



CENTRO JUVENIL SALESIANO BOM BOSCO
(11) 3022-7771
www.cjdombosco.com.br



CEDESP DOM BOSCO

CURSOS Profissionalizantes

EDITOR DE MAQUETE ELETRÔNICA

Sumário

Desenho artístico e desenho técnico	5
Material de desenho técnico	9
Caligrafia técnica	15
Figuras geométricas	17
Sólidos geométricos	23
Perspectiva isométrica	29
Projeção ortogonal	41
Linhas	49
Cotagem	55
Supressão de vistas	75
Desenho em corte	81
Escala	93

Desenho artístico e desenho técnico

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

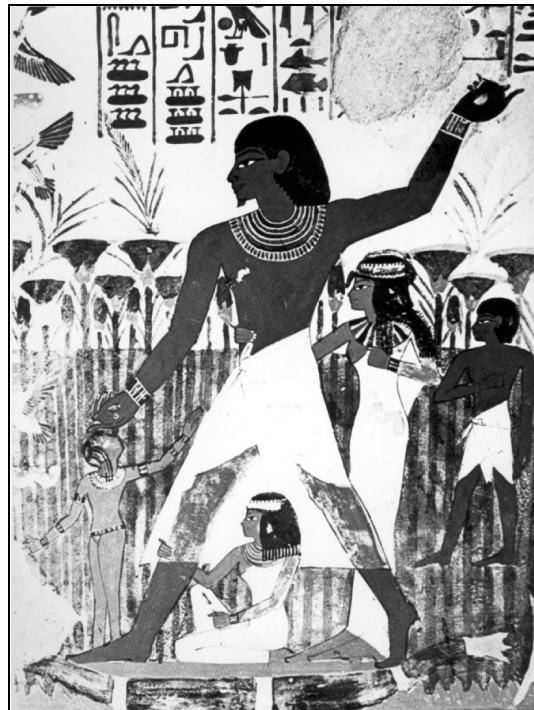
O desenho artístico é uma forma de representar as idéias e os pensamentos de quem desenhou.

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

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



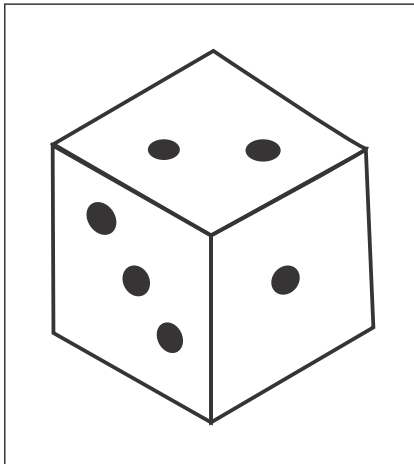
Detalhes dos desenhos das cavernas de Skavberg, Noruega



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.



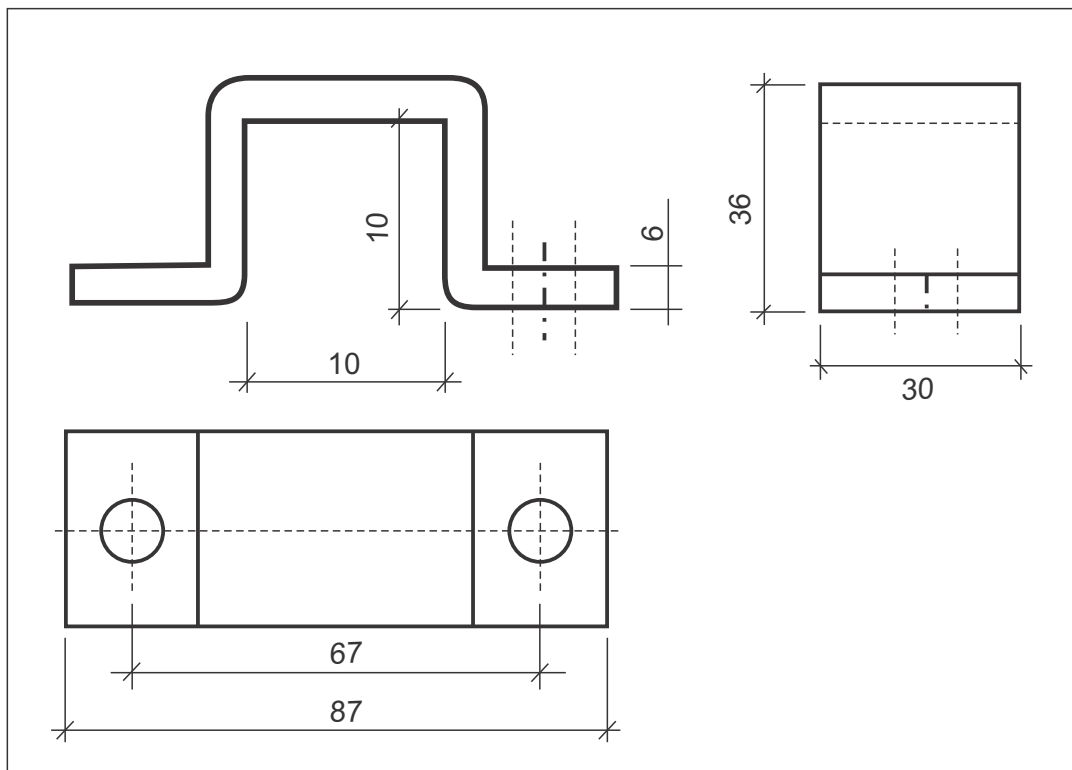
Pela perspectiva pode-se também ter a idéia do comprimento, da largura e da altura daquilo que é representado.



Deve-se notar que essas representações foram feitas de acordo com a posição de quem desenhou.

E que foram resguardadas as formas e as proporções do que foi representado. O desenho técnico é assim chamado por ser um tipo de representação específica usada 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.



Aqui se aprenderá outras aplicações do desenho técnico.

Material de desenho técnico

O conhecimento dos materiais utilizados em desenho técnico e os cuidados a serem tomados com ele são fundamentais para a execução de um bom trabalho. Assim como a maneira correta de utilizá-lo, 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 utilizados em desenho técnico são:

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

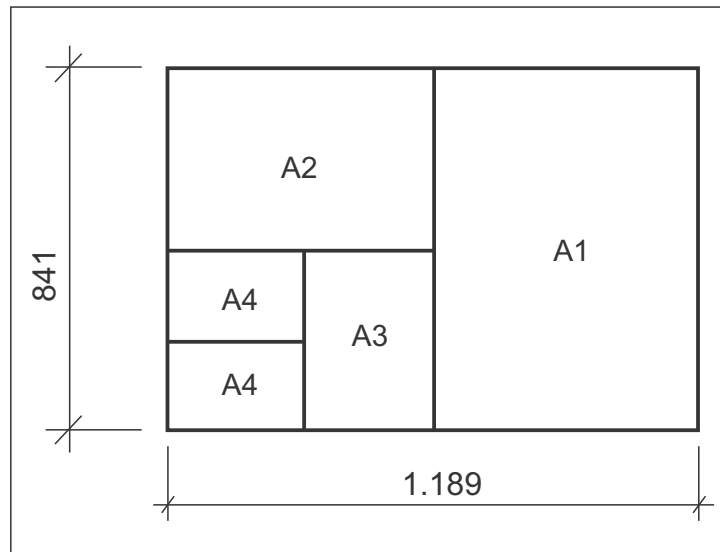
O papel

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.

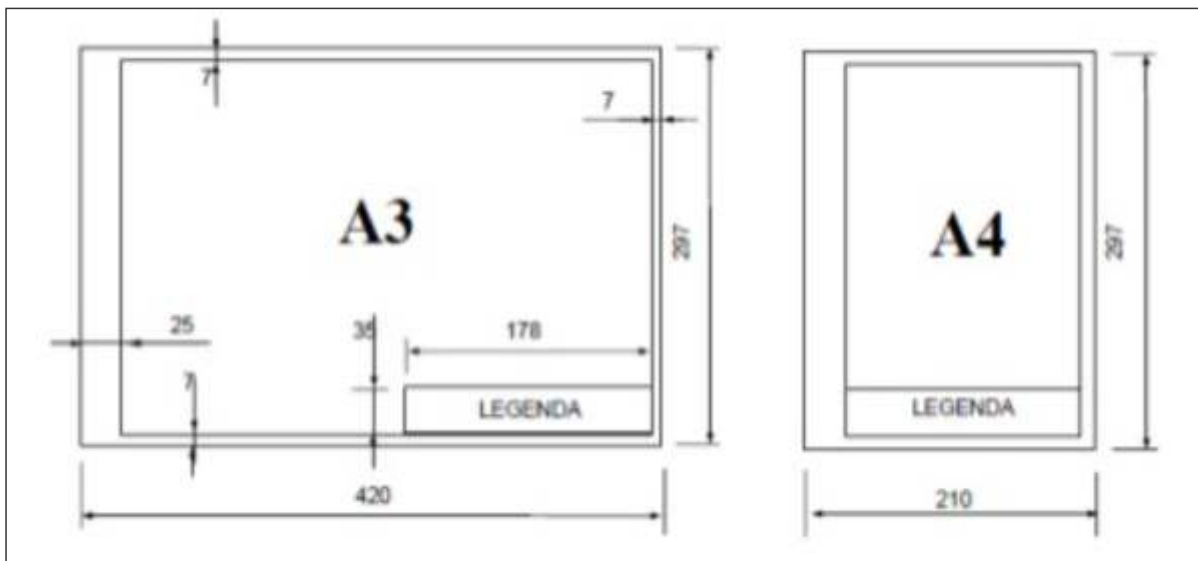
Formatos da série "A" (Unidade: mm)

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 841mm x 1.189mm.



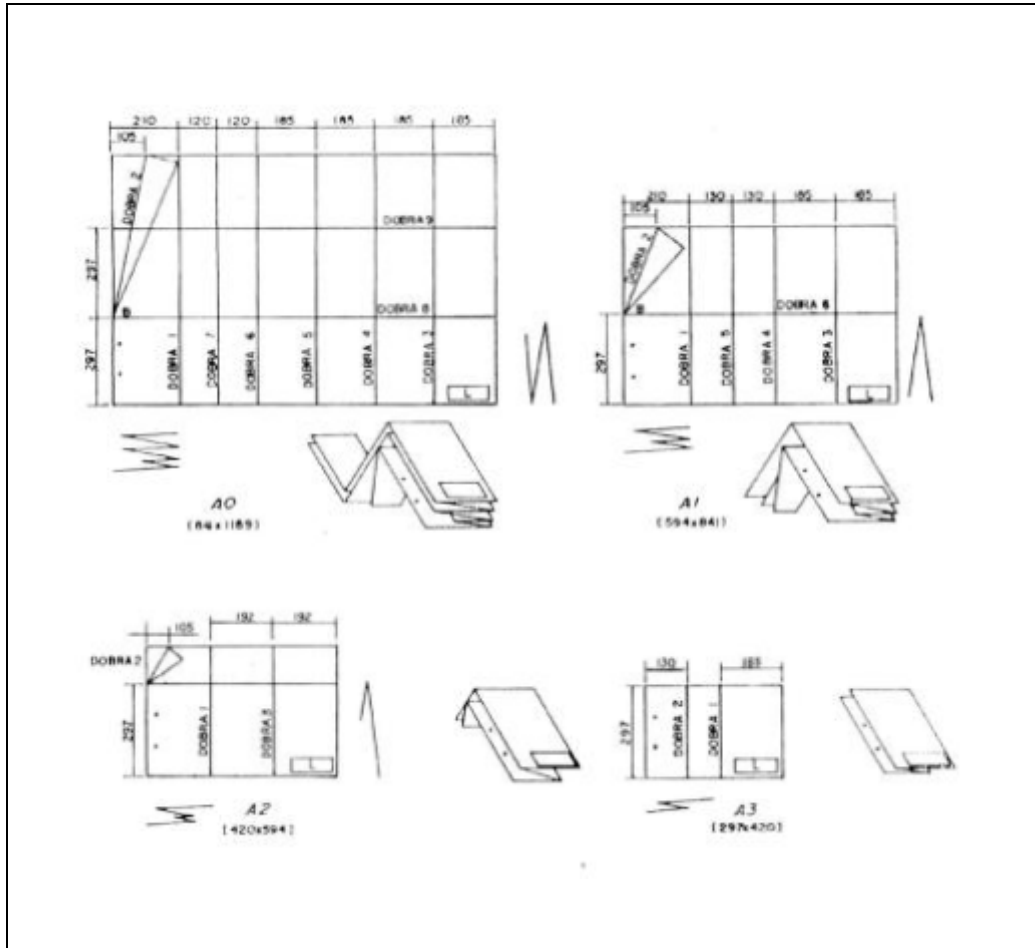
Do formato básico derivam os demais formatos.



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

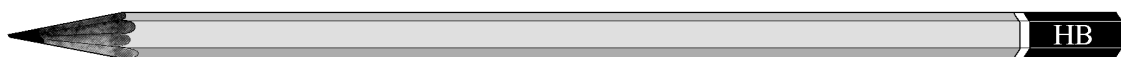
Dobramento

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, e tem características especiais. Não pode ser confundido com o lápis usado para fazer anotações costumeiras.

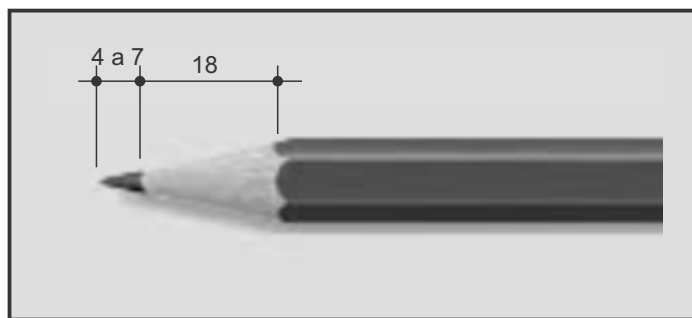


Características e denominações dos lápis

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

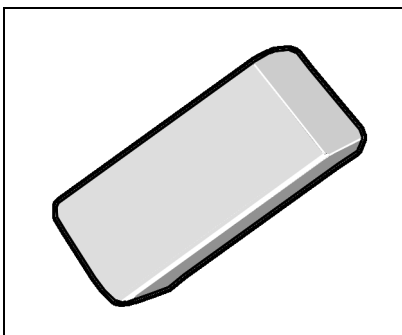


A ponta do lápis deve ter entre 4 e 7mm de grafita descoberta e 18mm de madeira em forma de cone.



A borracha

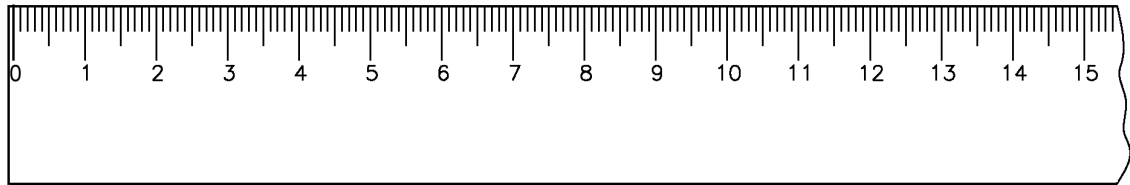
A borracha é um instrumento de desenho que serve para apagar. Ela deve ser macia, flexível e ter as extremidades chanfradas para facilitar o trabalho de apagar.



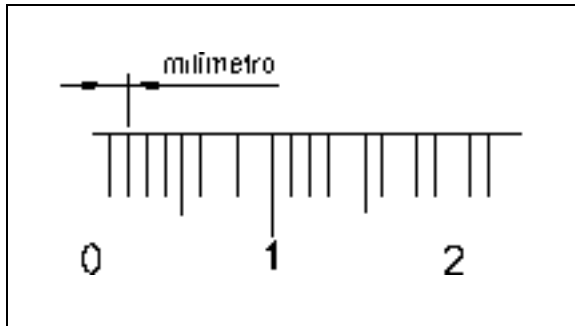
A maneira correta de apagar é fixar o papel com a mão esquerda e com a direita fazer um movimento da esquerda para a direita com a borracha.

A régua

A régua é um instrumento de desenho que serve para medir o modelo e transportar as medidas obtidas para o papel.



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



Caligrafia técnica

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

A caligrafia técnica normatizada são letras e algarismos inclinados para a direita, formando um ângulo de 75° com a linha horizontal. Como mostram os exemplos:

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

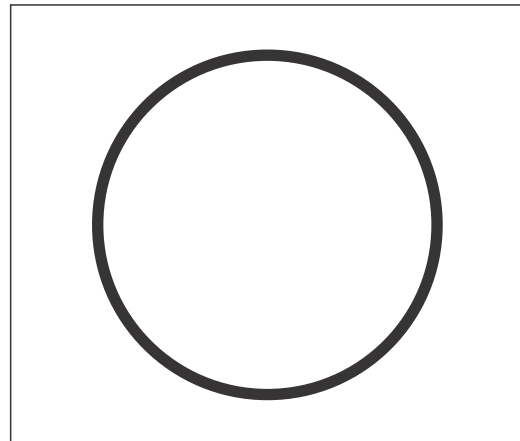


Figuras geométricas

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 são 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.

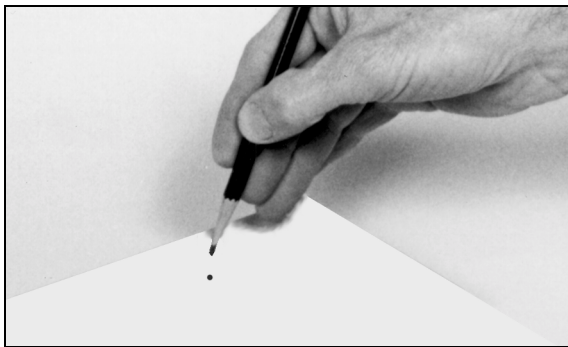
O desenho técnico permite representar peças de oficina, conjuntos de peças, projetos de máquinas, etc.

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

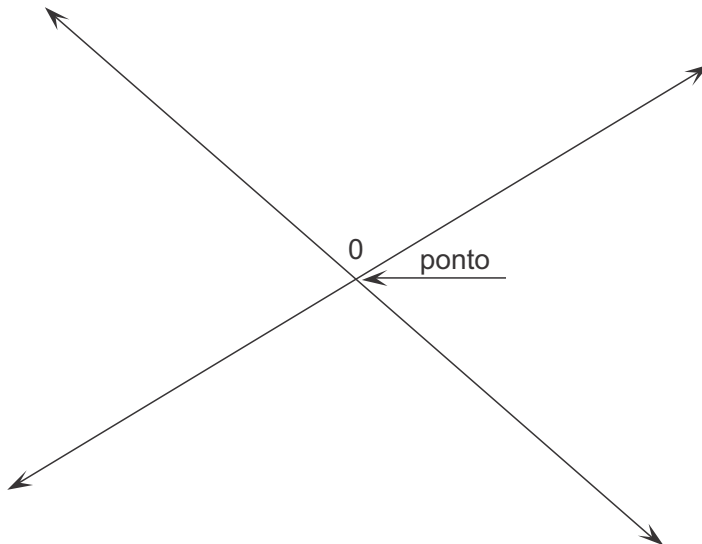
Ponto

O ponto é a figura geométrica 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.

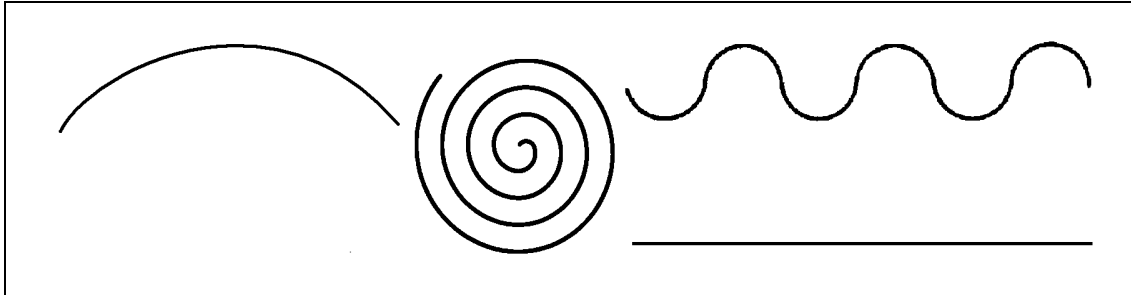


O ponto é representado graficamente pelo cruzamento de duas linhas.



Linha

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



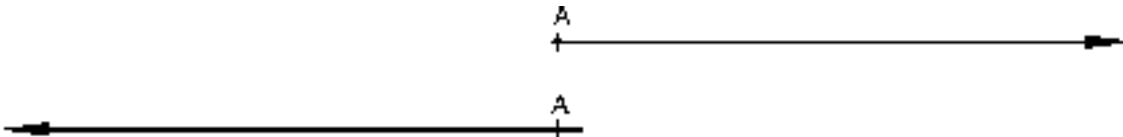
Linhas retas

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

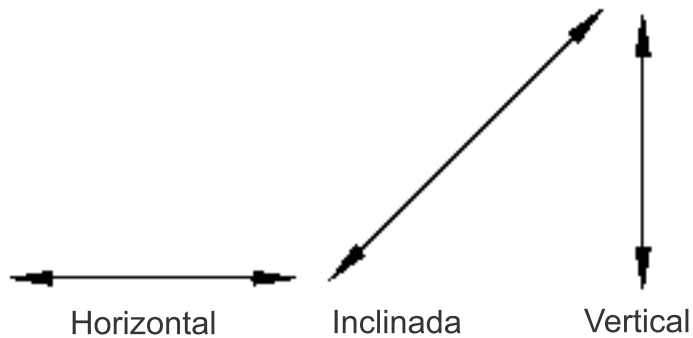
Se ao invés de um ponto A são tomados dois pontos diferentes, A e B, obtém-se um pedaço limitado da reta.



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:

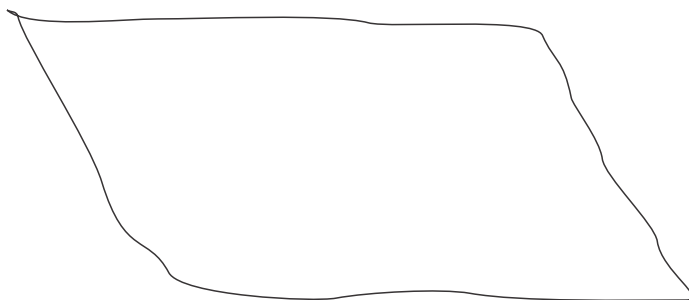


Plano ou superfície plana

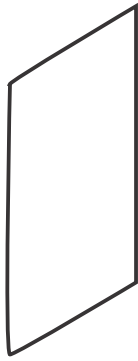
O plano é também chamado de superfície plana.

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

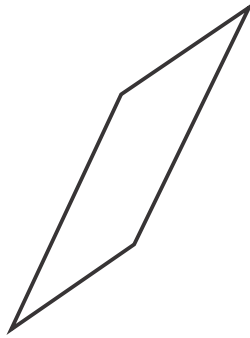
É comum representar o plano da seguinte forma:



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



Vertical



Inclinado

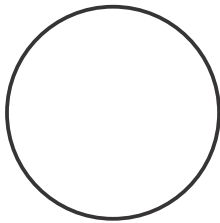


Horizontal

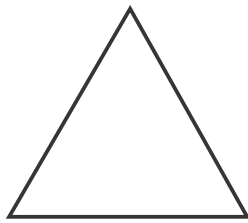
Figuras planas

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**.

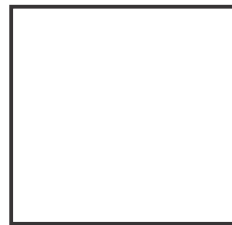
As figuras planas têm várias formas. O nome das figuras planas varia de acordo com sua forma:



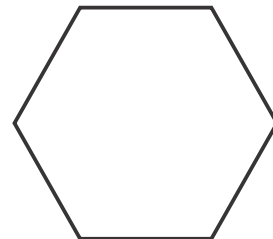
Círculo



Triângulo



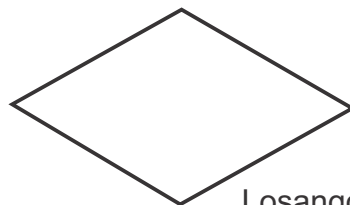
Quadrado



Hexágono



Retângulo



Losango



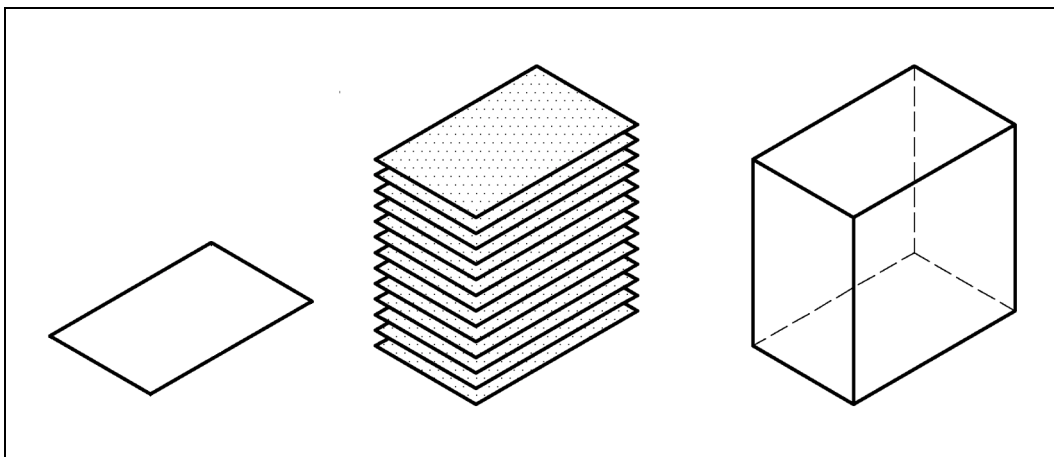
Paralelogramo



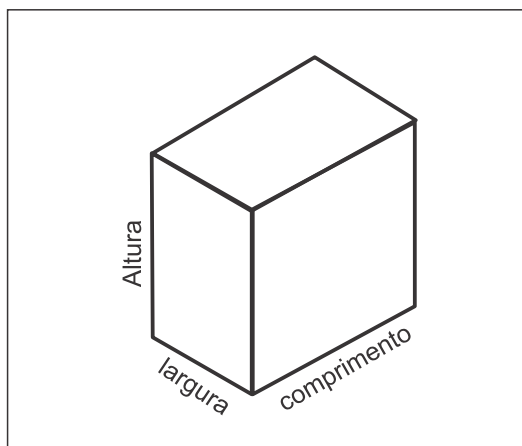
Trapézio

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.

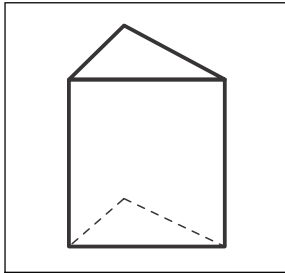


Existem vários tipos de sólidos geométricos. Porém vamos estudar apenas os mais importantes: o prisma, o cubo, a pirâmide e o sólido de revolução.

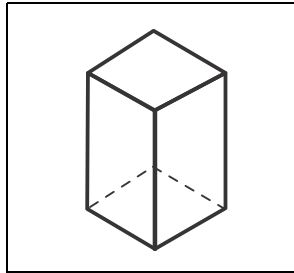
Prisma

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

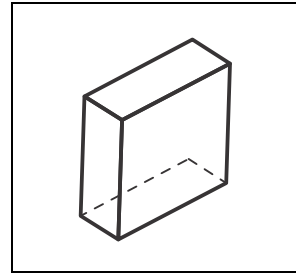
Existem diferentes tipos de prisma. O prisma recebe o nome da figura plana que lhe deu origem. Veja abaixo alguns tipos de prisma.



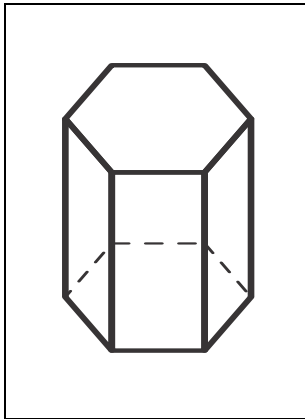
Prisma triangular



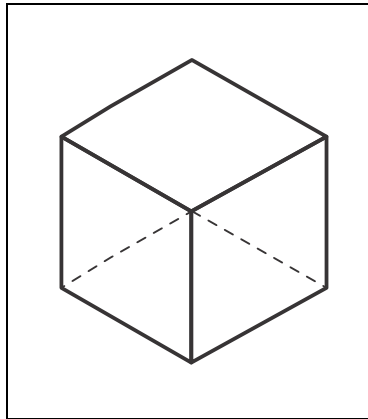
Prisma quadrangular



Prisma retangular

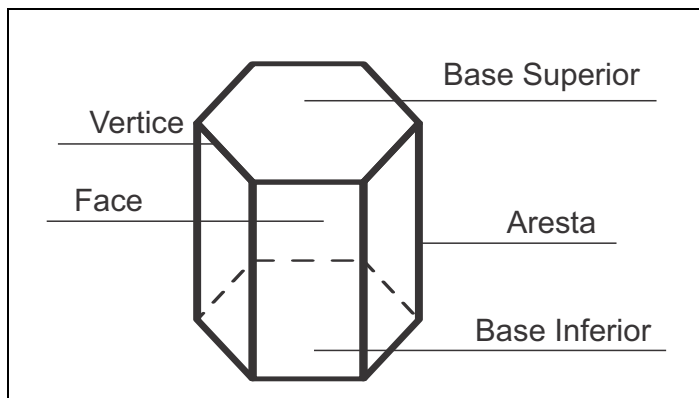


Prisma hexagonal



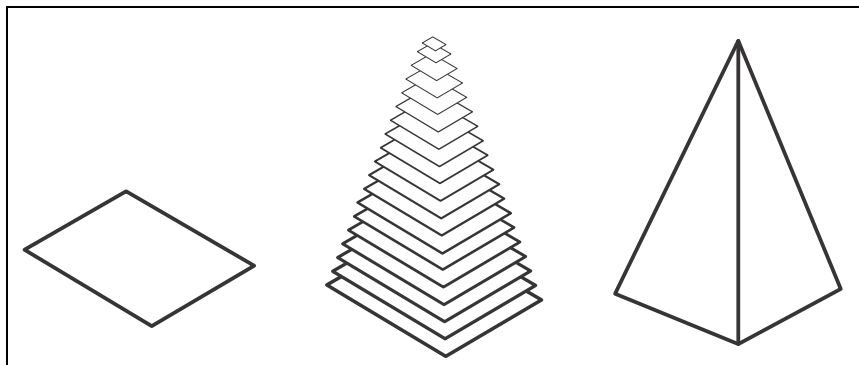
Prisma quadrangular (cubo)

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

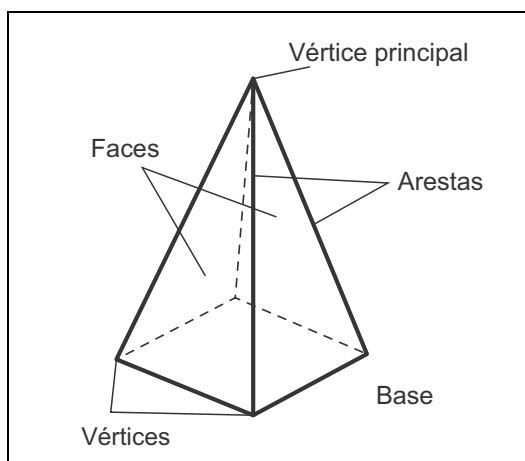


Pirâmide

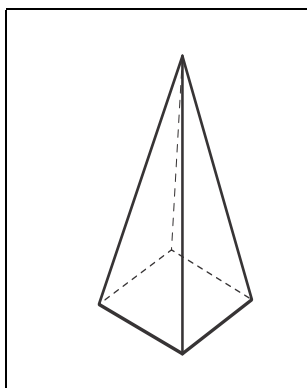
A pirâmide é outro tipo de sólido geométrico. Ela é formada por um conjunto de planos que decrescem infinitamente.



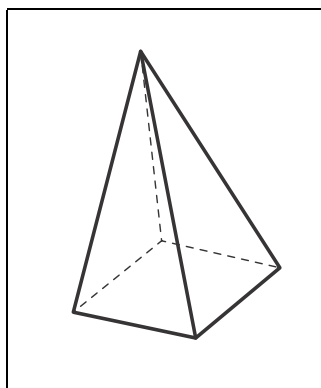
A pirâmide tem os seguintes elementos: bases, arestas, vértices e faces.



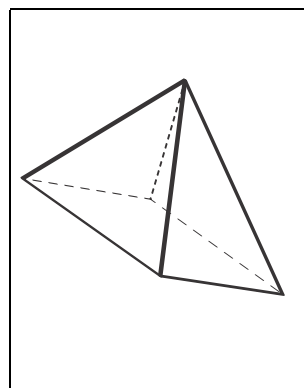
Existem diferentes tipos de pirâmides. Cada tipo recebe o nome da figura plana que lhe deu origem.



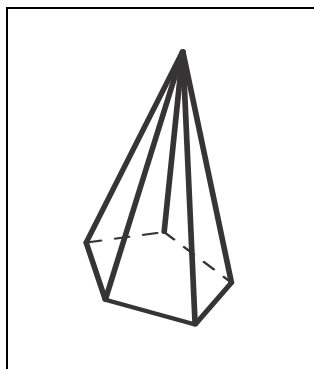
Pirâmide triangular



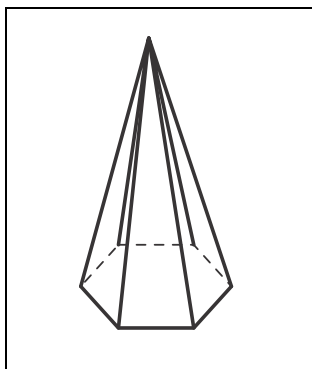
Pirâmide quadrangular



Pirâmide retangular



Pirâmide pentagonal

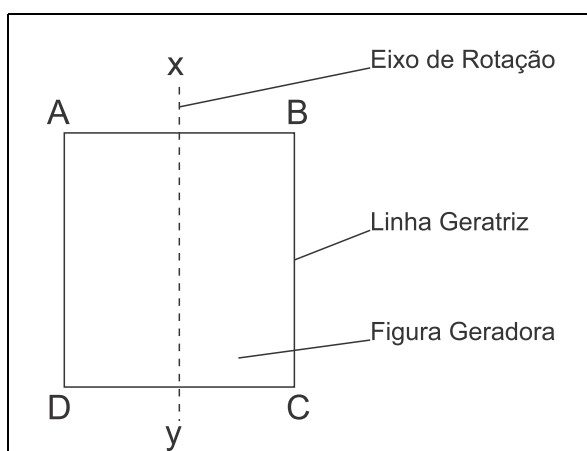


Pirâmide hexagonal

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**.

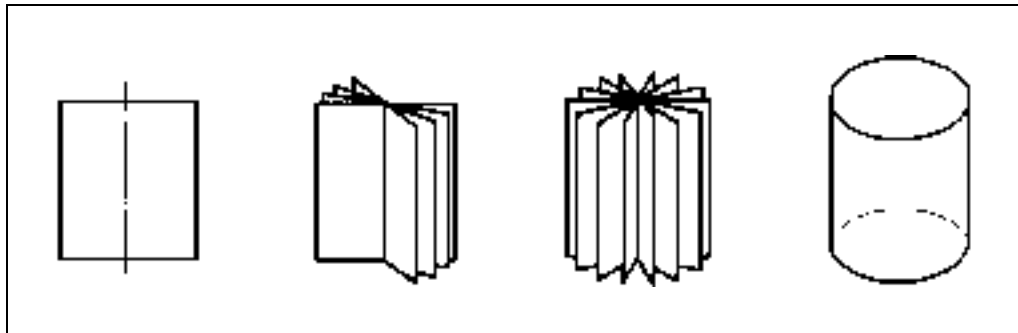


Os sólidos de revolução são vários. Entre eles destacamos:

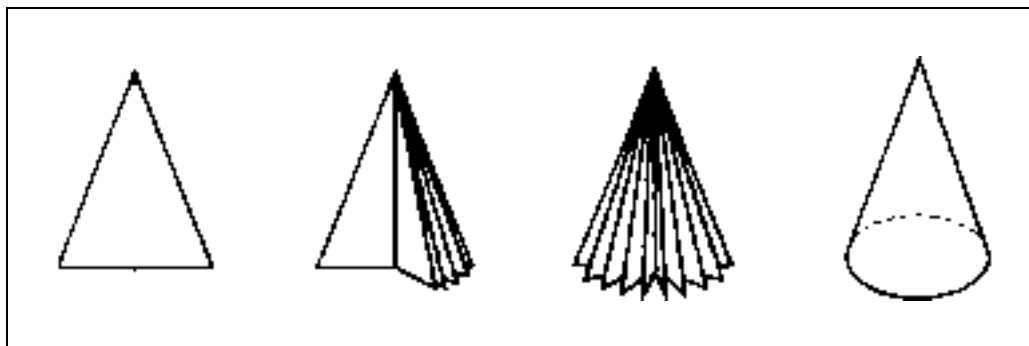
- O cilindro;
- O cone;

esfera.

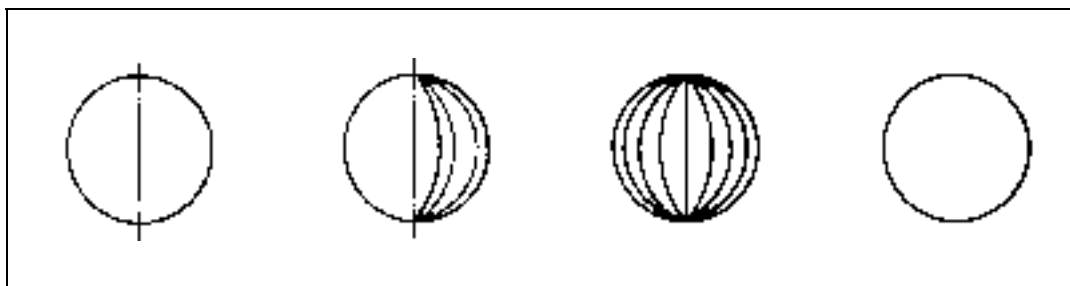
Cilindro é o sólido de revolução cuja figura geradora é o retângulo.



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

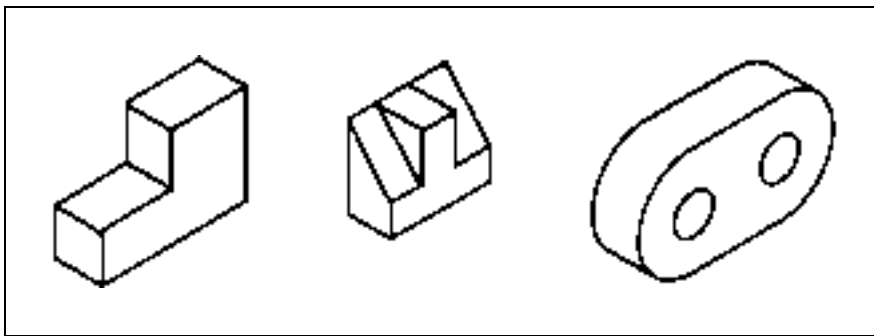


Esfera é o sólido de revolução cuja figura geradora é o círculo.



Perspectiva isométrica

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

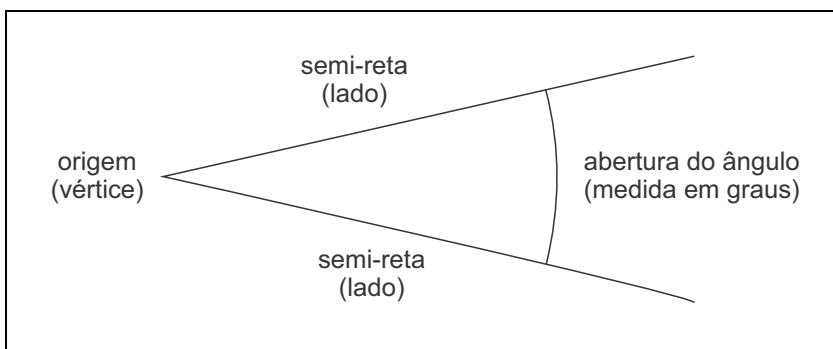


Existem vários tipos de perspectivas. Neste momento estudaremos apenas a perspectiva isométrica.

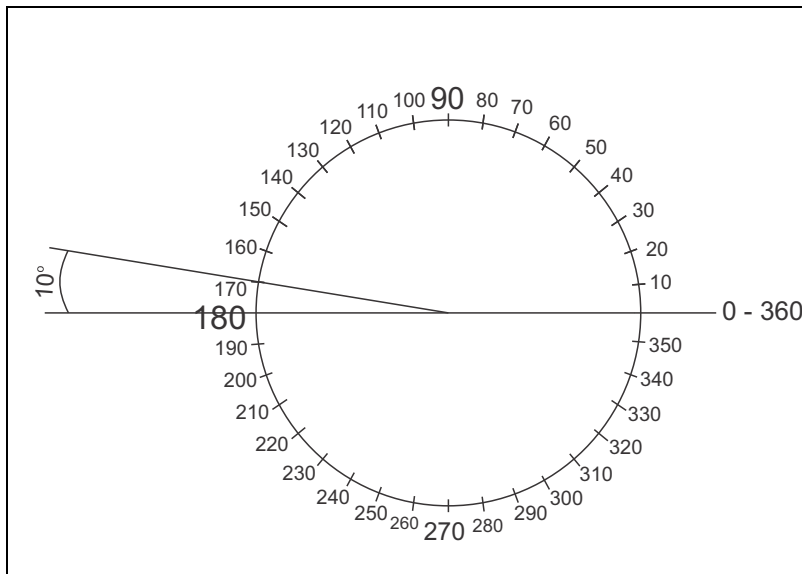
A perspectiva isométrica mantém as mesmas medidas de comprimento, largura e altura do objeto.

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

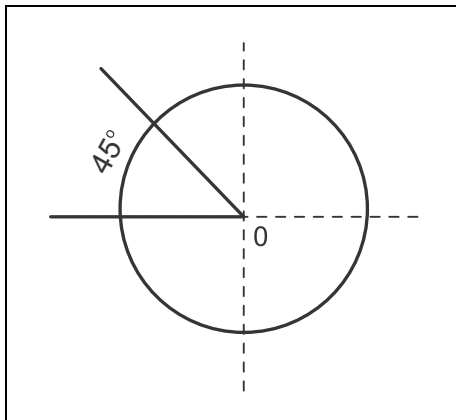
Ângulo é a figura geométrica formada por duas semi-retas com a mesma origem.



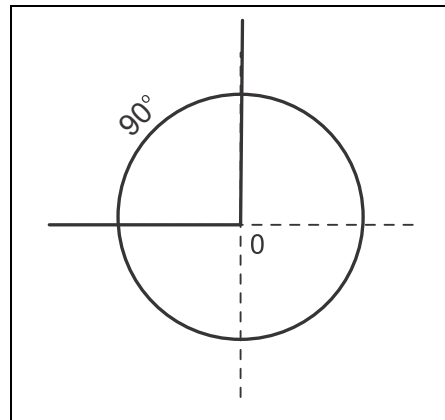
O grau é cada uma das 360 partes em que a circunferência é dividida.



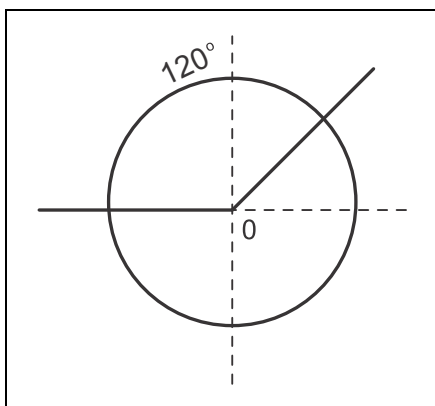
A medida em graus é indicada por um numeral seguido do símbolo de grau. Veja alguns exemplos.



Quarenta e cinco graus

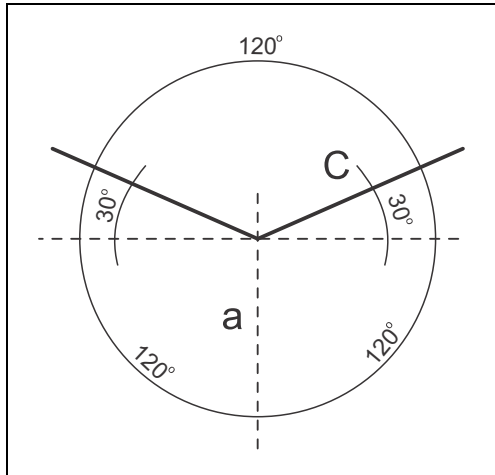


Noventa graus

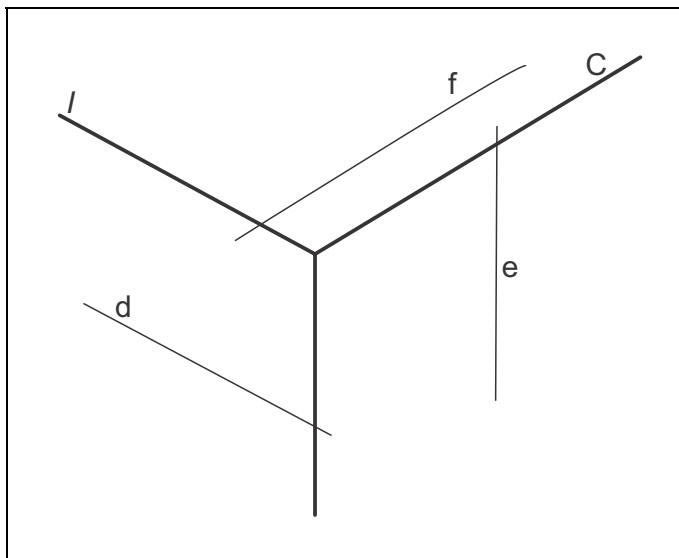


Cento e vinte graus

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



As linhas paralelas a um eixo isométrico são chamadas de **linhas isométricas**.



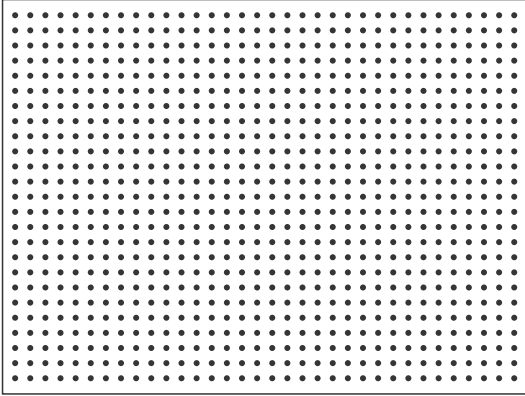
c, a, & eixos isométricos

d, e, f: linhas isométricas

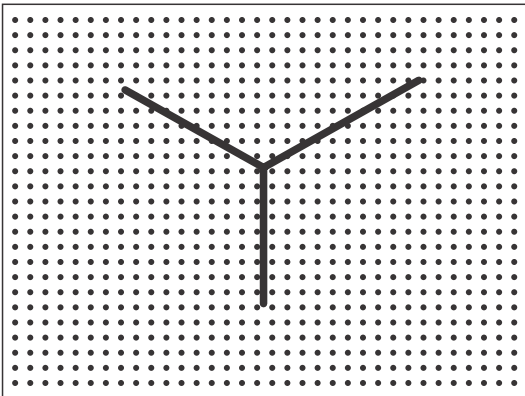
Traçados da perspectiva isométrica do prisma

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

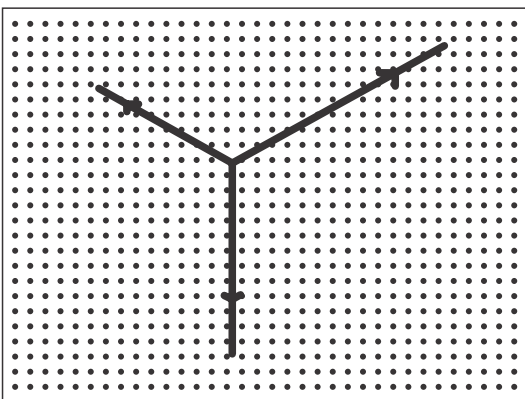
No início, até se adquirir firmeza, o traçado deve ser feito sobre um papel reticulado. Veja abaixo uma amostra de reticulado.



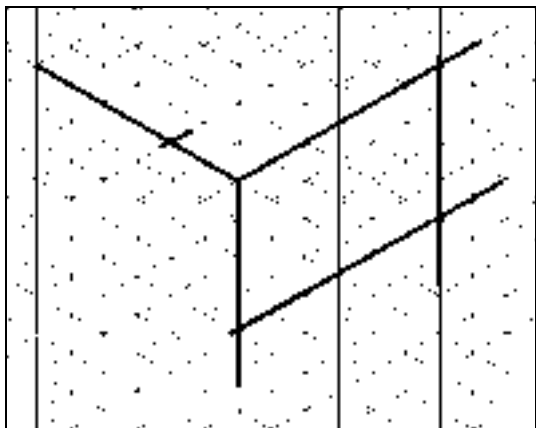
Em primeiro lugar traça-se os eixos isométricos.



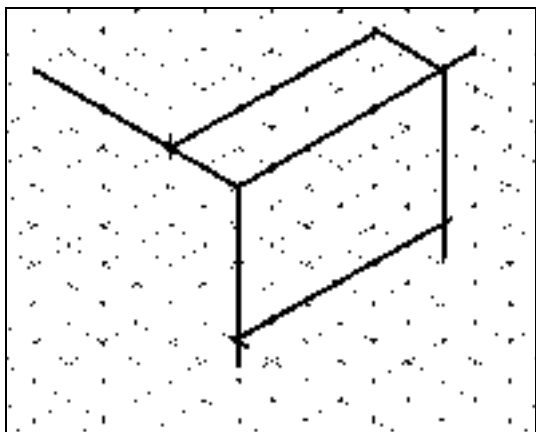
Em seguida, marca-se nesses eixos as medidas de comprimento, largura e altura do prisma;



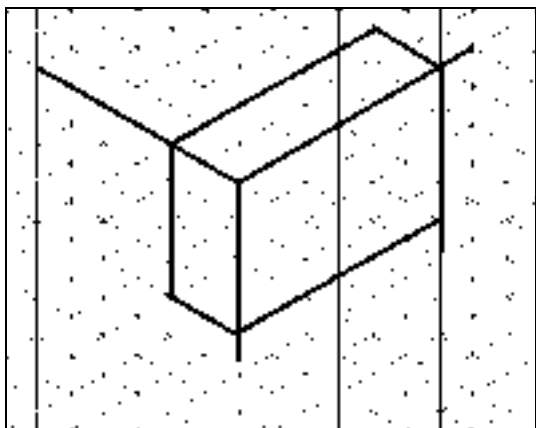
Após isso, traça-se a face de frente do prisma, tomando-se como referência as medidas do comprimento e da altura, marcadas nos eixos isométricos.



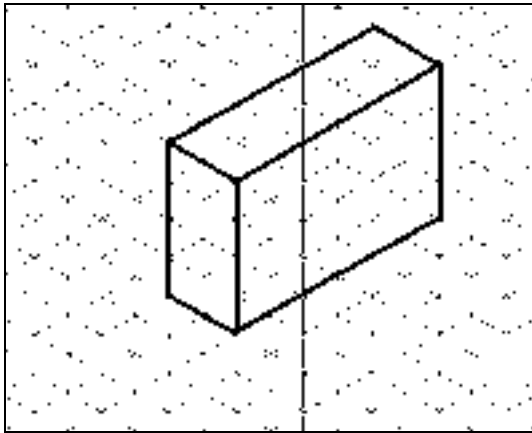
Depois traça-se a face de cima do prisma tomando como referência as medidas do comprimento e de largura, marcadas nos eixos isométricos.



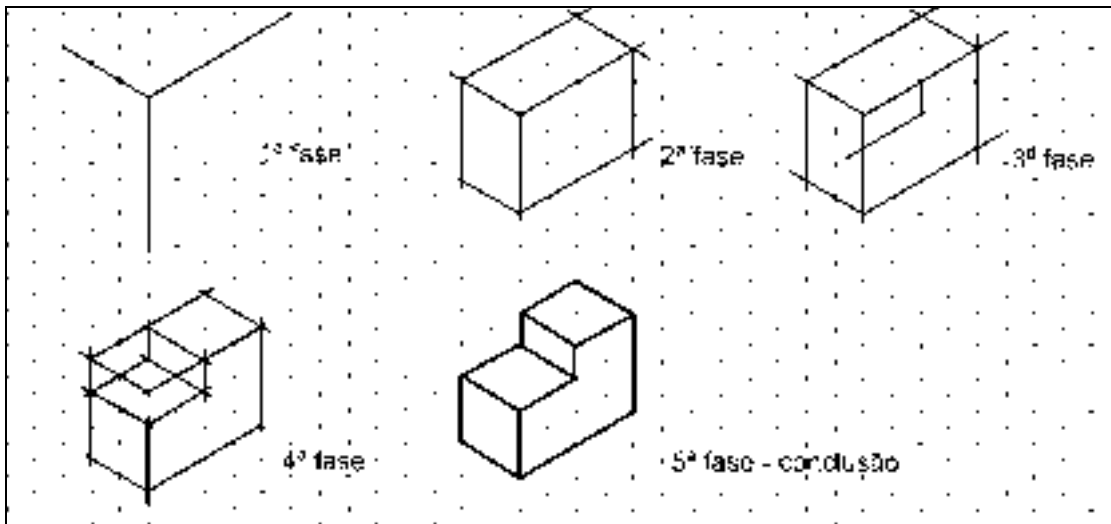
Em seguida traça-se a face do lado do prisma tomando como referência as medidas da largura e da altura marcada nos eixos isométricos.



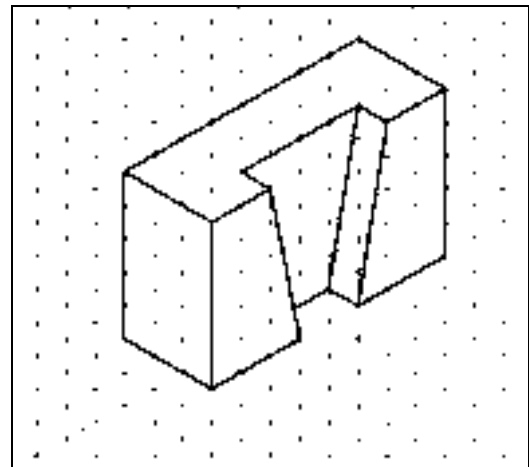
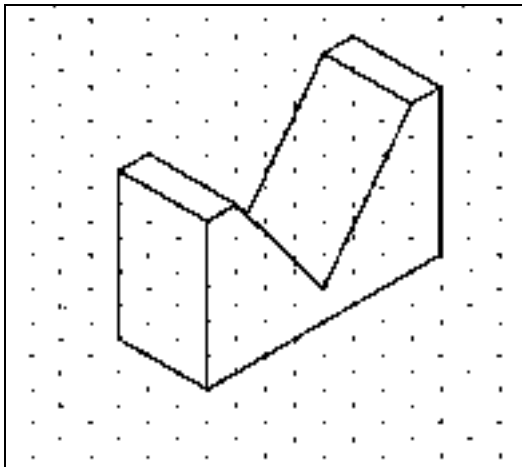
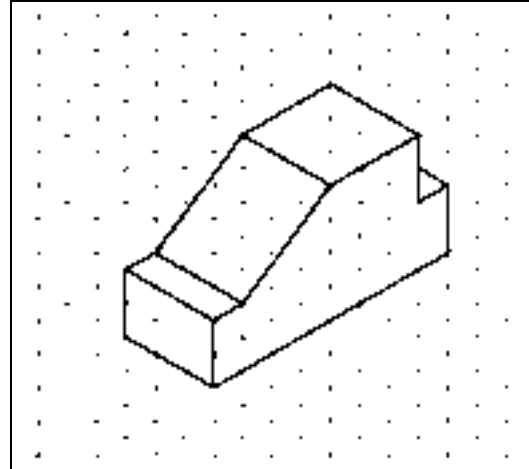
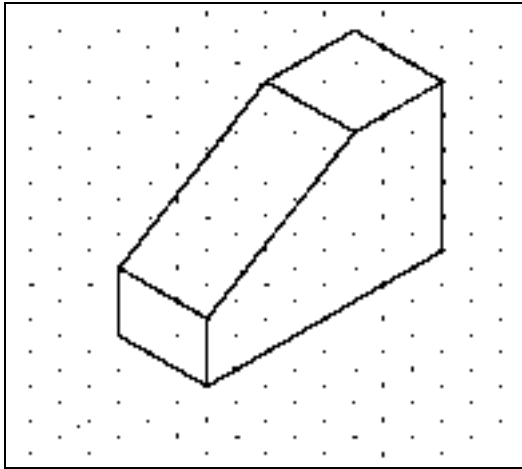
E, por último, para finalizar o traçado da perspectiva isométrica, apaga-se as linhas de construção e reforça-se o contorno do modelo.



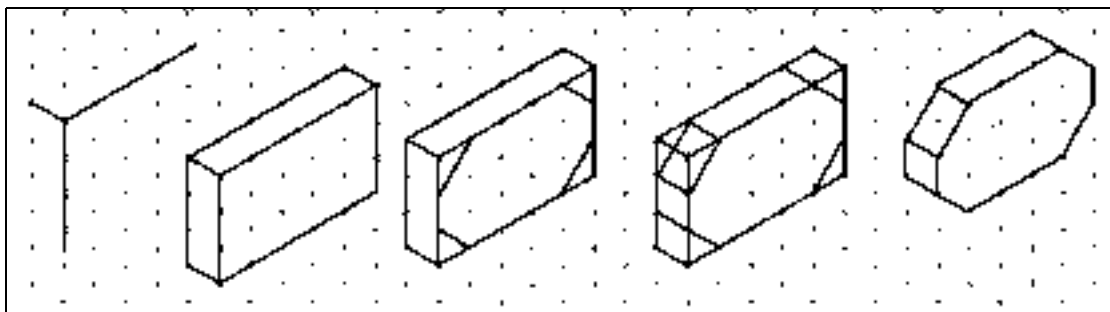
Traçado de perspectiva isométrica com detalhes paralelos



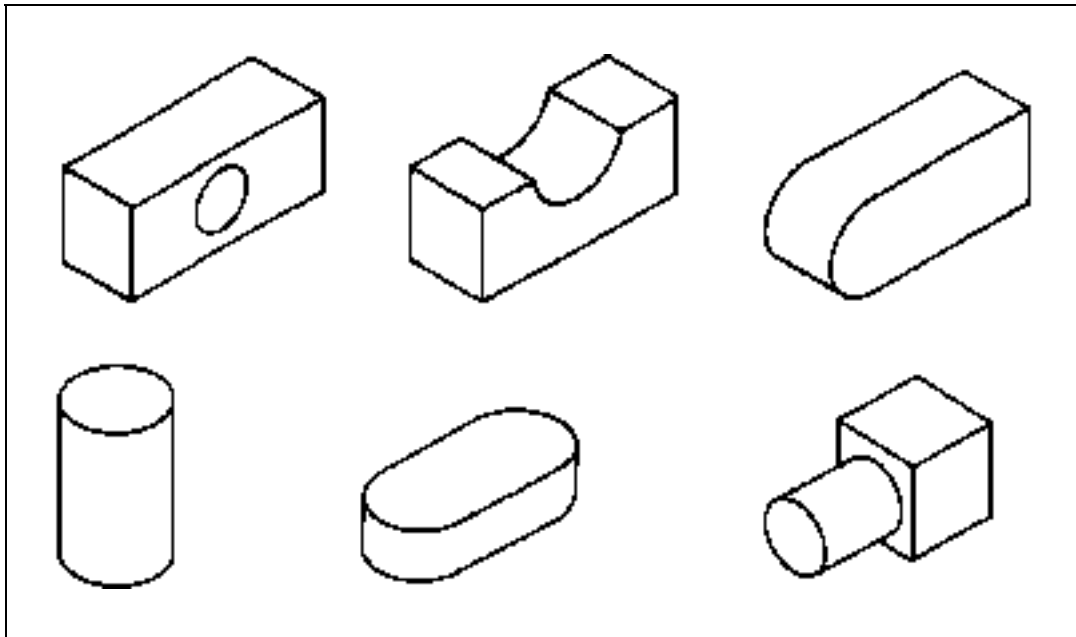
Traçado da perspectiva isométrica com detalhes oblíquos



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

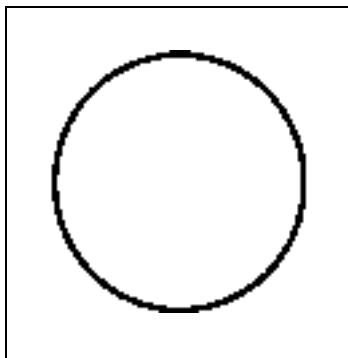


Traçado da perspectiva isométrica com elementos arredondados

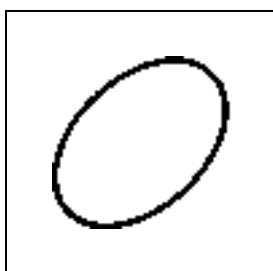


Traçado da perspectiva isométrica do círculo

O círculo em perspectiva tem sempre a forma de elipse.

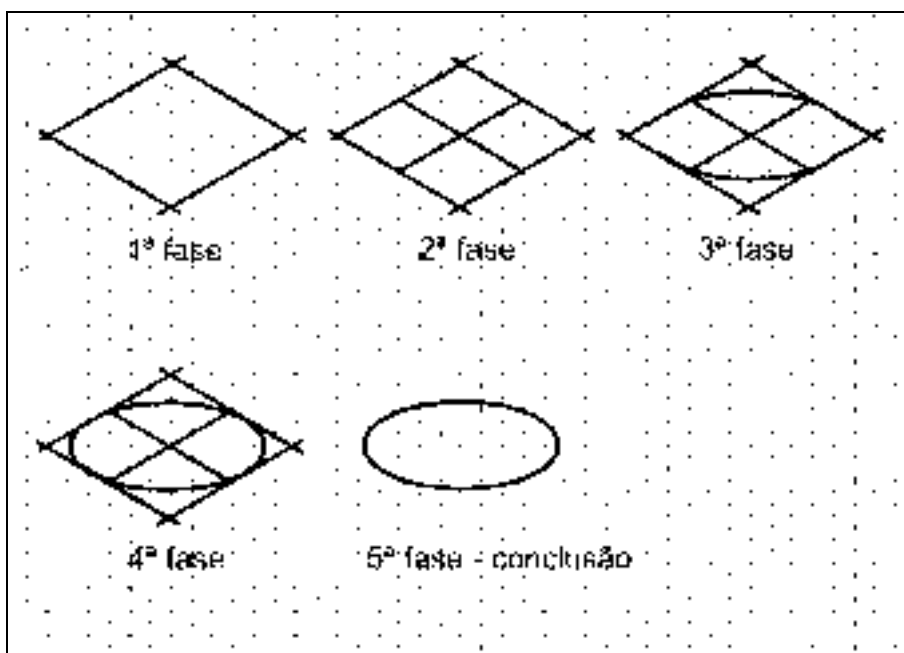
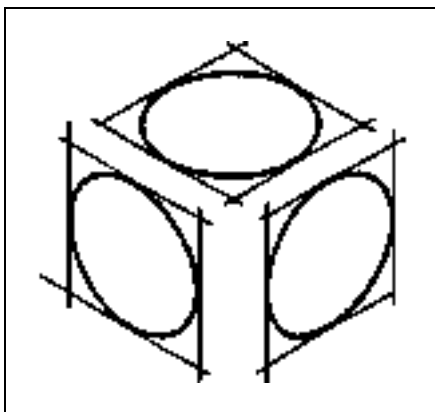
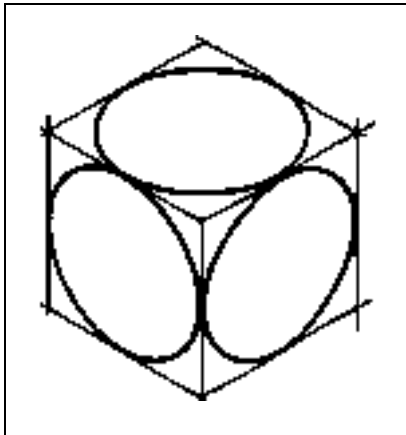


Círculo

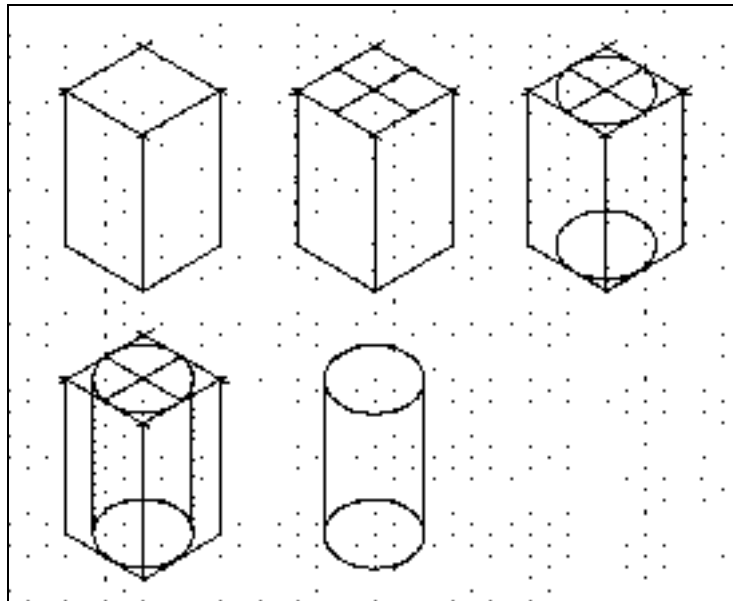


Círculo em perspectiva isométrica

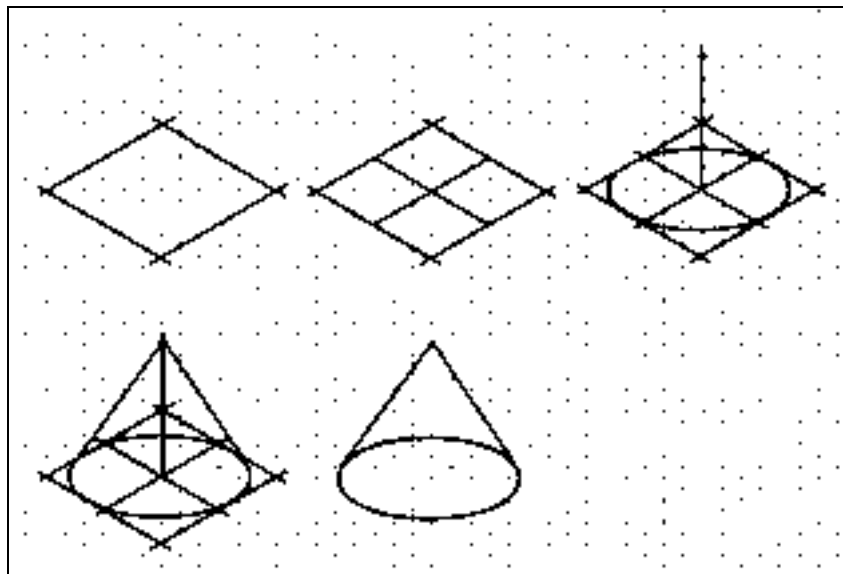
Para representar a perspectiva isométrica do círculo, é necessário traçar antes um quadrado auxiliar em perspectiva, na posição em que o círculo deve ser desenhado.



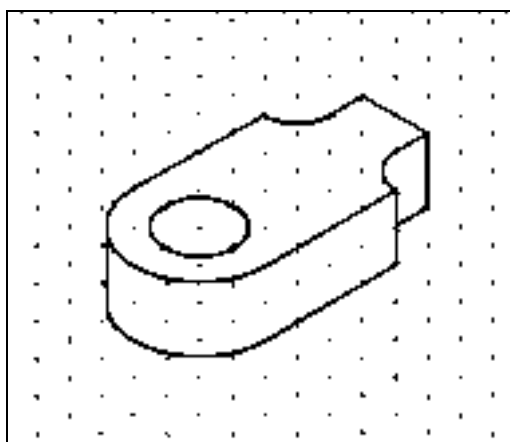
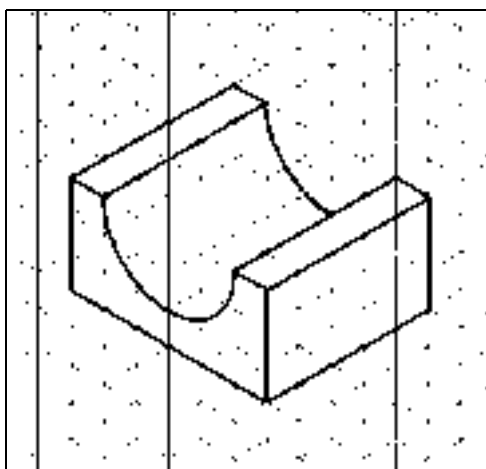
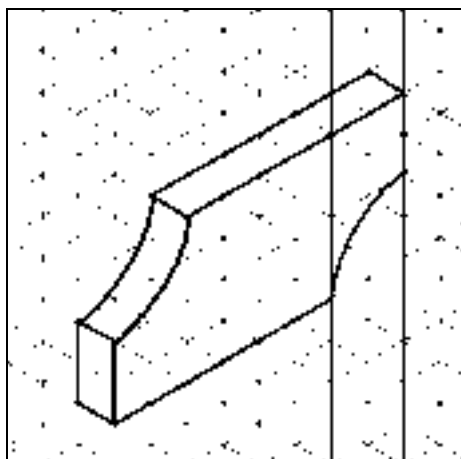
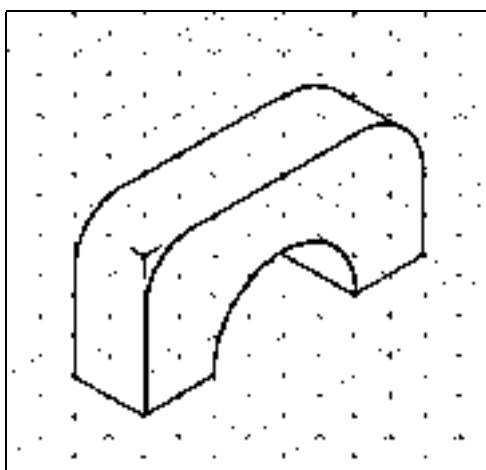
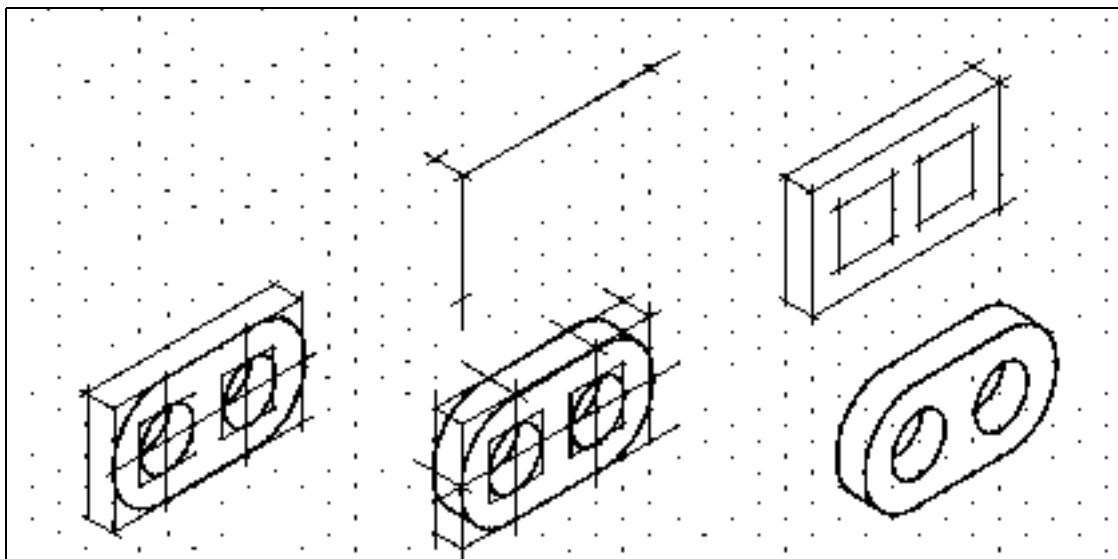
Traçado da perspectiva isométrica do cilindro



Traçado da perspectiva isométrica do cone



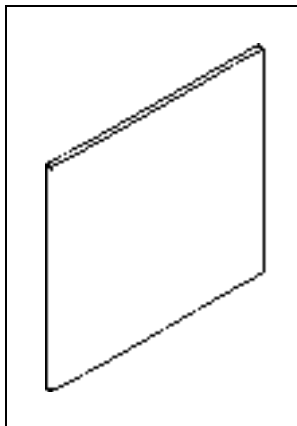
Outros exemplos do traçado da perspectiva isométrica



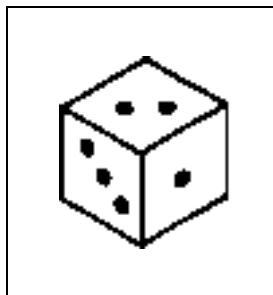
Projeção ortogonal

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. No exemplo que segue o modelo é representado por um dado.



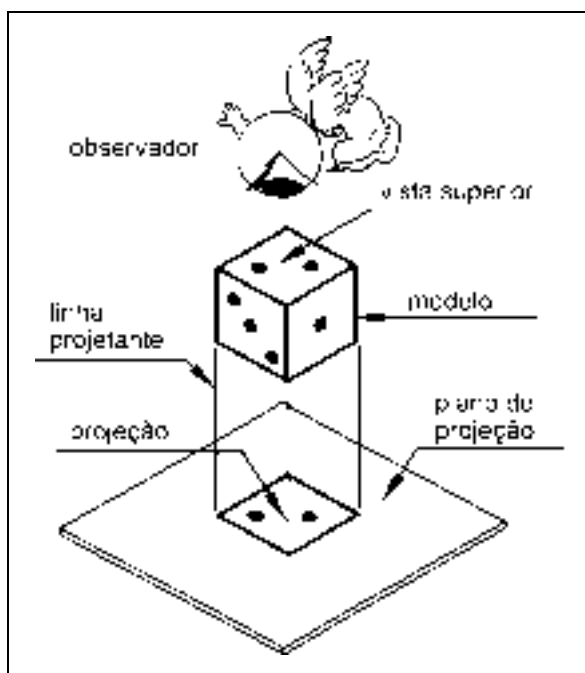
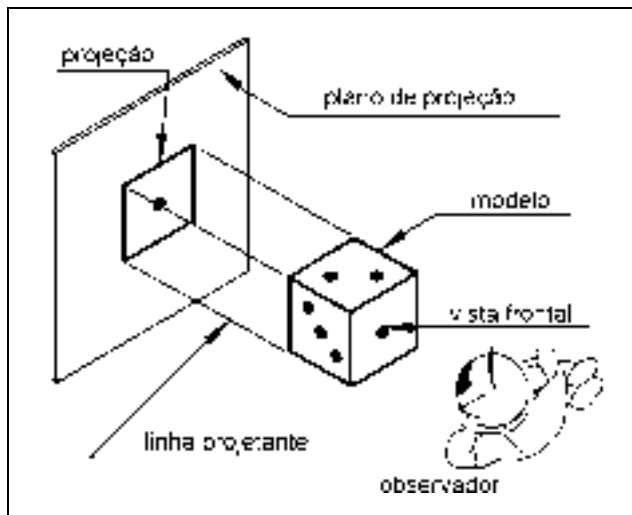
Plano de projeção



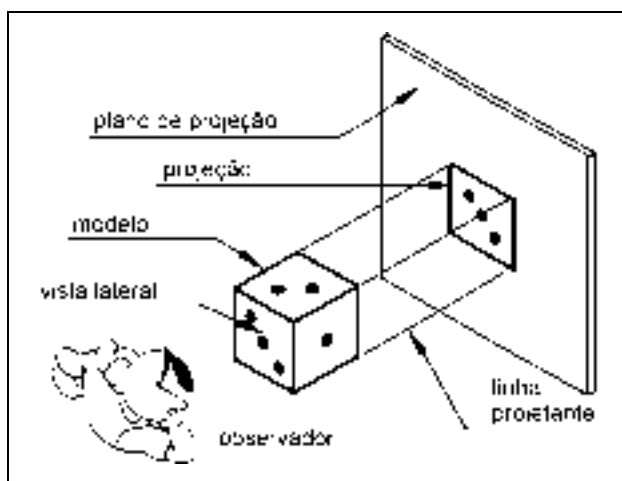
Modelo



Observador

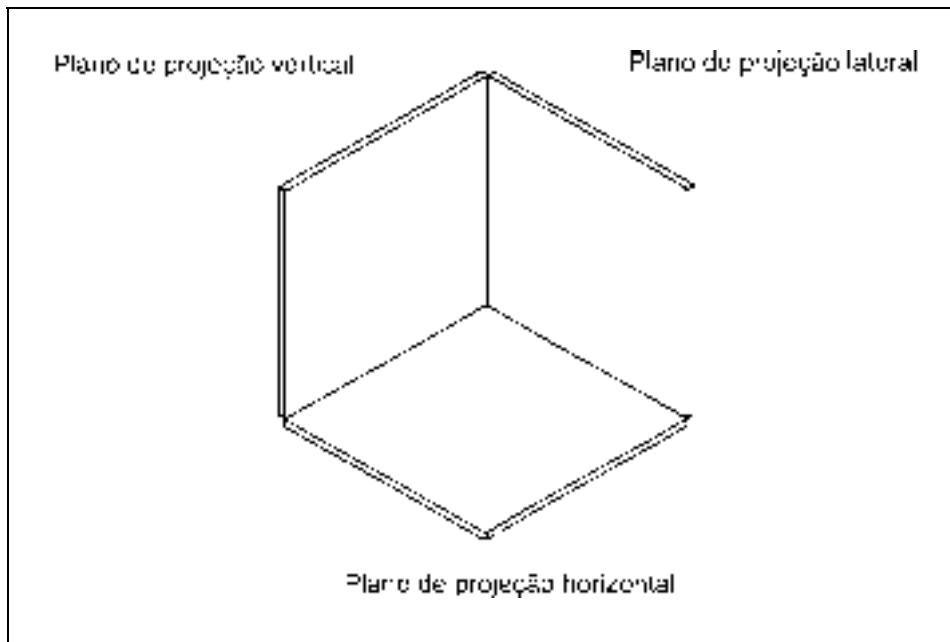


A **linha projetante** é a linha perpendicular ao plano de projeção que sai do modelo e o projeta no plano de projeção.



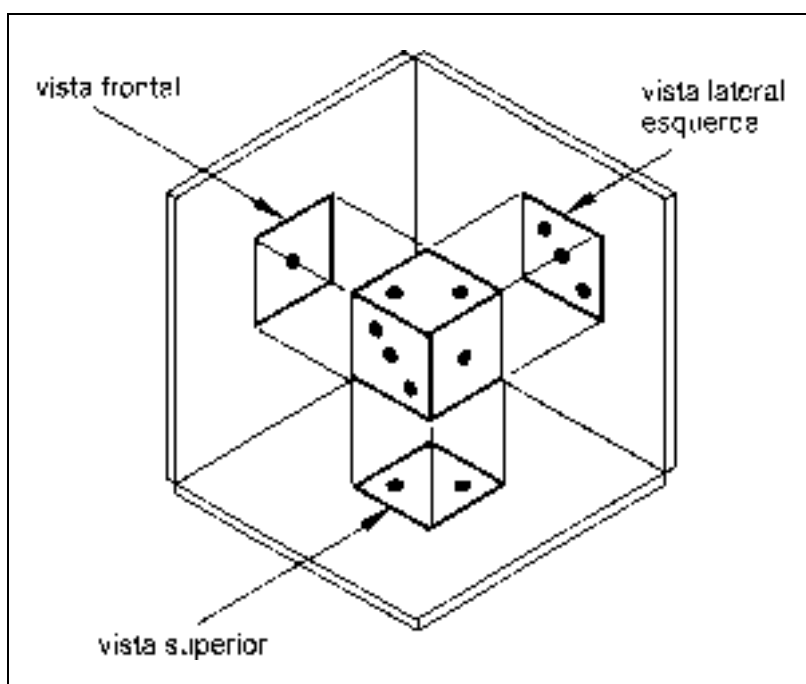
Projeção em três planos

Unindo perpendicularmente três planos, temos a seguinte ilustração:



Cada plano recebe um nome de acordo com sua posição.

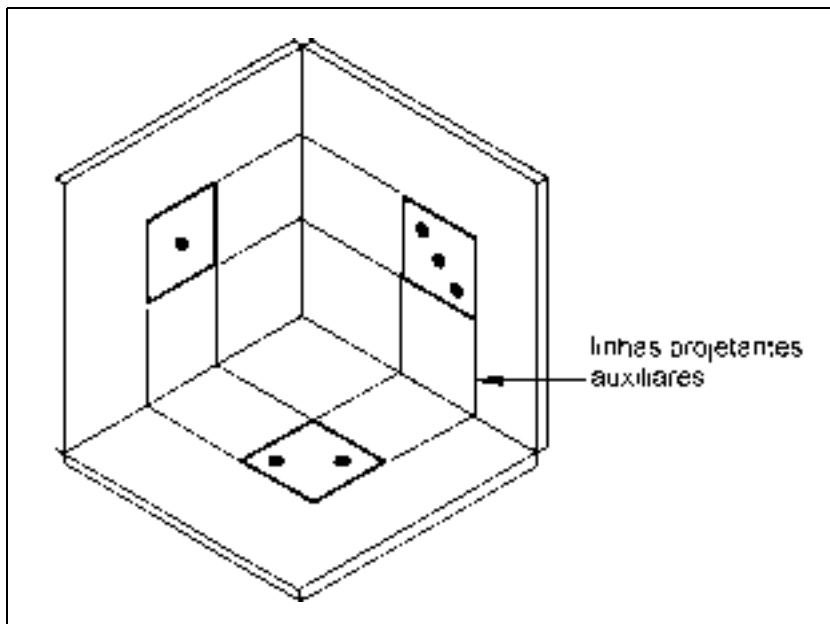
As projeções são chamadas vistas, conforme mostra a ilustração a seguir.



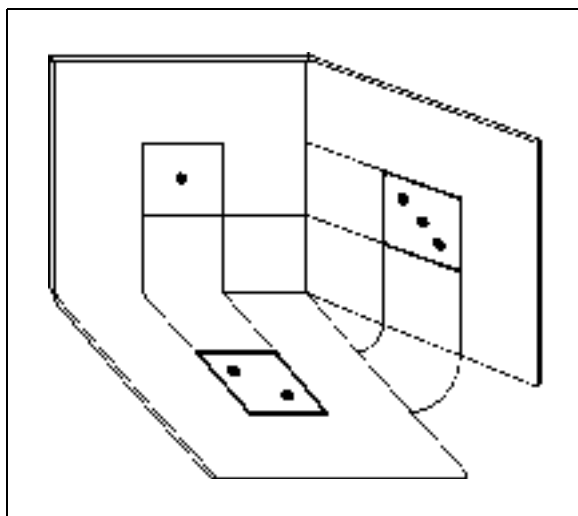
Rebatimento de três planos de projeção

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. A seguir pode-se ver o rebatimento dos planos de projeção, imaginado-se os planos de projeção ligados por dobradiças.

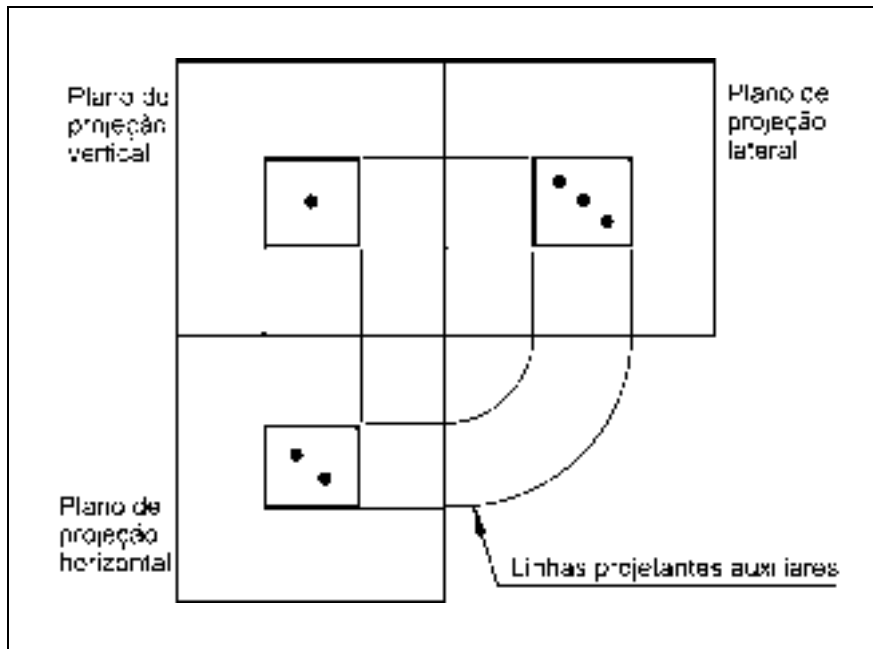


Agora imagine que o plano de projeção vertical fica fixo e que os outros planos de projeção giram um para baixo e outro para a direita.



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.

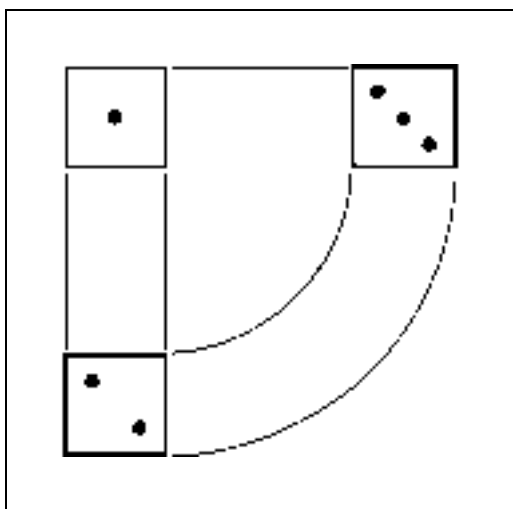
Planos de projeção rebatidos:



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.

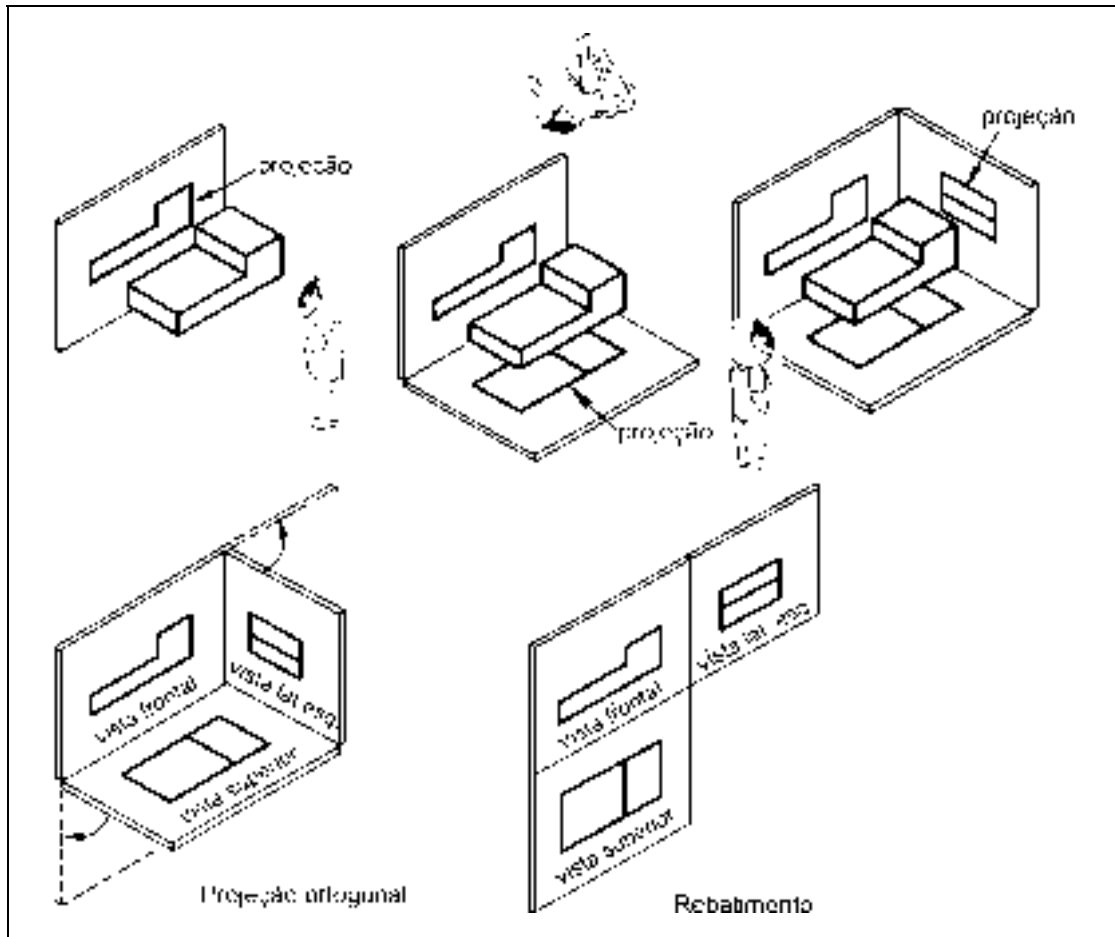
As linhas projetantes auxiliares indicam a relação entre as vistas do desenho técnico.



Observação

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

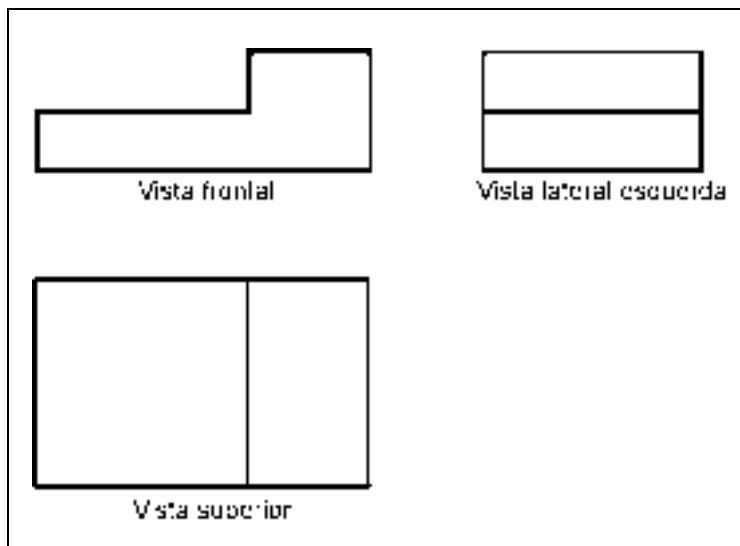
Outro exemplo:



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 devem ser iguais e proporcionais ao tamanho do desenho.

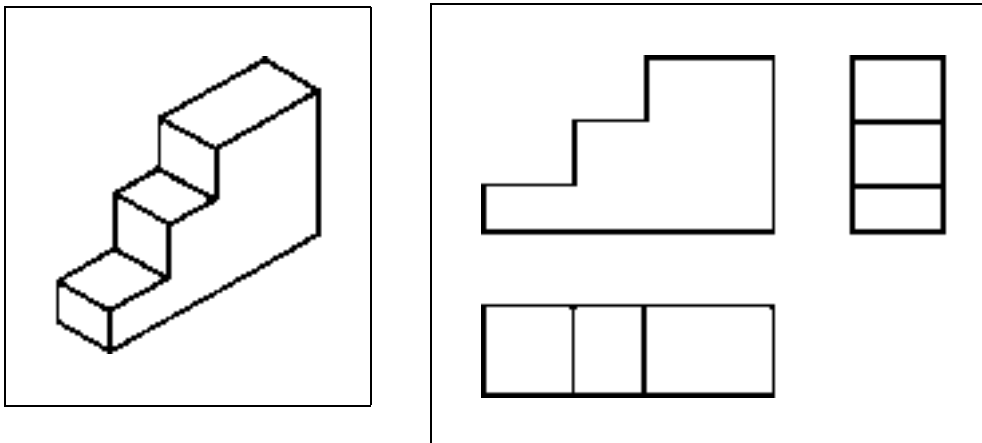
Linhas

Para desenhar as projeções usa-se 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

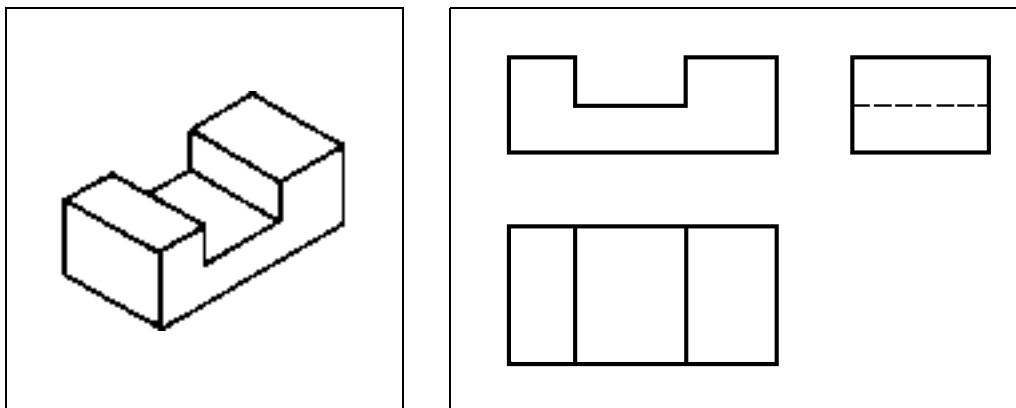


Linha para aresta e contornos não-visíveis

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



Aplicação

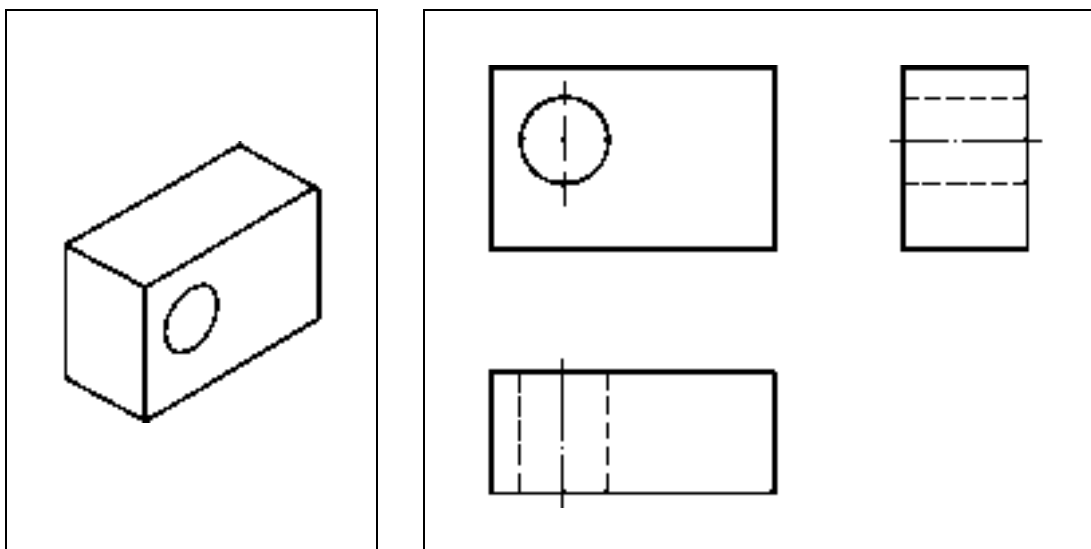


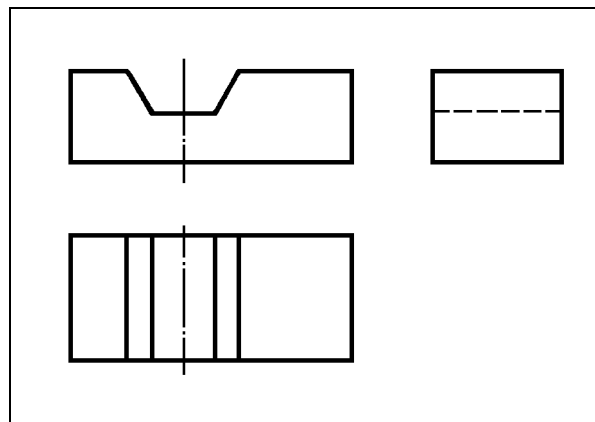
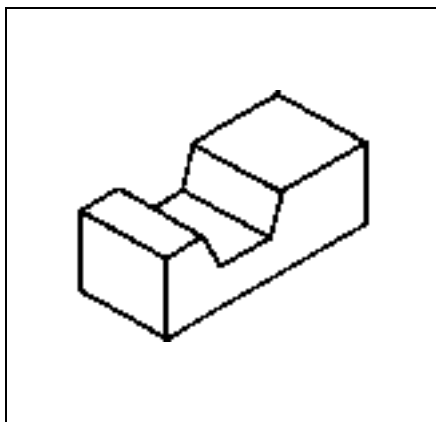
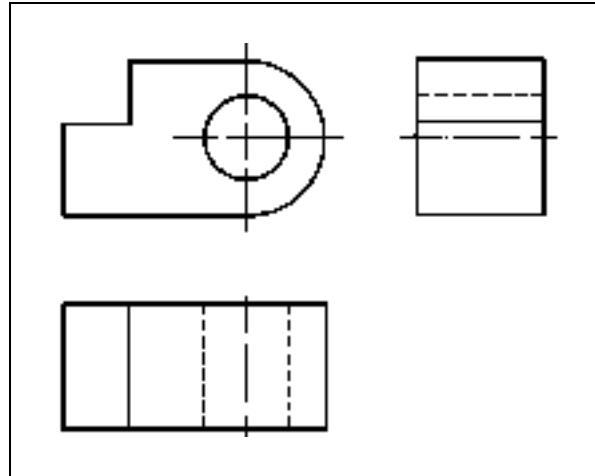
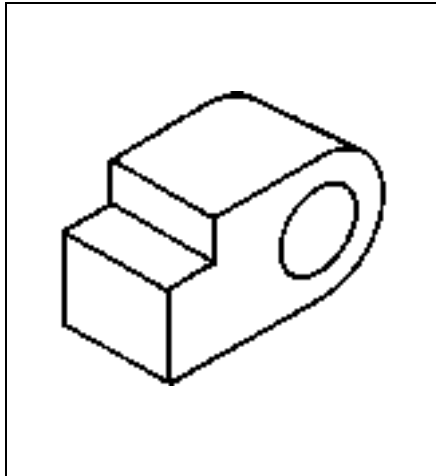
Linha de centro

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

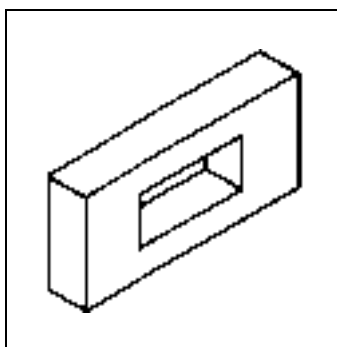




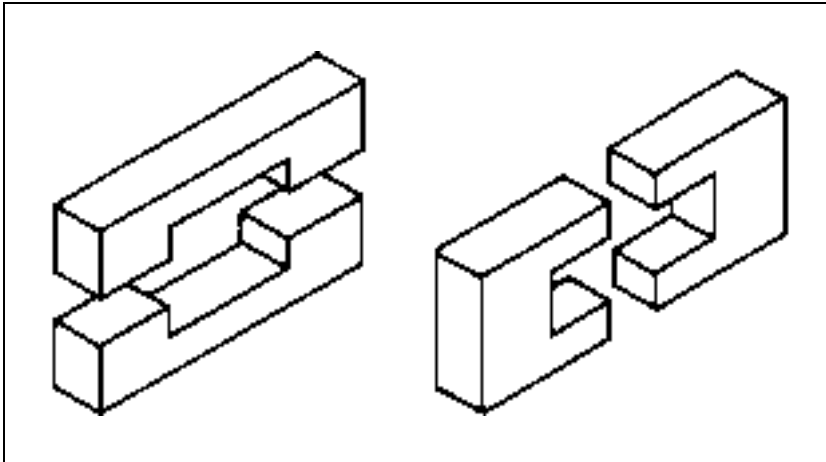
Linha de simetria

É uma linha 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.



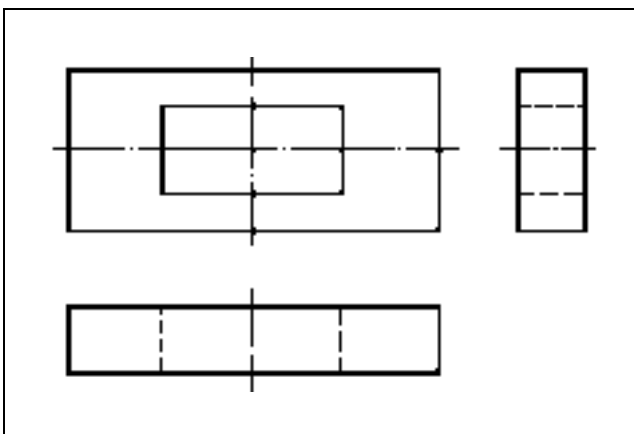
Note que as metades do modelo são exatamente iguais, logo, o modelo é simétrico.

Aplicação

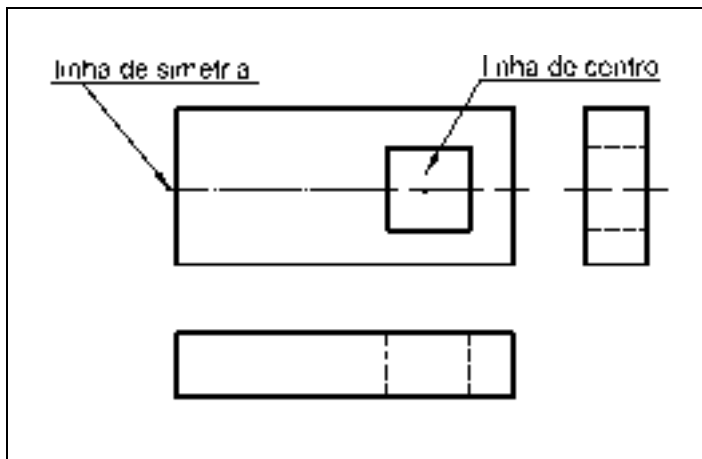
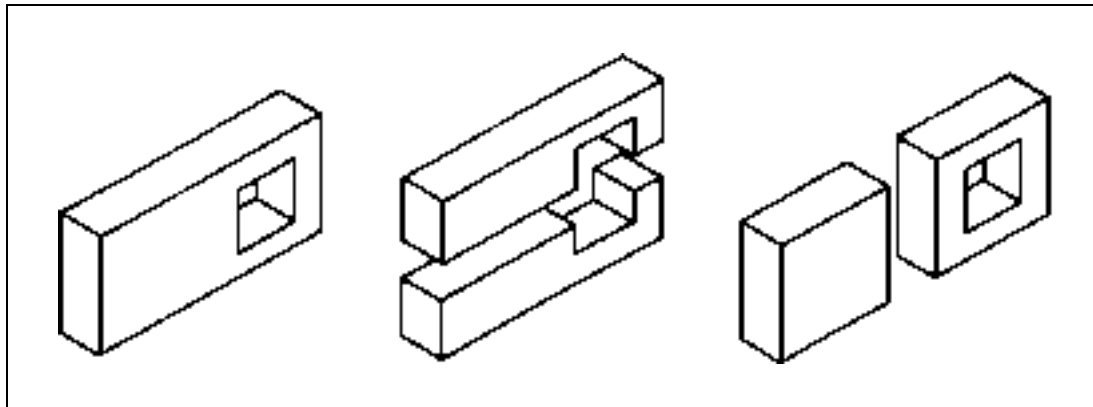
Quando o modelo é simétrico, no desenho técnico aparece a linha de simetria.

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

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

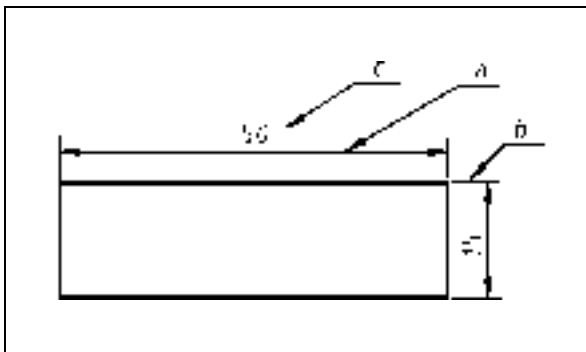


No exemplo abaixo a peça é simétrica apenas em um sentido.

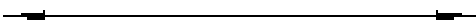


Cotagem

Cotagem é a indicação das medidas da peça no desenho. Para a cotagem de um desenho são necessários três elementos:



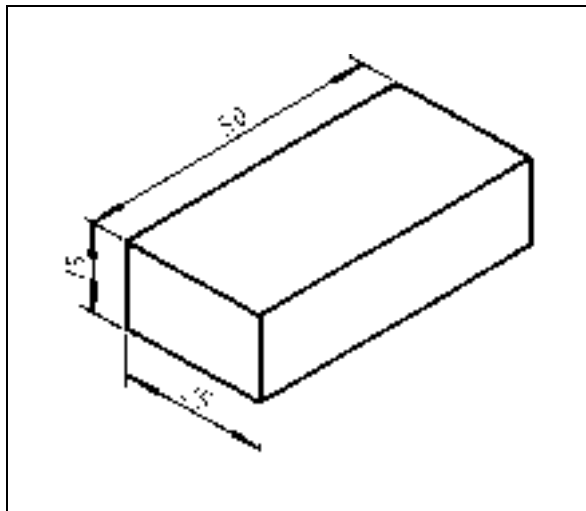
Linhas de cota são linhas contínuas estreitas, com setas nas extremidades; nessas linhas são colocadas as cotas que indicam as medidas da peça.



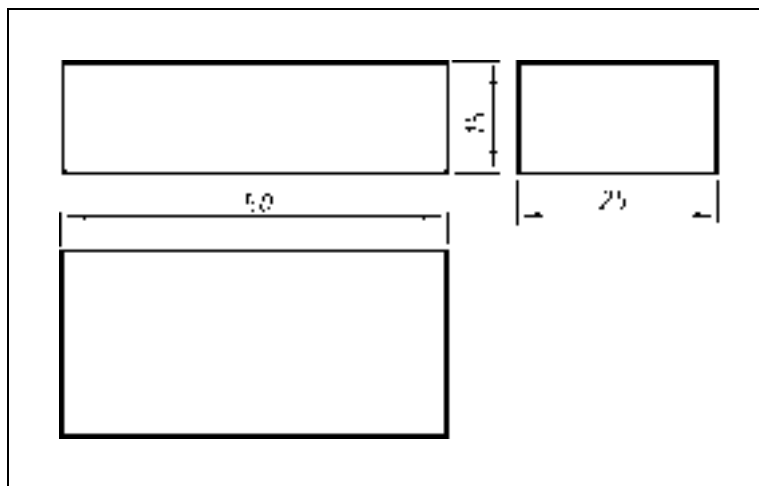
A **linha auxiliar** é uma linha contínua estreita que limita as linhas de cota.



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



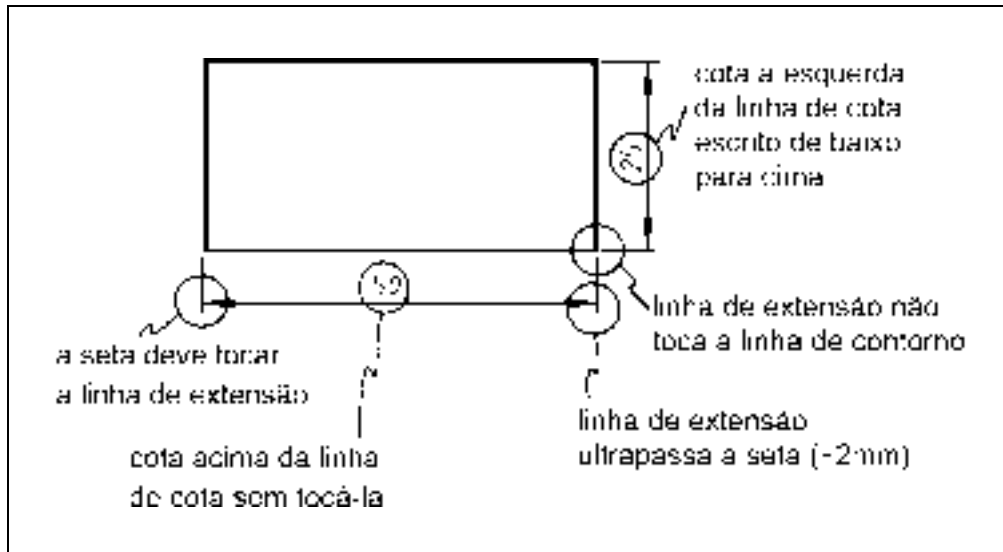
50 = comprimento
25 = largura
15 = altura



Cuidados na cotação

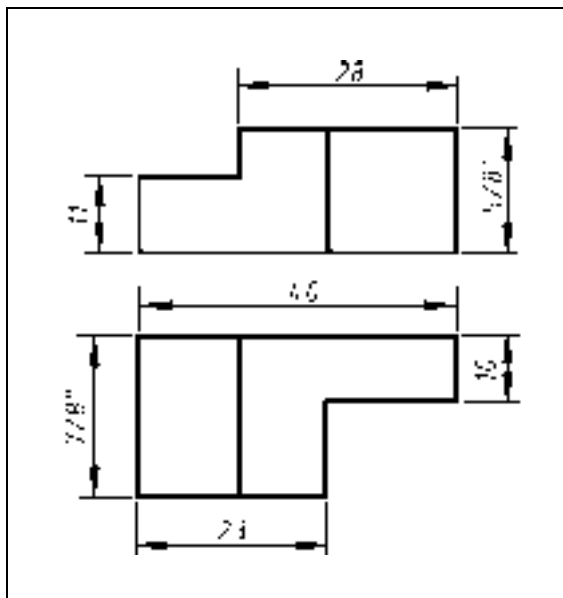
Ao cotar um desenho é necessário observar o seguinte:

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.

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 unidade de medida, por exemplo, a polegada, coloca-se seu símbolo.

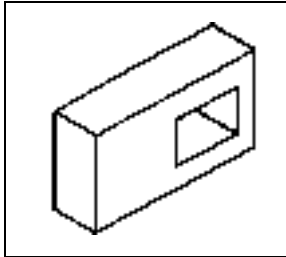


Observações

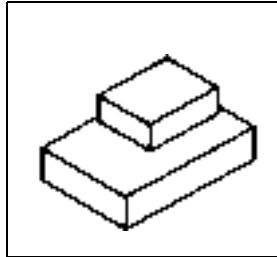
- As cotas devem ser colocadas de modo que o desenho seja lido da esquerda para direita e de baixo para cima, paralelamente à dimensão cotada.
- Sempre que possível deve-se evitar colocar cotas em linhas tracejadas.

Cotas que indicam tamanho e cotas que indicam localização de elementos

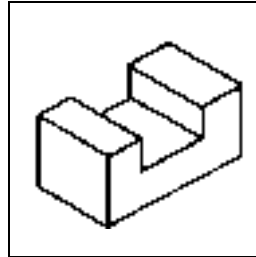
Exemplo de peças com elementos.



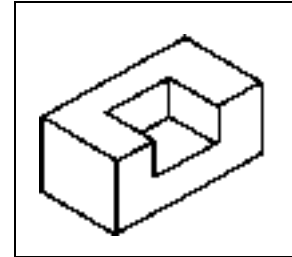
Furo



Saliência

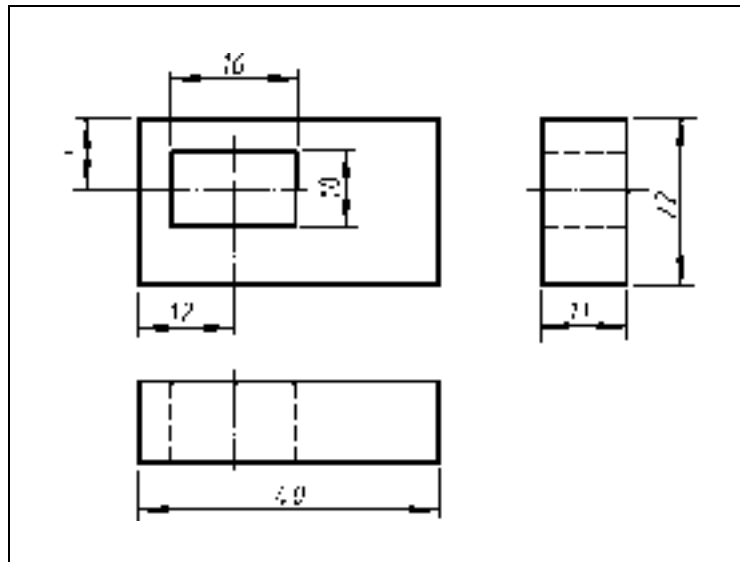
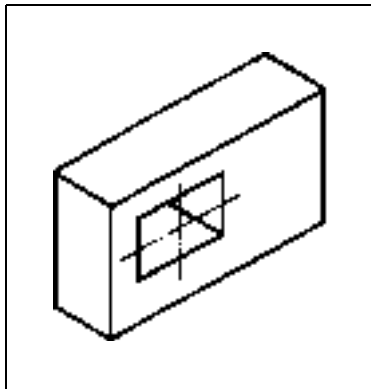


Rasgo passante



Rasgo não passante

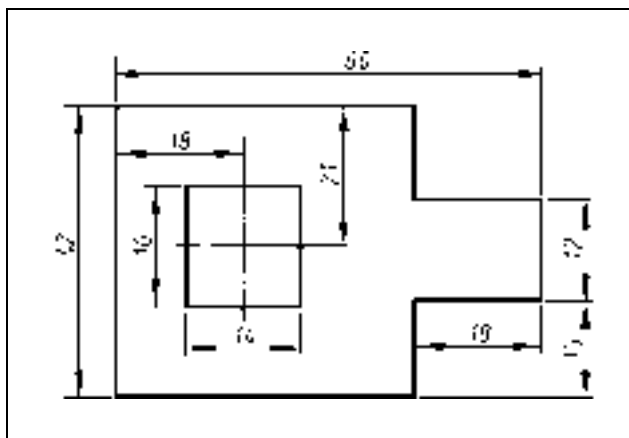
Para fabricar peças como essas necessita-se interpretar, além das cotas básicas, as cotas dos elementos. Como mostra o exemplo a seguir.



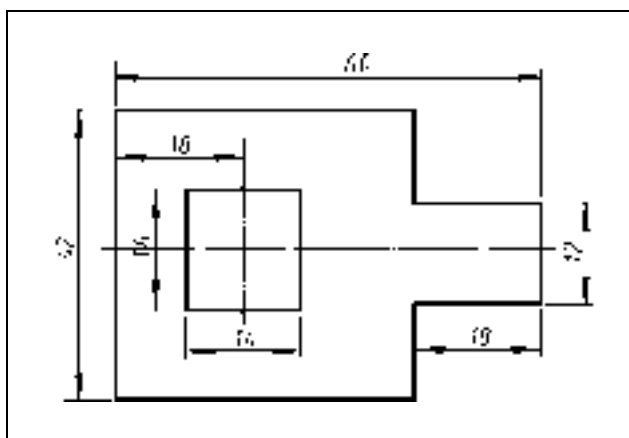
A cota **9** indica a localização do furo em relação à altura da peça. A cota **12** indica a localização do furo em relação ao comprimento da peça. As cotas **10** e **16** indicam o tamanho do furo.

Cotagem de peças simétricas

A utilização de linha de simetria em peças simétricas facilita e simplifica a cotagem, como mostradas nos exemplos abaixo.

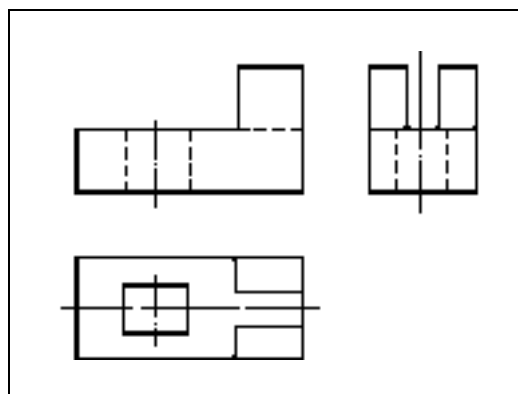
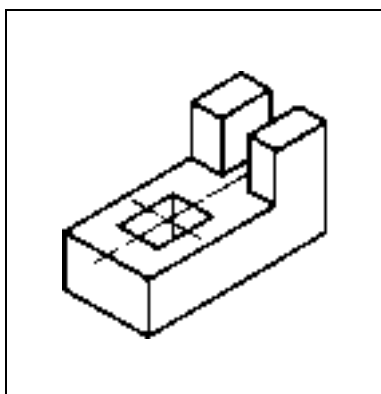


Sem linha de simetria

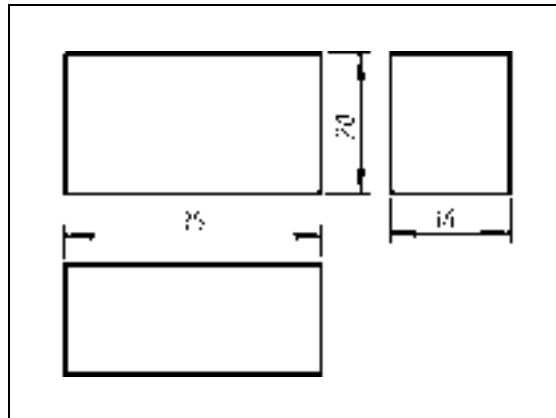
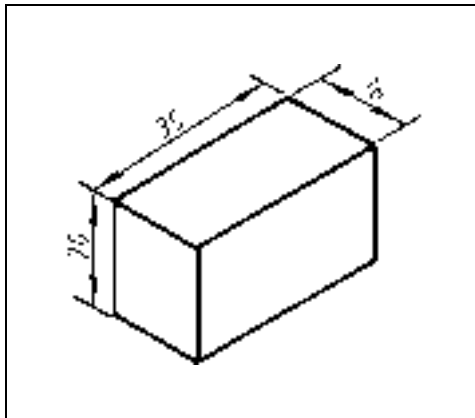


Com linha de simetria

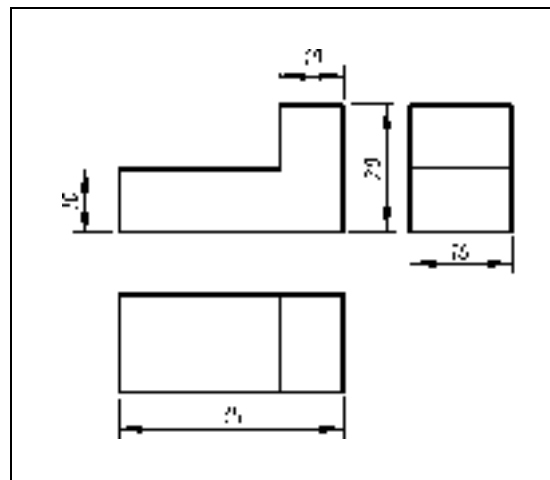
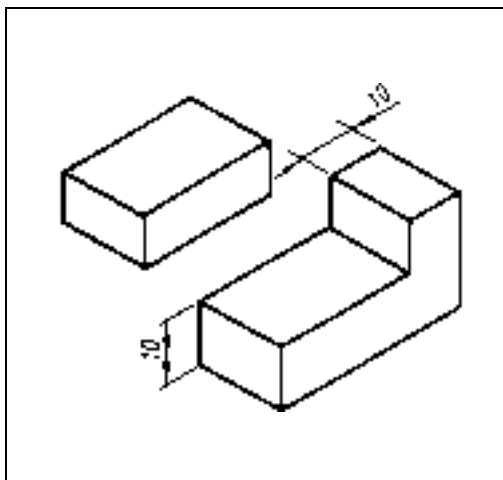
Seqüência de cotagem



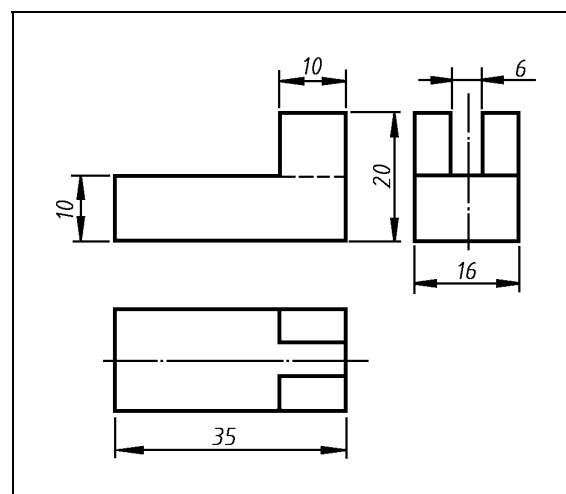
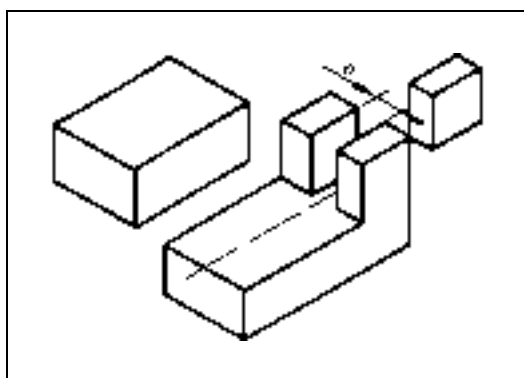
1º passo



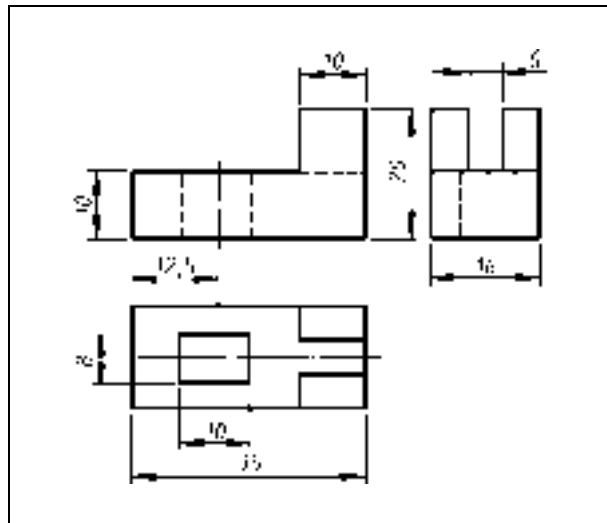
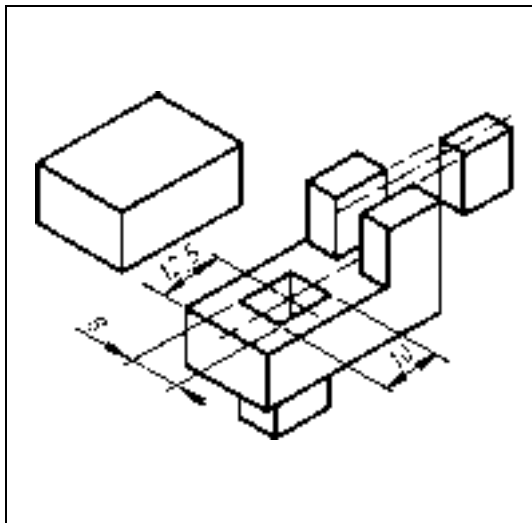
2º passo



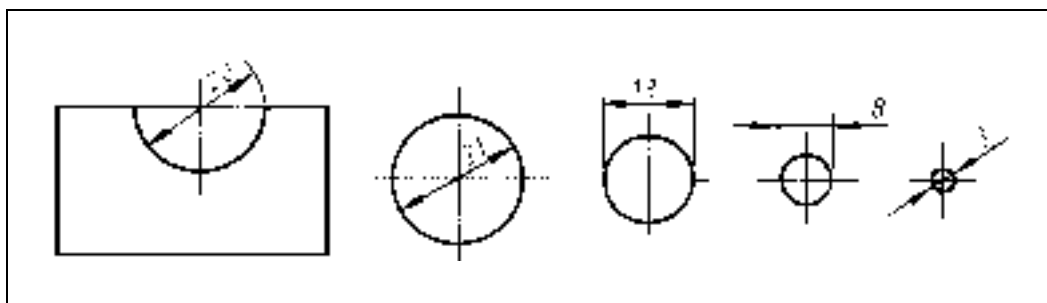
3º passo



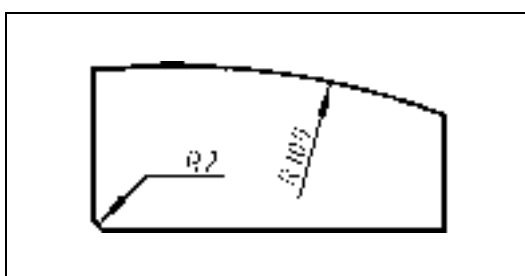
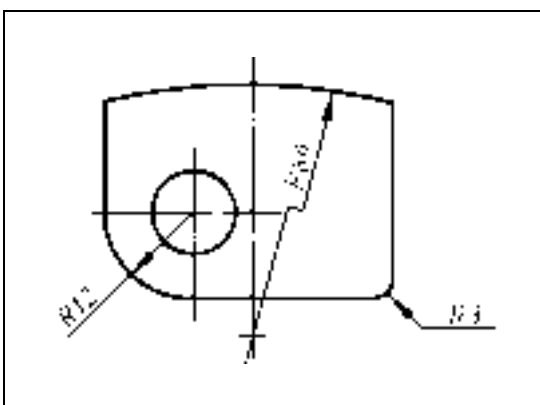
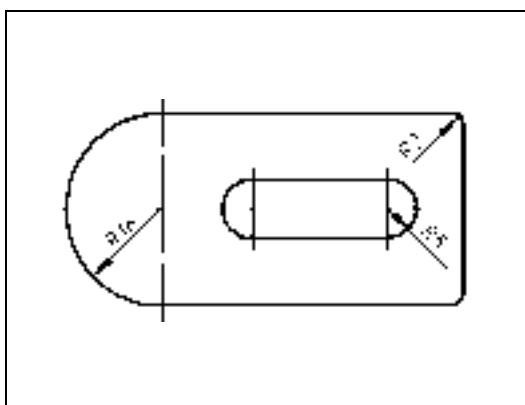
4º passo



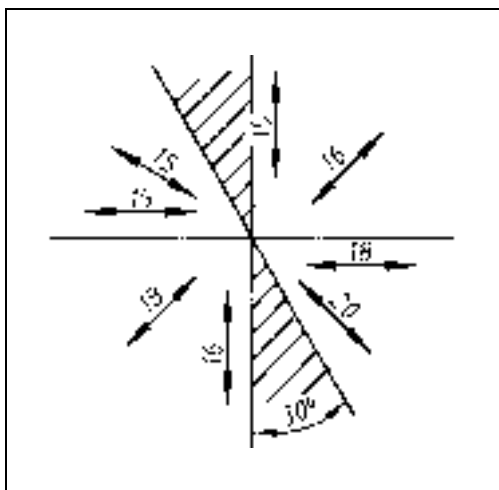
Cotagem de diâmetro



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

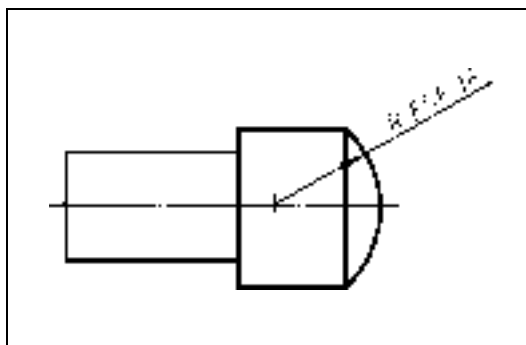
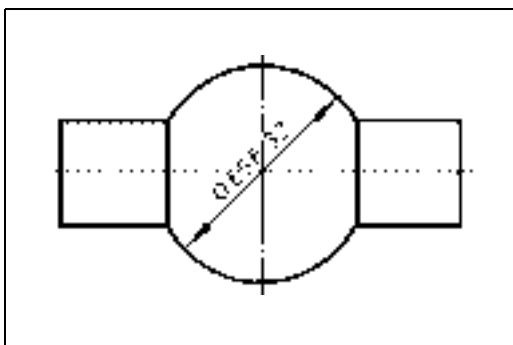
Elementos esféricos são elementos em forma de esfera.

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

ESF = Esférico

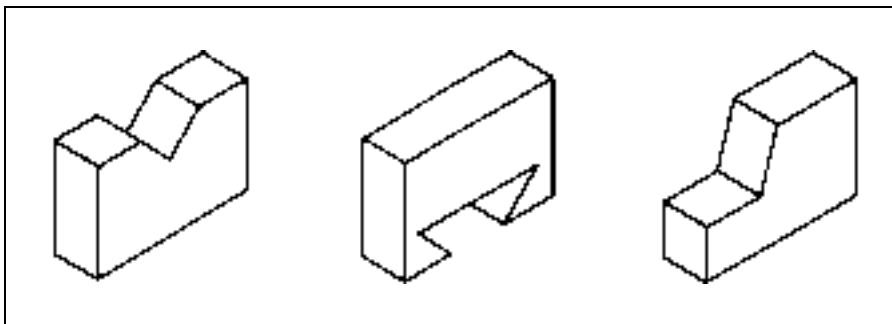
Ø = Diâmetro

R = Raio



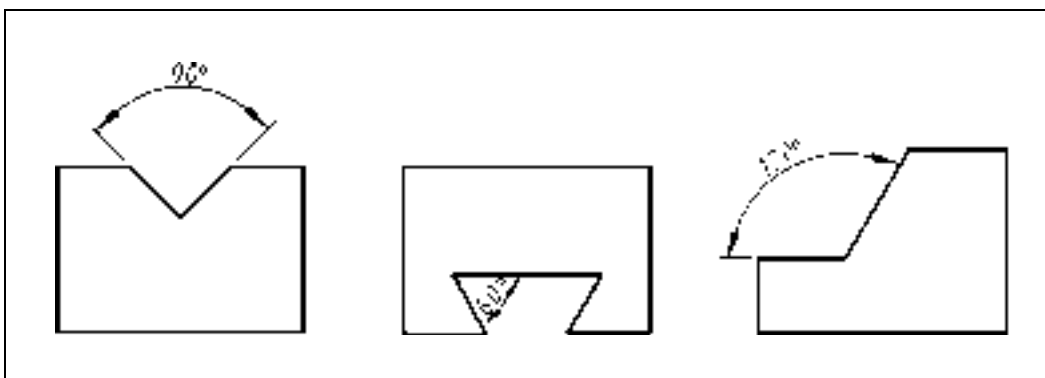
Cotagem de elementos angulares

Existem peças que têm elementos angulares, que são os elementos formados por ângulos.

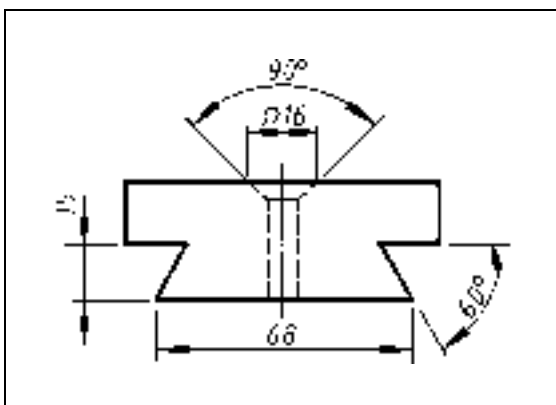


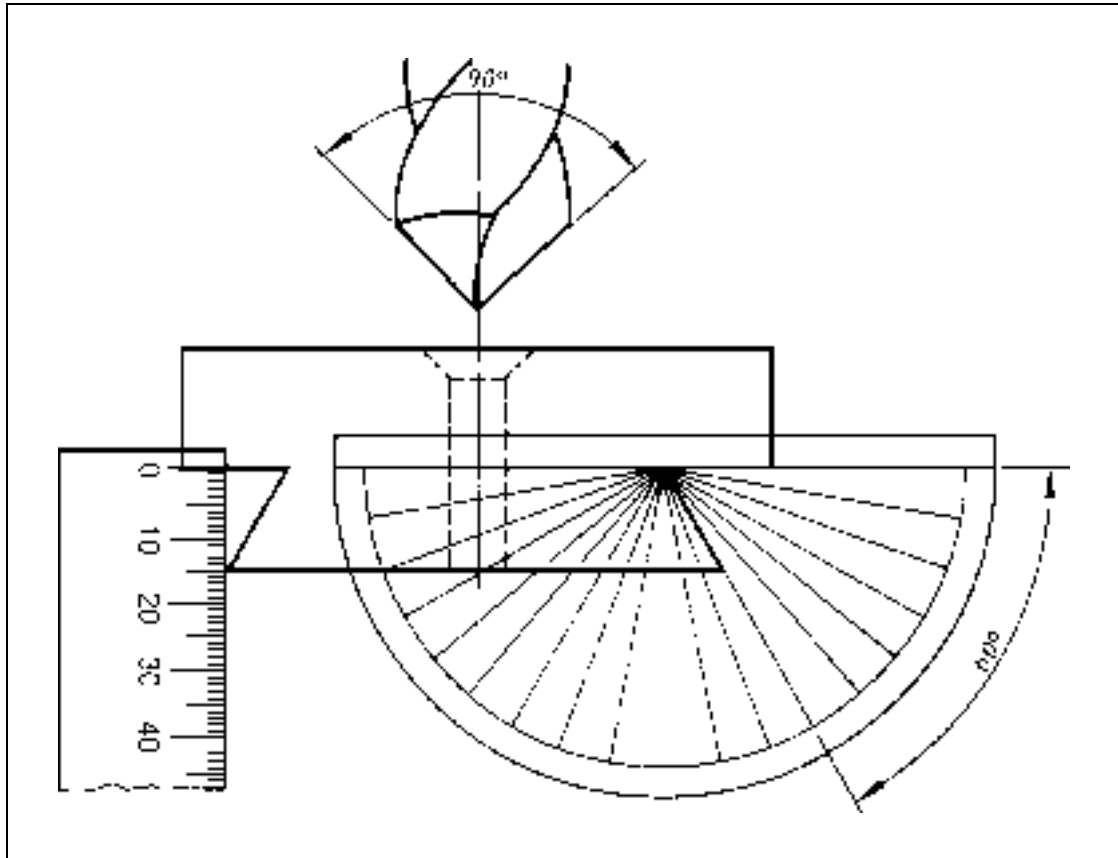
A medida da abertura do ângulo é feita em graus por meio de um goniômetro. O goniômetro é conhecido como transferidor.

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

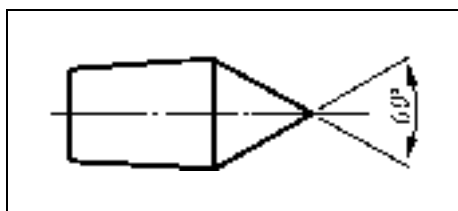
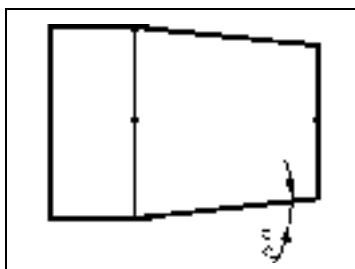
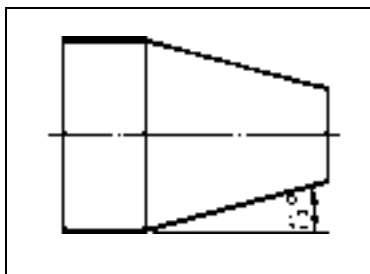


Uso de goniômetro (transferidor)



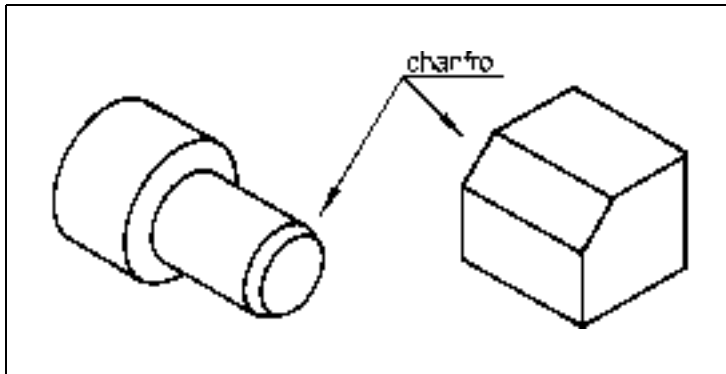


Cotagem de ângulos em peças cilíndricas



Cotagem de chanfros

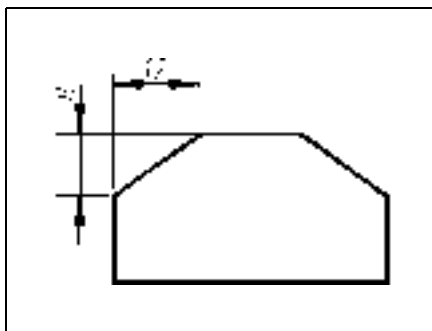
Chanfro é a superfície oblíqua obtida pelo corte da aresta de duas superfícies que se encontram.



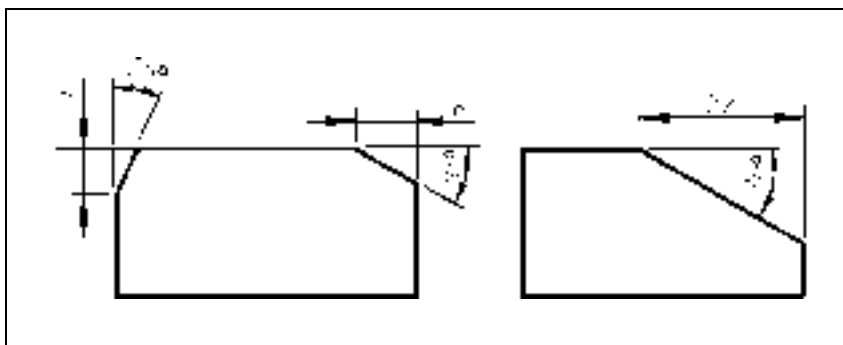
Existem duas maneiras pelas quais os chanfros aparecem cotados: por meio de cotas lineares e por meio de cotas lineares e angulares.

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

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

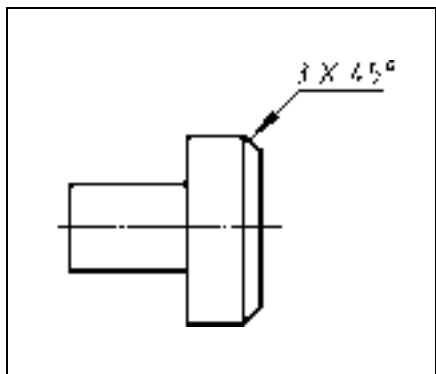
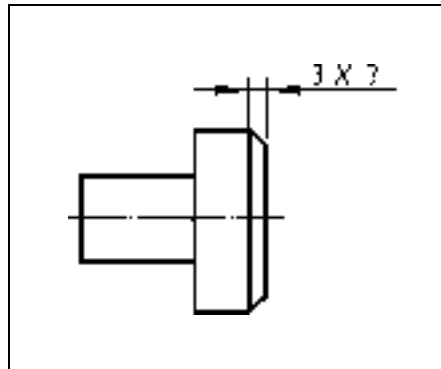
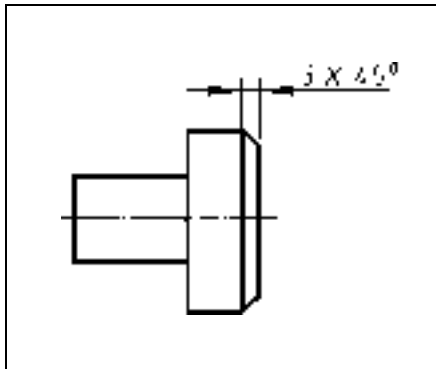


Cotas lineares



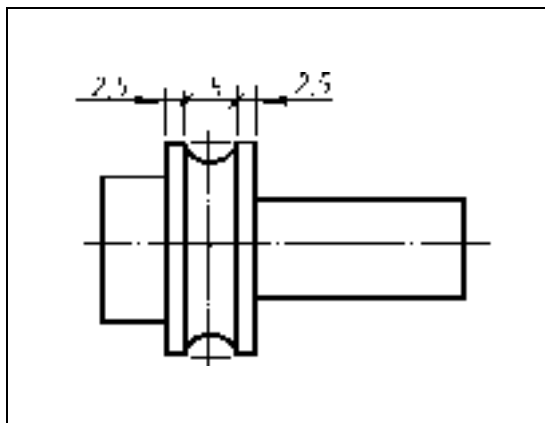
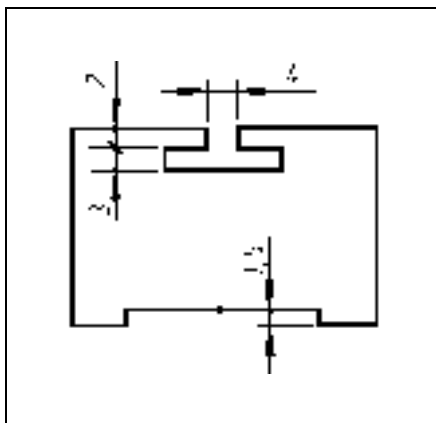
Cotas lineares e cotas angulares

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



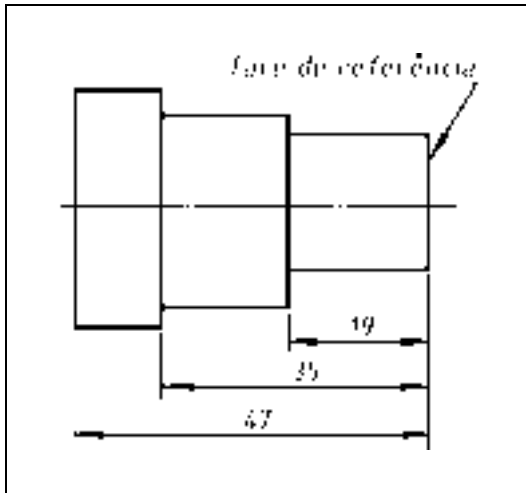
Cotagem em espaços reduzidos

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

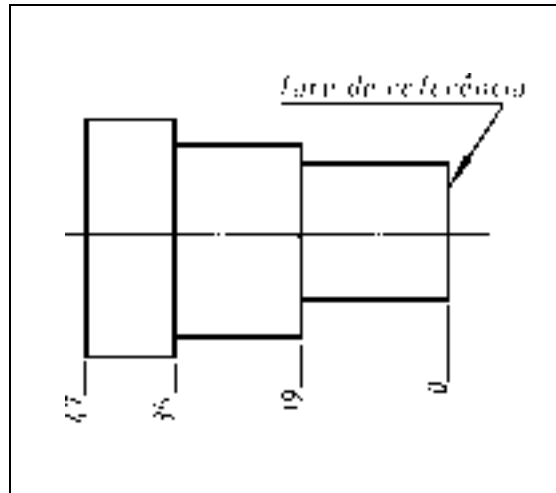


Cotagem por faces de referência

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



Cotagem em paralelo

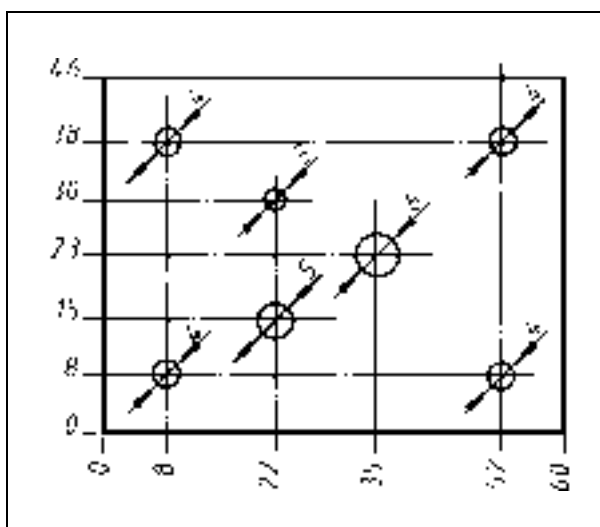


Cotagem aditiva

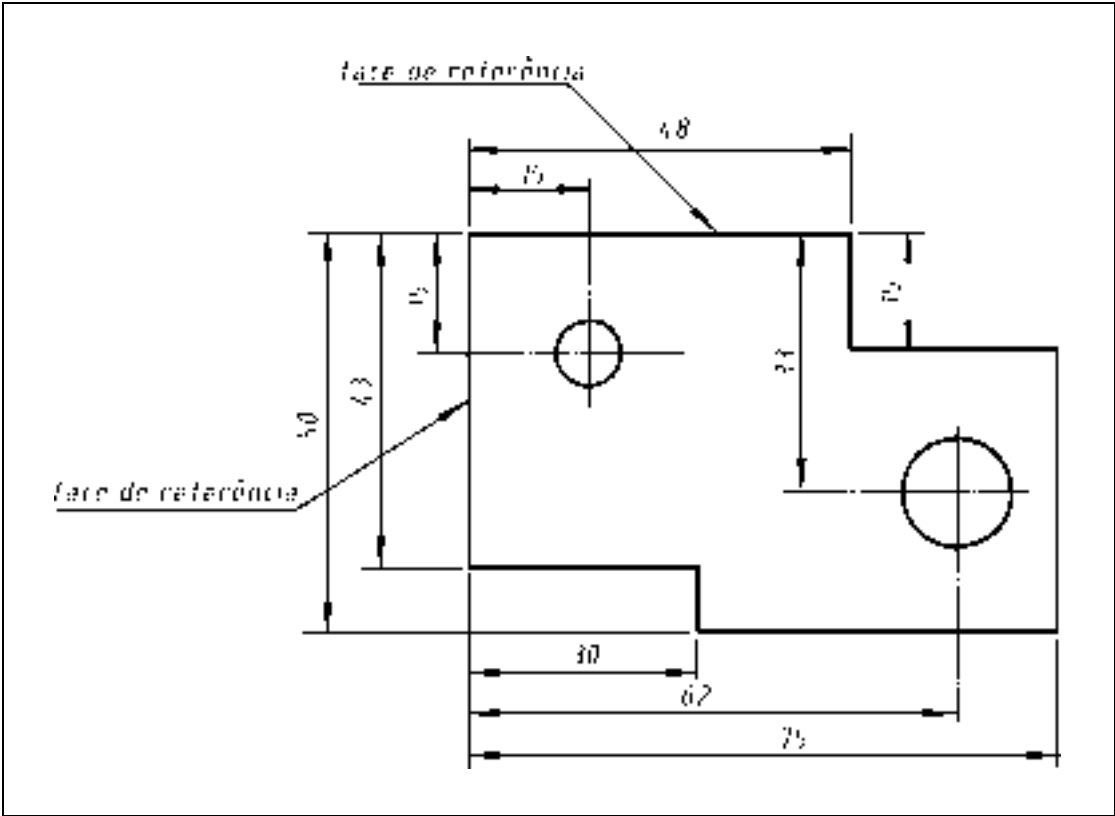
A cotagem por faces de referência ou por elementos de referência pode ser executada como cotagem em paralelo ou cotagem aditiva.

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

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



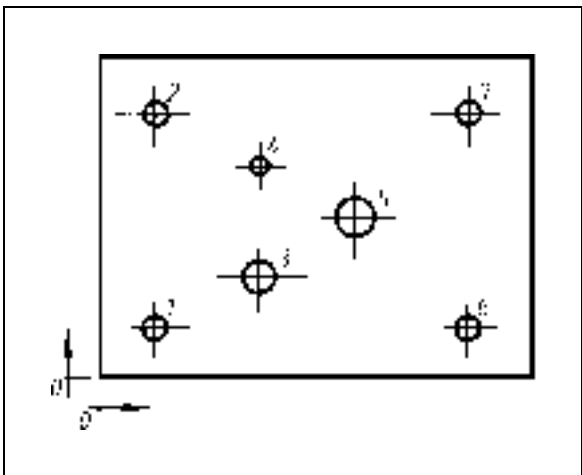
Cotagem aditiva em duas direções



Cotagem por coordenadas

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

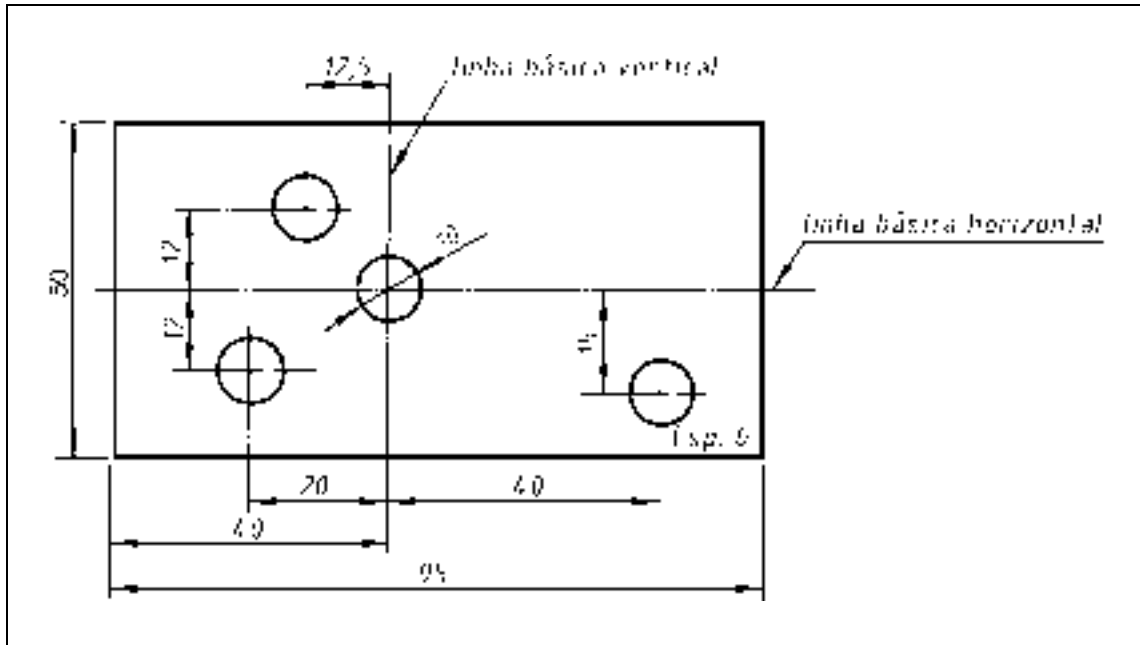
É mais prático indicar as cotas em uma tabela ao invés de indicá-las diretamente sobre o desenho da peça.



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

Cotagem por linhas básicas

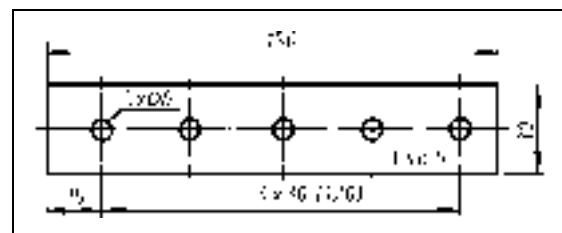
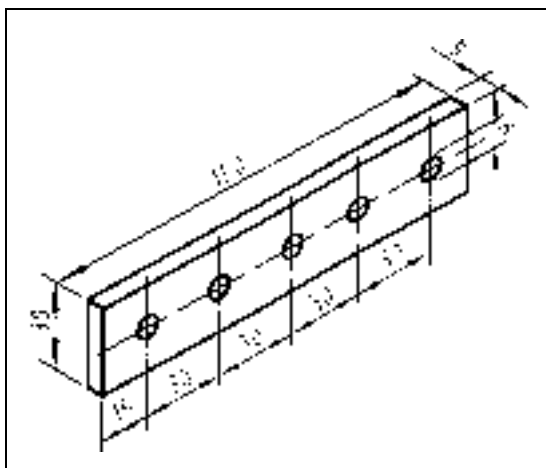
Na cotagem por linha básica as medidas da peça são indicadas a partir de linhas.



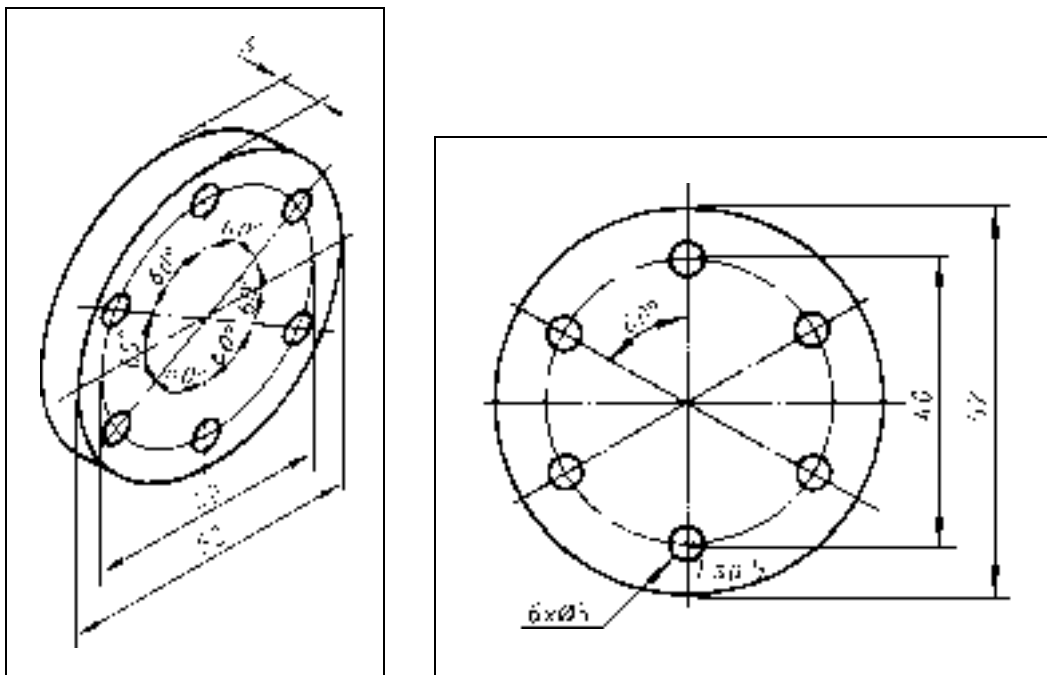
Cotagem de furos espaçados igualmente

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

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

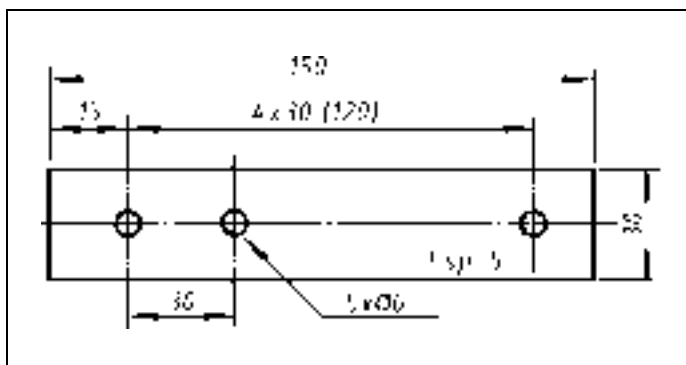


Cotagem linear

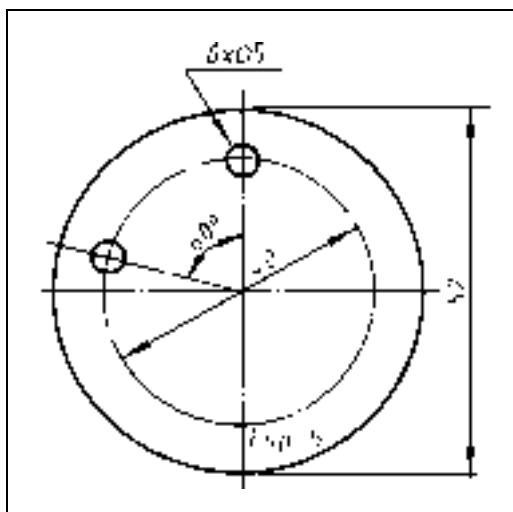


Cotagem linear e angular

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



Desenho e cotagem simplificados

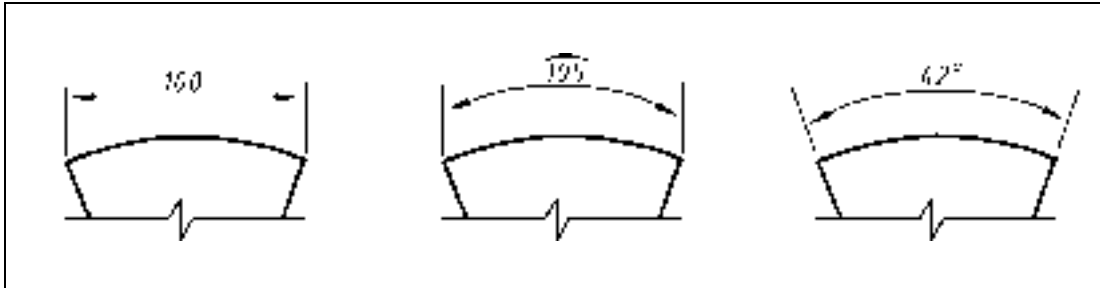


Desenho e cotagem simplificados

Indicações especiais

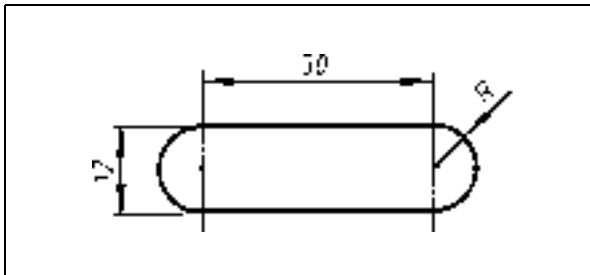
Cotagem de cordas, arcos e ângulos.

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



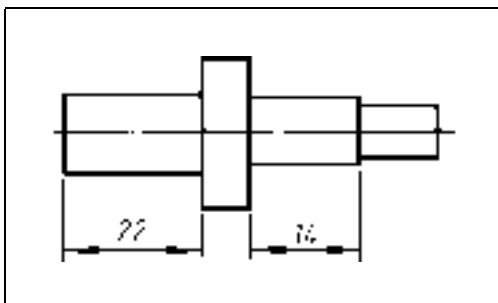
Raio definido por outras cotas

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



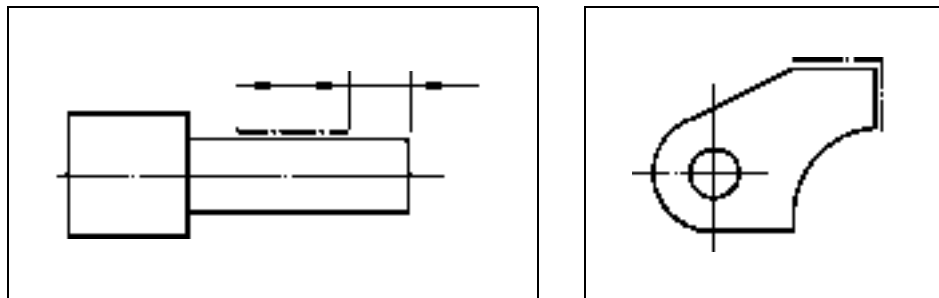
Cotas fora de escala

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.



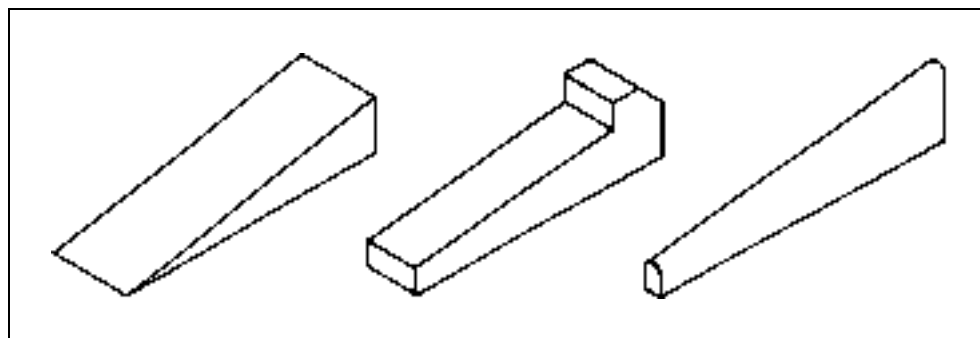
Cotagem de uma área ou comprimento limitado de uma superfície para indicar uma situação especial

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

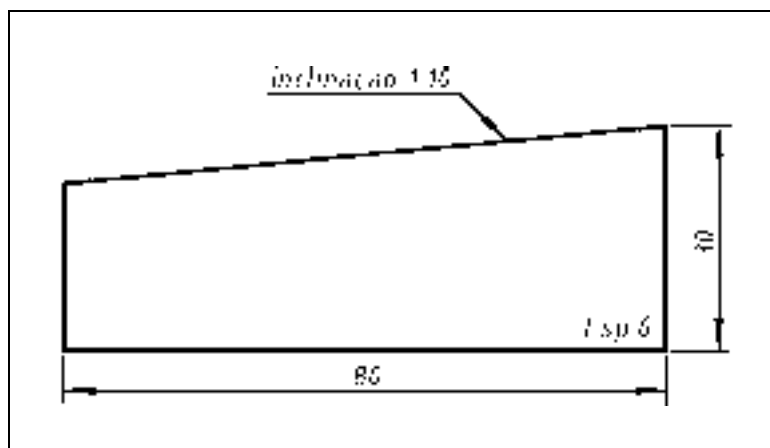


Cotagem de peças com faces ou elementos inclinados

Existem peças que têm faces ou elementos inclinados.



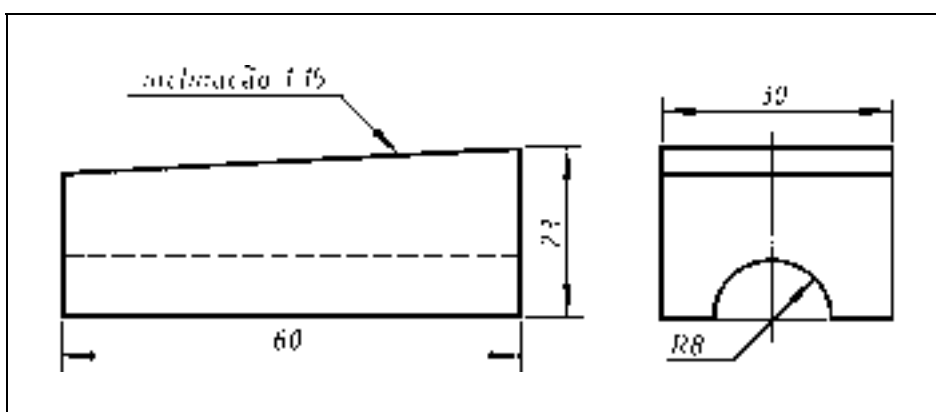
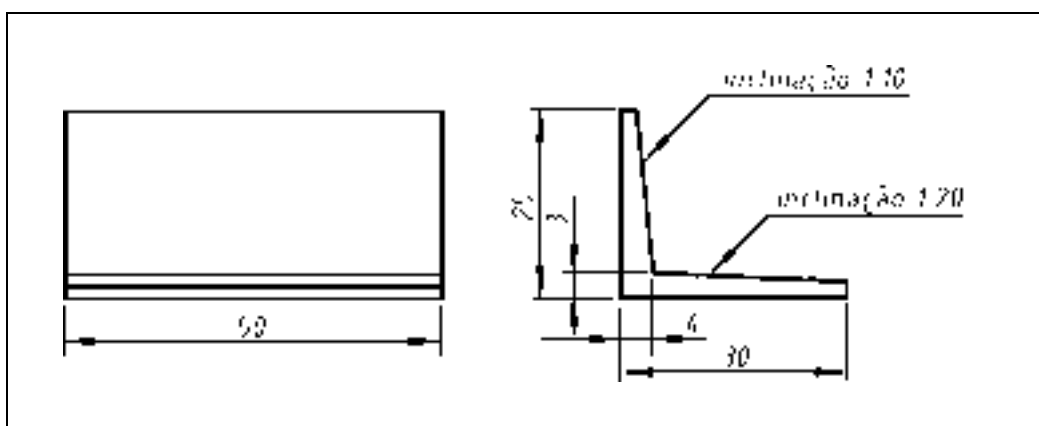
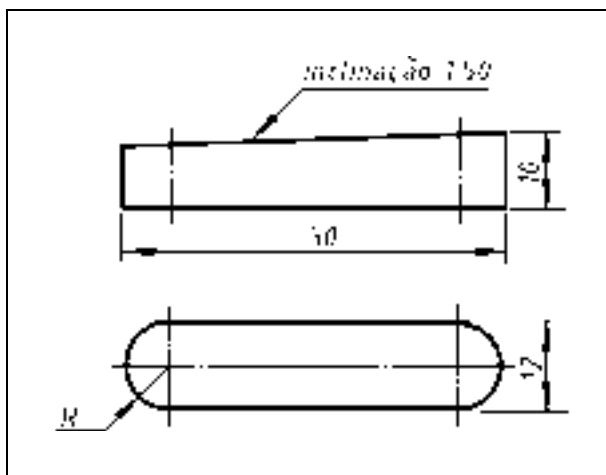
Nos desenhos técnicos de peças com faces ou elementos inclinados, a relação de inclinação deve estar indicada.



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

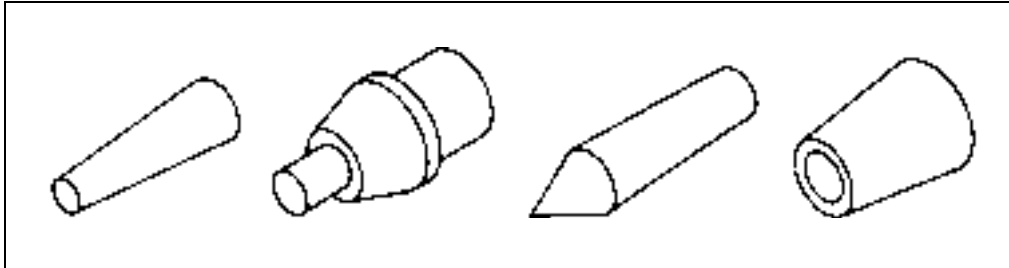
Como a relação de inclinação vem indicada no desenho técnico, não é necessário que a outra cota de altura da peça apareça.

Outros exemplos:



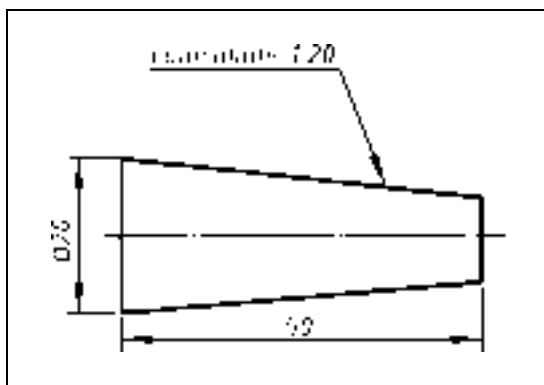
Cotagem de peças cônicas ou com elementos cônicos

Existem peças cônicas ou com elementos cônicos.

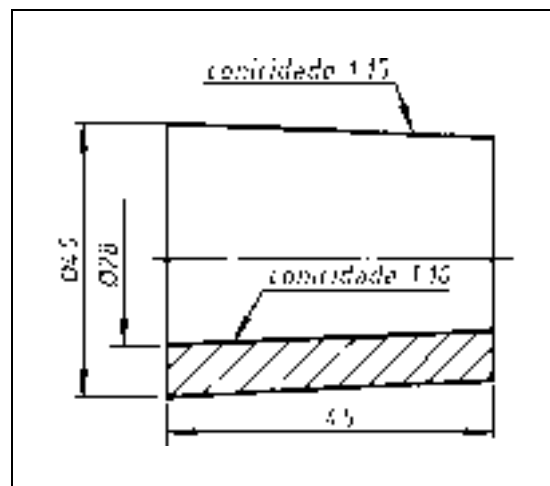
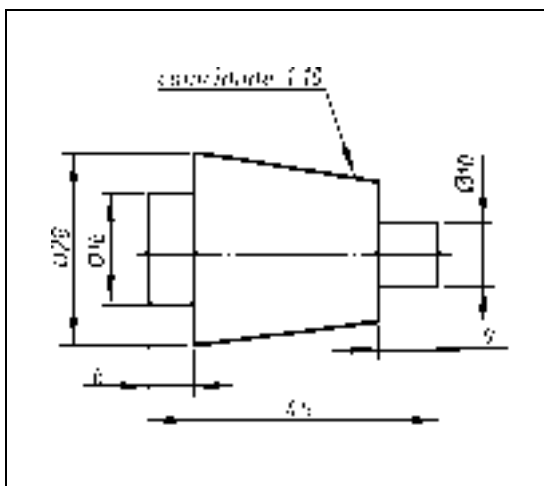


Nos desenhos técnicos de peças como estas, a relação de conicidade deve estar indicada.

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



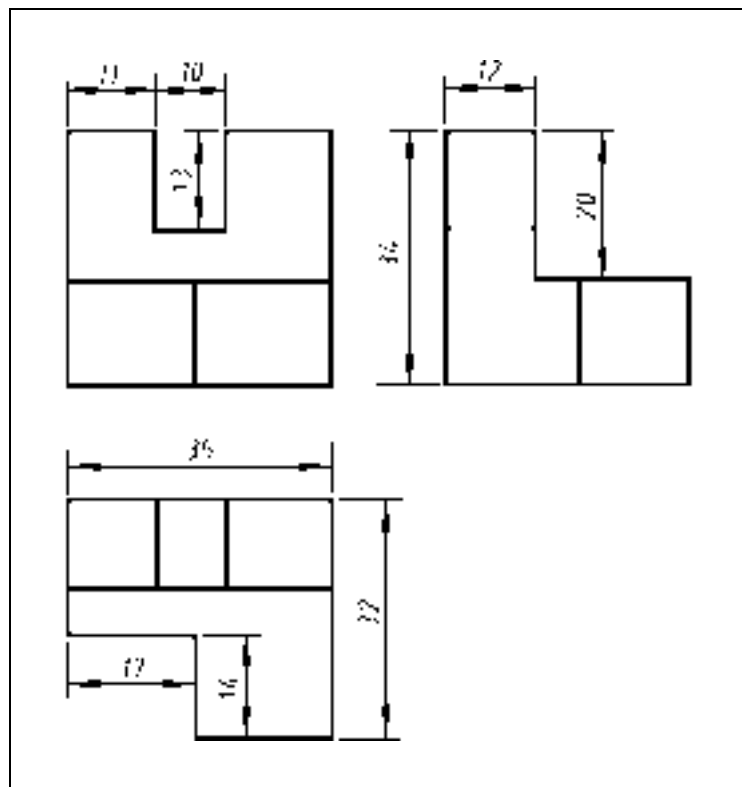
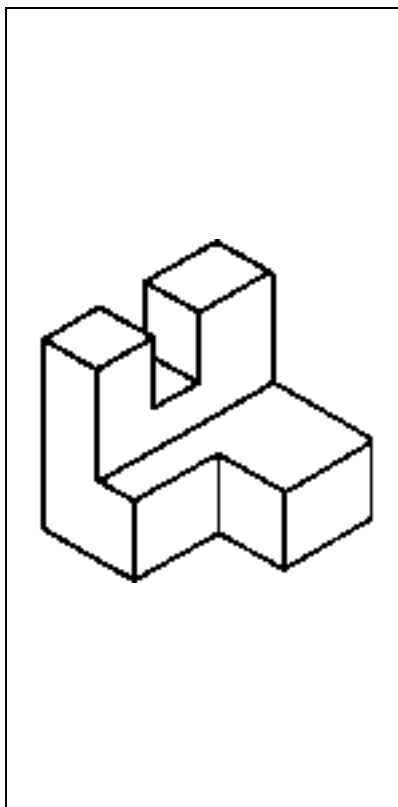
Outros exemplos:



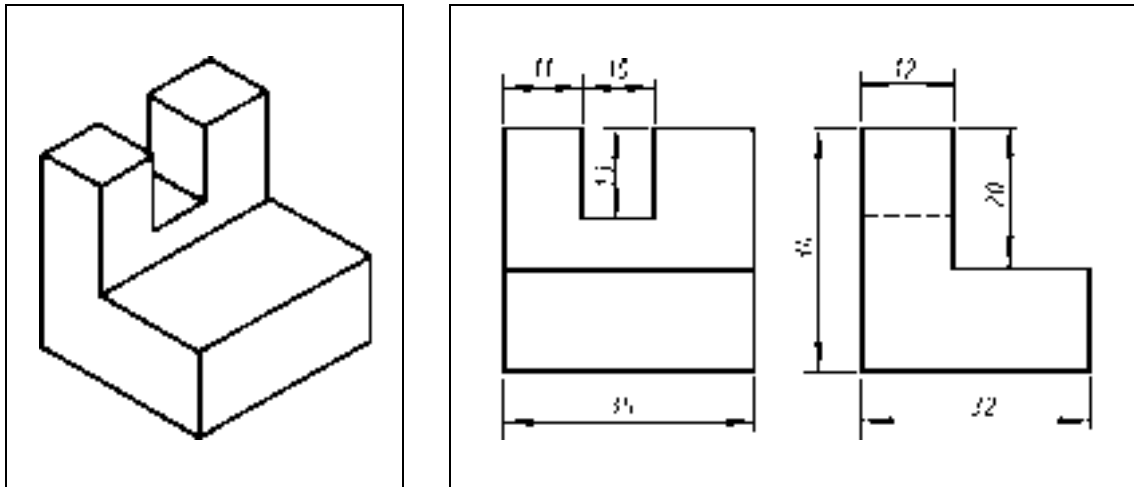
Supressão de vistas

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

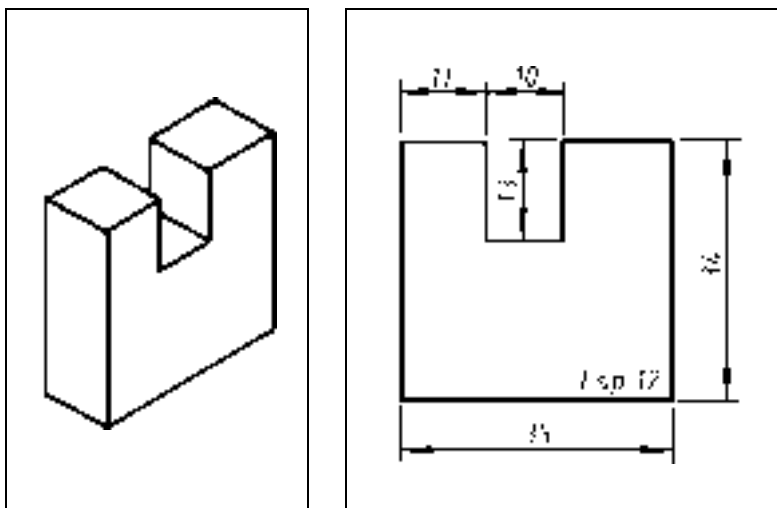
Peça desenhada em três vistas



Peça desenhada em duas vistas

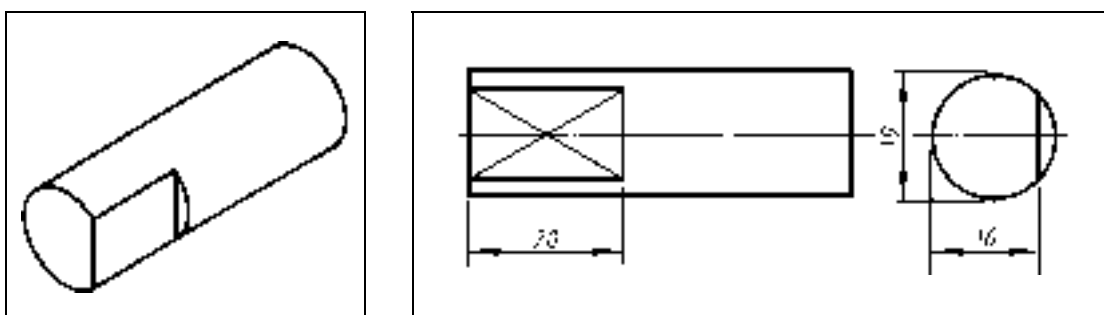


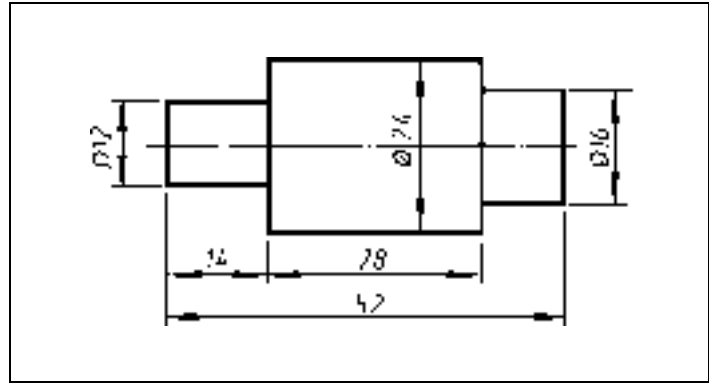
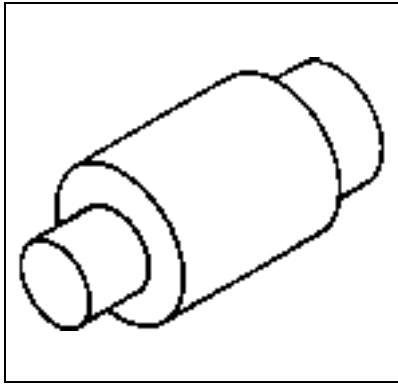
Peça desenhada em vista única



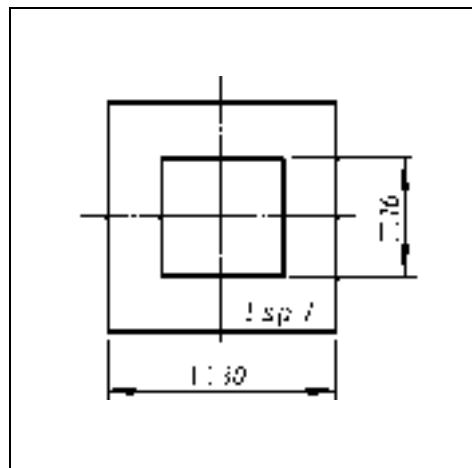
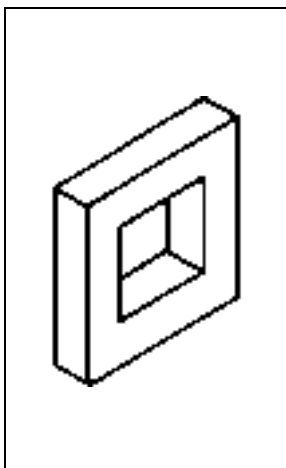
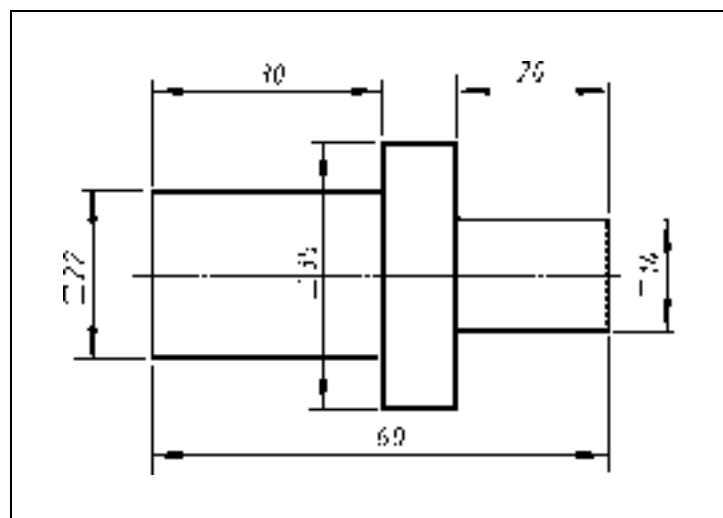
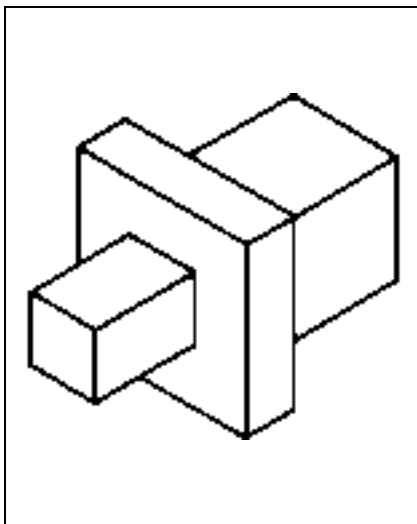
Indicativo de superfícies planas

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





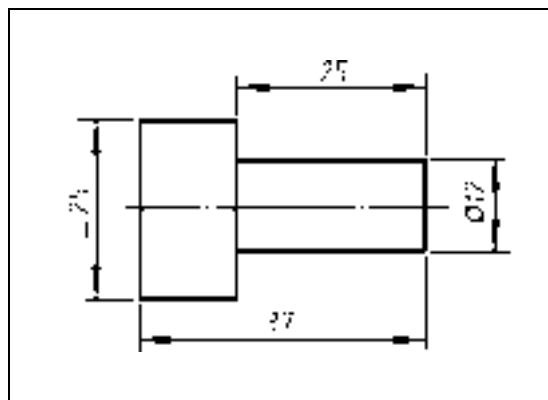
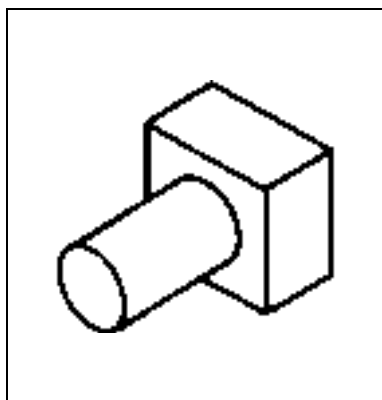
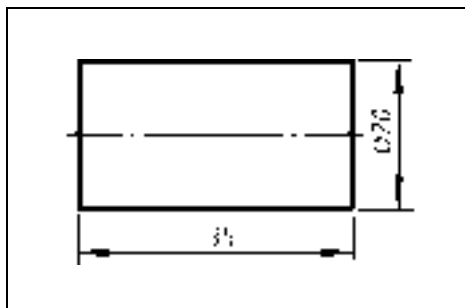
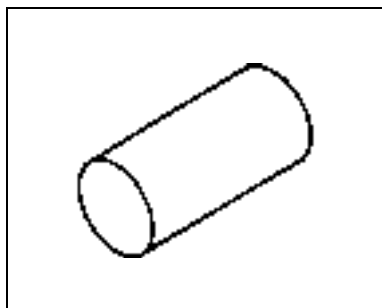
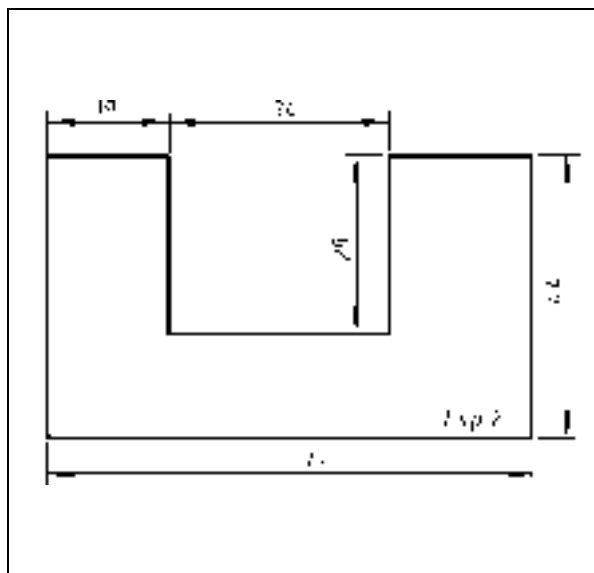
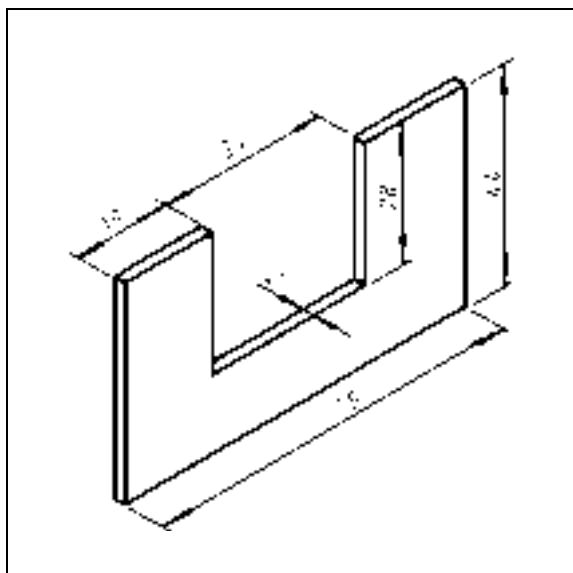
Indicativo de quadrado (□)

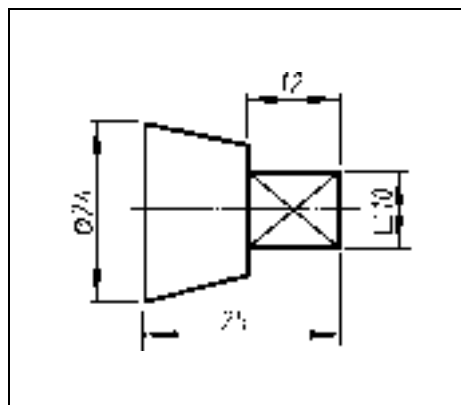
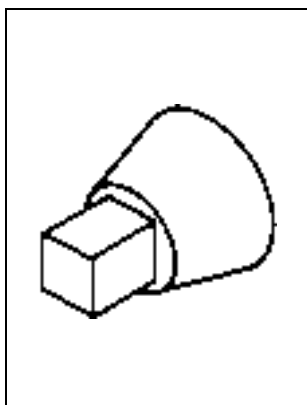
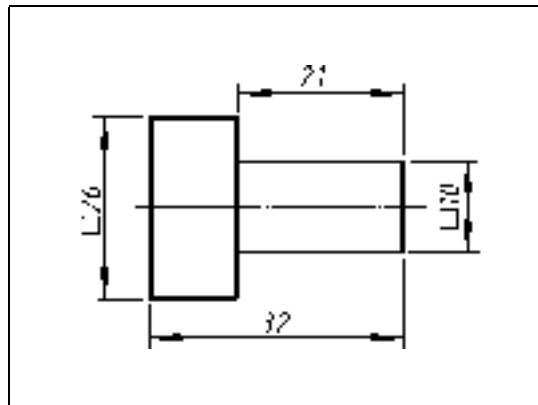
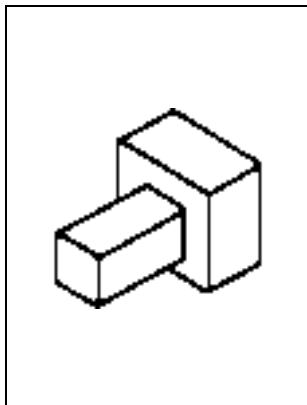
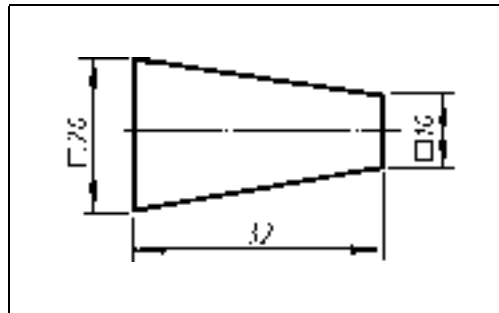
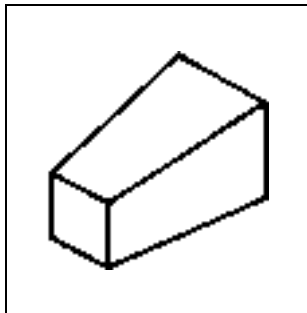
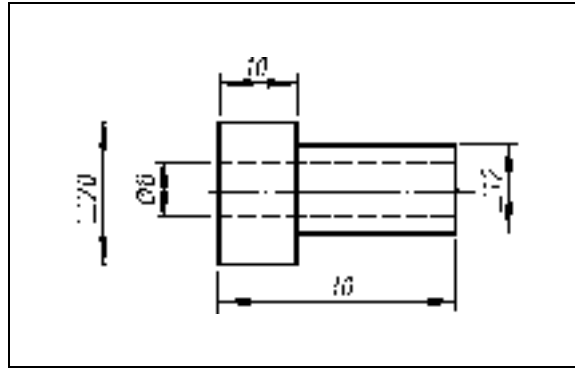
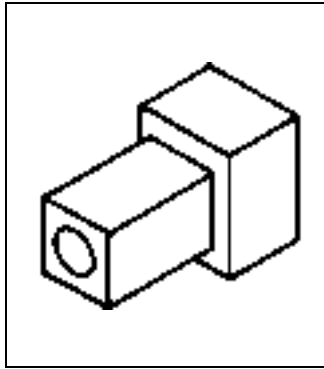


Desenho em vista única

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

Aplicação

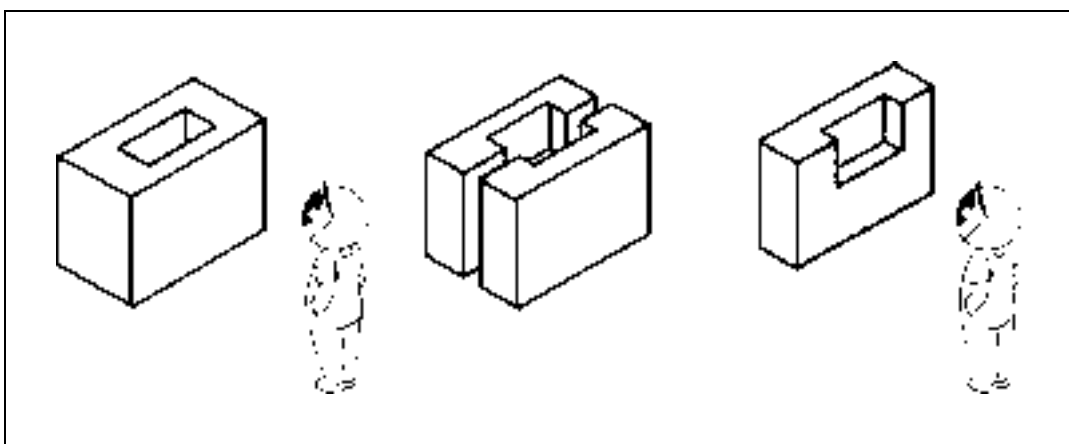




Desenho em corte

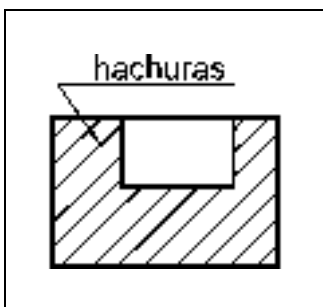
Corte

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

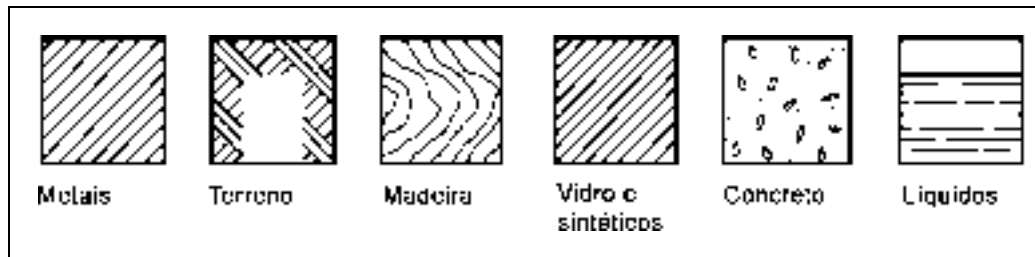


Hachuras

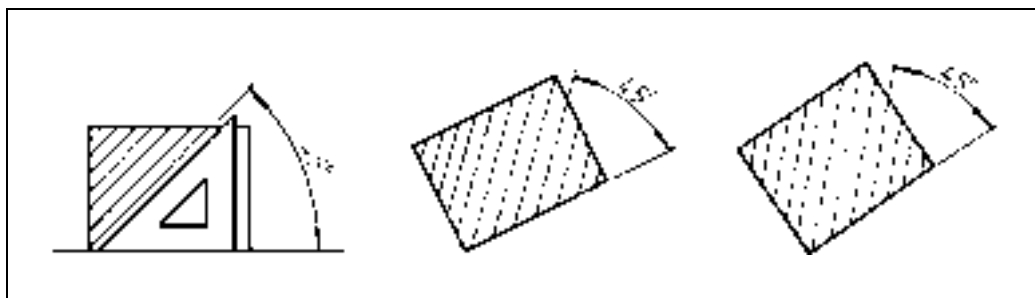
Na projeção em corte, a superfície imaginária cortada é preenchida com hachuras.



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

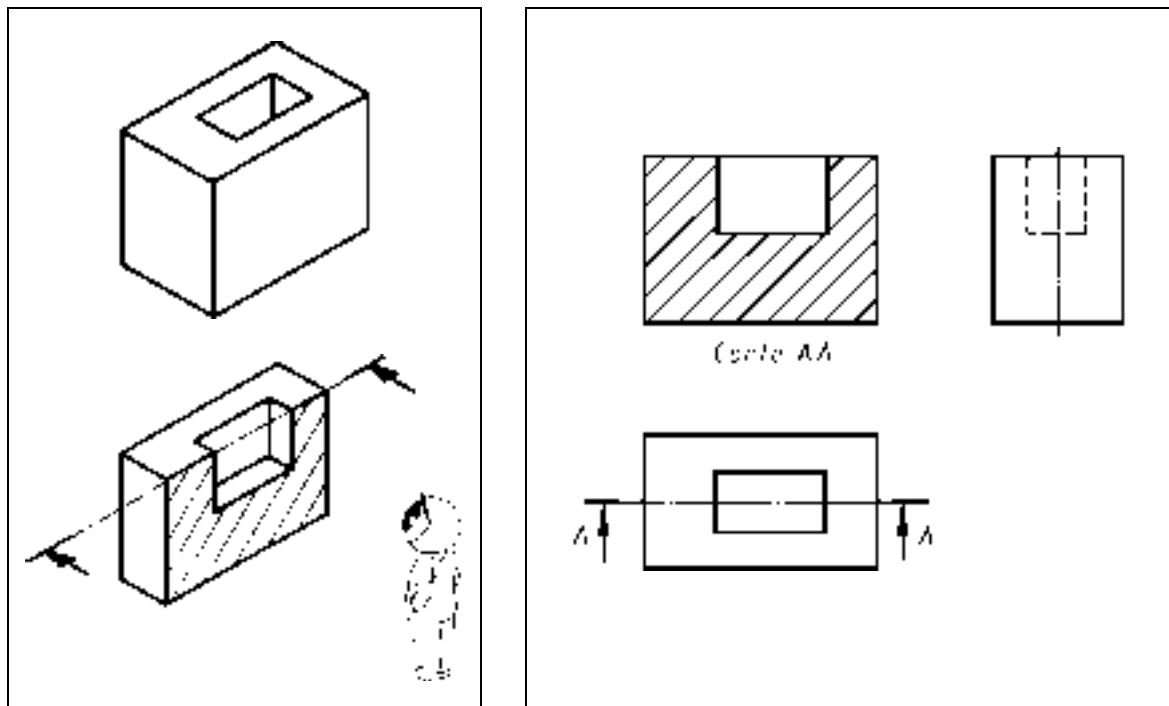


O hachurado é traçado com inclinação de 45 graus.

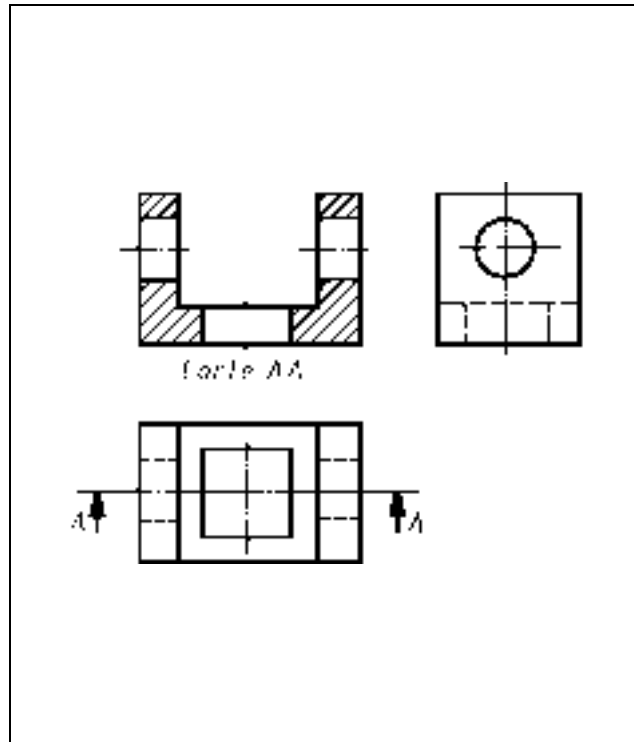
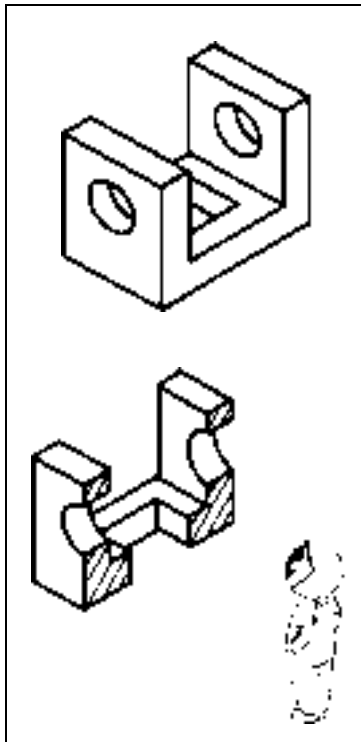


Para se desenhar uma projeção em corte, é necessário se indicar antes onde a peça será imaginada cortada.

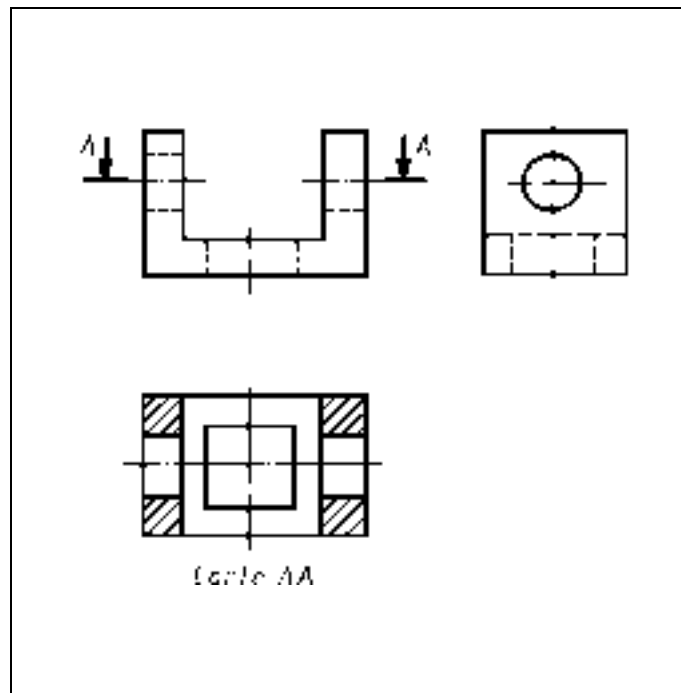
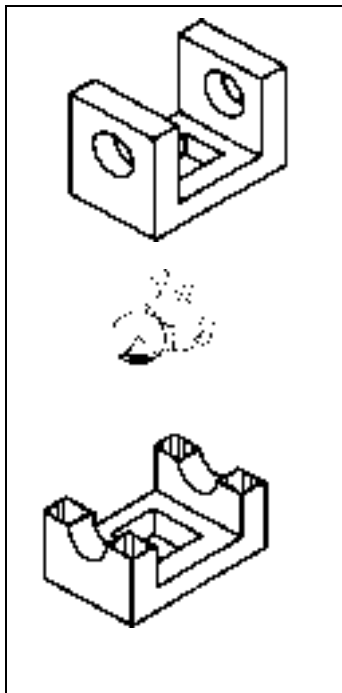
Essa indicação é feita por meio de setas e letras que mostram a posição do observador.



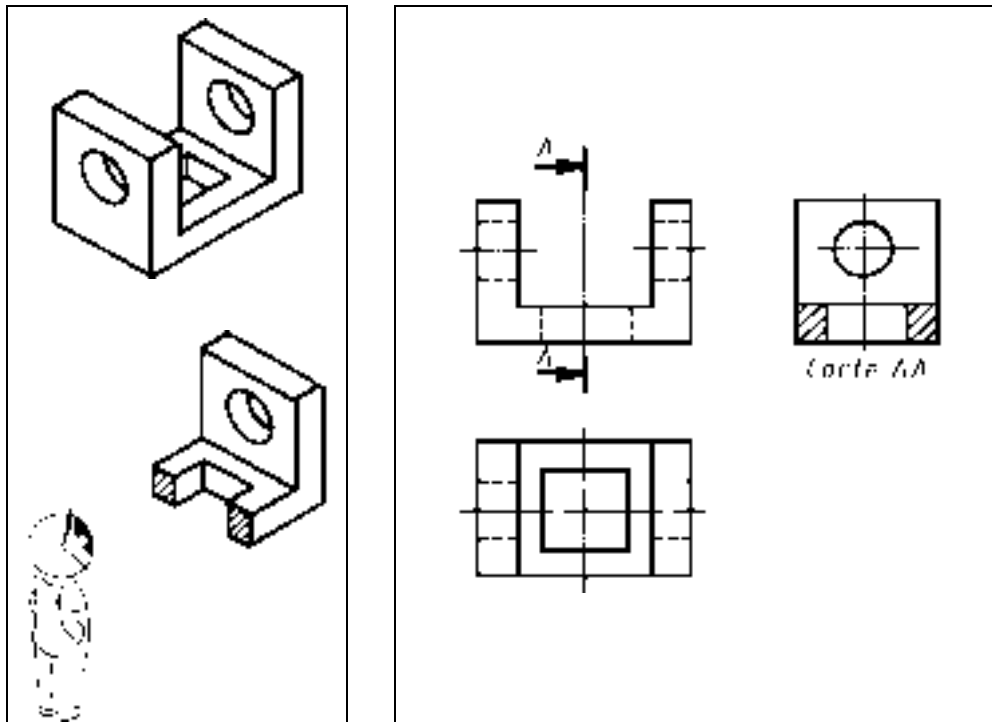
Corte na vista frontal



Corte na vista superior



Corte na vista lateral esquerda

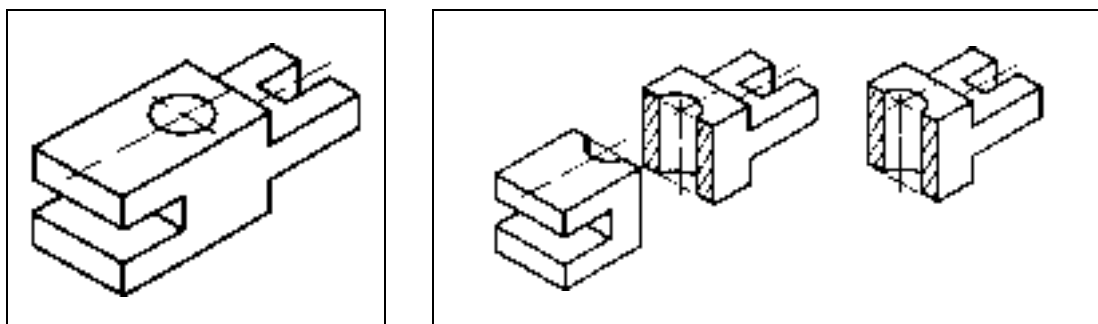


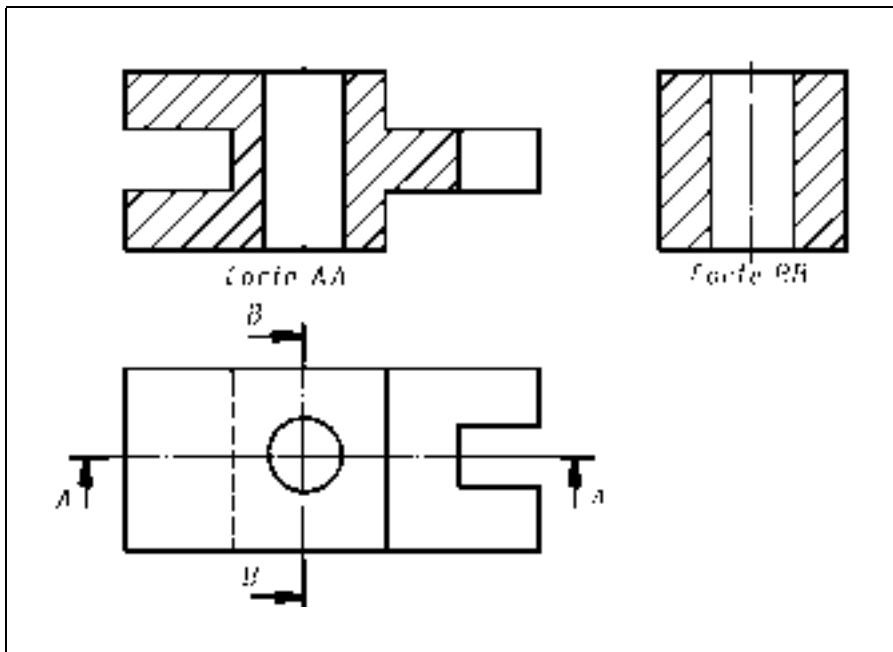
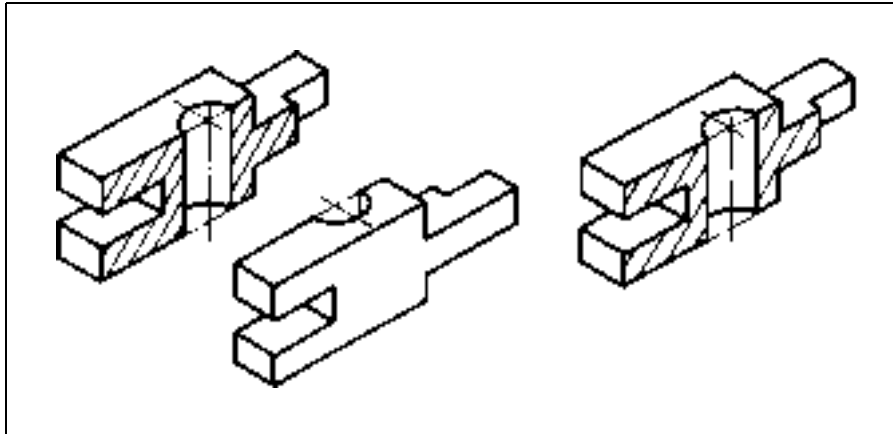
Observações:

- 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.

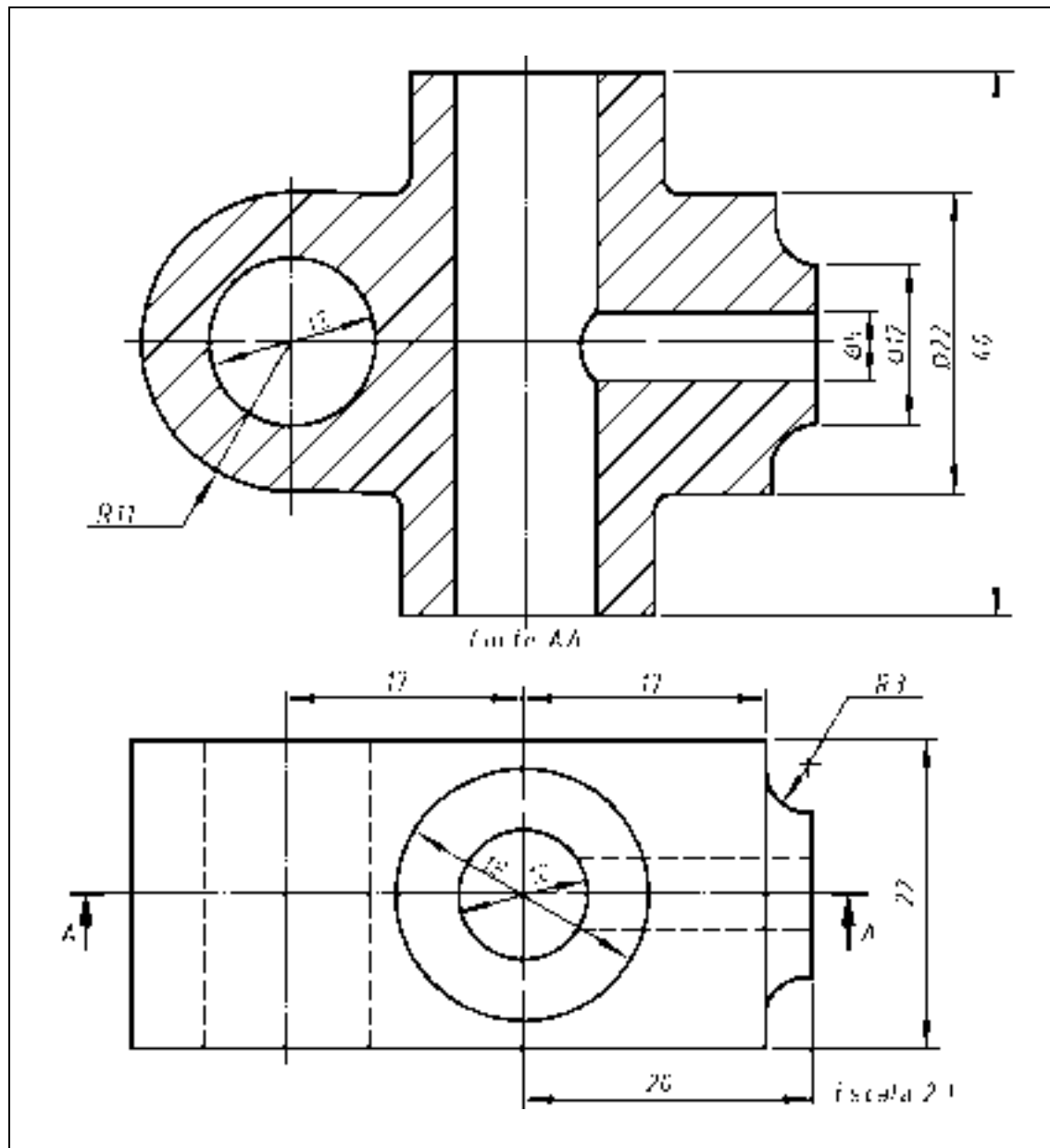
Mais de um corte no desenho técnico

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.



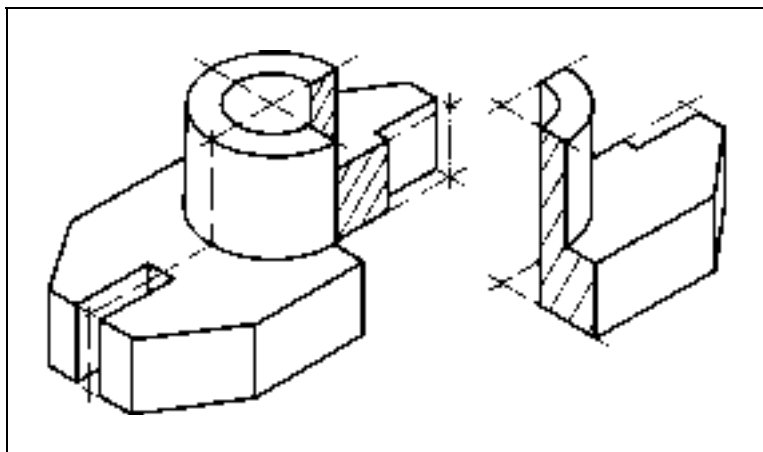


Exemplo de desenho em corte cotado



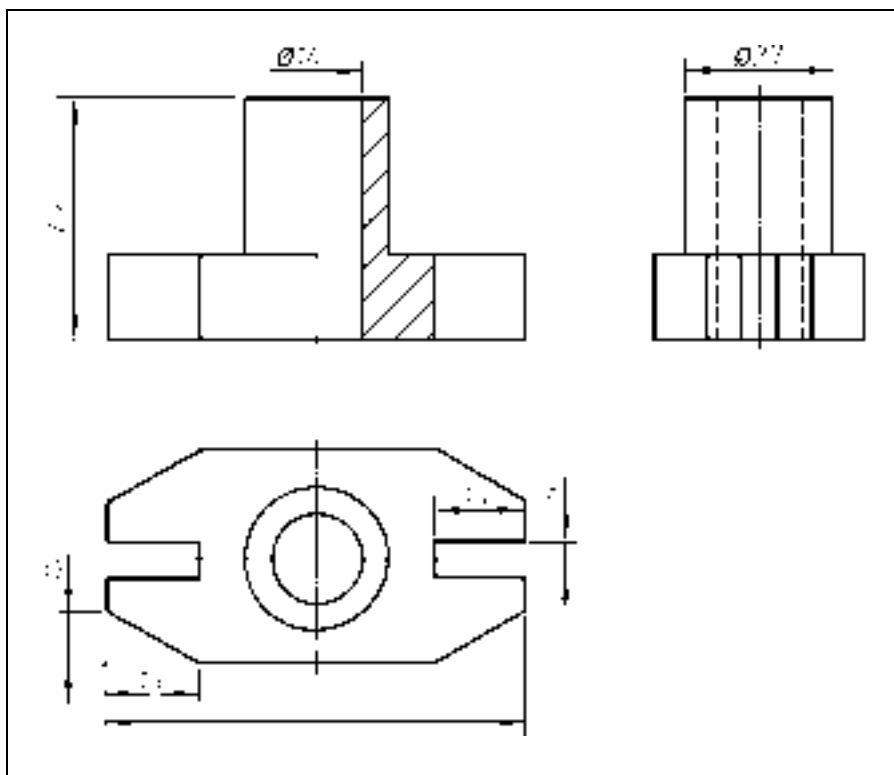
Meio-corte

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 externas da peça.



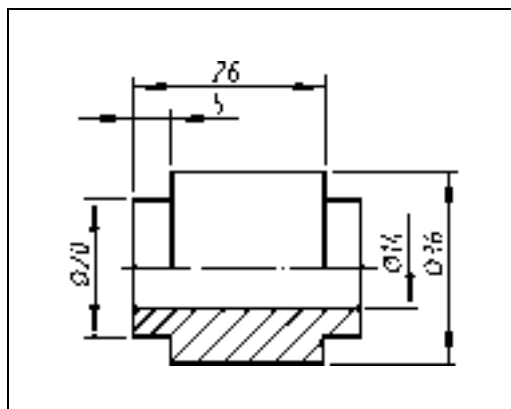
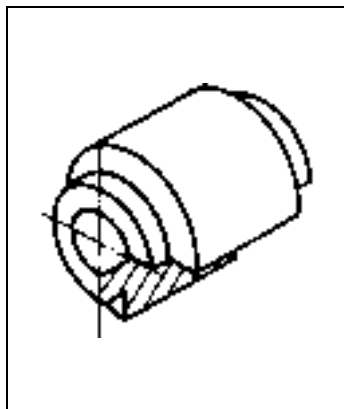
Em peças com a linha de simetria vertical, o meio-corte é representado à direita da linha de simetria, de acordo com a NBR 10067.

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

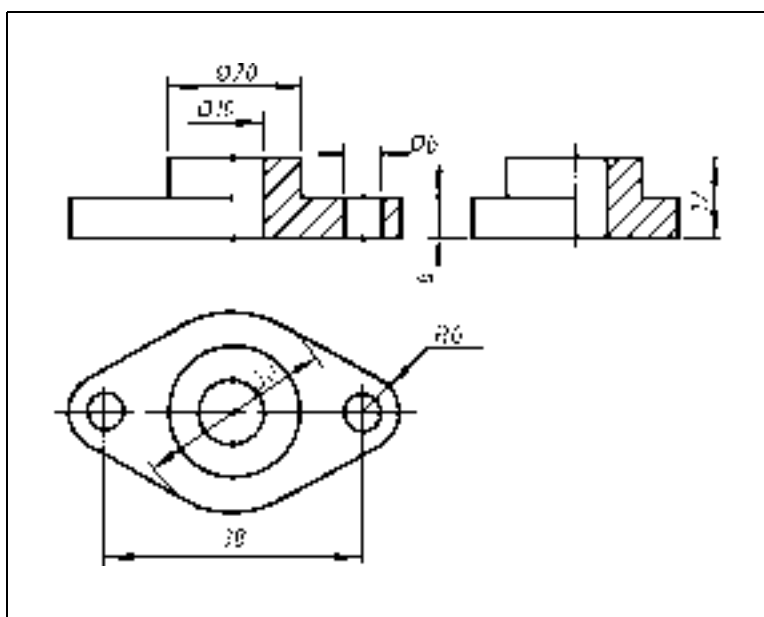
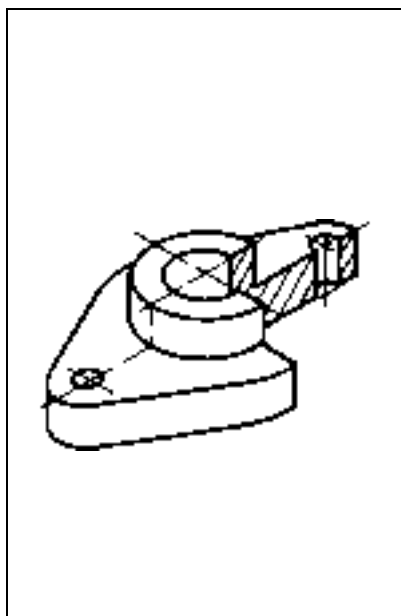


Meio-corte em vista única

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

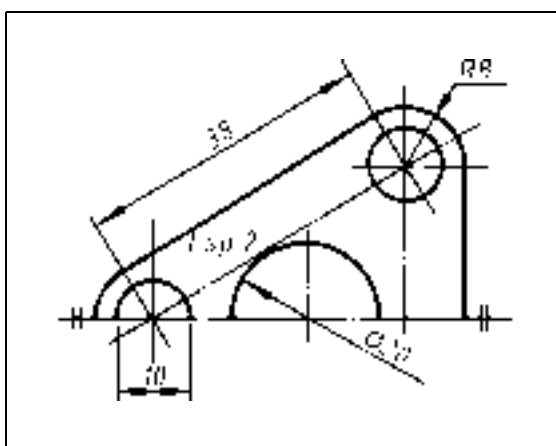
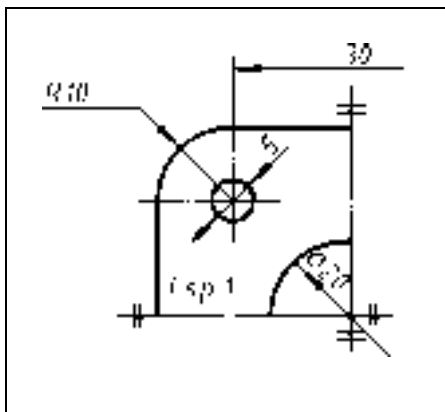
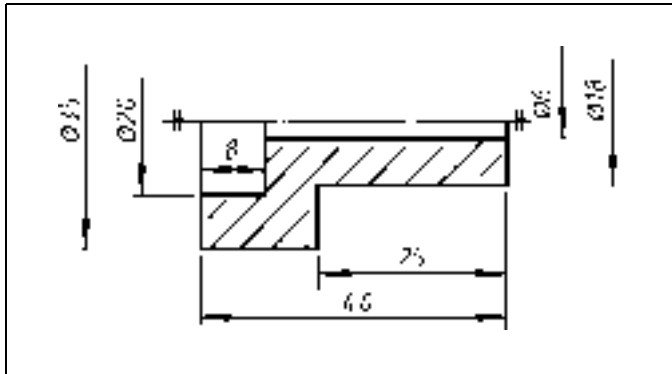


Duas representações em meio-corte no mesmo desenho

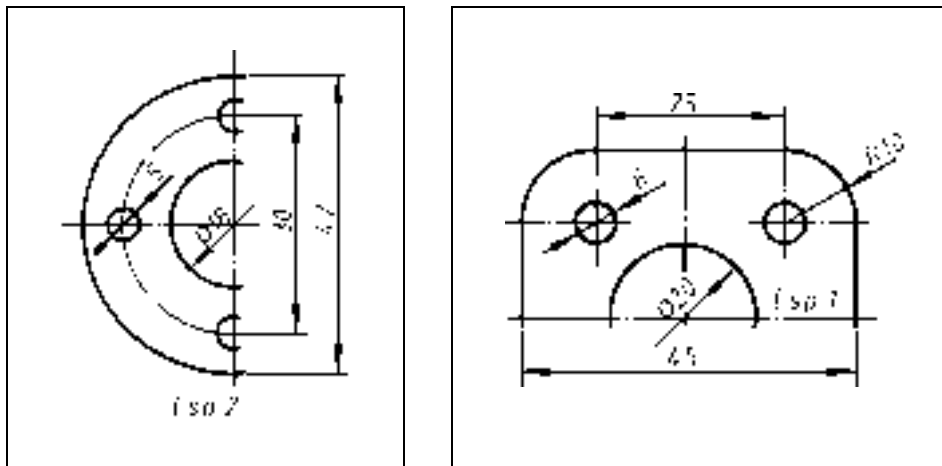


Representação simplificada de vistas de peças simétricas

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.

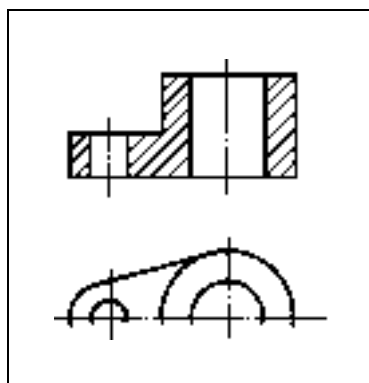
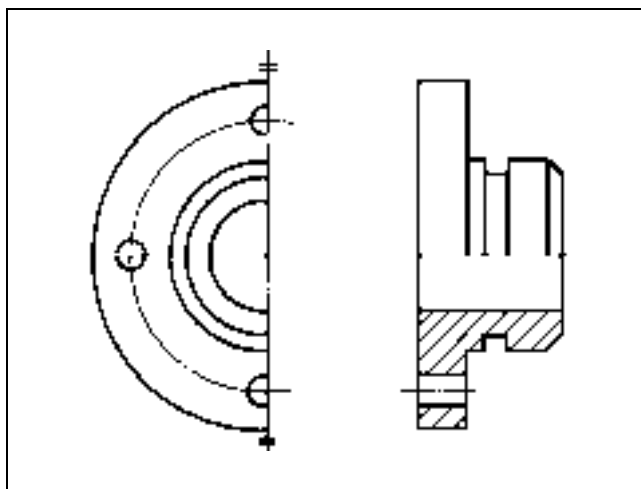


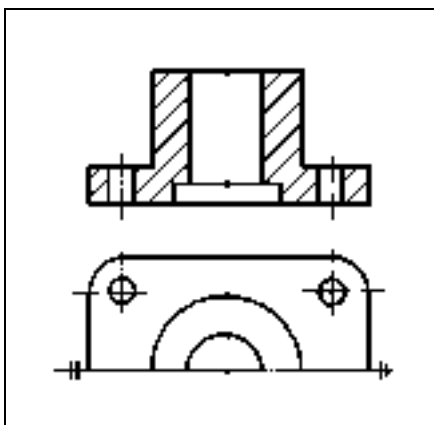
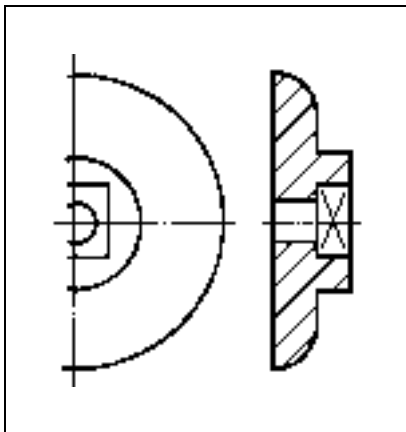
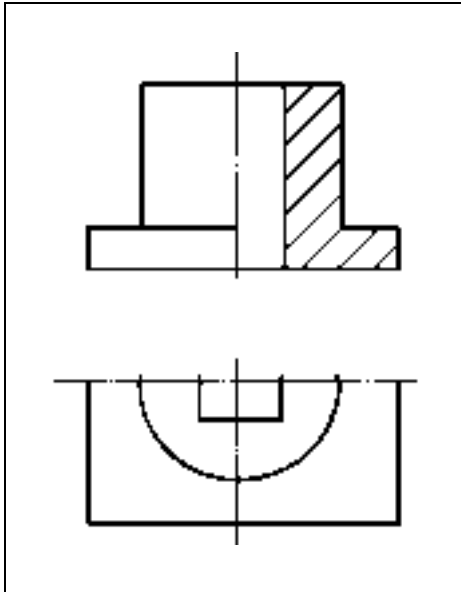
Outro processo consiste em traçar as linhas da peça um pouco além da linha de simetria.



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 as do desenho.

A escala é necessária 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.

E 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

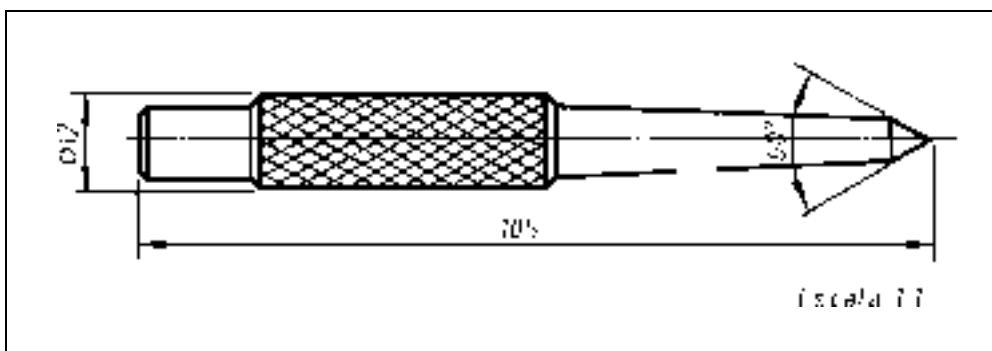
Natural 1:1 (um por um)

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

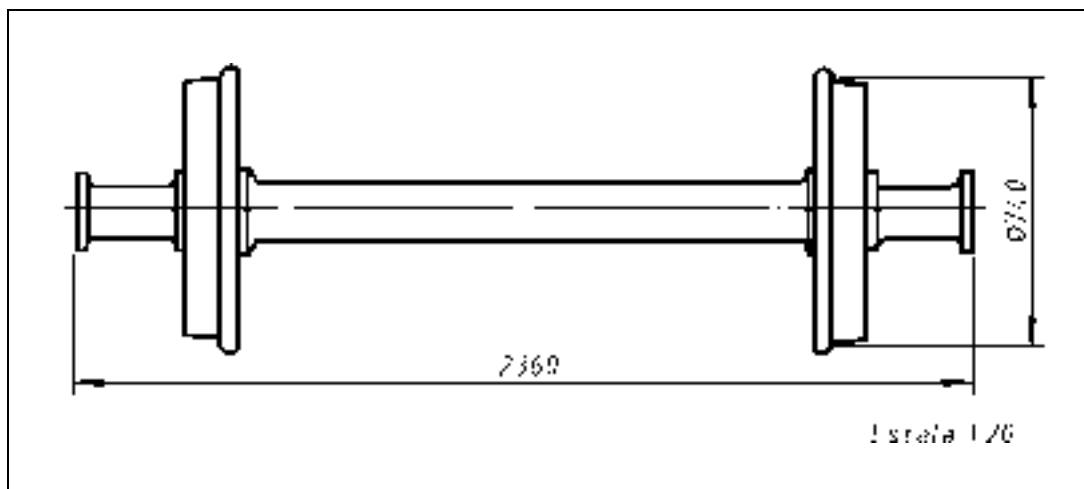
Ampliação 2:1 - 5:1 - 10:1 - 20: 1 - etc.

Exemplos:

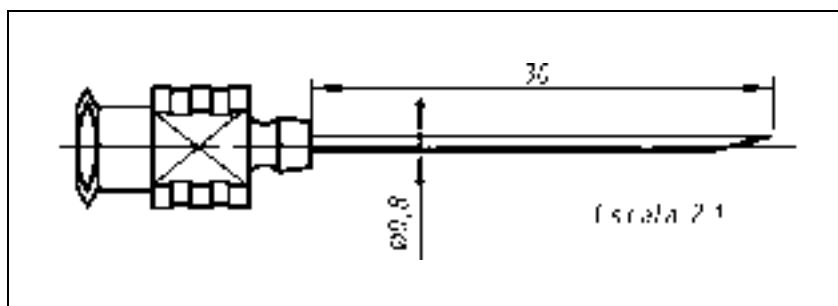
Desenho de um **punção de bico** em tamanho natural.



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



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

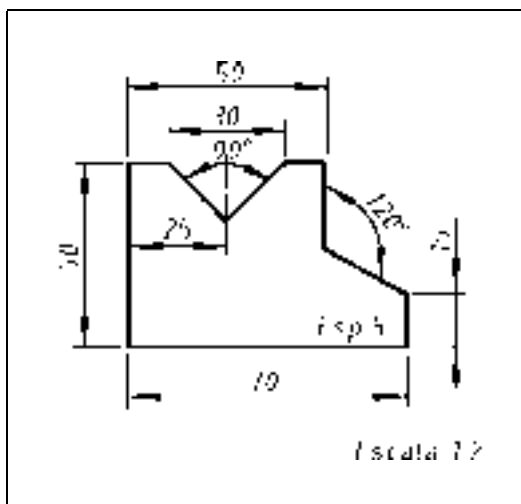
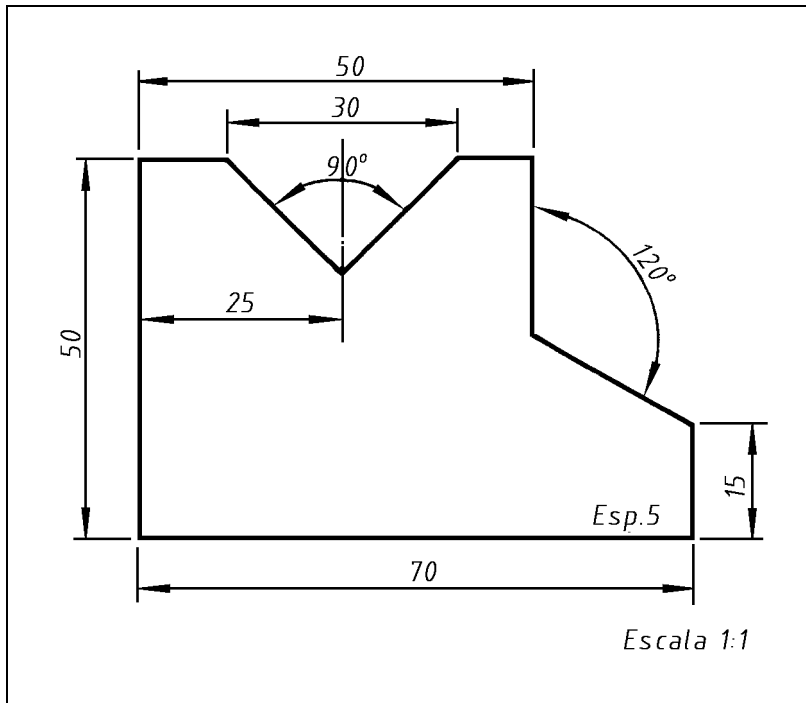


Observação

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

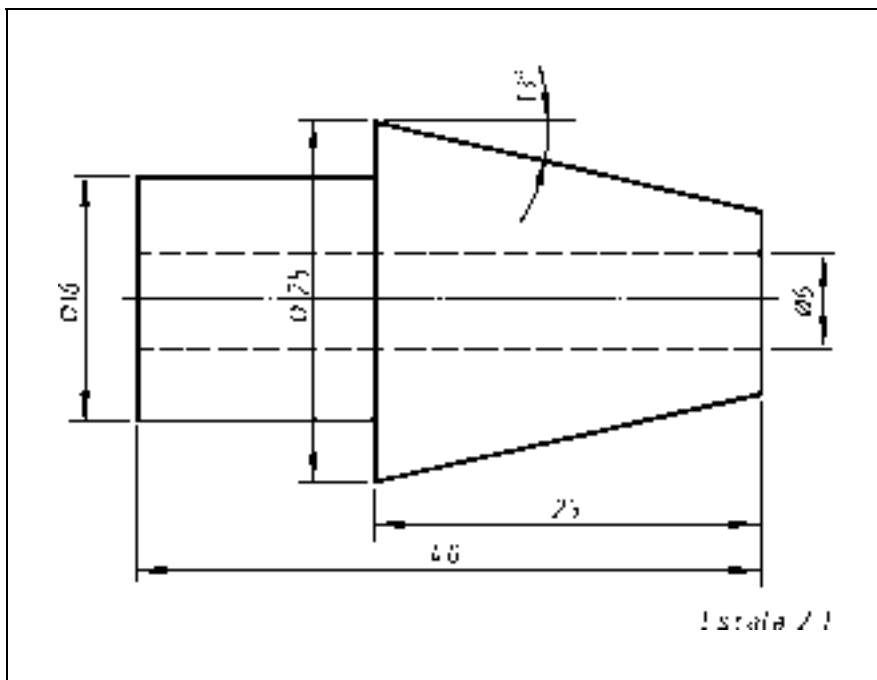
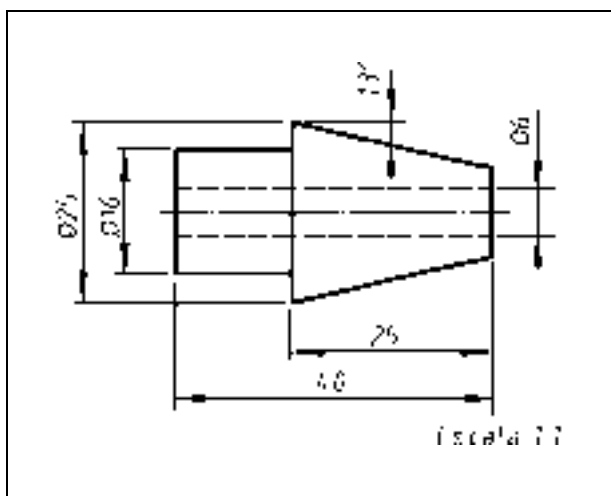
Escala de medidas angulares

Seja qual for a escala utilizada, as medidas angulares não sofrem redução ou ampliação.



Observação

Os ângulos das peças permanecem sempre com as mesmas aberturas.



Referências bibliográficas

ABNT. **Coletânea de normas de desenho técnico**. São Paulo: SENAI-DTE-DMD, 1990. 86 p. (Programa de Publicações Técnicas e Didáticas. Série organização e administração)

FRENCH, Thomas E.; VIERCK, Charles J. **Desenho técnico e tecnologia gráfica**. Porto Alegre: Globo, 1985. 1093 p.

PENTEADO, José de Arruda. **Curso de desenho para o curso de nível médio**. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1986. 156 p.

SENAI-DR-SP. **Iniciação ao desenho**. 2 ed. São Paulo, 1991. 84 p.

_____. **Desenho com instrumentos**. 2.ed. São Paulo, 1991. 98 p.

CAVALIN, Geraldo; CERVELIN, Severino. **Instalações elétricas prediais**. 5.ed. São Paulo, 1998. 388 p.