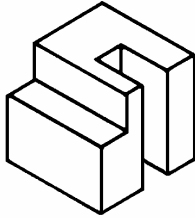
Projeção ortogonal - Completar desenhos de modelos com detalhes variados - A.

Complete as projeções.



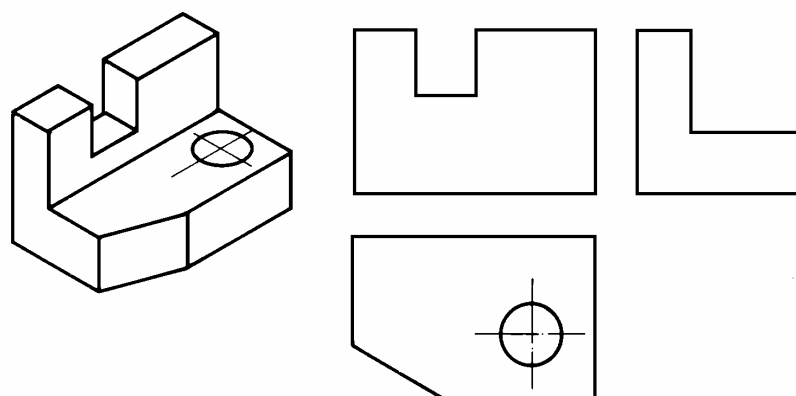
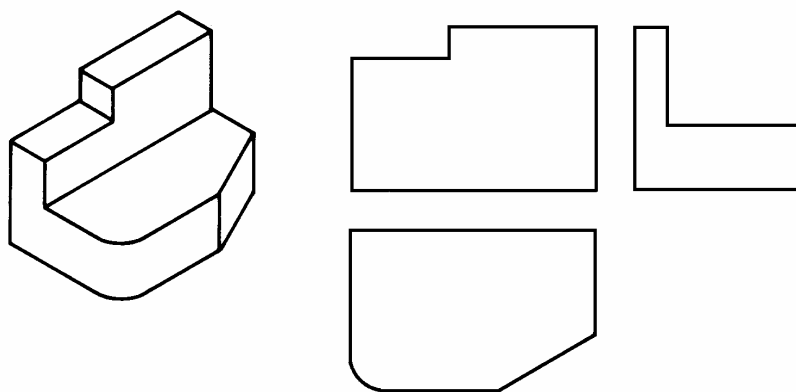
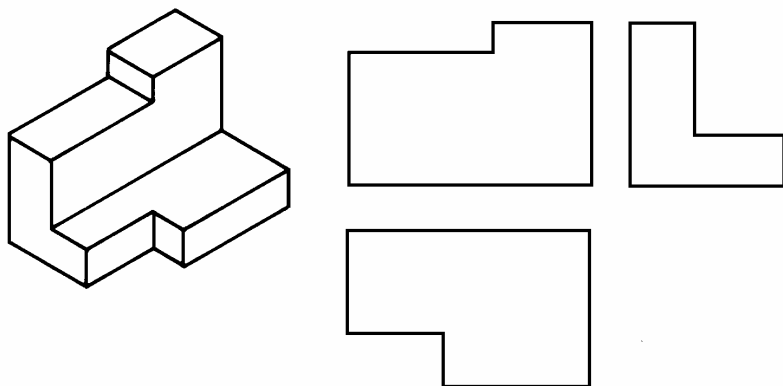
Projeção ortogonal - Completar desenhos de modelos com detalhes variados - B.

Complete as projeções.



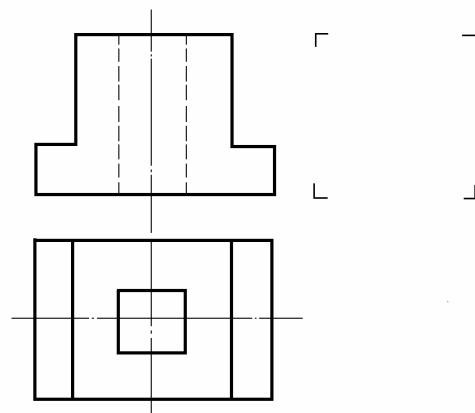
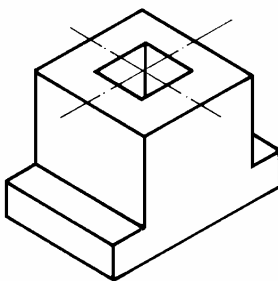
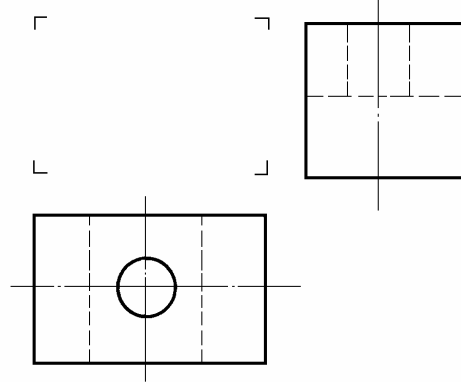
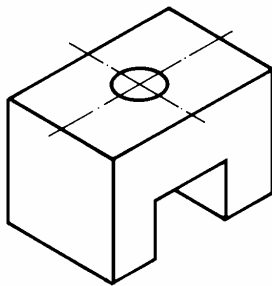
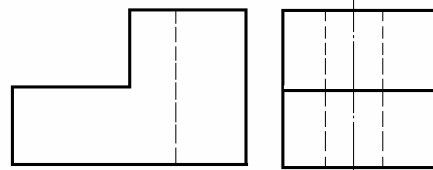
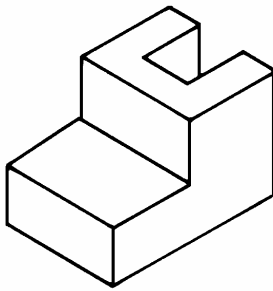
Projeção ortogonal - Completar desenhos de modelos com detalhes variados - C.

Complete as projeções.



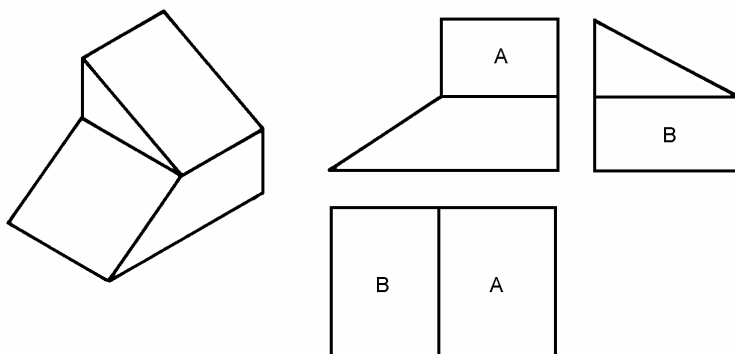
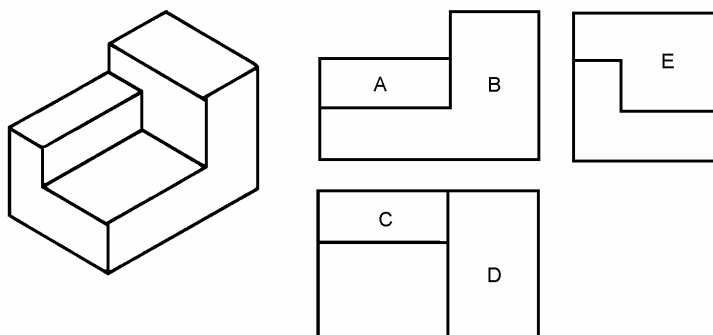
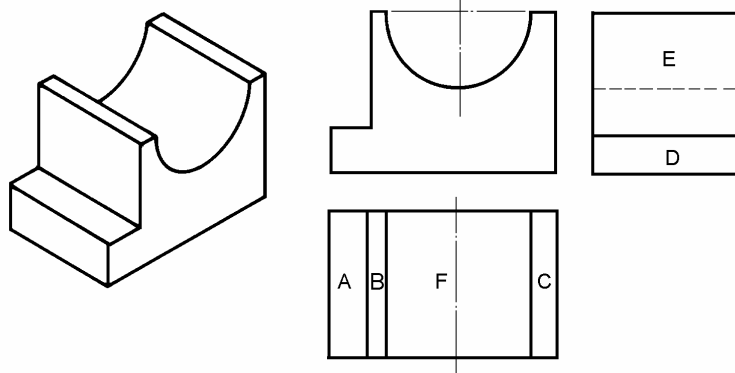
Projeção ortogonal - Completar desenhos de vistas que faltam.

Desenhe a vista que falta.



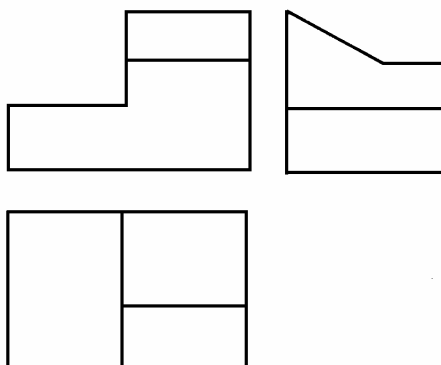
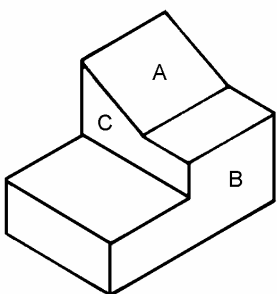
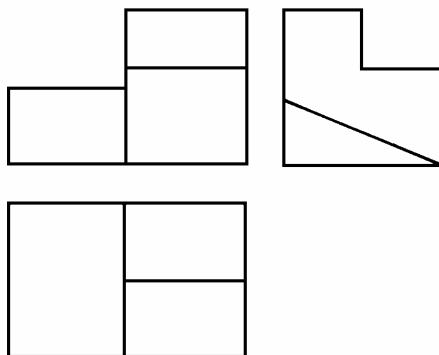
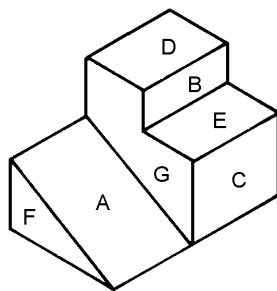
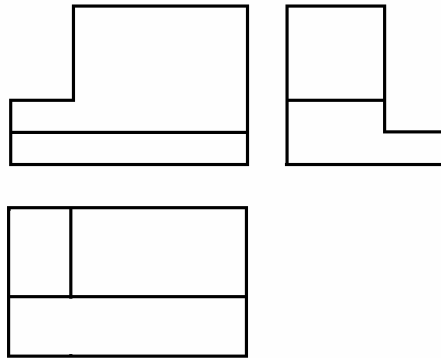
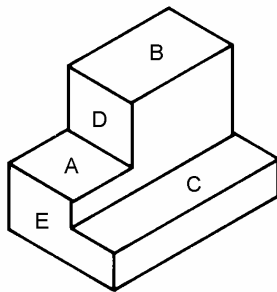
Projeção ortogonal - Identificar faces em projeções – A.

Escreva nos modelos representados em perspectiva isométrica as letras dos desenhos técnicos que correspondem às suas faces.



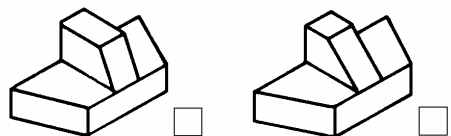
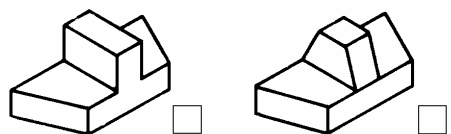
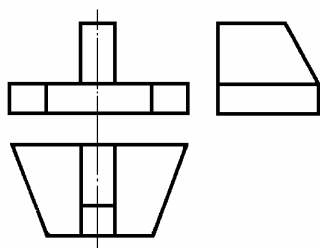
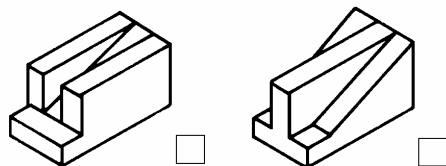
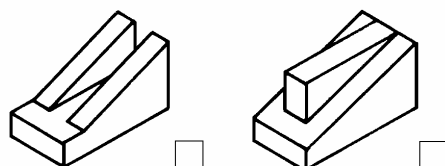
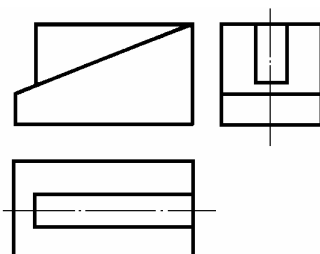
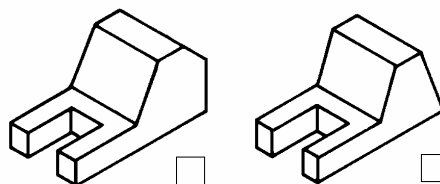
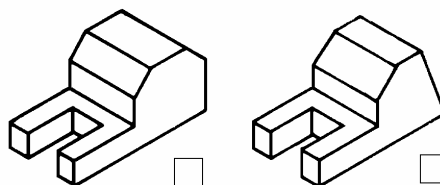
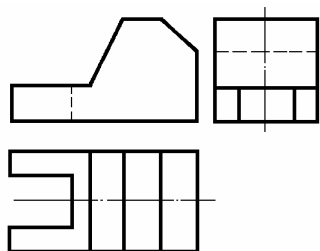
Projeção ortogonal - Identificar faces em projeções - B.

Escreva nas vistas dos desenhos técnicos as letras dos modelos representados em perspectiva isométrica que correspondem às suas faces.



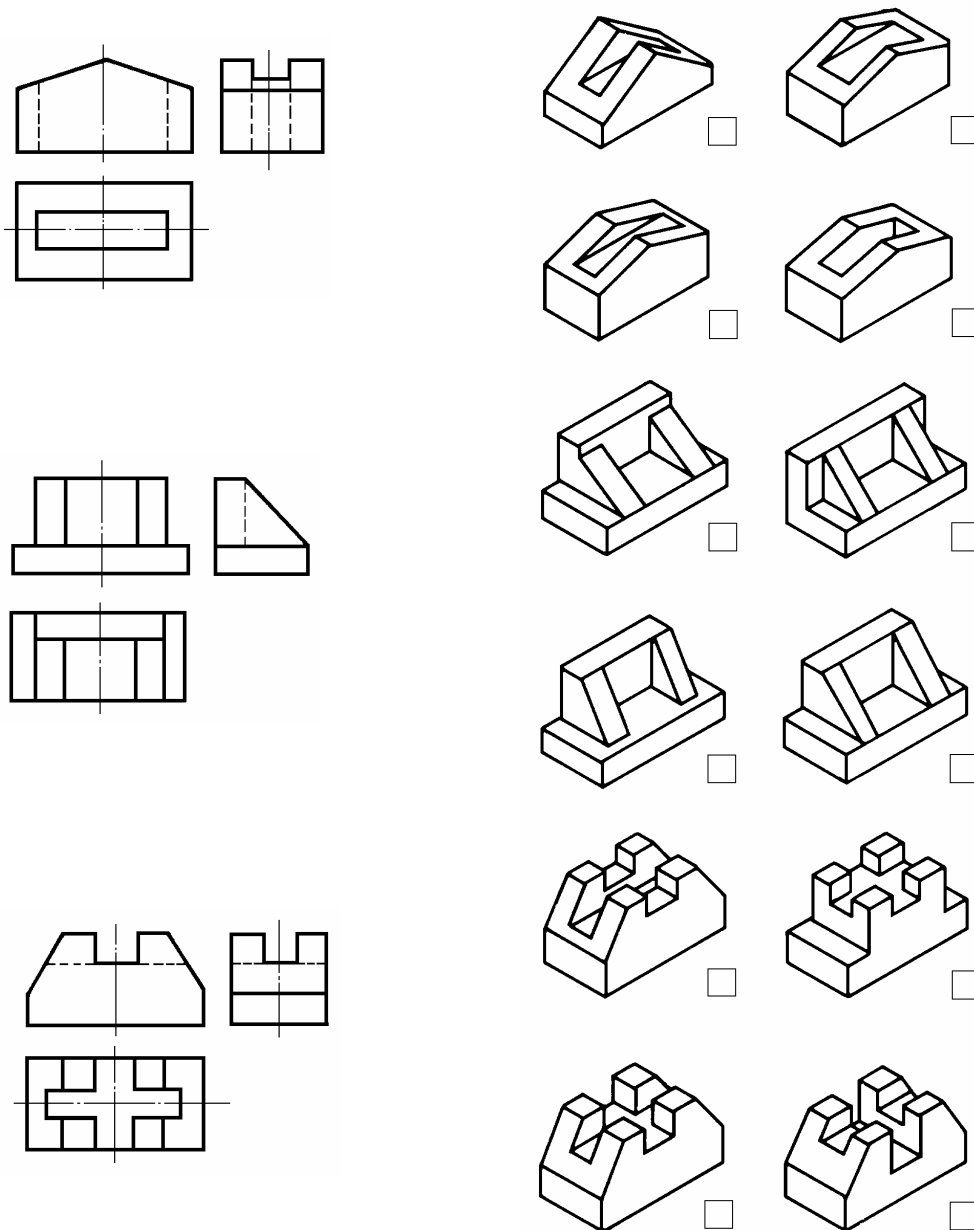
Projeção ortogonal - Identificar perspectiva com base em projeções – A.

Para cada peça em projeção há quatro perspectivas, porém só uma é correta. Assinale com **X** a perspectiva que corresponde à peça.



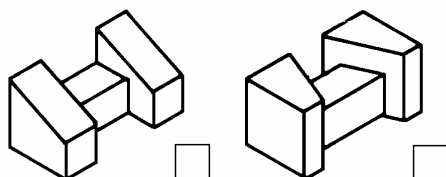
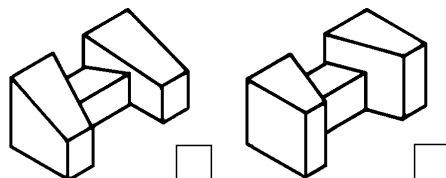
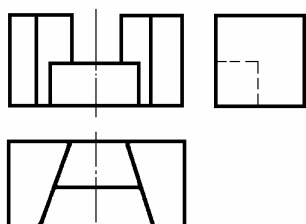
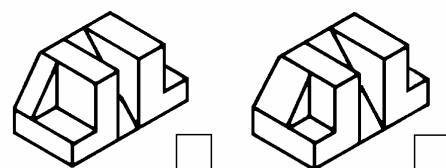
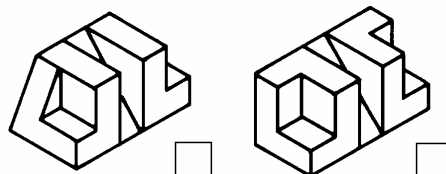
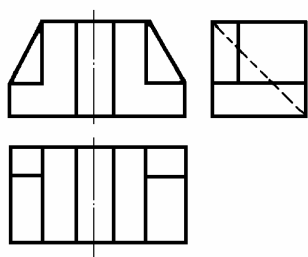
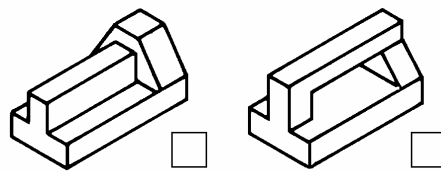
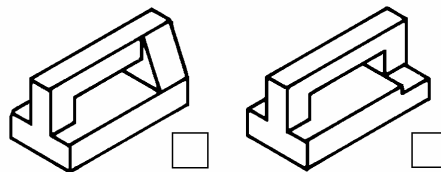
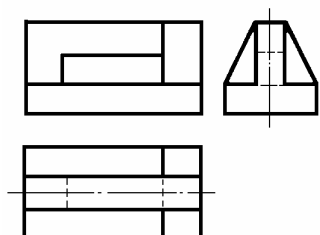
Projeção ortogonal - Identificar perspectiva com base em projeções - B.

Para cada peça em projeção há quatro perspectivas, porém só uma é correta. Assinale com **X** a perspectiva que corresponde à peça.



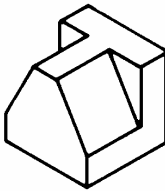
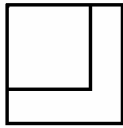
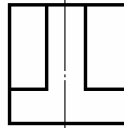
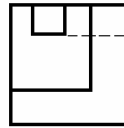
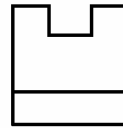
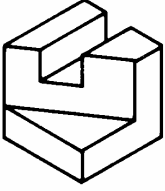
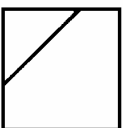
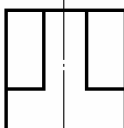
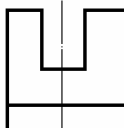
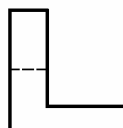
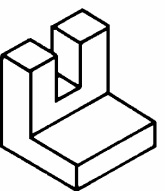
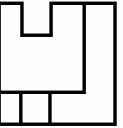
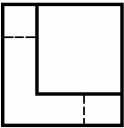
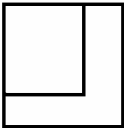
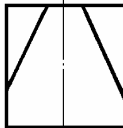
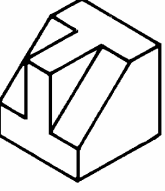
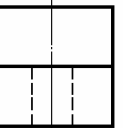
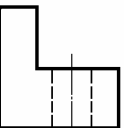
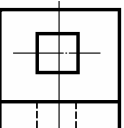
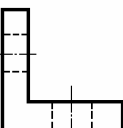
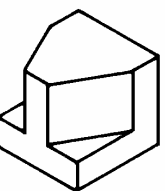
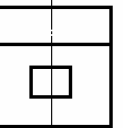
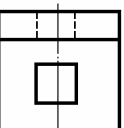
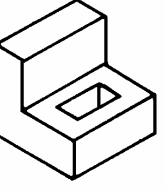
Projeção ortogonal - Identificar perspectiva com base em projeções – C.

Para cada peça em projeção há quatro perspectivas, porém só uma é correta. Assinale com **X** a perspectiva que corresponde à peça.



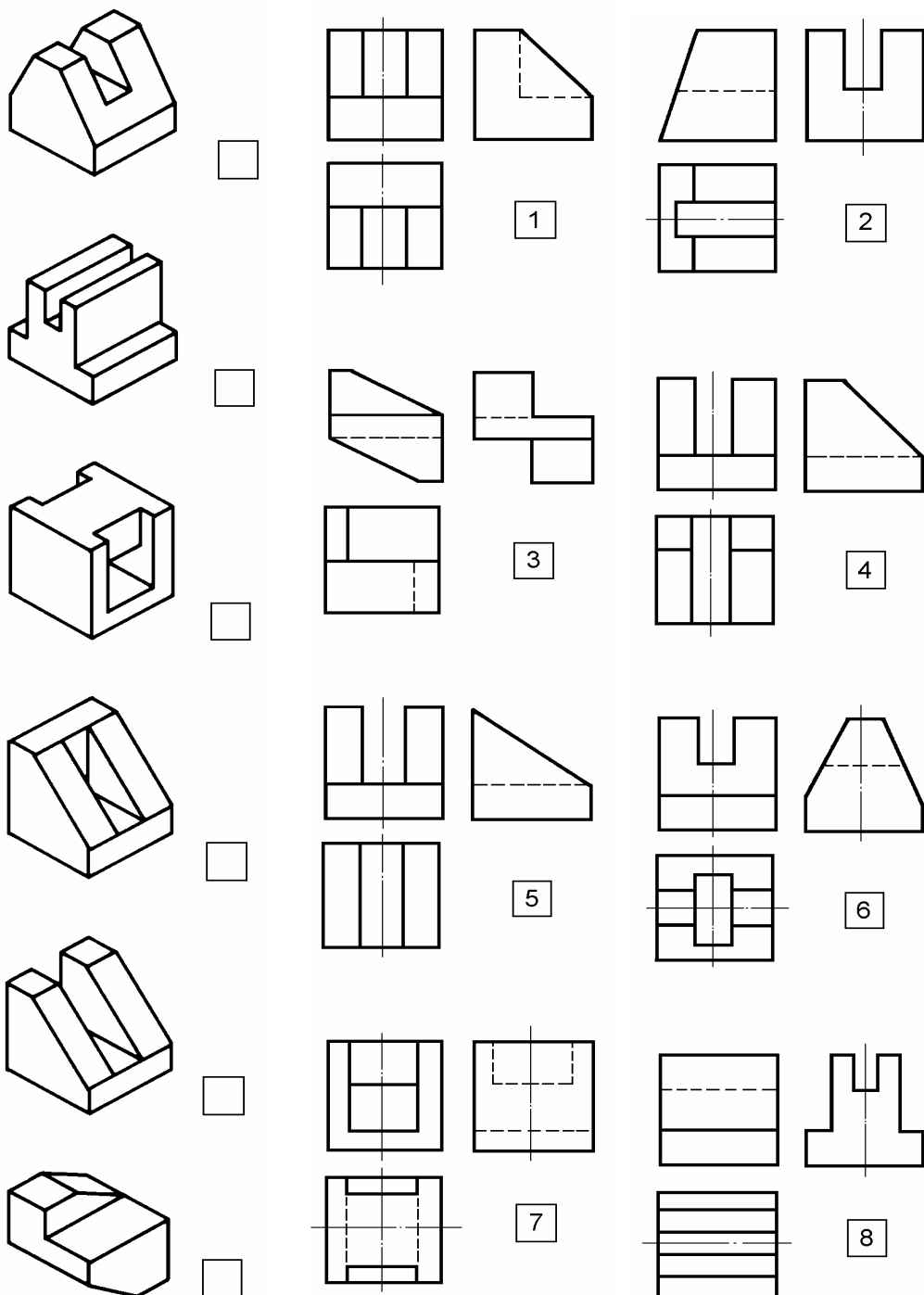
Projeção ortogonal - Relacionar projeções e perspectiva - A.

Anote embaixo de cada perspectiva o número correspondente às suas projeções.

	☐	 	 
			
	☐	 	 
			
	☐	 	 
			
	☐	 	 
			
	☐	 	 
	☐	 	 

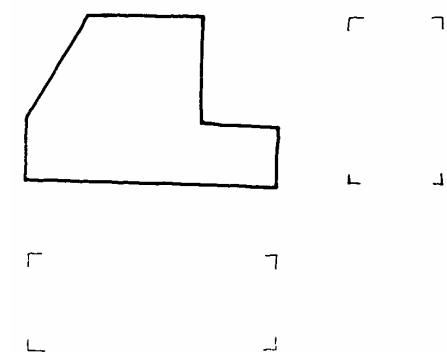
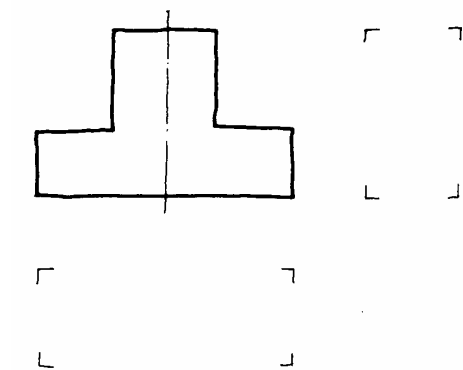
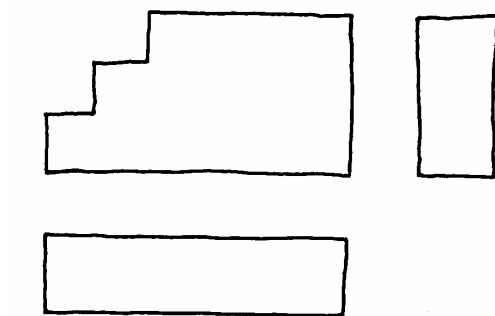
Projeção ortogonal - Relacionar projeções e perspectiva - B.

Anote embaixo de cada perspectiva o número correspondente às suas projeções.



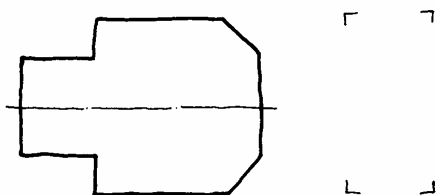
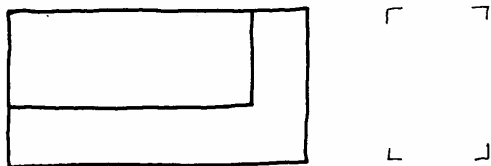
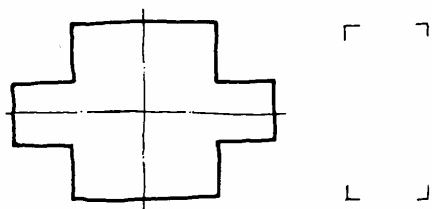
Projeção ortogonal - Completar projeções utilizando modelos reais – A.

Complete as projeções.



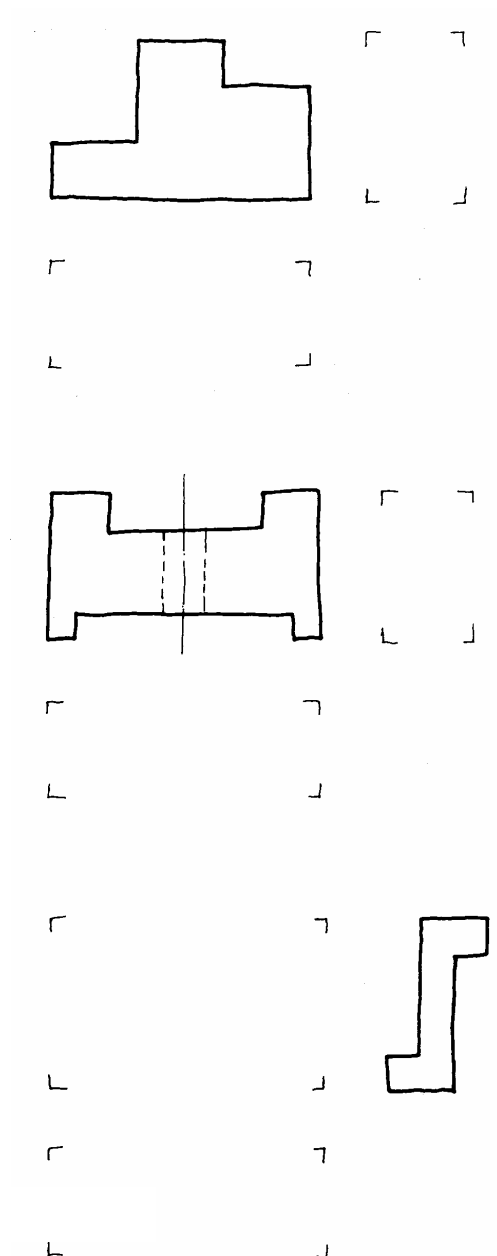
Projeção ortogonal - Completar projeções utilizando modelos reais – B.

Complete as projeções.



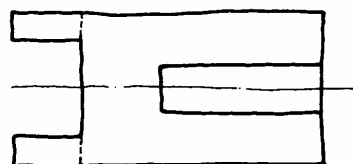
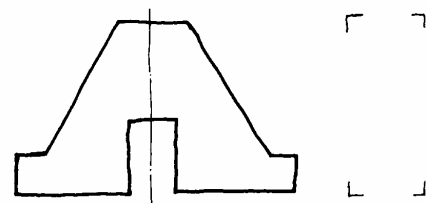
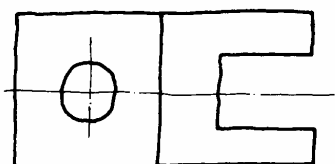
Projeção ortogonal - Completar projeções utilizando modelos reais – C.

Complete à mão livre as vistas que faltam nas projeções abaixo. Utilize os modelos indicados.



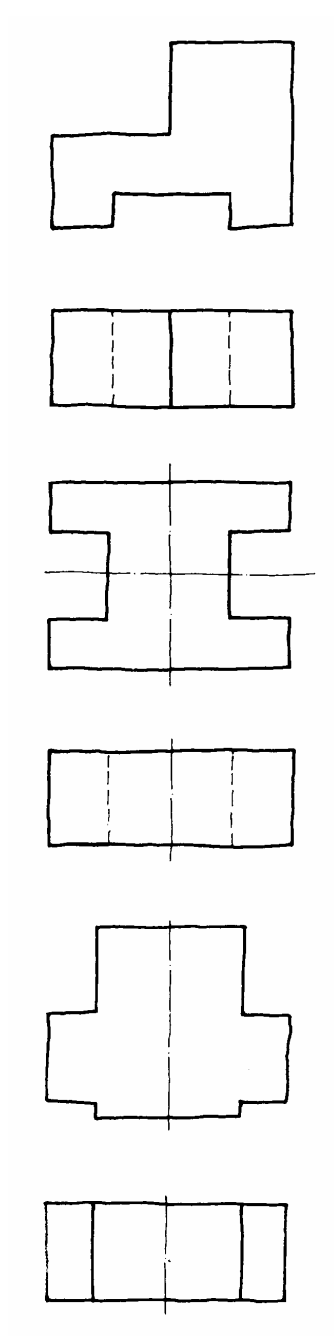
Projeção ortogonal - Completar projeções utilizando modelos reais – C.

Complete à mão livre as vistas que faltam nas projeções abaixo. Utilize os modelos indicados.



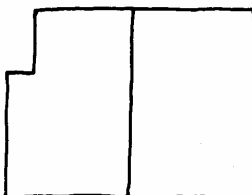
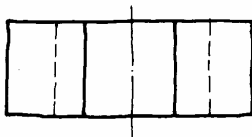
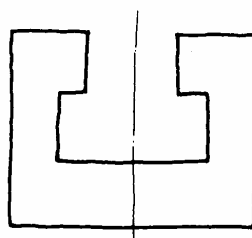
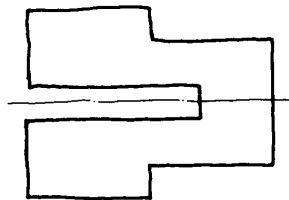
Projeção ortogonal - Completar projeções, desenhando a lateral à mão livre – A.

Complete as projeções, desenhando a lateral à mão livre.



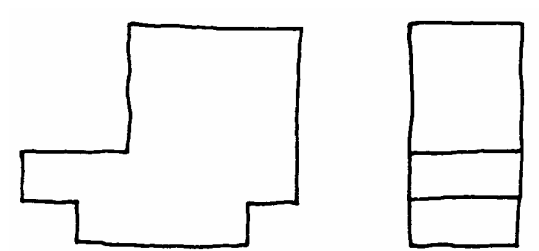
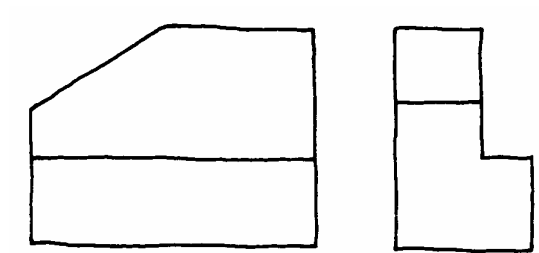
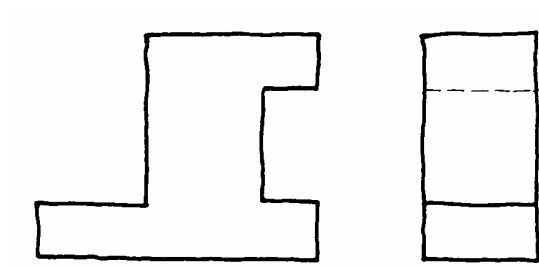
Projeção ortogonal - Completar projeções, desenhando a lateral à mão livre – B.

Complete as projeções, desenhando a lateral à mão livre.



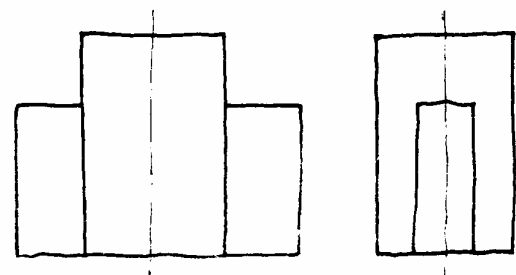
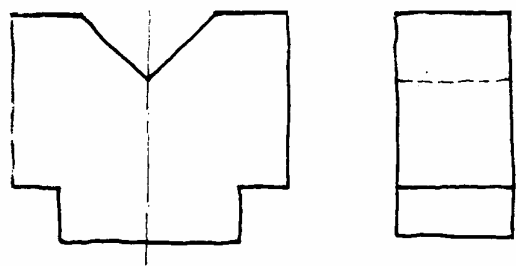
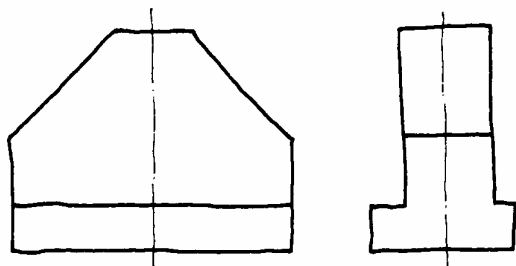
Projeção ortogonal - Completar projeções, desenhando a planta à mão livre - A.

Complete as projeções, desenhando à mão livre a planta de cada peça.



Projeção ortogonal - Completar projeção, desenhando a planta à mão livre – B.

Complete as projeções, desenhando à mão livre a planta de cada peça.

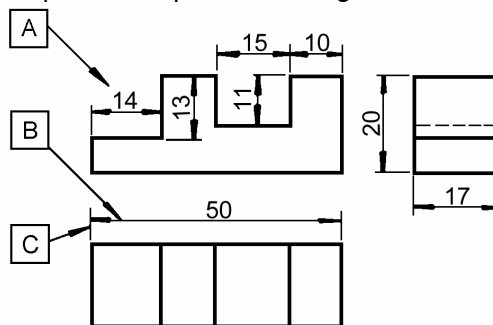


Cotagem - Identificar e aplicar os elementos de cotagem.

1. Analise o desenho técnico abaixo e responda às questões a seguir.

- a) Escreva dentro dos parênteses as letras correspondentes a cada elemento de cotagem.

- () Linha de cota
() Linha auxiliar de cota
() Cota

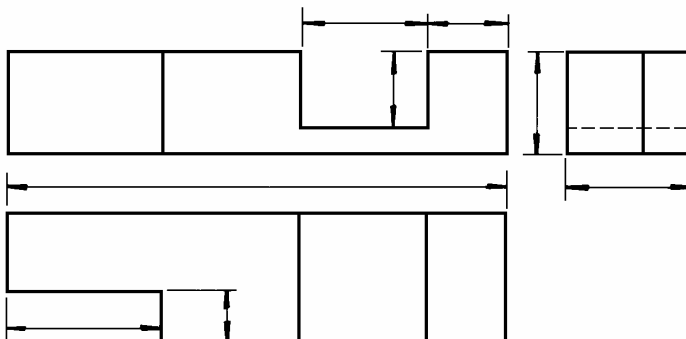


- a) Escreva as cotas básicas de: comprimento: _____
altura: _____ largura: _____
b) Escreva as cotas básicas que determinam o tamanho do rasgo: ____ e ____.
c) Escreva a cota que determina a localização do rasgo: ____.
d) Escreva as cotas que determinam o tamanho do rebaixo: ____ e ____.

2. Complete as frases, escrevendo as palavras faltantes sobre as linhas indicadas.

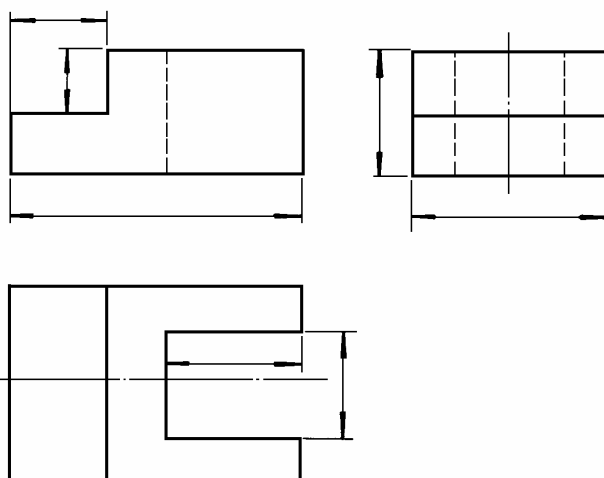
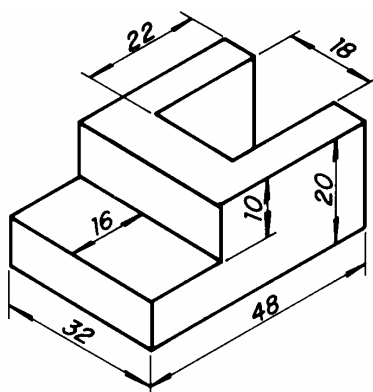
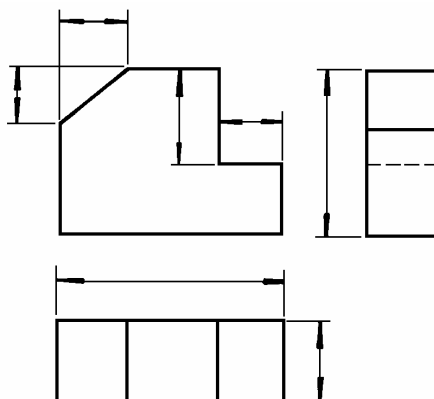
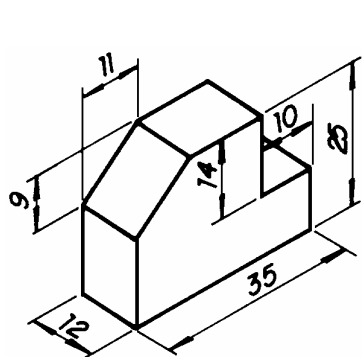
- a) As linhas auxiliares de cota não encostam nas linhas do _____.
b) A linha de _____ encosta na linha auxiliar de cota.
c) A linha _____ ultrapassa a linha de cota.
d) A _____ não encosta na linha de cota.
e) A linha de _____ é uma linha _____ e tem setas nas extremidades.
f) Na linha de cota vertical a cota deve ser escrita de baixo para _____ e ao lado _____ a linha de cota.
g) Na linha de cota horizontal a cota deve ser escrita da _____ para a _____ e sobre a linha de cota.

3. Faça a cotagem tomando as medidas no desenho.



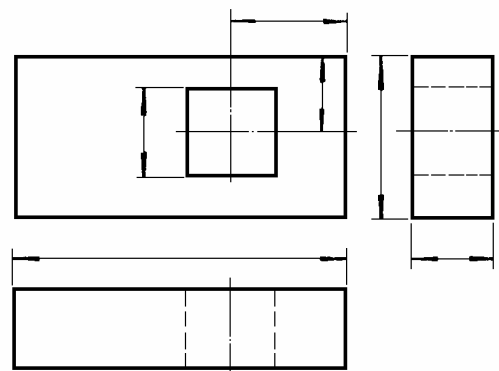
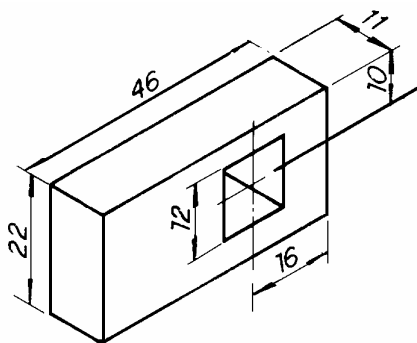
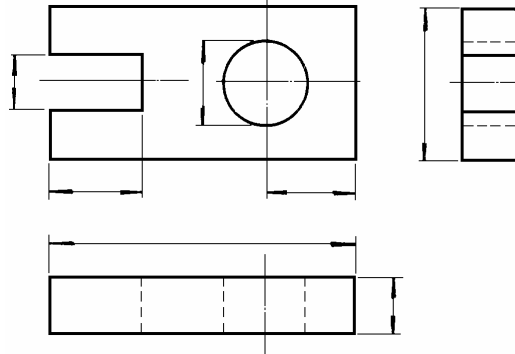
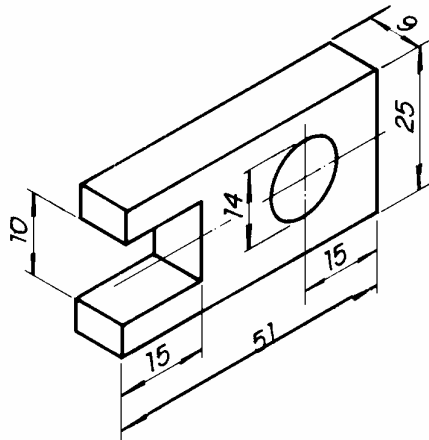
Cotagem - Distribuir cotas em projeções, observando perspectivas – A.

Observe as perspectivas e escreva as cotas nas projeções.



Cotagem - Distribuir cotas em projeções, observando perspectivas – B.

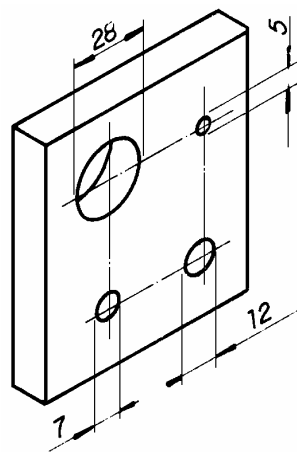
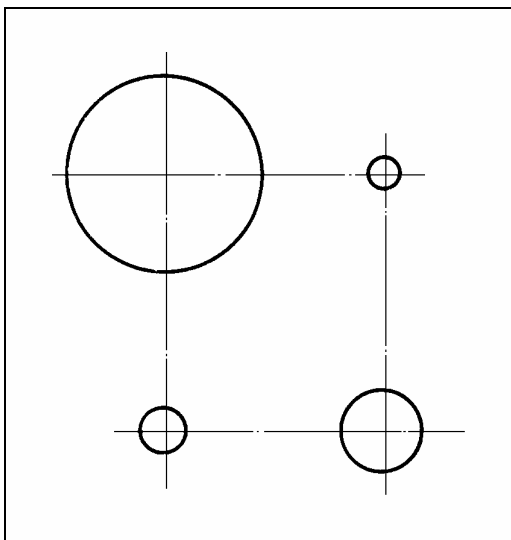
Observe as perspectivas e escreva as cotas nas projeções.



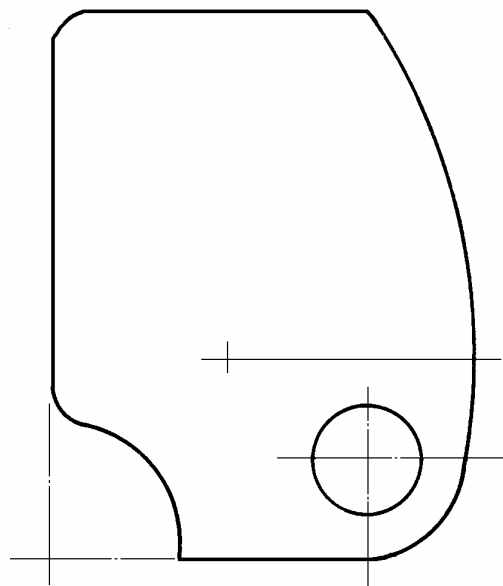
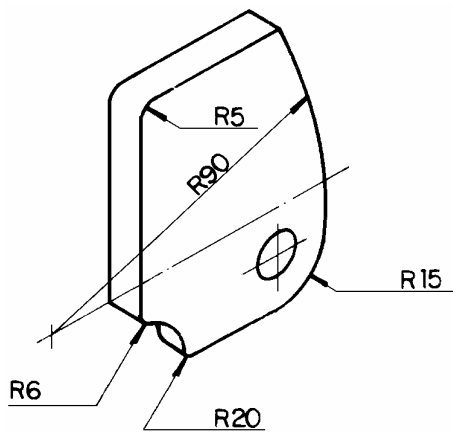
Cotagem - Cotar elementos.

Nas projeções apresentadas, faça somente a cotagem dos elementos citados.

Diâmetros

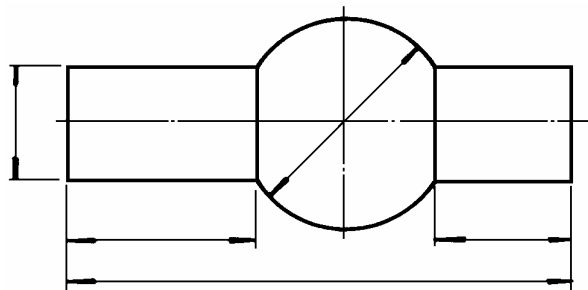
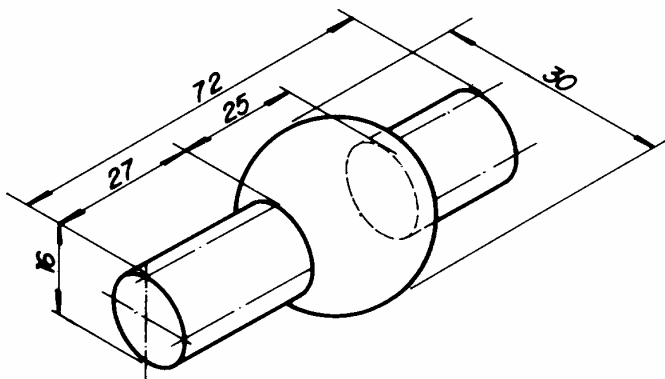


Raios



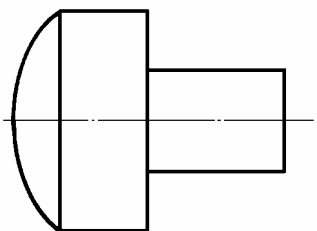
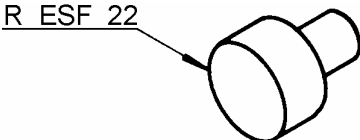
Cotagem - Distribuir cotas em projeções.

a) Analise a perspectiva e coloque as cotas na projeção.

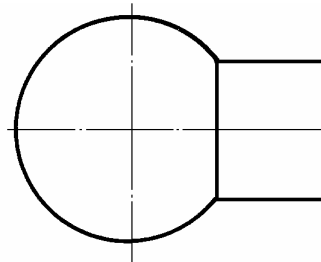
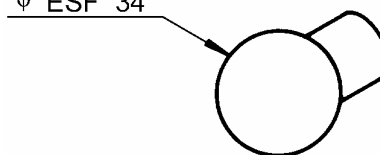


b) Na projeção apresentada, faça somente a cotagem do elemento citado.

R ESF 22



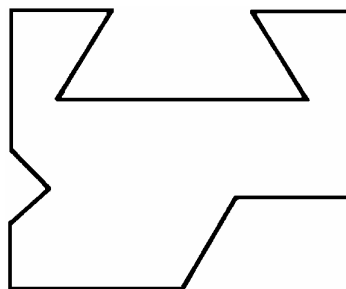
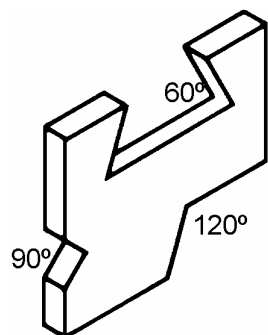
ϕ ESF 34



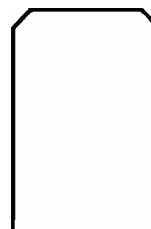
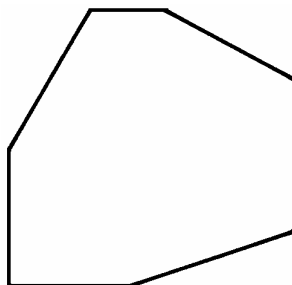
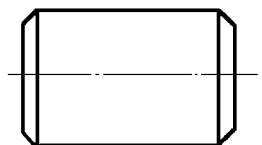
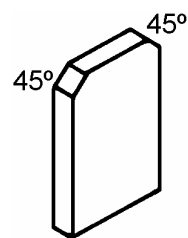
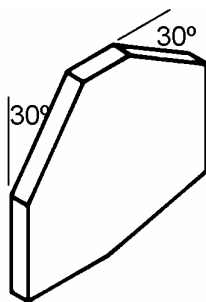
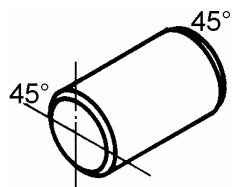
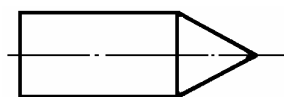
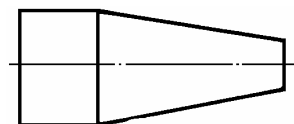
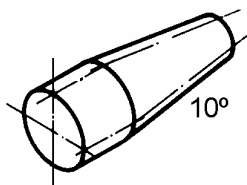
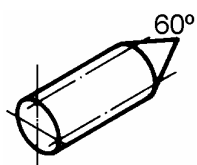
Cotagem - Cotar elementos - A.

Nas projeções apresentadas, faça somente a cotagem dos elementos citados.

Ângulos

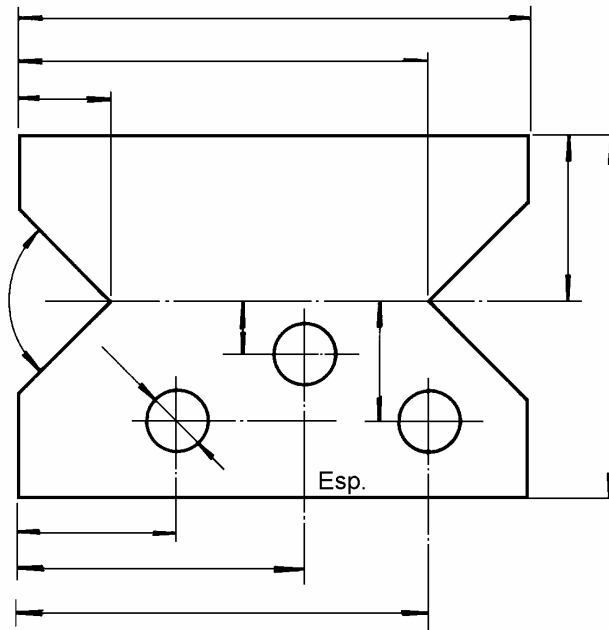
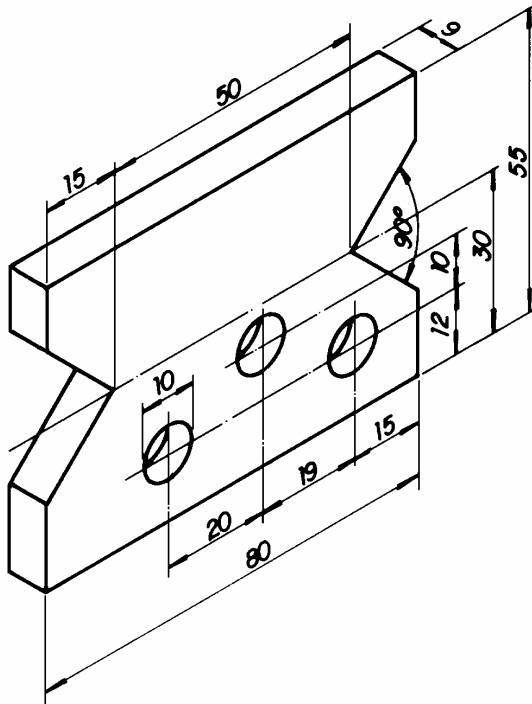


Chanfros



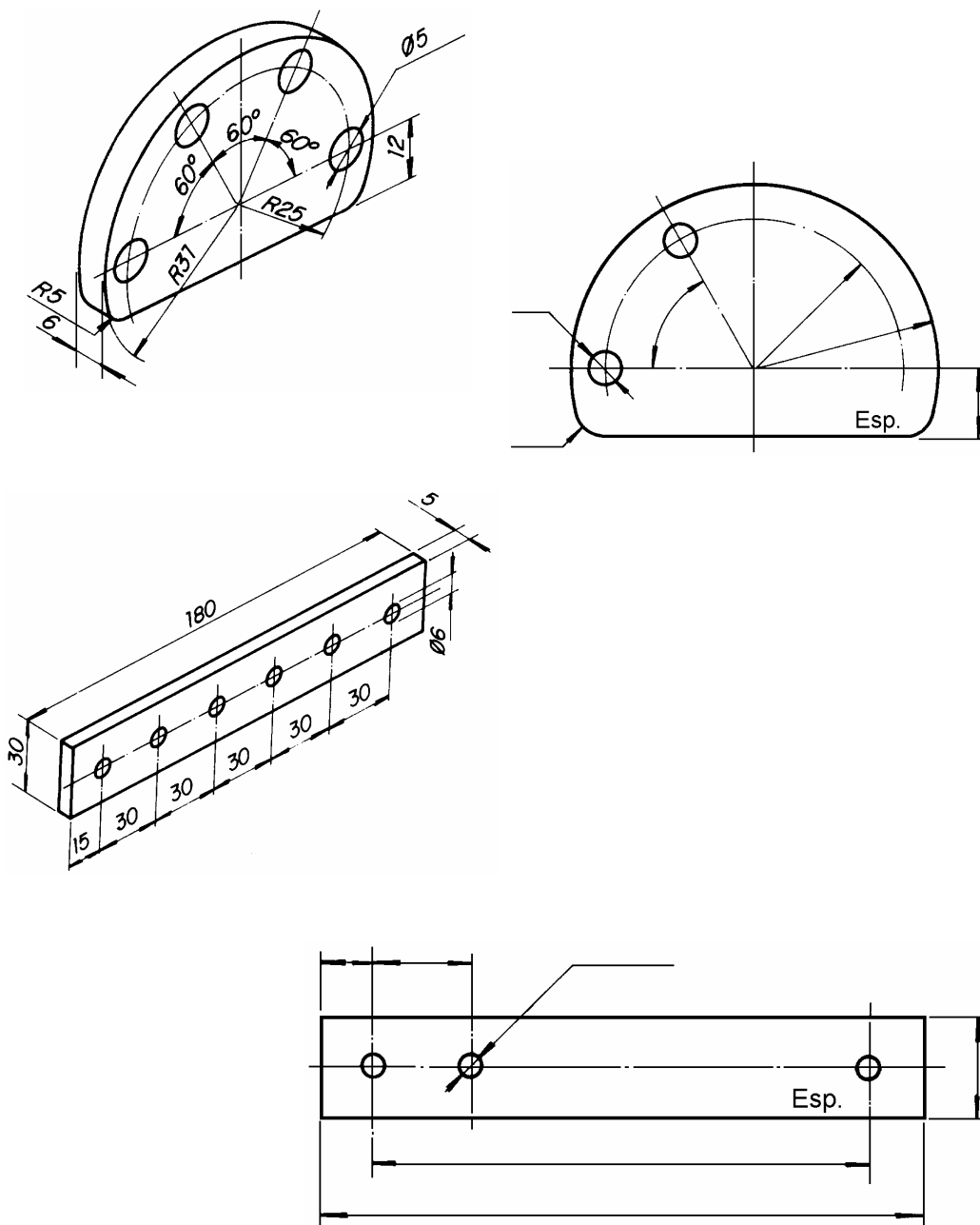
Cotagem - Distribuir cotas em projeções, observando perspectivas - D.

Análise as perspectivas e coloque as cotas nas projeções.



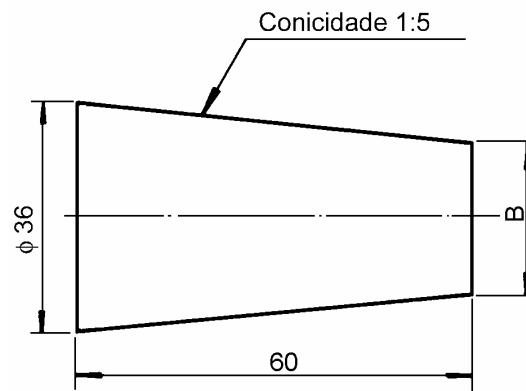
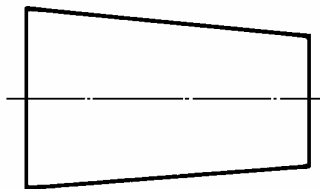
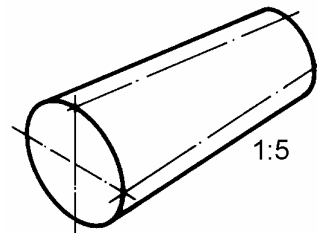
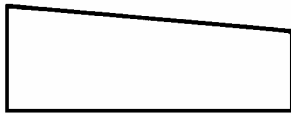
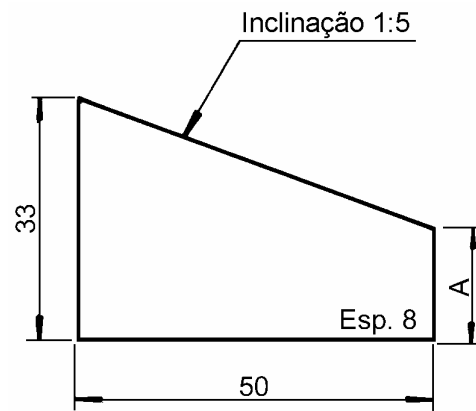
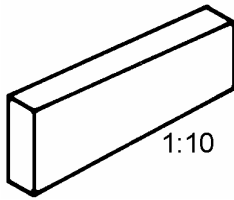
Cotagem - Distribuir cotas em projeções, observando perspectivas - F.

Observe as perspectivas e escreva as cotas nas projeções.



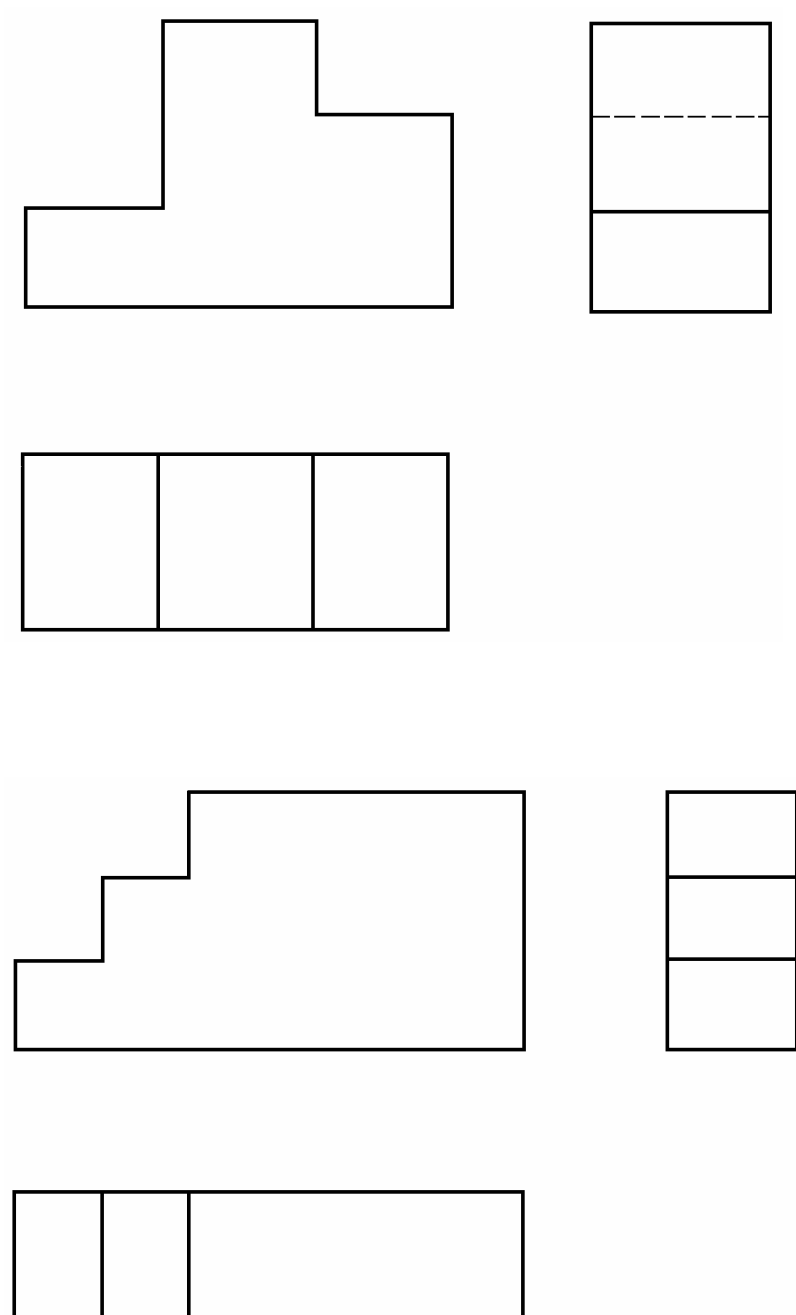
Cotagem - Cotar elementos.

Nas projeções apresentadas, faça somente a cotagem dos elementos citados.



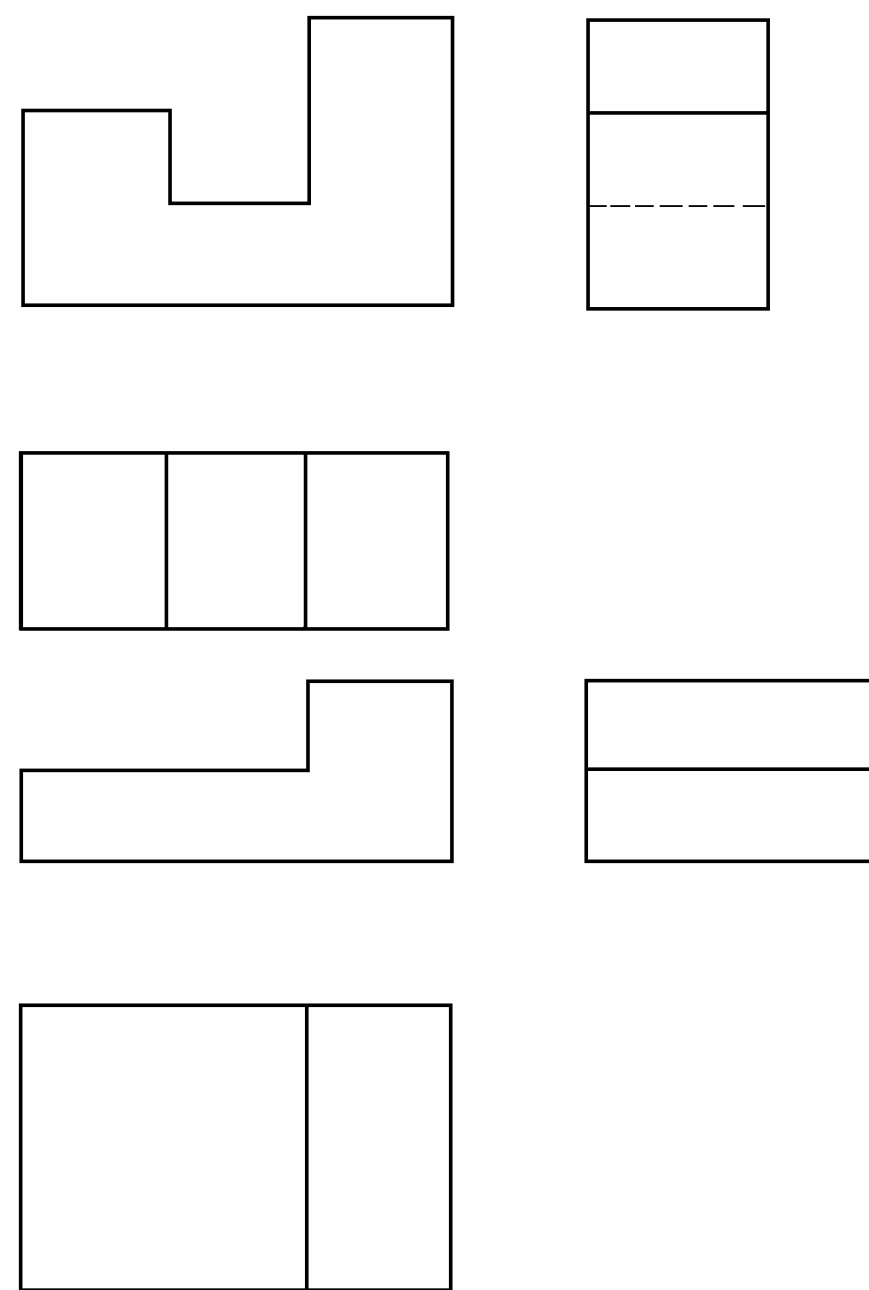
Cotagem - Cotar tomando medidas em modelos reais - A.

Faça a cotagem tomando as medidas nos modelos 11 e 3.



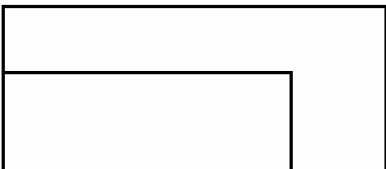
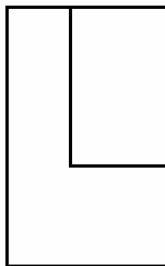
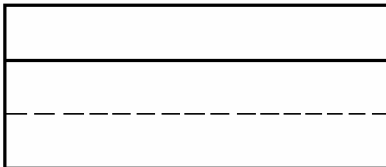
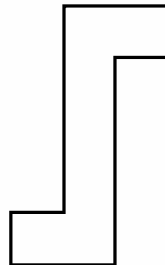
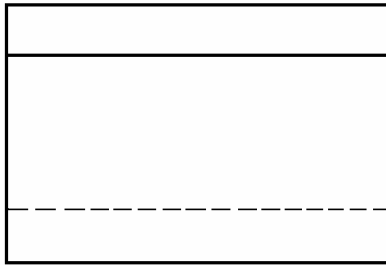
Cotagem - Cotar tomando medidas em modelos reais - B.

Faça a cotagem tomando as medidas nos modelos 10 e 1



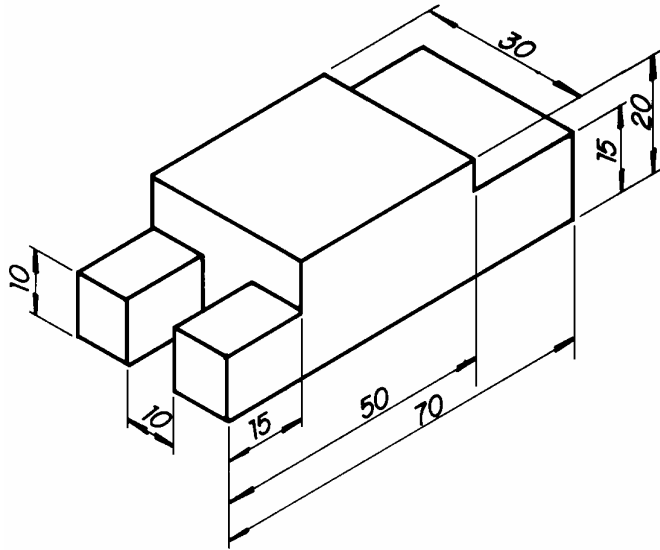
Cotagem - Cotar tomando medidas em modelos reais - C.

Faça a cotagem tomando as medidas nos modelos 12 e 8.



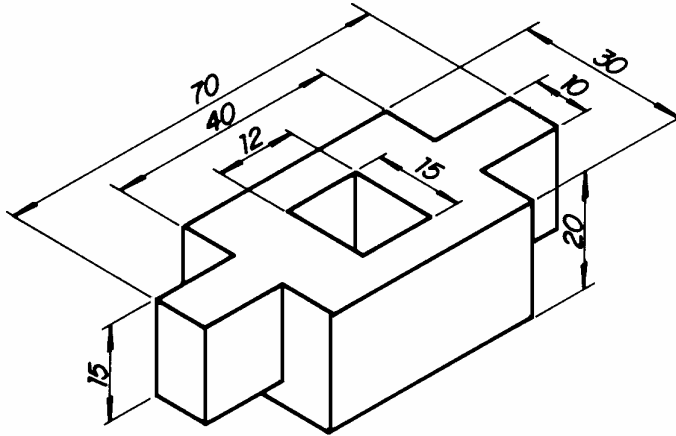
Cotagem - Desenhar à mão livre cotar modelos em projeções - A.

Desenhe à mão livre as projeções e faça a cotagem.



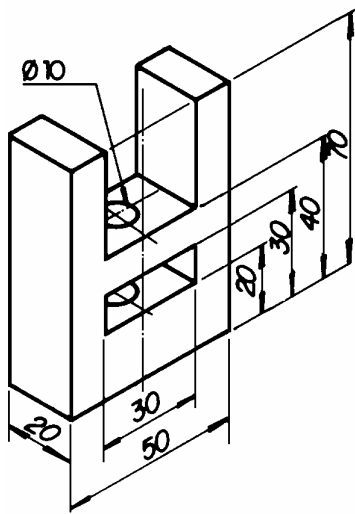
Cotagem - Desenhar à mão livre e cotar modelos em projeções - B

Desenhe à mão livre as projeções da peça abaixo, colocando eixos de simetria e fazendo a cotagem.



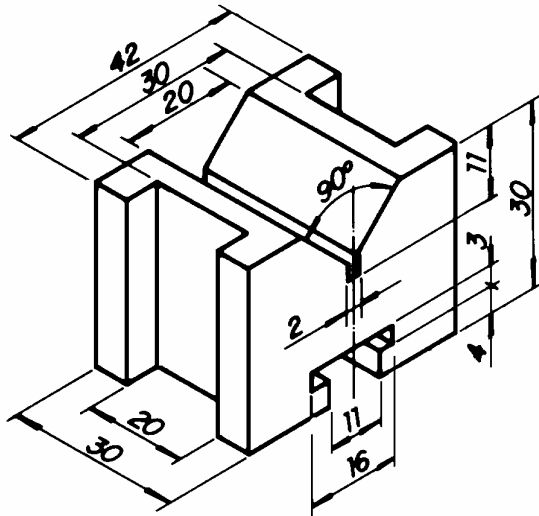
Cotagem - Desenhar à mão livre e cotar modelos em projeções - C.

Desenhe à mão livre as projeções da base do calço regulável. Faça a cotagem



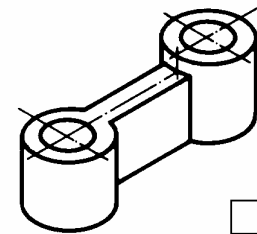
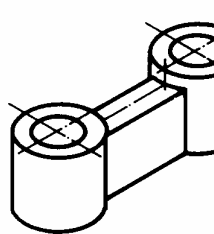
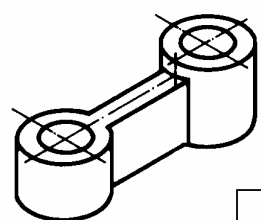
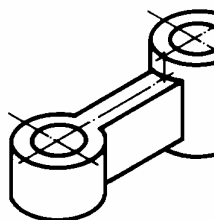
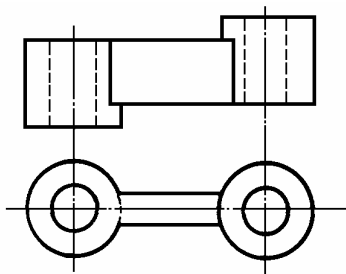
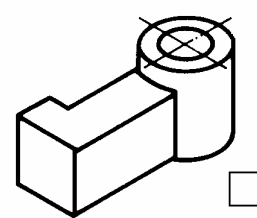
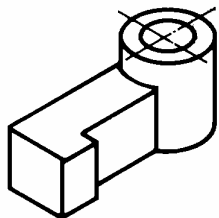
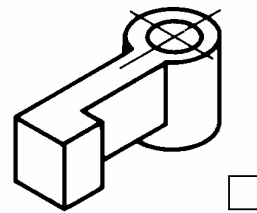
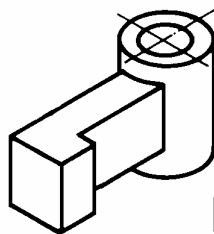
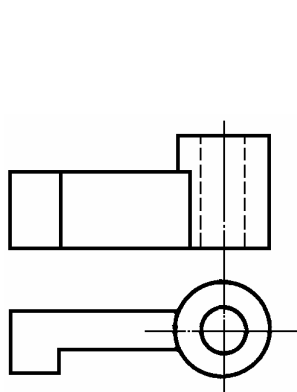
Cotagem - Desenhe a mão livre e cotar modelos em projeções - D.

Desenhe à mão livre as projeções do bloco V do calço regulável, fazendo a cotagem.



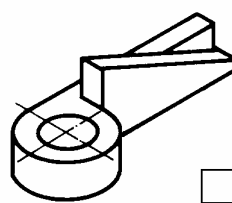
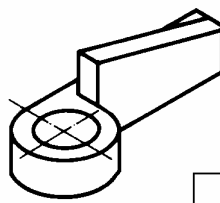
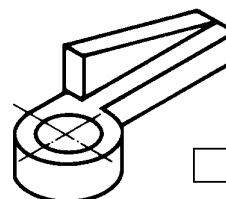
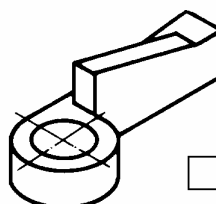
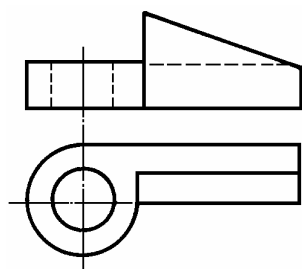
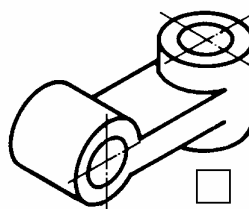
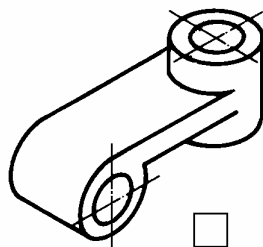
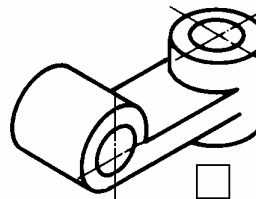
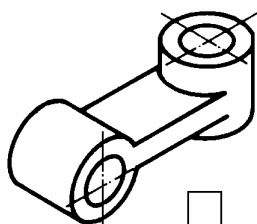
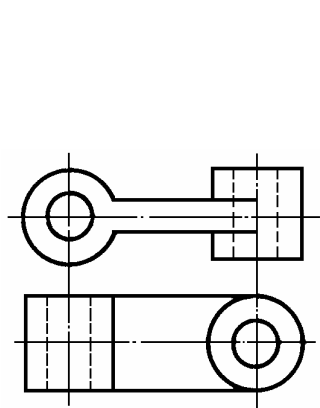
Supressão de vistas - Identificar perspectiva e relacioná-la com projeção - A.

Para cada peça em projeção há quatro perspectivas, porém só uma é correta. Assinale com **X** a perspectiva que corresponde às projeções.



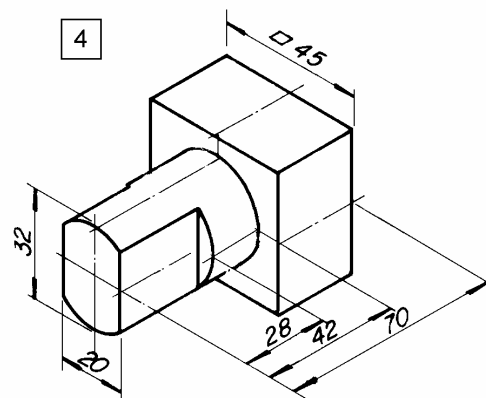
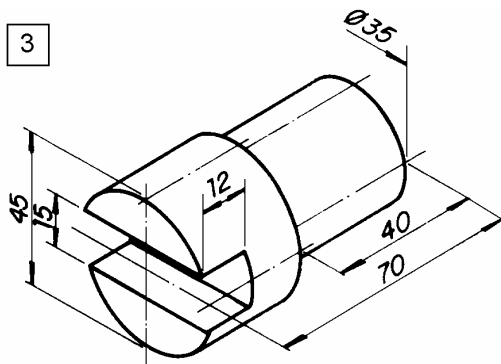
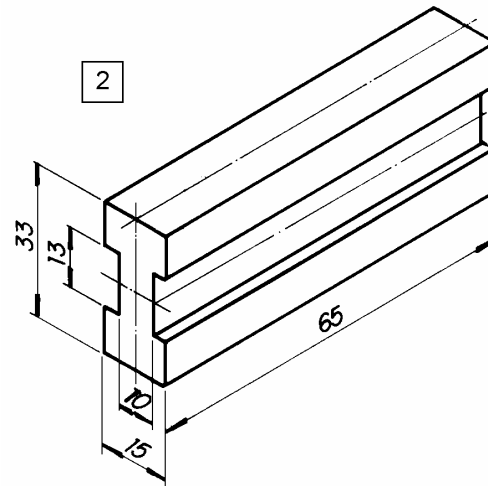
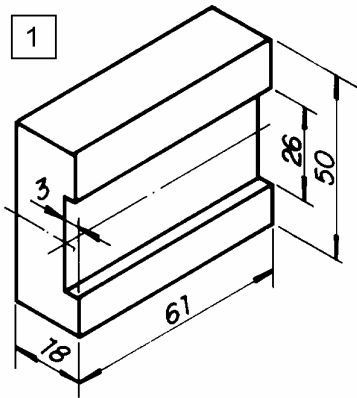
Supressão de vistas - Identificar perspectivas e relacioná-la com projeção - B.

Para cada peça em projeção há quatro perspectivas, porém só uma é correta. Assinale com **X** a perspectiva que corresponde às projeções.



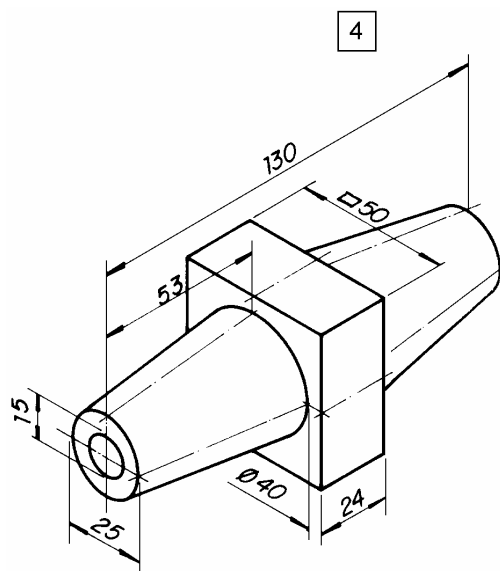
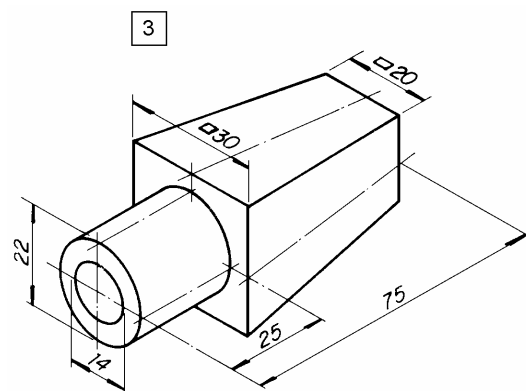
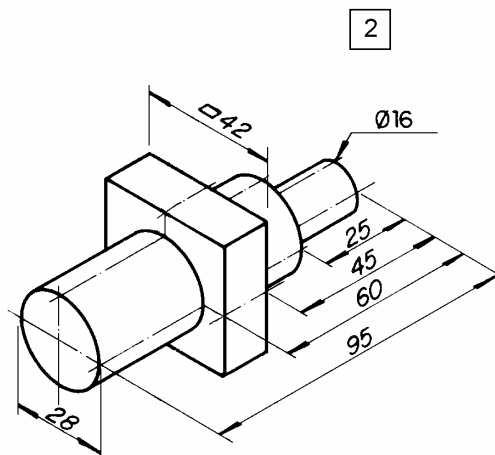
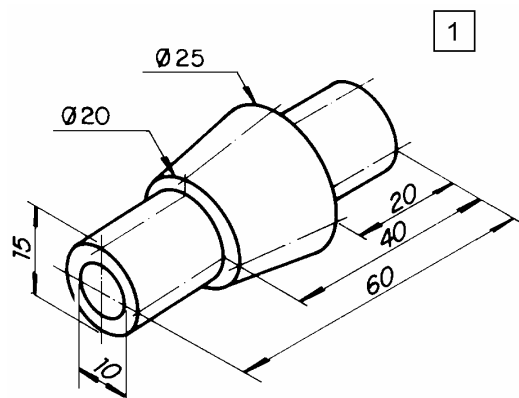
Supressão de vistas - Desenhar à mão livre, em projeção, modelos dados em perspectiva - A.

Desenhe à mão livre duas vistas das peças abaixo. Faça a cotação. Use folha A4.



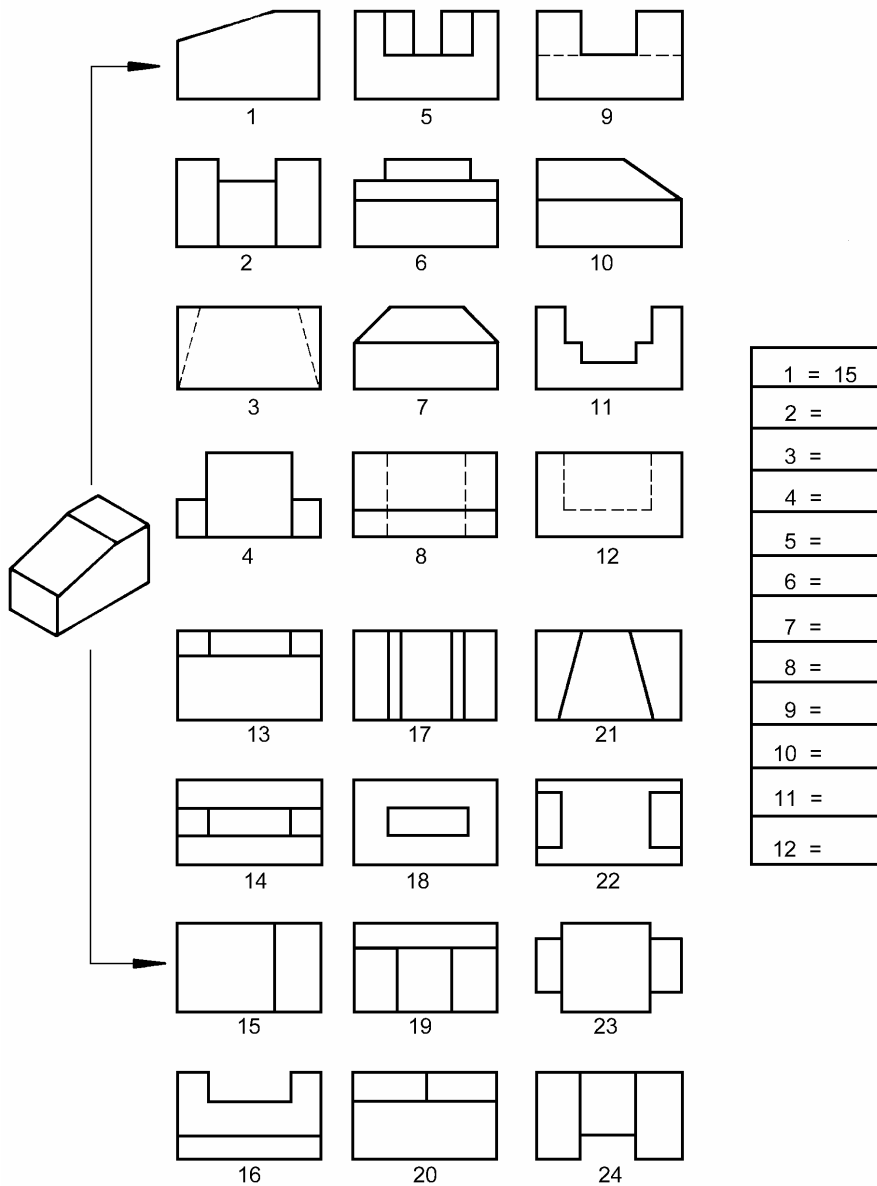
Supressão de vistas - Desenhar à mão livre, em projeção modelos dados em perspectiva - B.

Desenhe à mão livre uma vista de cada uma das peças abaixo. Faça a cotação e coloque os símbolos. Use folha A4.



Supressão de vistas - Relacionar planta e elevação.

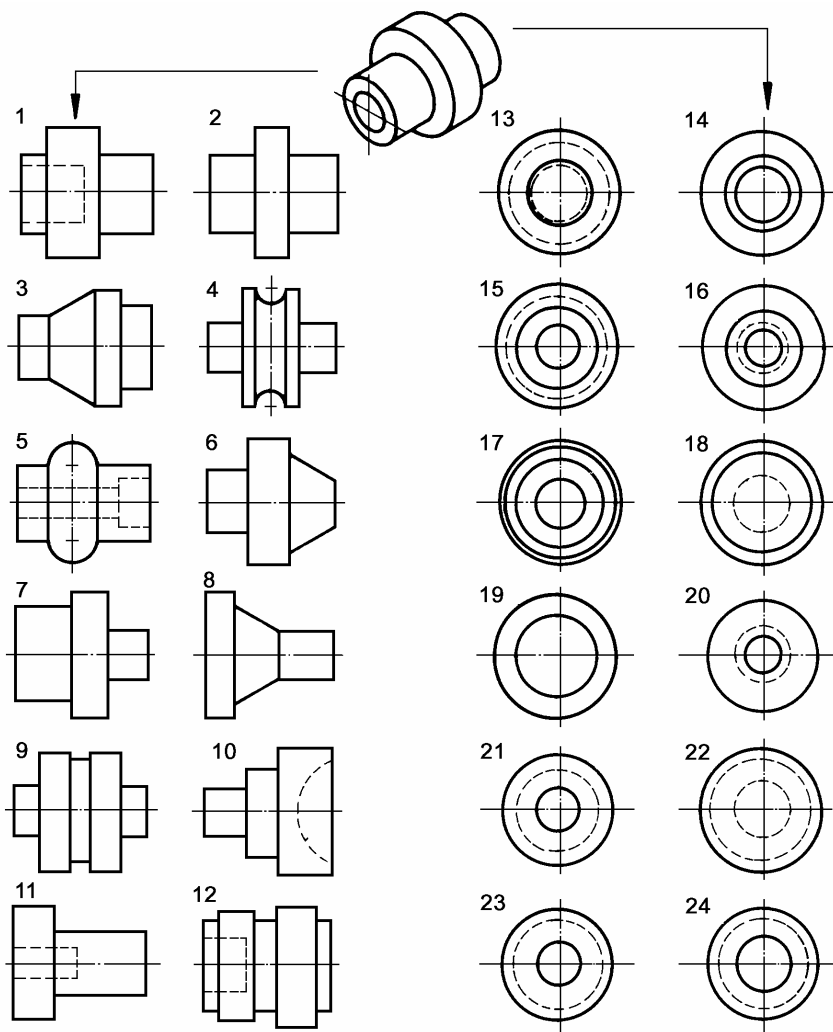
Procure entre as projeções abaixo as vistas de **elevação** e **planta** que se relacionam entre si e anote os números correspondentes. No exemplo abaixo encontra-se a perspectiva da peça representada pelas projeções **1** e **15**.



1 = 15
2 =
3 =
4 =
5 =
6 =
7 =
8 =
9 =
10 =
11 =
12 =

Supressão de vistas - Relacionar elevação e lateral.

Procure entre as projeções abaixo as vistas de **elevação** e **lateral** que se relacionam entre si e anote os números correspondentes. Nos exemplos abaixo encontra-se a perspectiva da peça representada pelas projeções **1** e **14**.



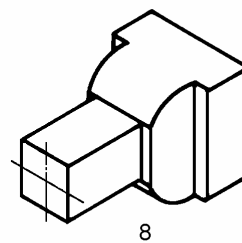
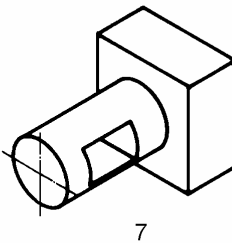
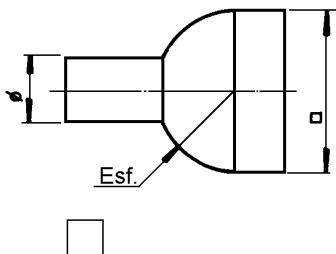
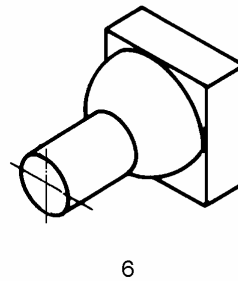
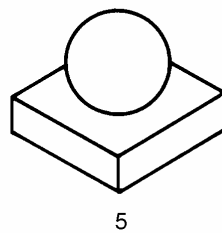
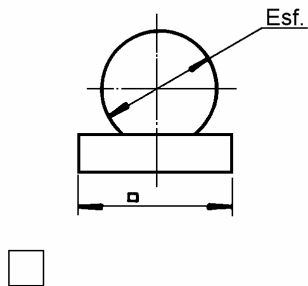
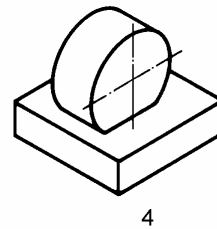
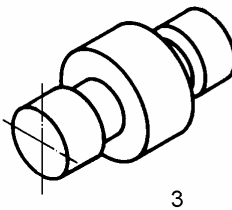
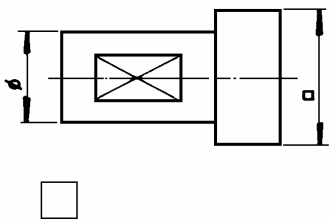
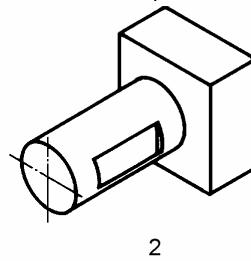
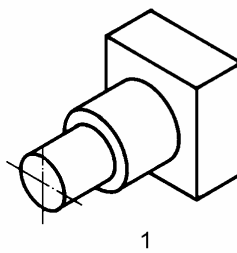
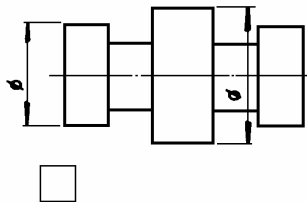
1 = 14	2 =	3 =	4 =	5 =	6 =
--------	-----	-----	-----	-----	-----

7 =	8 =	9 =	10 =	11 =	12 =
-----	-----	-----	------	------	------

Supressão de vistas

Relacionar vista única com perspectiva.

Relacione a perspectiva à sua vista, escrevendo no quadradinho o número correspondente.

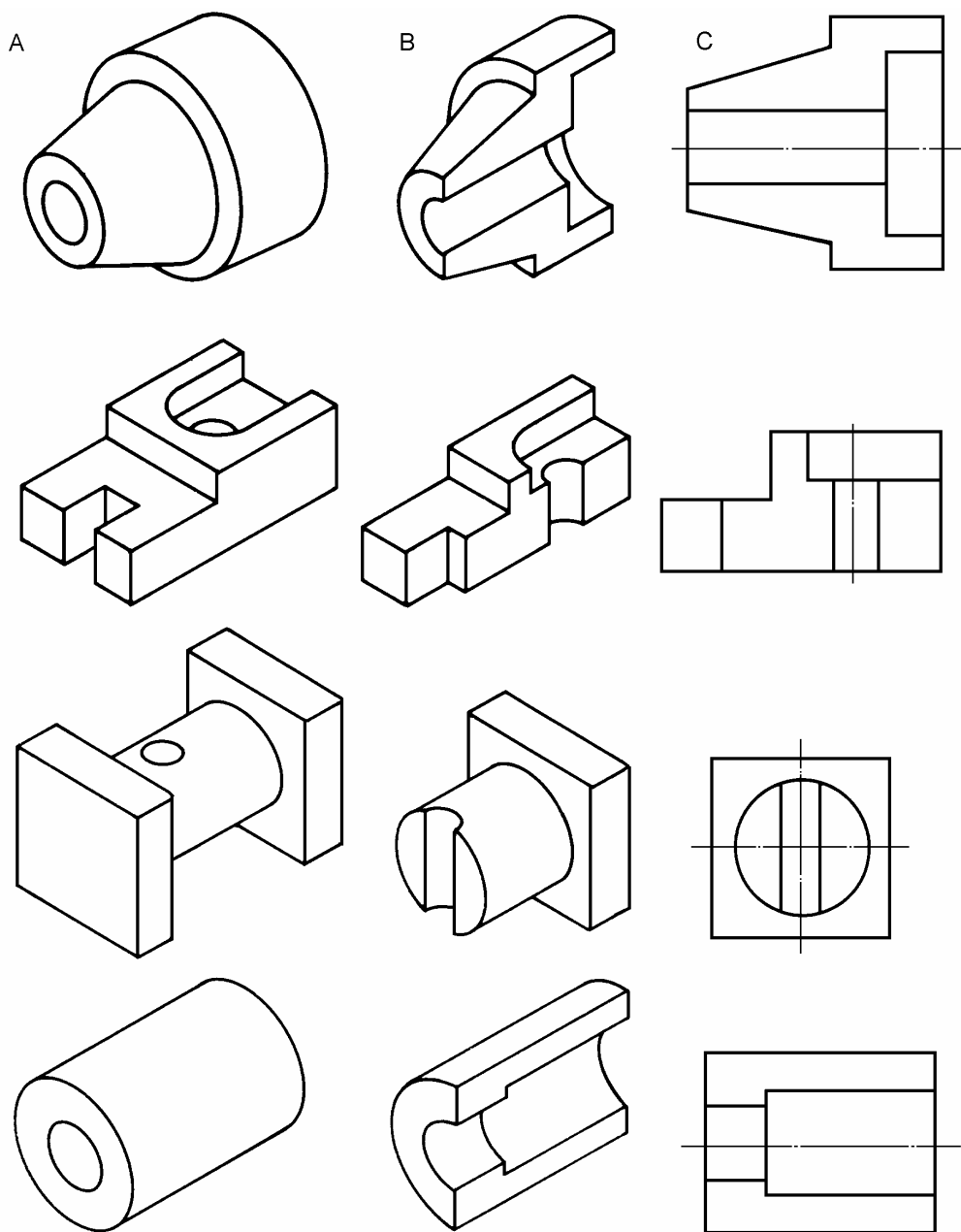


Desenho de corte - Sombrear perspectivas e hachurar projeções.

Coluna A - As peças estão representadas em perspectiva.

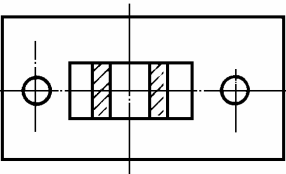
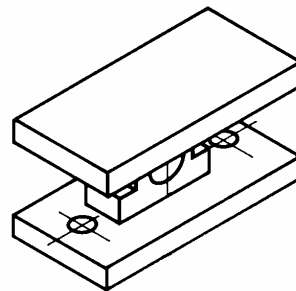
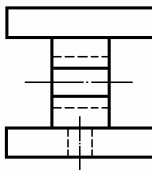
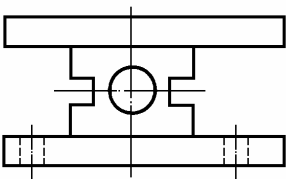
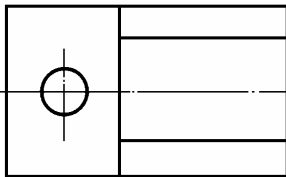
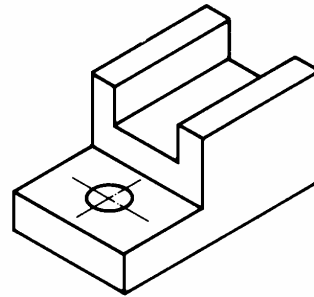
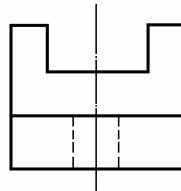
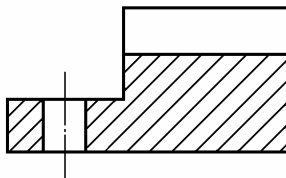
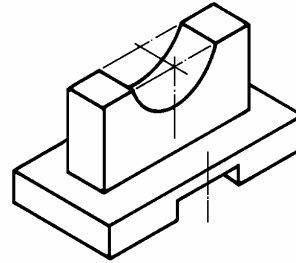
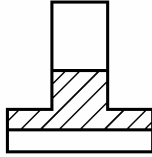
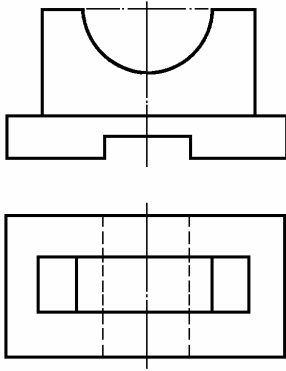
Coluna B - Faça o sombreado das partes atingidas pelo corte.

Coluna C - Faça o hachurado à mão livre.



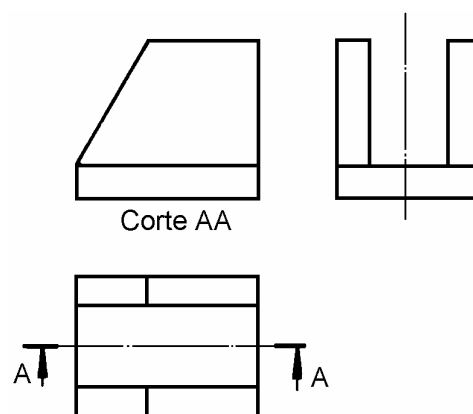
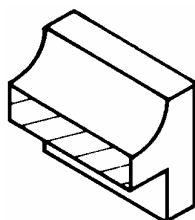
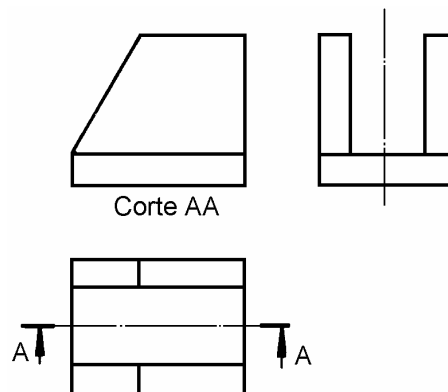
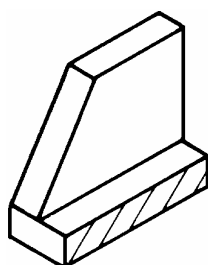
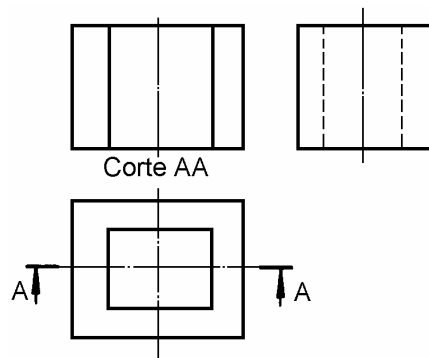
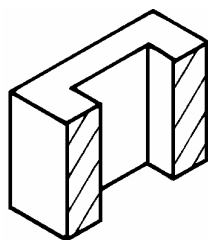
Desenho de corte - Indicar cortes.

Indique os cortes nos desenhos abaixo.



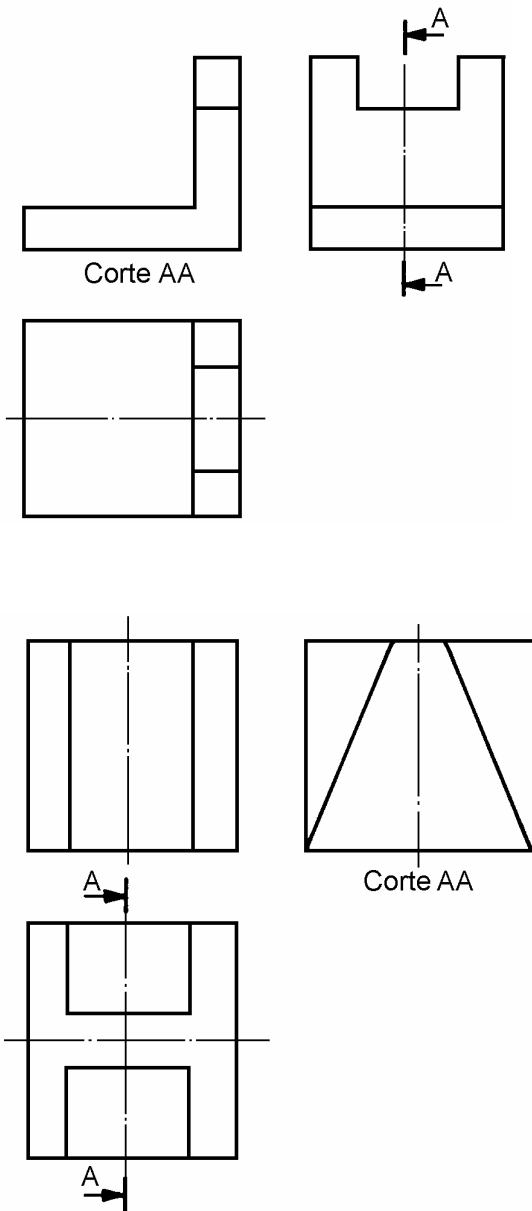
Desenho de corte - Hachurar vistas, analisando perspectiva.

Analise as perspectivas em corte e faça hachuras nos desenhos técnicos, indicando as partes maciças atingidas pelo corte.



Desenho de corte - Completar desenhos técnicos, fazendo hachuras - A.

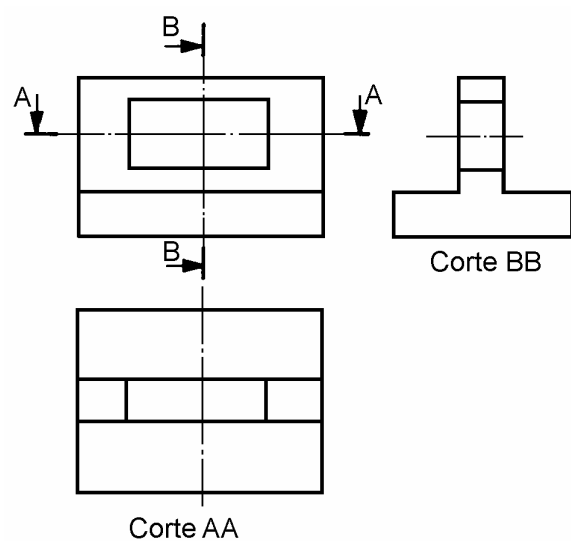
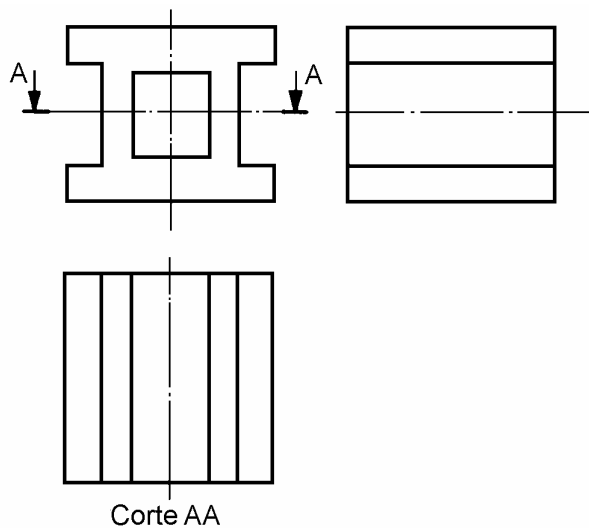
Complete os desenhos técnicos, fazendo as hachuras nas partes maciças atingidas pelo cote.



Desenho em corte -

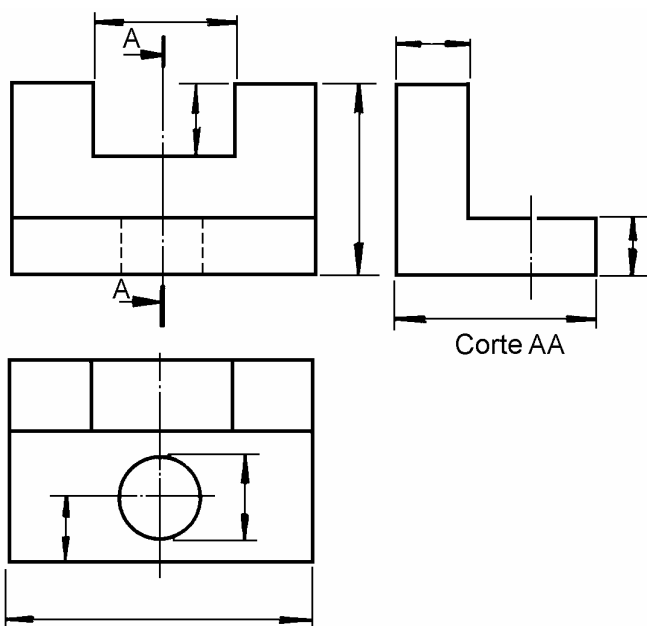
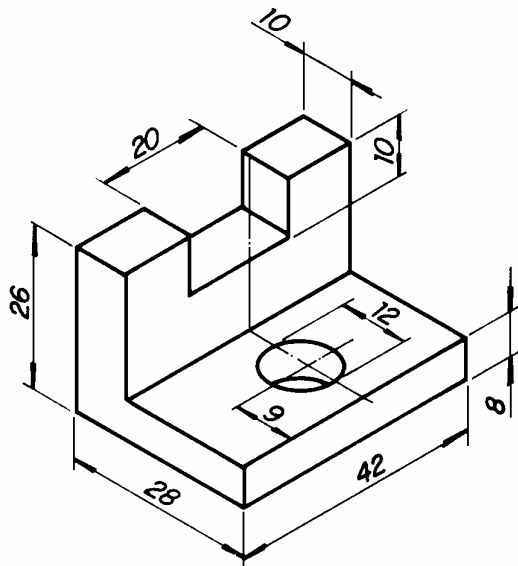
Completar desenhos técnicos, fazendo hachuras - B.

Complete os desenhos técnicos, fazendo as hachuras nas partes maciças atingias pelo corte.



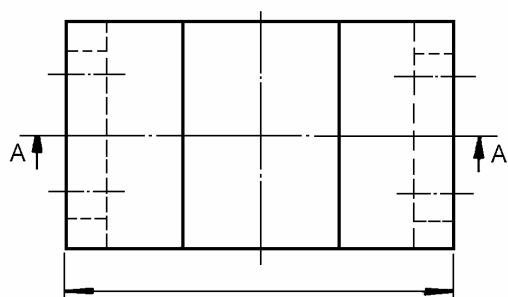
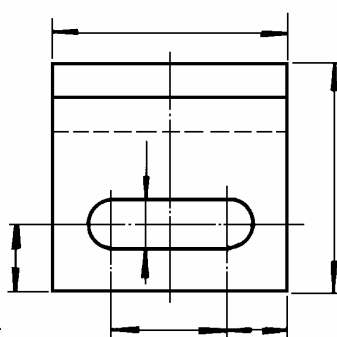
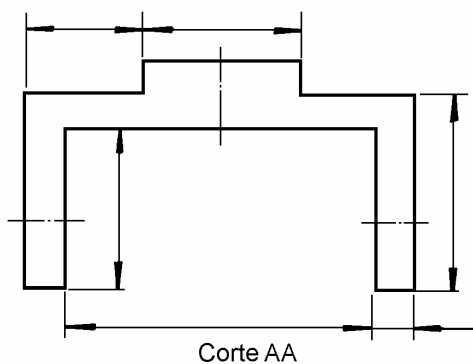
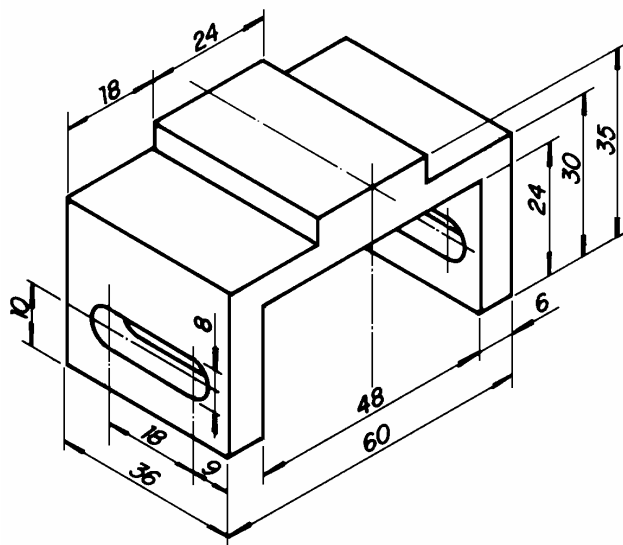
Desenho em corte - Completar vistas em corte, colocando cotas - A.

Nos desenhos abaixo, complete as vistas em corte e coloque as cotas.



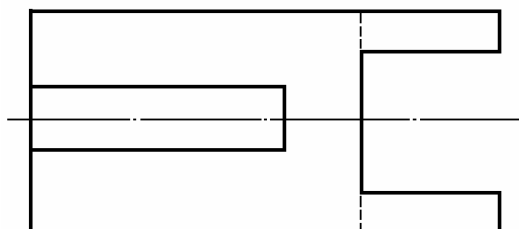
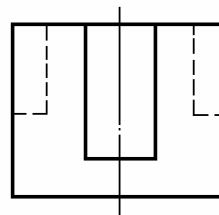
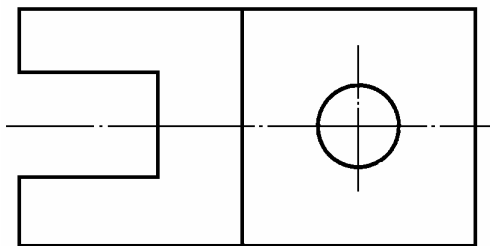
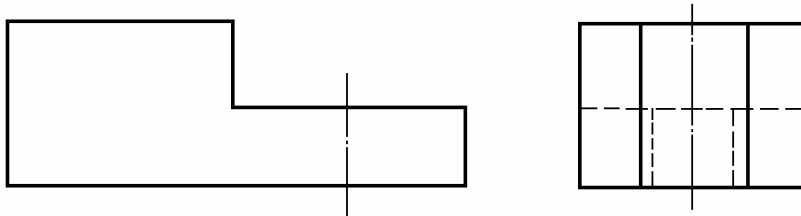
Desenho em corte - Completar vistas em corte, colocando cotas - B.

Nos desenhos abaixo , complete as vistas em corte, coloque as cotas.



Desenho em corte - Aplicar corte e completar curvas, utilizando modelos reais.

1. Complete a elevação aplicando corte total.
2. Represente na planta a indicação do corte.
3. Faça hachuras (utilize os modelos 16 e 21).



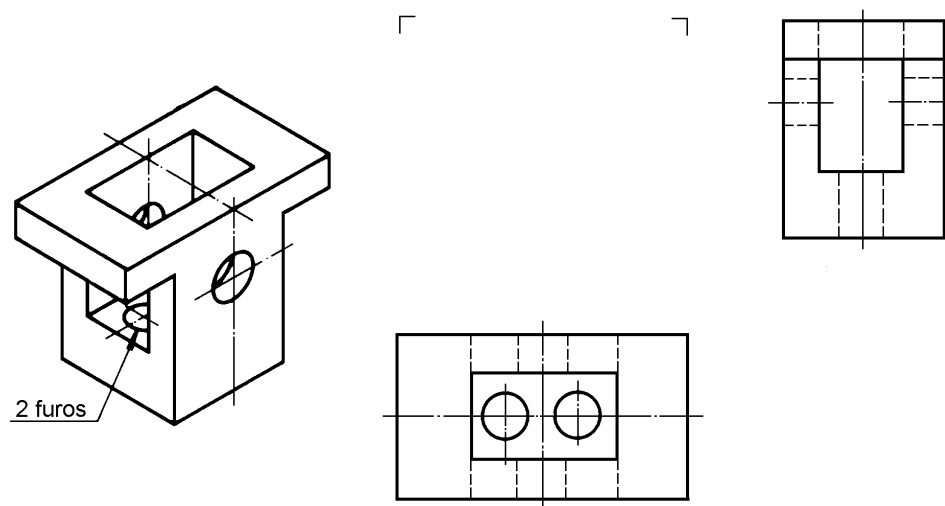
Desenho em corte

Desenhar à mão livre projeções, aplicando cortes.

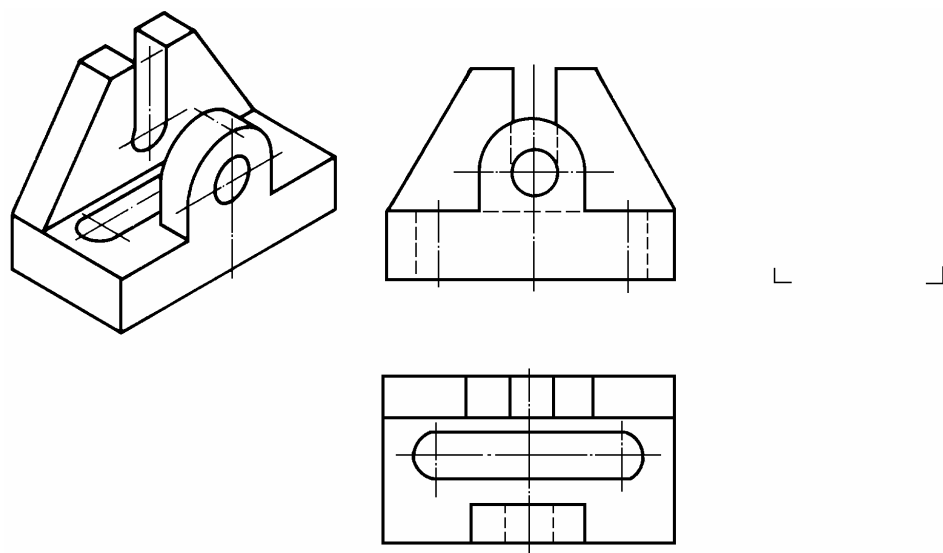
Complete à mão livre as projeções das peças abaixo, aplicando os cortes indicados.

Observação: Furos e rasgos passantes.

Elevação em corte



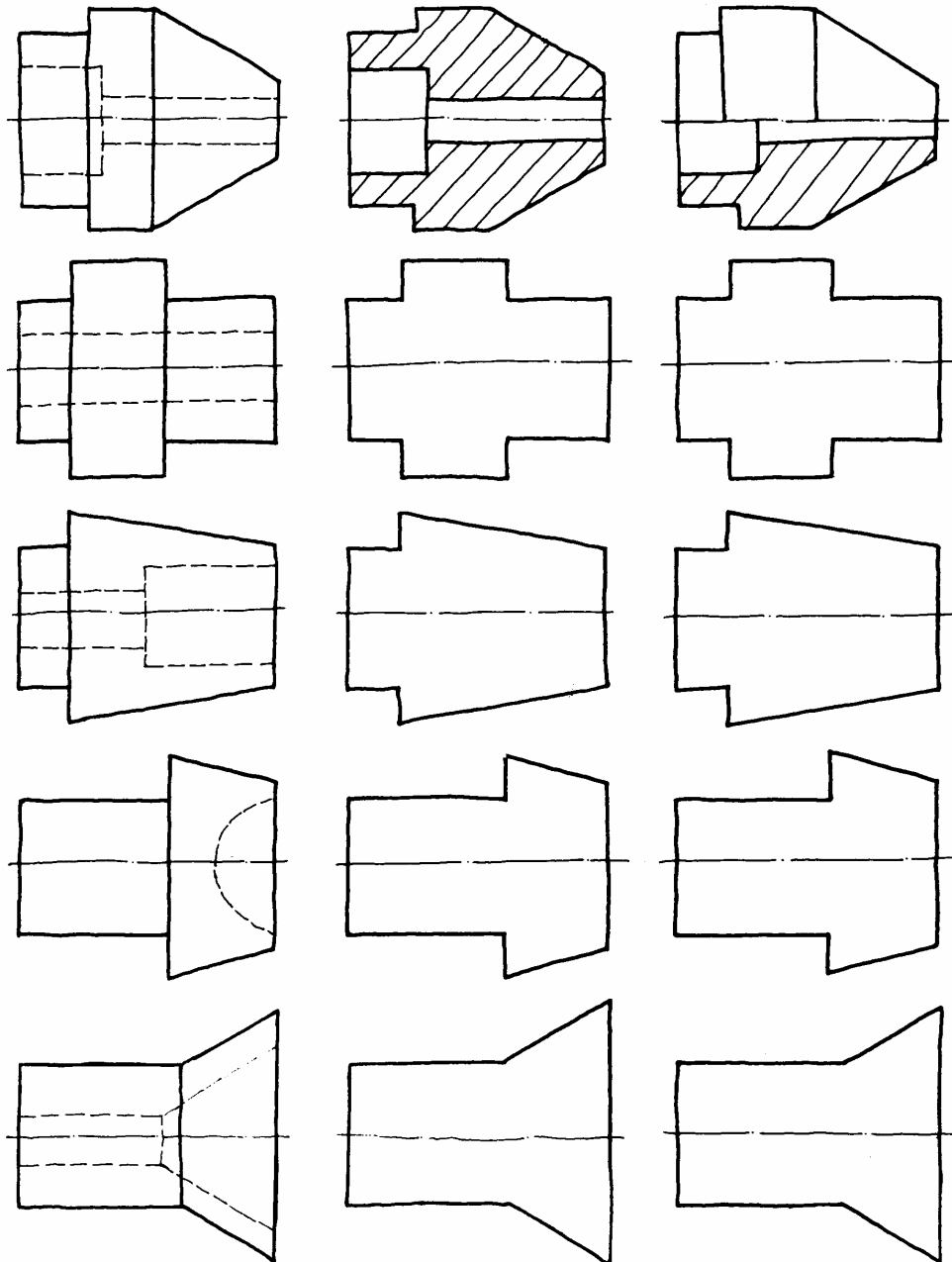
Lateral em corte



Desenho em corte - Completar à mão livre projeções em corte e meio-corte.

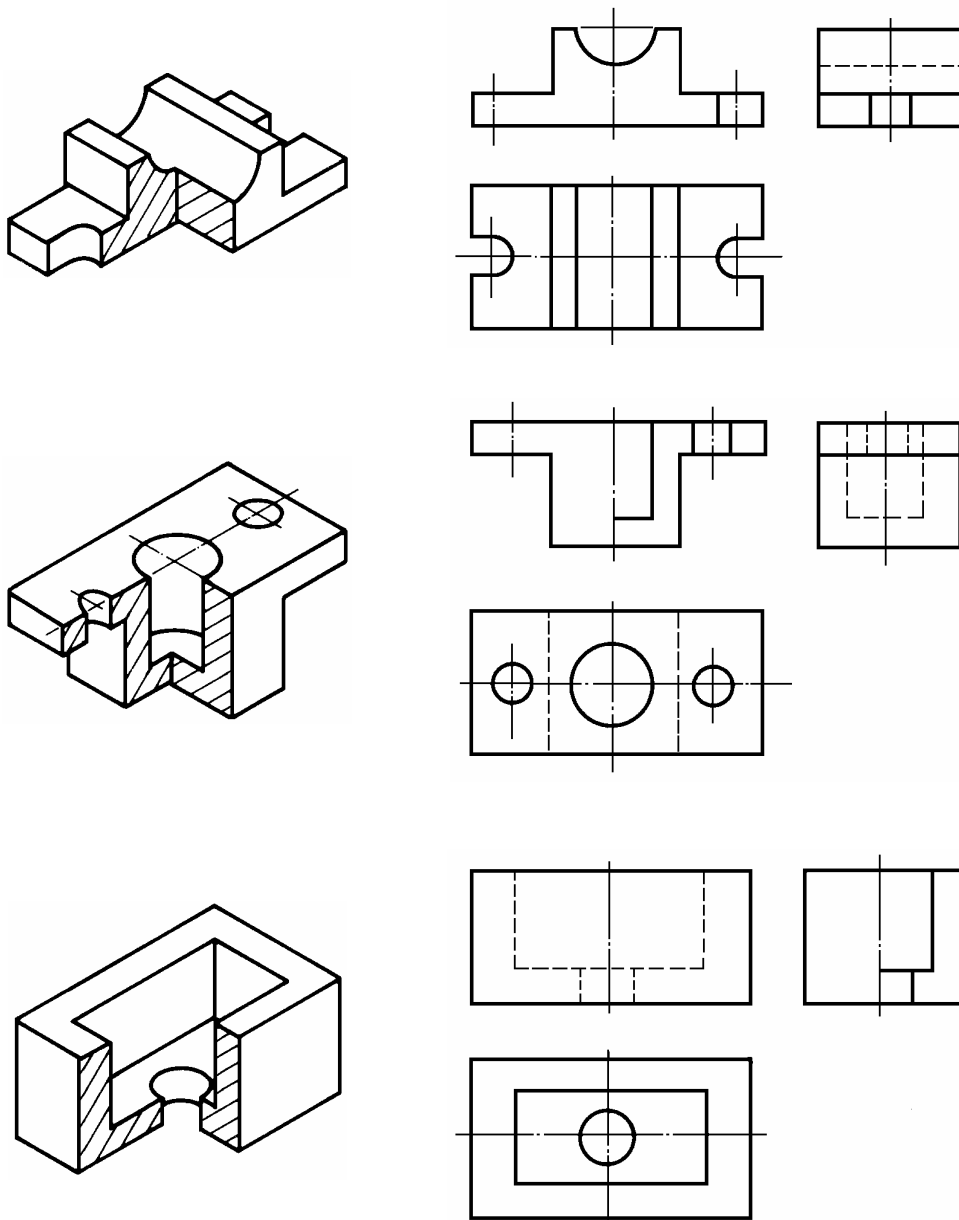
Complete os exercícios à mão livre, de acordo com o exemplo.

Observação: Todas as peças são corpos de revolução compostos.



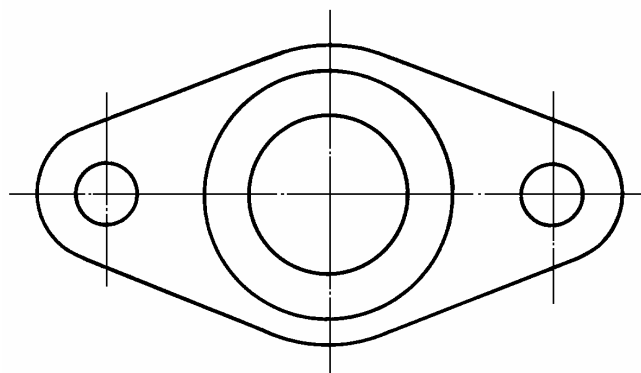
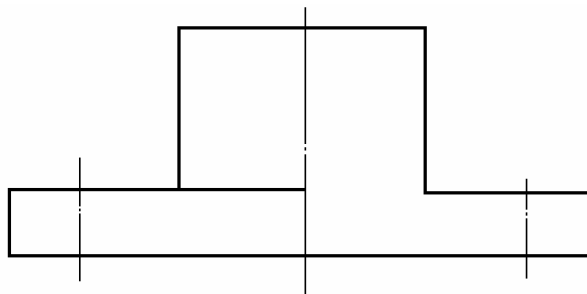
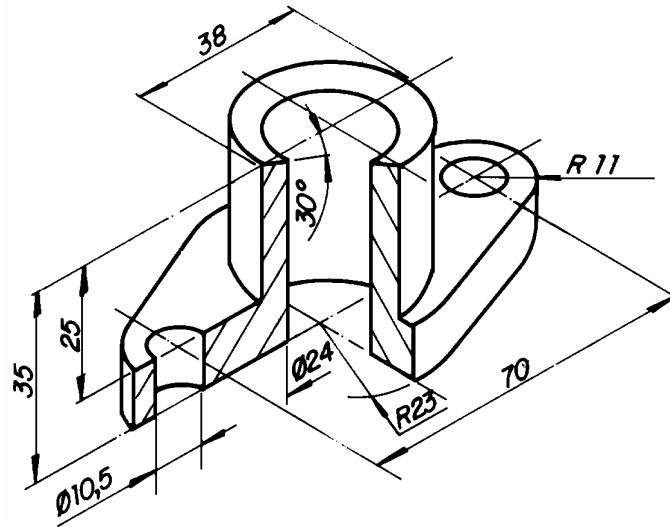
Desenho em corte - Hachuras desenhos , analisando perspectivas em corte.

Analise as perspectivas em corte. Faça hachuras nos desenhos técnicos, indicando as partes maciças atingidas pelo corte.



Desenho em corte - Completar vistas, aplicando meio-corte e fazendo a cotação.

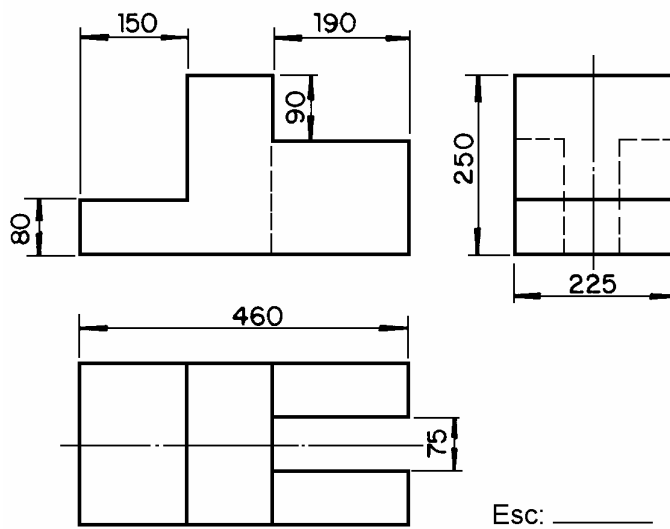
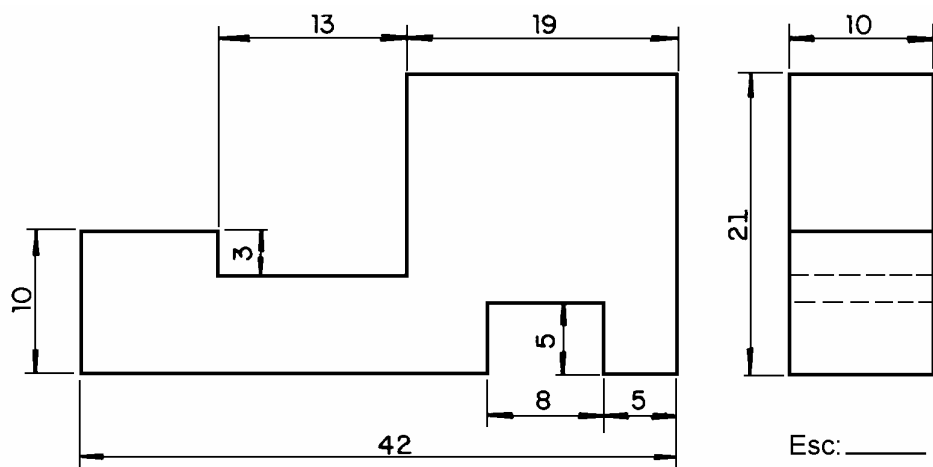
Complete a elevação, aplicando meio-corte, e faça a cotação.



Escala

Determinar escalas sendo dadas as projeções.

Determine e escreva as escalas dos desenhos abaixo.



Escala - Completar quadros, relacionando valores da escala.

Complete as lacunas do quadro abaixo conforme o exemplo - A.

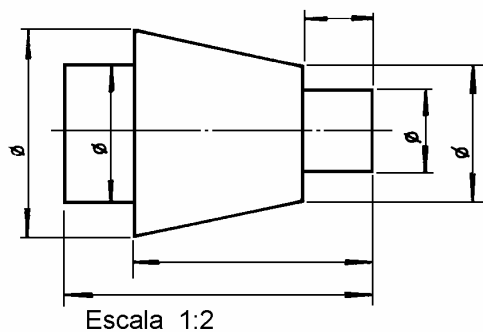
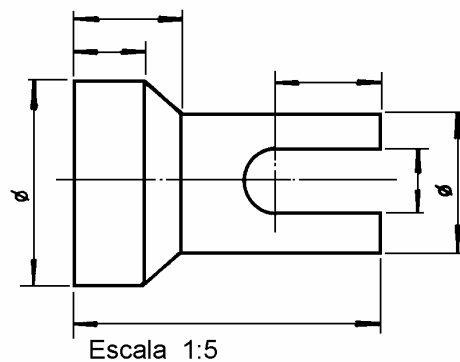
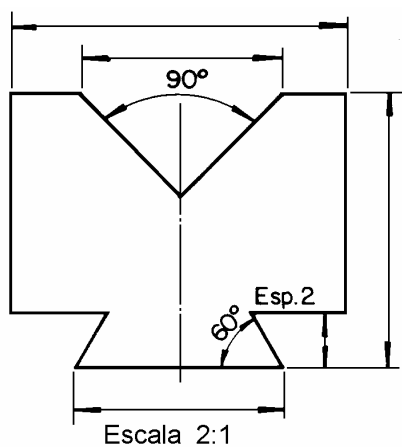
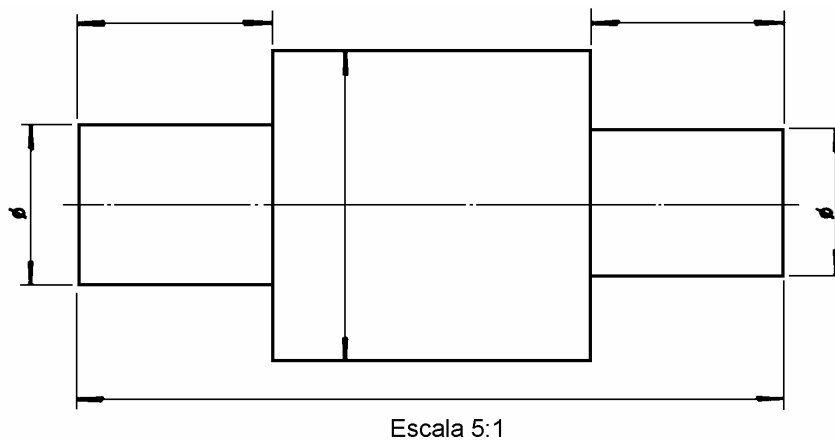
	Dimensão Da peça	Escala	Dimensão Do des.		Dimensão Da peça	Escala	Dimensão Do des.
A	40	1:10	4			2:1	15
	50		50		120		60
		1:2	12		300	1:10	
	25		125			1:2	70
		5:1	20		45	5:1	
		1:5	18		310		62
	6	2:1			2000		100
	100		10			10:1	40
		1:1	25,4			1:5	40
	75		15		5	5:1	

Escolha entre as quatro alternativas de escalas e faça um círculo na resposta certa, conforme o exemplo A.

	Dimensão Da peça	Dimensão Do desenho	Escala			
A	120	240	1:2	5:1	1:20	2:1
	25	125	1:10	5:1	2:1	1:5
	70	70	2:1	1:2	1:1	5:1
	40	400	10:1	5:1	1:10	1:1
	90	45	1:5	1:10	2:1	1:2
	35	7	2:1	1:5	1:2	5:1
	20	200	1:10	1:1	10:1	1:2
	5	25	5:1	2:1	1:5	1:10
	52	26	2:1	1:1	5:1	1:2
	108	540	5:1	1:5	1:2	1:1
	105	21	1:2	2:1	1:10	1:5

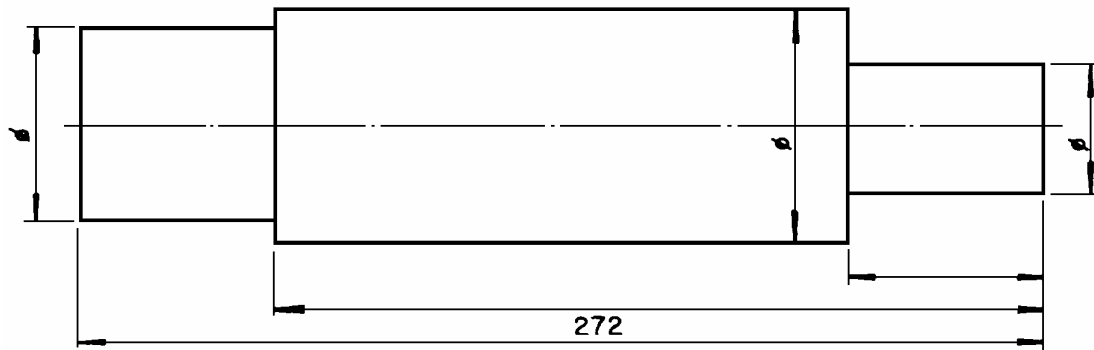
Escala - Determinar as cotas e distribuí-las nos desenhos.

Determine e coloque as cotas nos desenhos. Utilize a régua milimetrada.

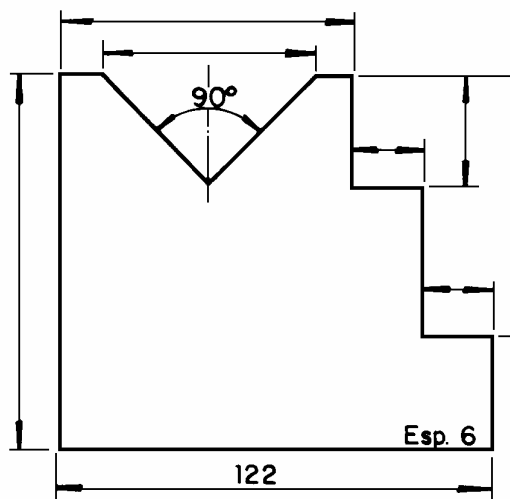


Escala - Determinar escalas e cotas.

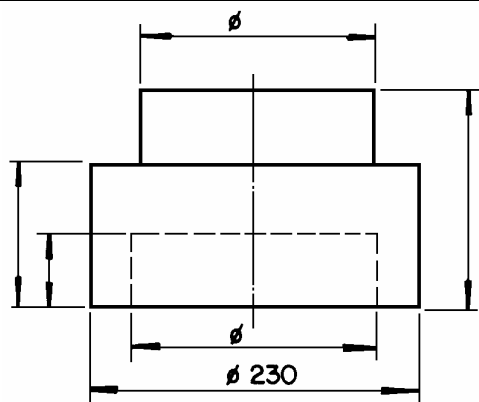
Determine e anote a escala dos desenhos e coloque as cotas que faltam. Utilize a régua milimetrada.



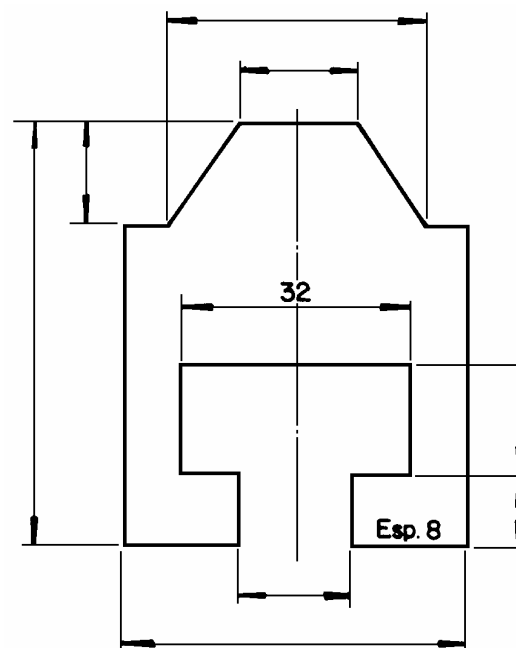
Escala: _____



Escala: _____



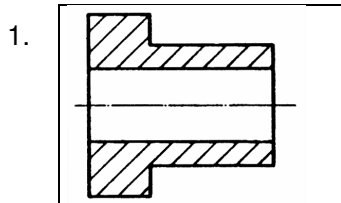
Escala: _____



Escala: _____

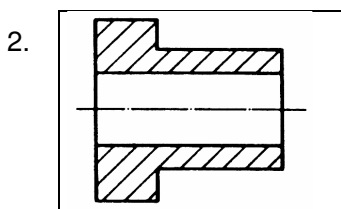
Exercício 1 - Rugosidade

Preencha os símbolos da rugosidade nos exemplos abaixo, conforme seguinte numeração: faces dos topos - 1, 2; face do rebaixo - 3; superfície do diâmetro maior - 4; superfície do diâmetro externo menor - 5; superfície do furo - 6.



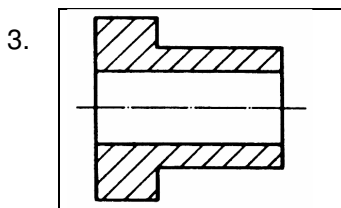
Peça torneada:

A rugosidade para todas as superfícies $Ra = 3,2\mu m$.



Peça torneada:

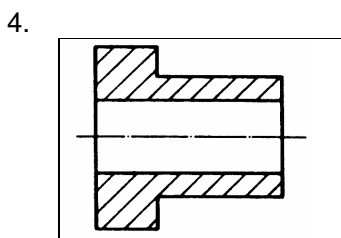
Superfícies (1) e (2) com $Rz = 100\mu m$; superfície (5) retificada, $Rz = 6,3\mu m$; as outras superfícies $Rz =$



Peça fundida:

Superfícies (1) e (2) torneadas, $Rz = 25\mu m$.

Superfície (6) brunida, $Rz = 1\mu m$.



Peça torneada:

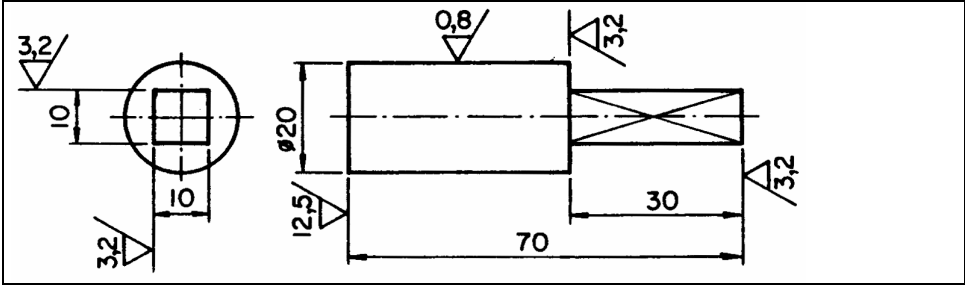
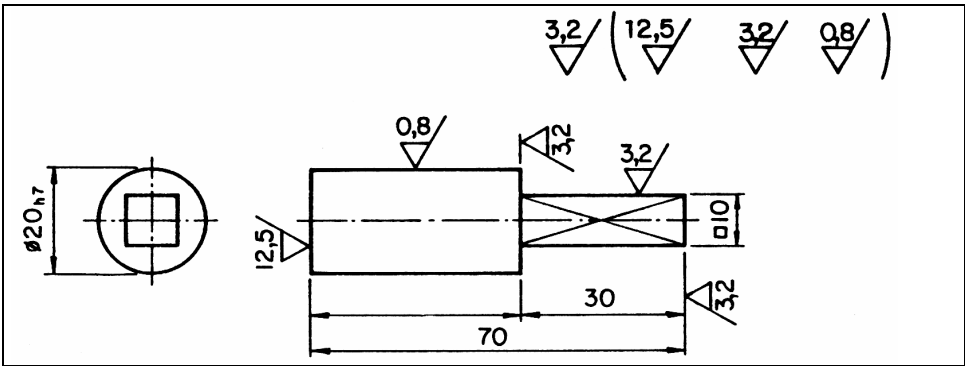
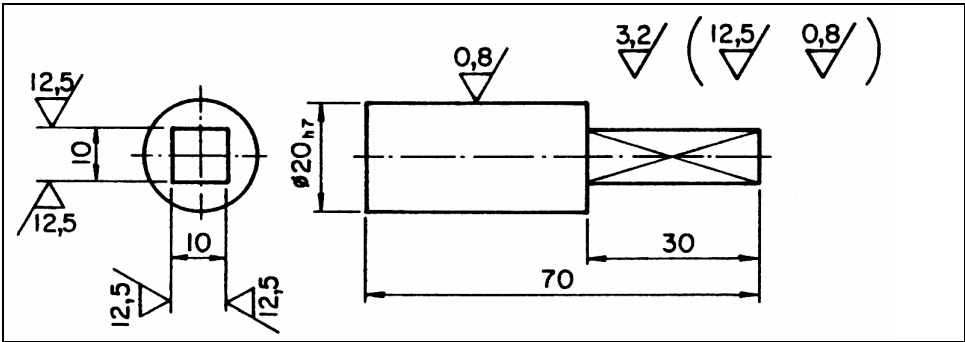
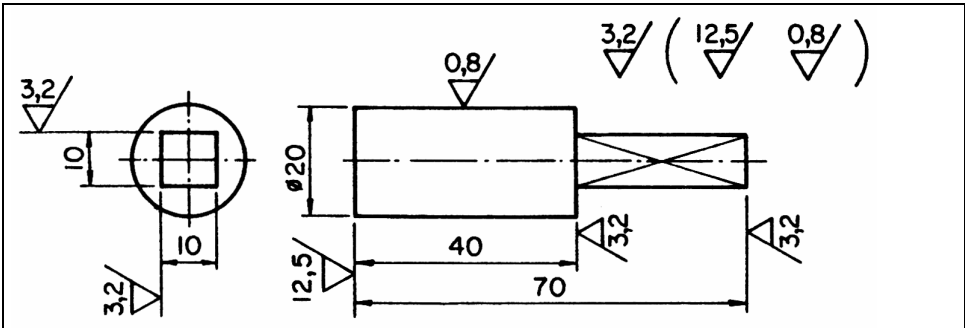
Superfície (4) e (5) com $Ra = 0,4\mu m$;

Superfície (2) $Ra = 3,2\mu m$;

Superfície (6) alargada, $Ra = 0,8\mu m$; as outras

Exercício 2 - Rugosidade

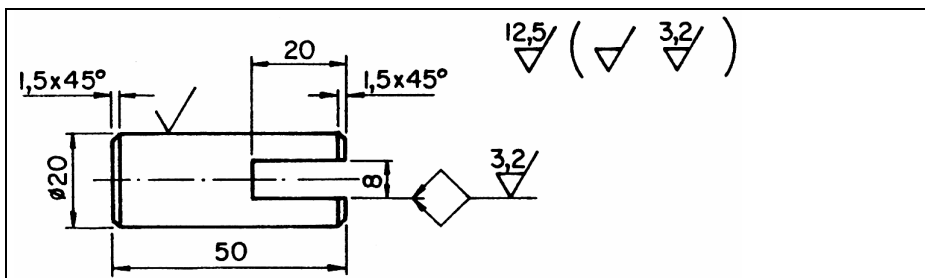
Assinale com um X a representação correta da peça abaixo:

- a. () 
- b. () 
- c. () 
- d. () 

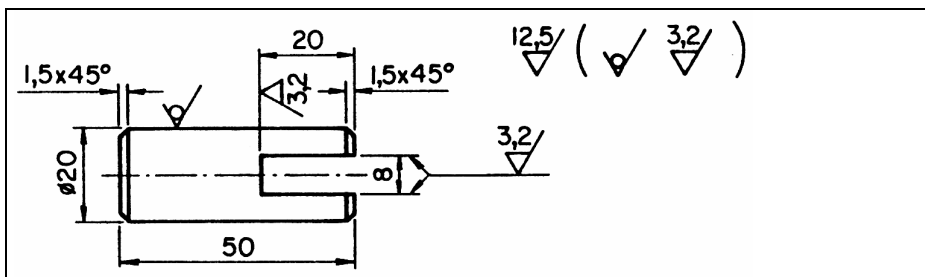
Exercício 3 - Rugosidade

Em uma peça cilíndrica com diâmetro de 20mm deve ser fresado um rasgo. Assinale com um X a representação correta.

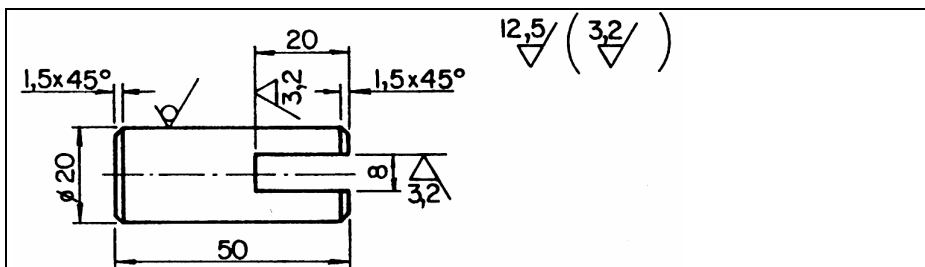
a. ()



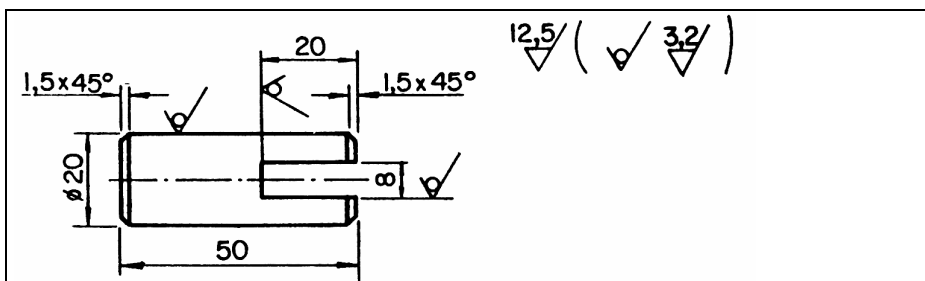
b. ()



c. ()

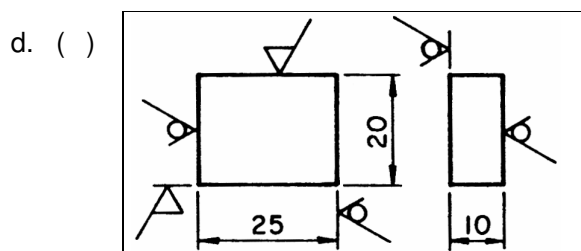
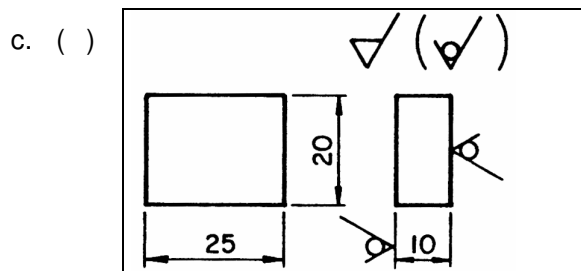
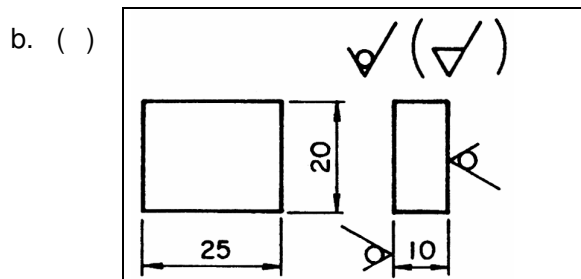
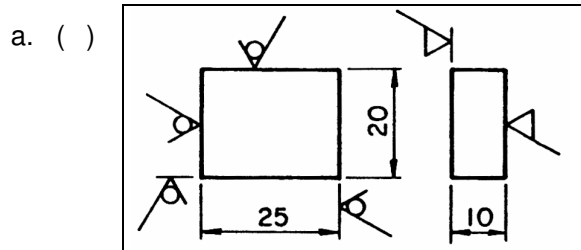


d. ()



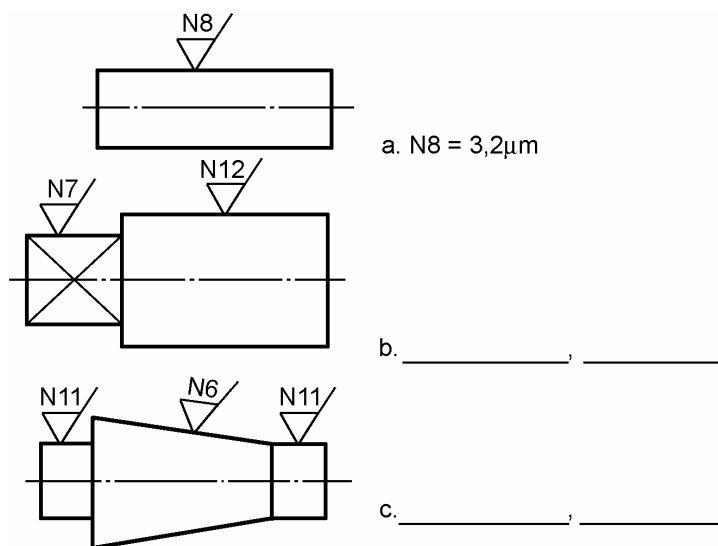
Exercício 4 - Rugosidade

Na peça abaixo, somente os topos e as bordas devem ser usinadas com remoção de cavacos, sendo que as faces não devem ser usinadas. Assinale com um X qual a representação correta.

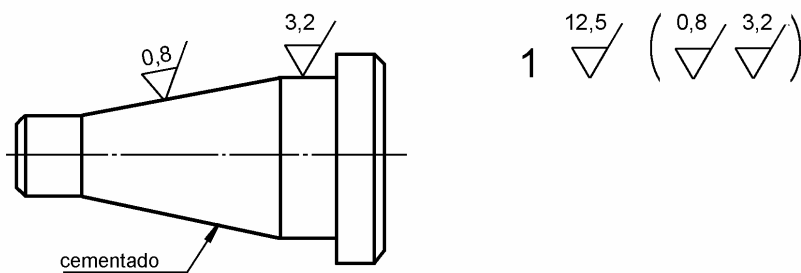


Acabamento e tratamento – Aplicação - A.

1. Escreva, nas linhas indicadas, a rugosidade das peças em sua grandeza máxima, conforme o exemplo a.



2. Analise o desenho técnico e responda às perguntas a seguir.



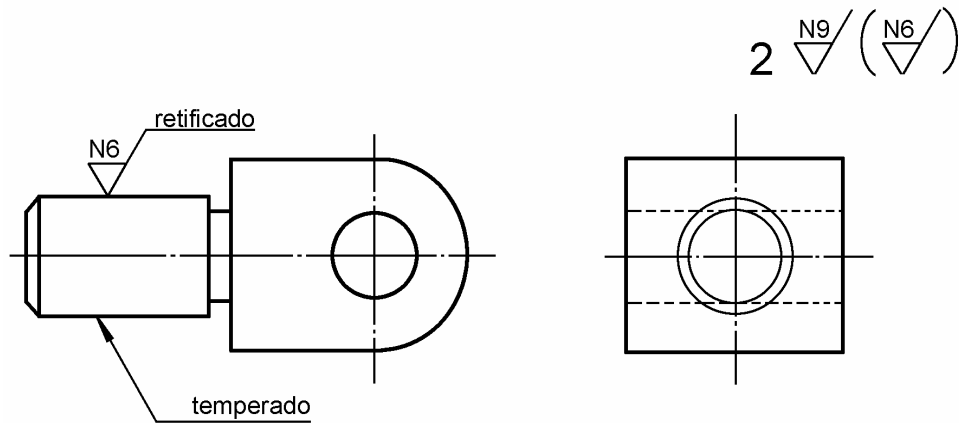
- a) Que classe de rugosidade a maioria das superfícies da peça deverá receber?

- b) Que outras classes de rugosidade a peça deverá receber?

- c) Que tratamento a peça deverá receber?

Acabamento e tratamento – Aplicação - B.

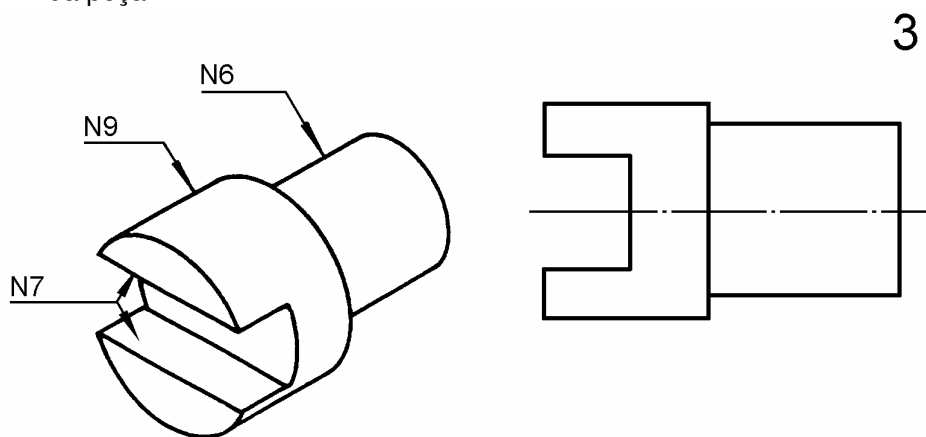
1. Analise o desenho técnico e responda às perguntas que vêm a seguir.



- a) Qual é o modo de obter o acabamento N6?

- b) Qual é o tratamento indicado?

2. Represente no desenho técnico os sinais de rugosidade indicados na perspectiva da peça.



As outras superfícies são N11.

Questionário - Resumo

1 Qual a finalidade da simbologia na soldagem ?

2 Os símbolos podem ser utilizados combinados ? justifique a resposta.

3 O processo de solda pode ser definido na simbologia ?

4 Encontramos na simbologia referência ao tipo de acabamento na solda ?

5 Desenhe e especifique o símbolo de uma junta K.

6 Desenhe e especifique o símbolo de uma junta em J.

7 Cite duas normas que especificam a simbologia na soldagem.

Referência Bibliográfica

DRAPINSKI, J. Elementos de soldagem: manual prático de oficina. **São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1979.**

FRM/SENAI-SP. **Telecurso 2000 – Profissionalizante – Leitura e Interpretação de Desenho Técnico Mecânico.** Por Joel Ferreira e Regina Maria Silva. São Paulo, 1997.

SENAI-SP. **Desenho com Instrumentos (Desenho II).** Por Antonio Ferro e outros. São Paulo, 1991.

SENAI – DN. CBC Soldador a arco elétrico CIUO 8-72.20- Soldador a oxiacetilênico CIUO 8-72.15.

SENAI-SP. **Exercícios 2 (Desenho com Instrumentos - Desenho II).** Por Antonio Ferro e outros. São Paulo, 1991.

SENAI-SP. **Iniciação ao Desenho (Desenho I).** Por Antonio Ferro e outros. São Paulo, 1991.