

# INTRODUÇÃO AO ESTUDO DO DESENHO TÉCNICO

# ***Definição de Desenho Técnico***

- Forma de expressão gráfica que tem por finalidade a representação de forma, dimensão e posição de objetos de acordo com as diferentes necessidades requeridas pelas diversas modalidades de engenharia e também da arquitetura.
- Utiliza-se de um conjunto constituído por linhas, números, símbolos e indicações escritas normalizadas internacionalmente
- Linguagem gráfica universal da engenharia e da arquitetura.

# ***Visão Espacial***

- Visão espacial é um dom que, em princípio todos têm, dá a capacidade de percepção mental das formas espaciais.
- Perceber mentalmente uma forma espacial significa ter o sentimento da forma espacial sem estar vendo o objeto.

# ***O Desenho Técnico e a Engenharia***

- Todo o processo de desenvolvimento e criação dentro da engenharia está intimamente ligado à expressão gráfica.
- O desenho técnico
  - representa o que deve ser executado ou construído.
  - aparece em gráficos e diagramas que mostram os resultados dos estudos feitos.
  - apresenta soluções gráficas que podem substituir cálculos complicados.
  - desenvolve o raciocínio, o senso de rigor geométrico, o espírito de iniciativa e de organização.



# *Tipos de Desenho Técnico*

- **Desenho projetivo** – são os desenhos resultantes de projeções do objeto em um ou mais planos de projeção e correspondem às vistas ortográficas e às perspectivas.
- **Desenho não-projetivo** – na maioria dos casos corresponde a desenhos resultantes dos cálculos algébricos e compreendem os desenhos de gráficos, diagramas etc..

# *Tipos de Desenho Técnico*

- Os **desenhos projetivos** compreendem a maior parte dos desenhos feitos nas indústrias
  - Desenho Mecânico
  - Desenho de Máquinas
  - Desenho de Estruturas
  - Desenho Arquitetônico
  - Desenho Elétrico/Eletrônico
  - Desenho de Tubulações
- Os **desenhos não-projetivos** são utilizados para representação das diversas formas de gráficos, diagramas, esquemas, ábacos, fluxogramas, organogramas etc..

# ***Formas de Elaboração e Apresentação do Desenho Técnico***

- Atualmente, na maioria dos casos, os desenhos são elaborados por computadores, pois existem vários softwares que facilitam a elaboração e apresentação de desenhos técnicos.
- Os desenhos definitivos são completos, elaborados de acordo com a normalização envolvida, e contêm todas as informações necessárias à execução do projeto.

# ***A Padronização dos Desenhos Técnicos***

- Para transformar o desenho técnico em uma linguagem gráfica foi necessário padronizar seus procedimentos de representação gráfica.
- Essa padronização é feita por meio de normas técnicas seguidas e respeitadas internacionalmente.

# ***A Padronização dos Desenhos Técnicos***

- As normas técnicas que regulam o desenho técnico são normas
  - editadas pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas)
  - registradas pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial) como normas brasileiras -NBR e
  - estão em consonância com as normas internacionais aprovadas pela ISO (*International Organization for Standardization*).

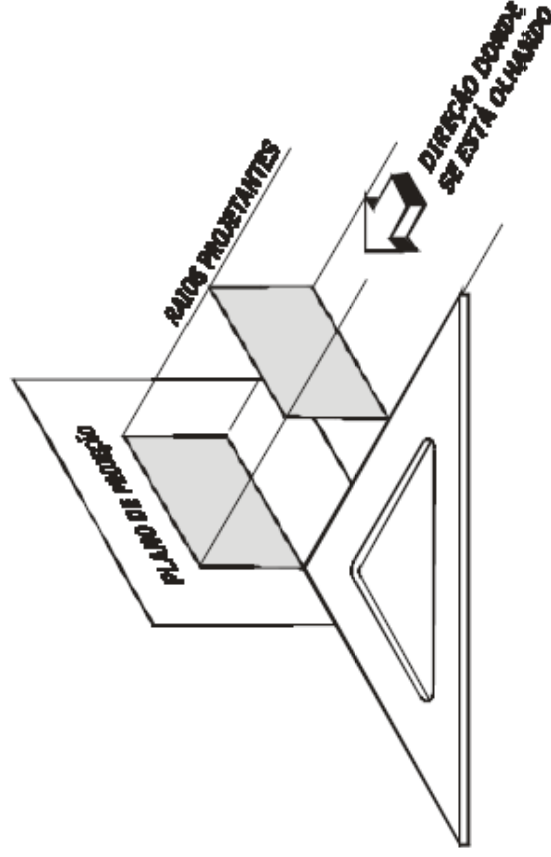
# ***Normas da ABNT***

- NBR 10647 – DESENHO TÉCNICO – NORMA GERAL
- NBR 10068 – FOLHA DE DESENHO LAY-OUT E DIMENSÕES
- NBR 10582 – APRESENTAÇÃO DA FOLHA PARA DESENHO TÉCNICO
- NBR 13142 – DESENHO TÉCNICO – DOBRAMENTO DE CÓPIAS
- NBR 8402 – EXECUÇÃO DE CARACTERES PARA ESCRITA EM DESENHOS TÉCNICOS
- NBR 8403 – APLICAÇÃO DE LINHAS EM DESENHOS – TIPOS DE LINHAS – LARGURAS DAS LINHAS
- NBR 10067 – PRINCÍPIOS GERAIS DE REPRESENTAÇÃO EM DESENHO TÉCNICO
- NBR 8196 – DESENHO TÉCNICO – EMPREGO DE ESCALAS
- NBR 12298 – REPRESENTAÇÃO DE ÁREA DE CORTE POR MEIO DE HACHURAS EM DESENHO TÉCNICO
- NBR 10126 – COTAGEM EM DESENHO TÉCNICO
- NBR 8404 – INDICAÇÃO DO ESTADO DE SUPERFÍCIE EM DESENHOS TÉCNICOS
- NBR 6158 – SISTEMA DE TOLERÂNCIAS E AJUSTES
- NBR 8993 – REPRESENTAÇÃO CONVENCIONAL DE PARTES ROSCADAS EM DESENHO TÉCNICO

**TEORIA DO DESENHO  
PROJETIVO UTILIZADO  
PELO DESENHO TÉCNICO**

# Definição de Projeção Ortogonal

- Nos desenhos projetivos, a representação de qualquer objeto ou figura será feita por sua projeção sobre um plano.



Desenho resultante da projeção de uma forma retangular sobre um plano de projeção.

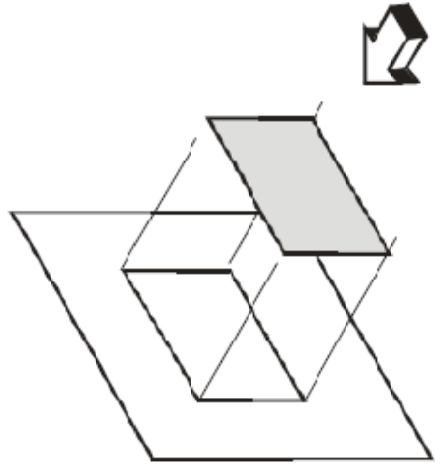
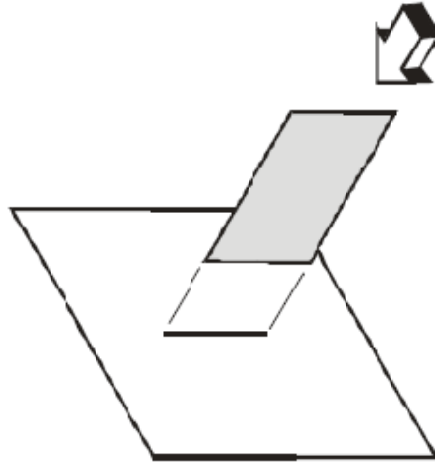
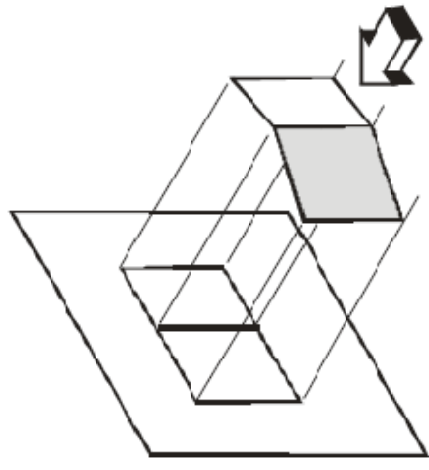
Os raios projetantes tangenciam o retângulo e atingem o plano de projeção formando a projeção resultante.



# Definição de *Projeção Ortogonal*

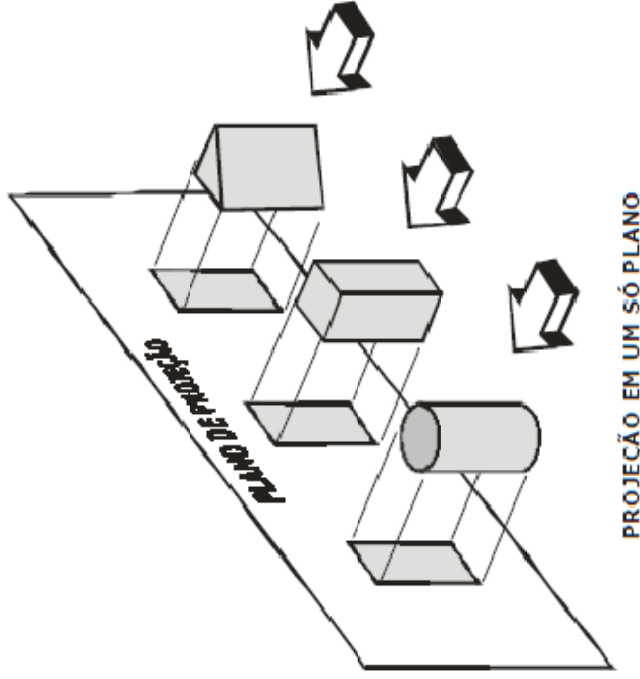
- Como os raios projetantes, em relação ao plano de projeção, são **paralelos** e **perpendiculares**, a projeção resultante representa a forma e a **verdadeira grandeza** do retângulo projetado.
- Este tipo de projeção é denominado **Projeção Ortogonal** (do grego *ortho* = reto + *gonal* = ângulo), pois os raios projetantes são perpendiculares ao plano de projeção.

# Definição de Projeção Ortogonal

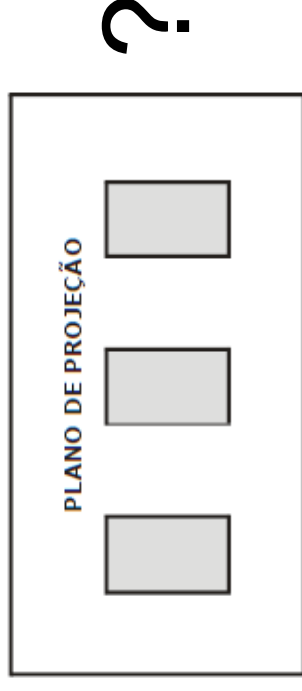


# Como Utilizar as Projeções Ortogonais

- Como os sólidos são constituídos de várias superfícies, as projeções ortogonais são utilizadas para representar as formas tridimensionais através de figuras planas.

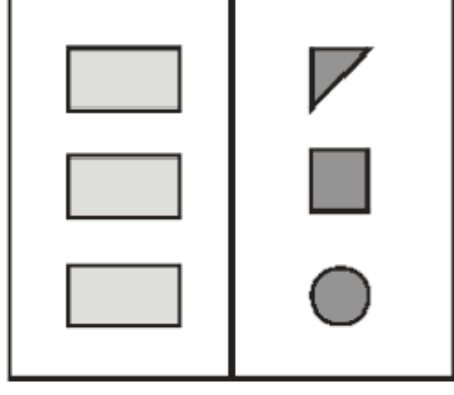
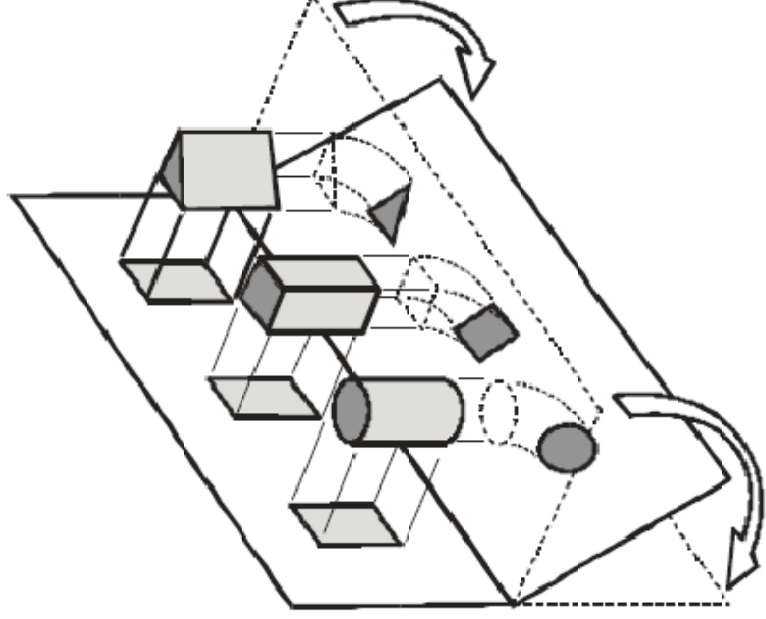
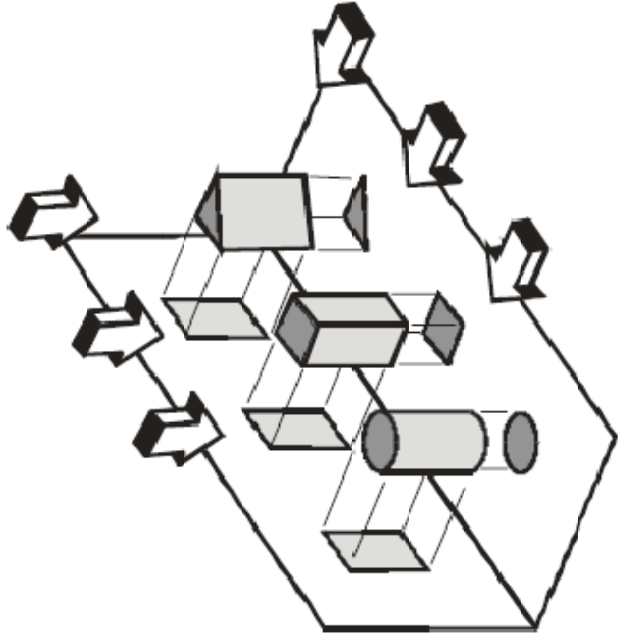


Aplicação das projeções ortogonais na representação das superfícies que compõem, respectivamente, um cilindro, um paralelepípedo e um prisma de base triangular.



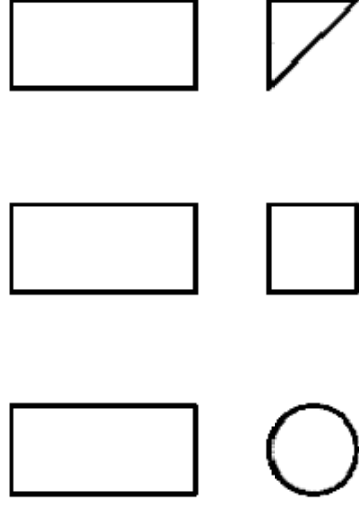
# Como Utilizar as Projeções Ortogonais

- Para fazer aparecer a terceira dimensão é necessário fazer uma segunda projeção ortogonal olhando os sólidos por outro lado.



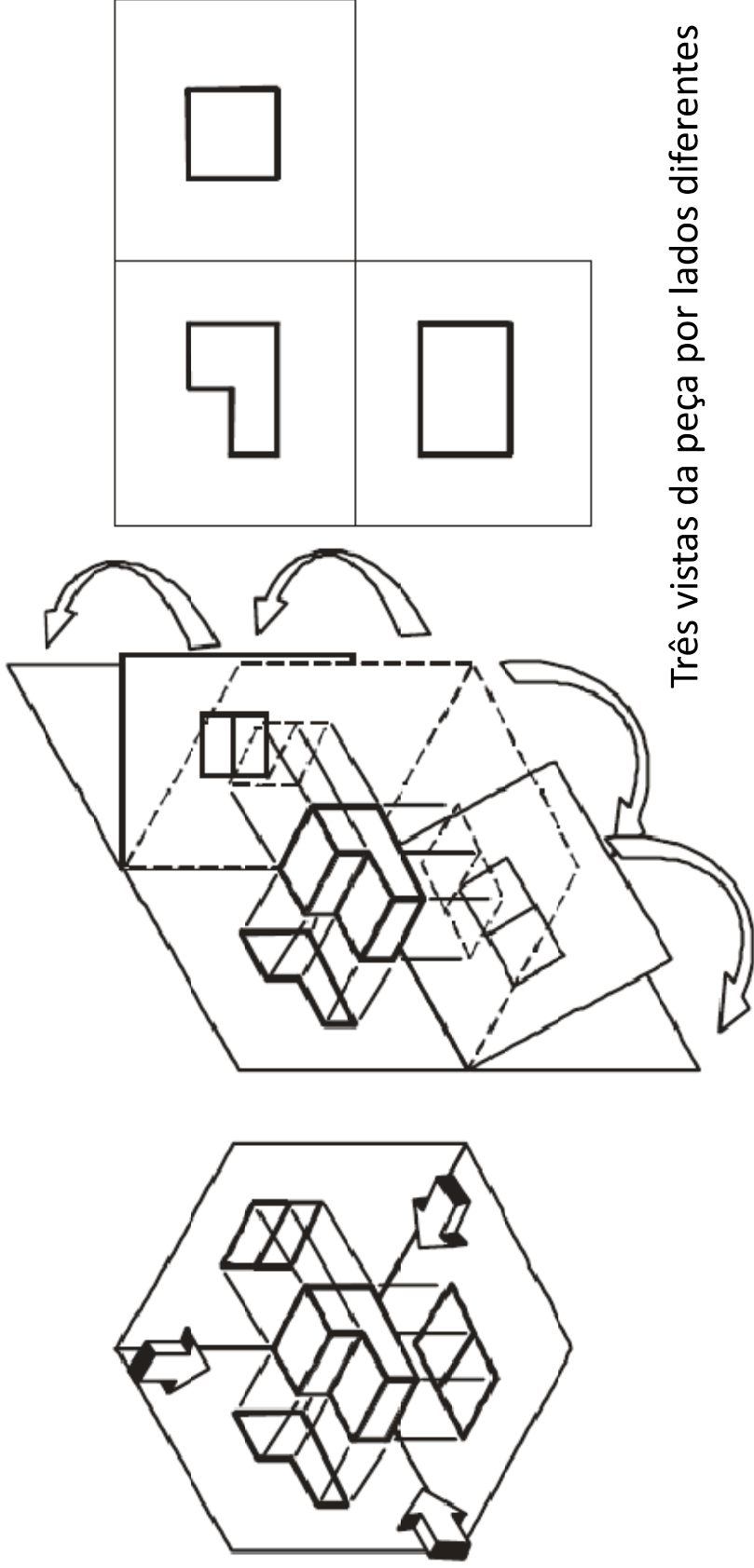
# Como Utilizar as Projeções Ortogonais

- Pode-se obter a partir das figuras planas o **entendimento** da forma espacial de cada um dos sólidos representados.



# Como Utilizar as Projeções Ortogonais

- Duas vistas, apesar de representarem as três dimensões do objeto, não garantem a representação da forma da peça.
- A representação das formas espaciais é resolvida com a utilização de uma terceira projeção.

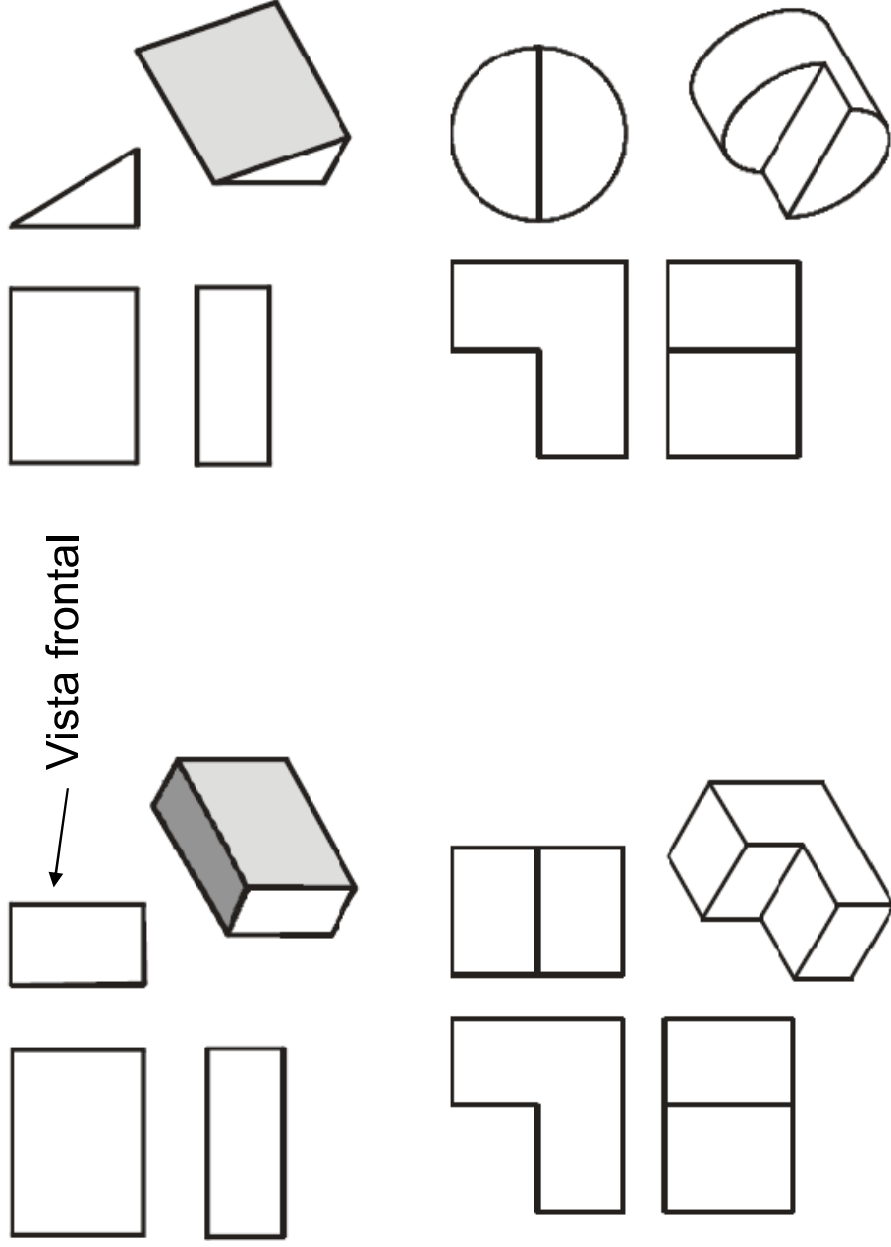


Três vistas da peça por lados diferentes

# Como Utilizar as Projeções Ortogonais

- Para que o desenho resultante se transforme em uma linguagem gráfica, os planos de projeção horizontal e lateral têm os sentidos de rebatimento convencionados, e sempre se rebatem sobre o plano vertical.
- Mantendo o sentido dos rebatimentos dos planos horizontal e lateral resultará sempre nas mesmas posições relativas entre as **vistas**.
- O lado da peça que for projetado no plano vertical sempre será considerado como sendo a **frente** da peça.
- O lado **superior** da peça sempre será representado abaixo da vista de frente
- O lado **esquerdo** da peça aparecerá desenhado à direita da vista de frente.

# Como Utilizar as Projeções Ortogonais



É importante considerar que cada **vista** representa a peça sendo observada de uma determinada posição.

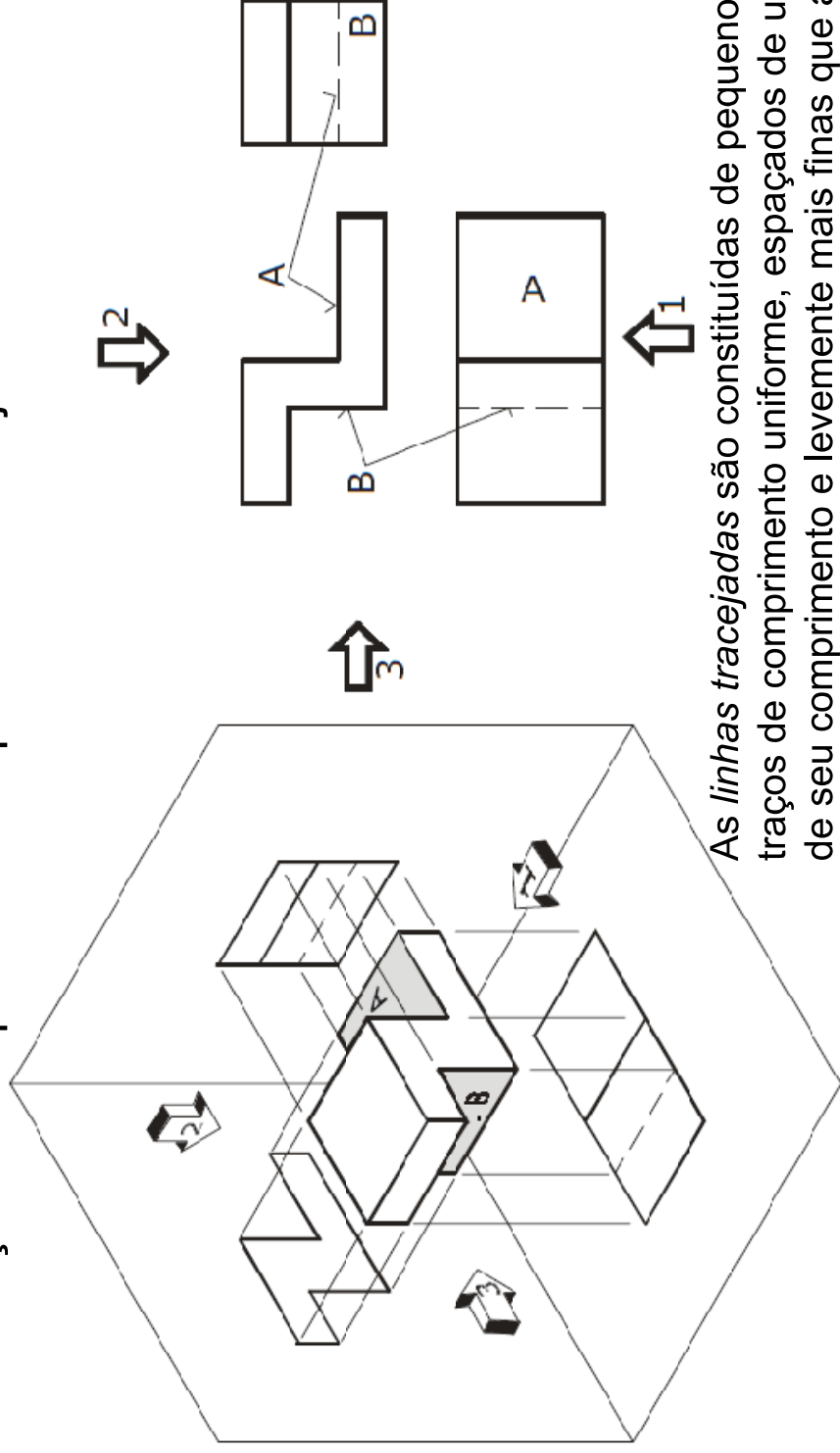


# ***Representação de Arestas Ocultas***

- Como a representação de objetos tridimensionais, por meio de projeções ortogonais, é feita por vistas tomadas por lados diferentes, dependendo da forma espacial do objeto, algumas de suas superfícies poderão ficar ocultas em relação ao sentido de observação.

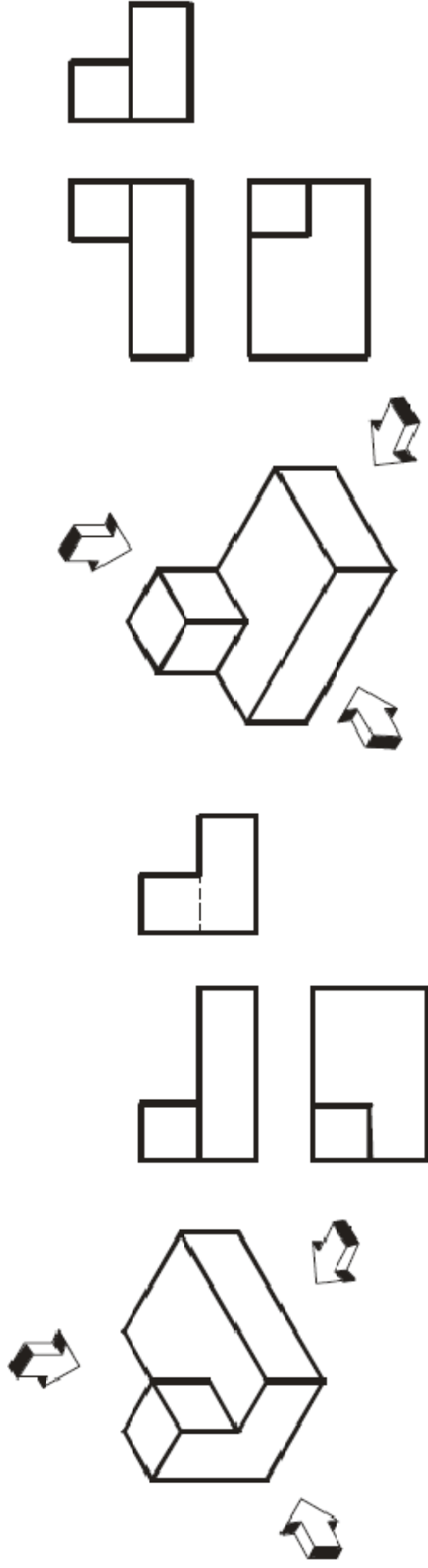
# Representação de Arestas Ocultas

- Arestas que estão ocultas em um determinado sentido de observação são representadas por linhas tracejadas.



# Representação de Arestas Ocultas

- Deve-se procurar evitar o aparecimento de linhas tracejadas
- As linhas tracejadas podem ser evitadas invertendo-se a posição da peça em relação aos planos de projeção (**mudar a posição da vista de frente**).

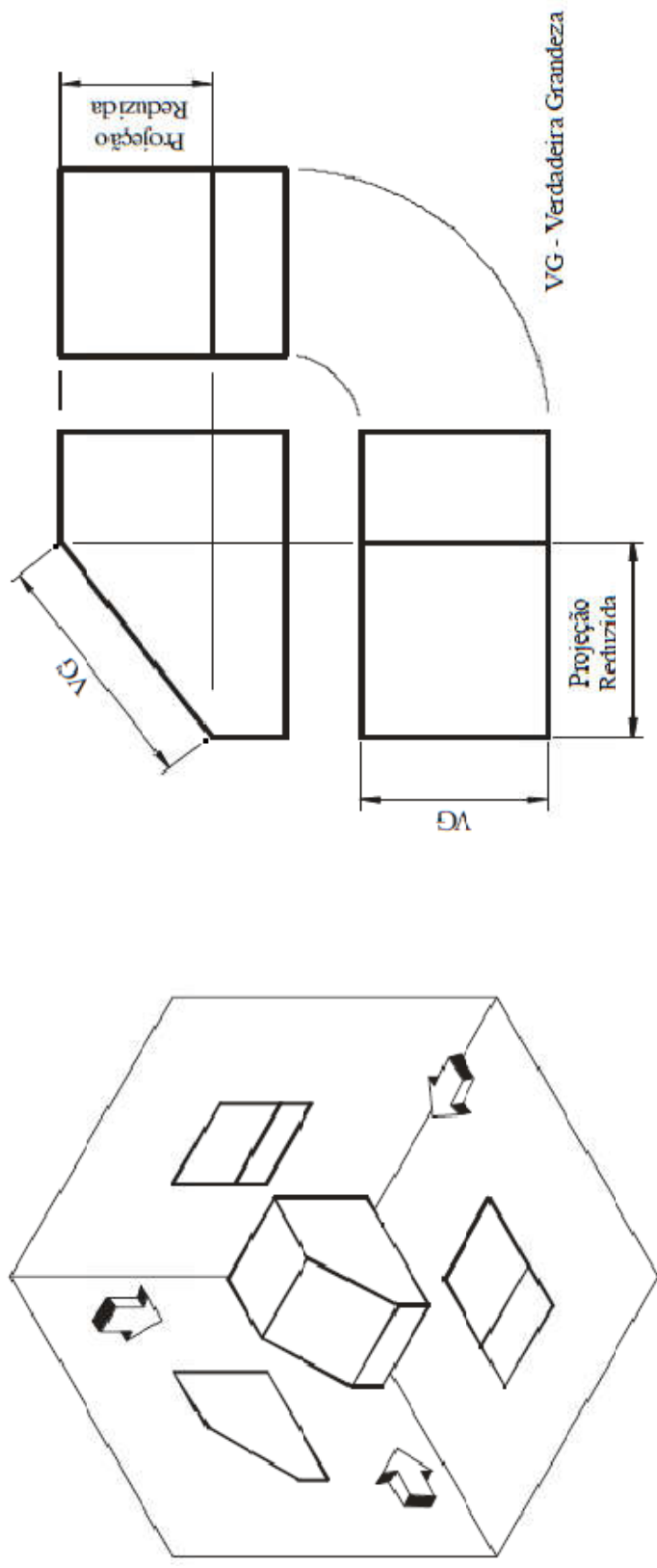


# *Elaboração de Esboços* **(DESENHOS À MÃO LIVRE)**

- É muito importante desenvolver a habilidade de desenhar à mão livre.
- A elaboração de esboços, além favorecer a análise gráfica das projeções ortogonais, ajuda a desenvolver o sentido de proporcionalidade.
- **PORÉM**, atualmente pode-se realizar esboços com facilidade em um software de modelagem pelo profissional treinado.

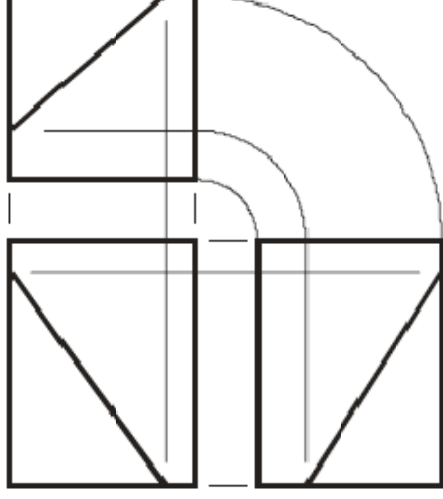
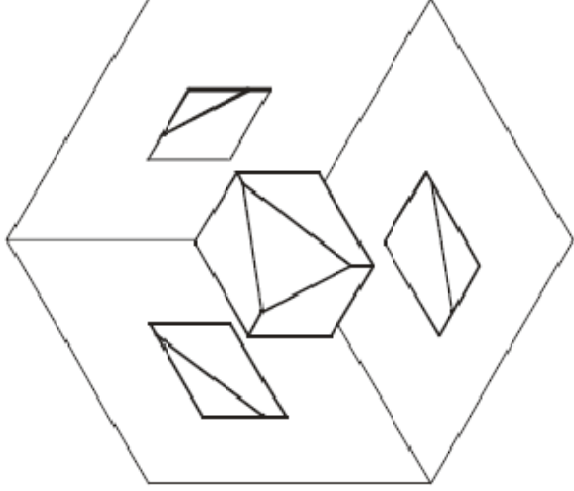
# Representação de Superfícies Inclinadas

- A representação de superfícies inclinadas pode ser dividida em dois casos distintos:
  1. **Quando a superfície é perpendicular a um dos planos de projeção e inclinada em relação aos outros planos de projeção.**

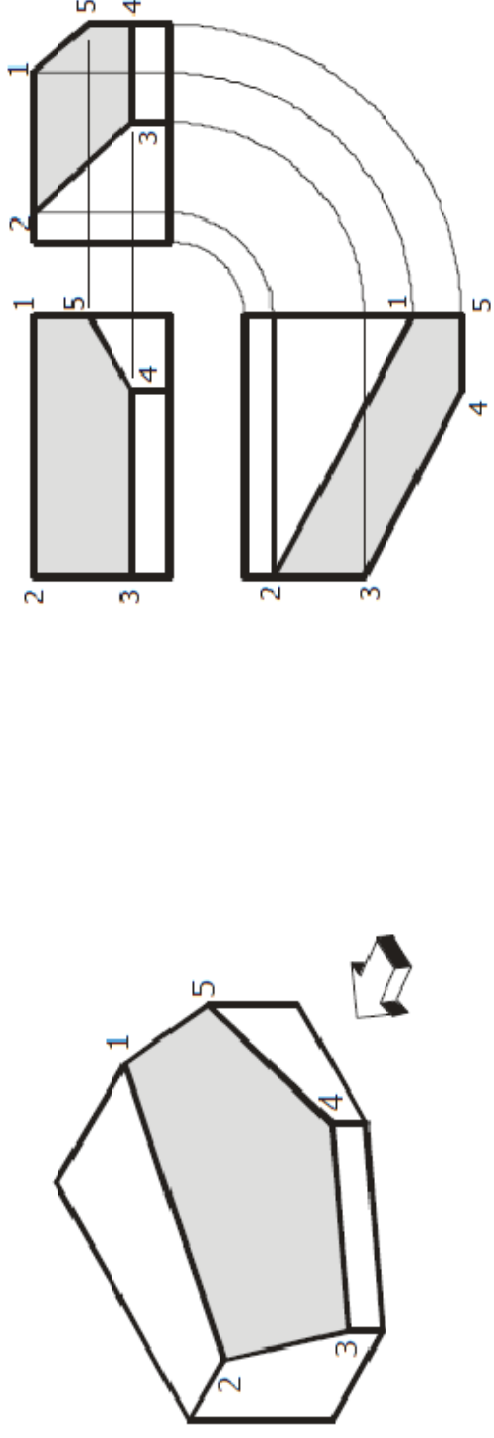


# Representação de Superfícies Inclinadas

- A representação de superfícies inclinadas pode ser dividida em dois casos distintos:
2. **Superfície Inclinada em Relação aos Três Planos de Projeção**



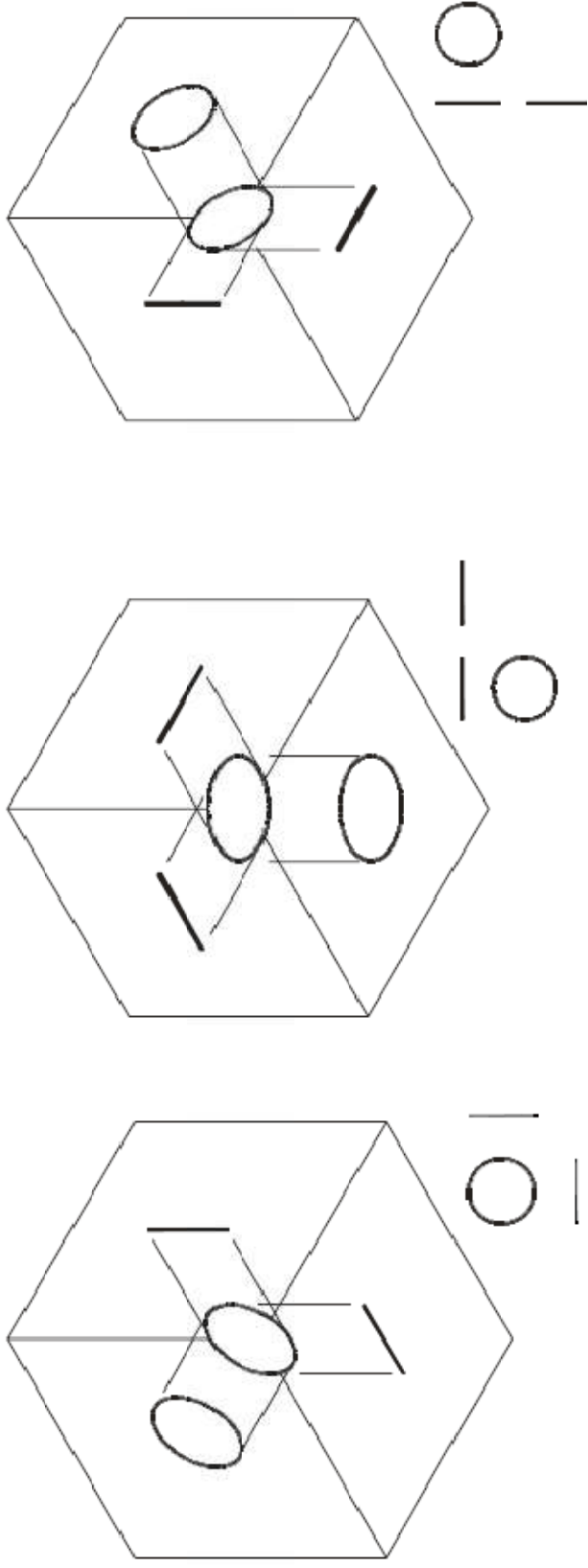
# Representação de Superfícies Inclinadas



Pode-se observar que o paralelismo existente entre as arestas representadas pelos segmentos de retas  $[(1,2) ; (3,4)]$  e  $[(1,5);(2,3)]$  são mantidos nas três projeções.

# Representação de Superfícies Curvas

- No plano paralelo à superfície, a projeção resultante mantém a forma e a verdadeira grandeza do círculo, enquanto nos outros dois planos a projeção resultante é um segmento de reta, cujo comprimento corresponde ao diâmetro do círculo.

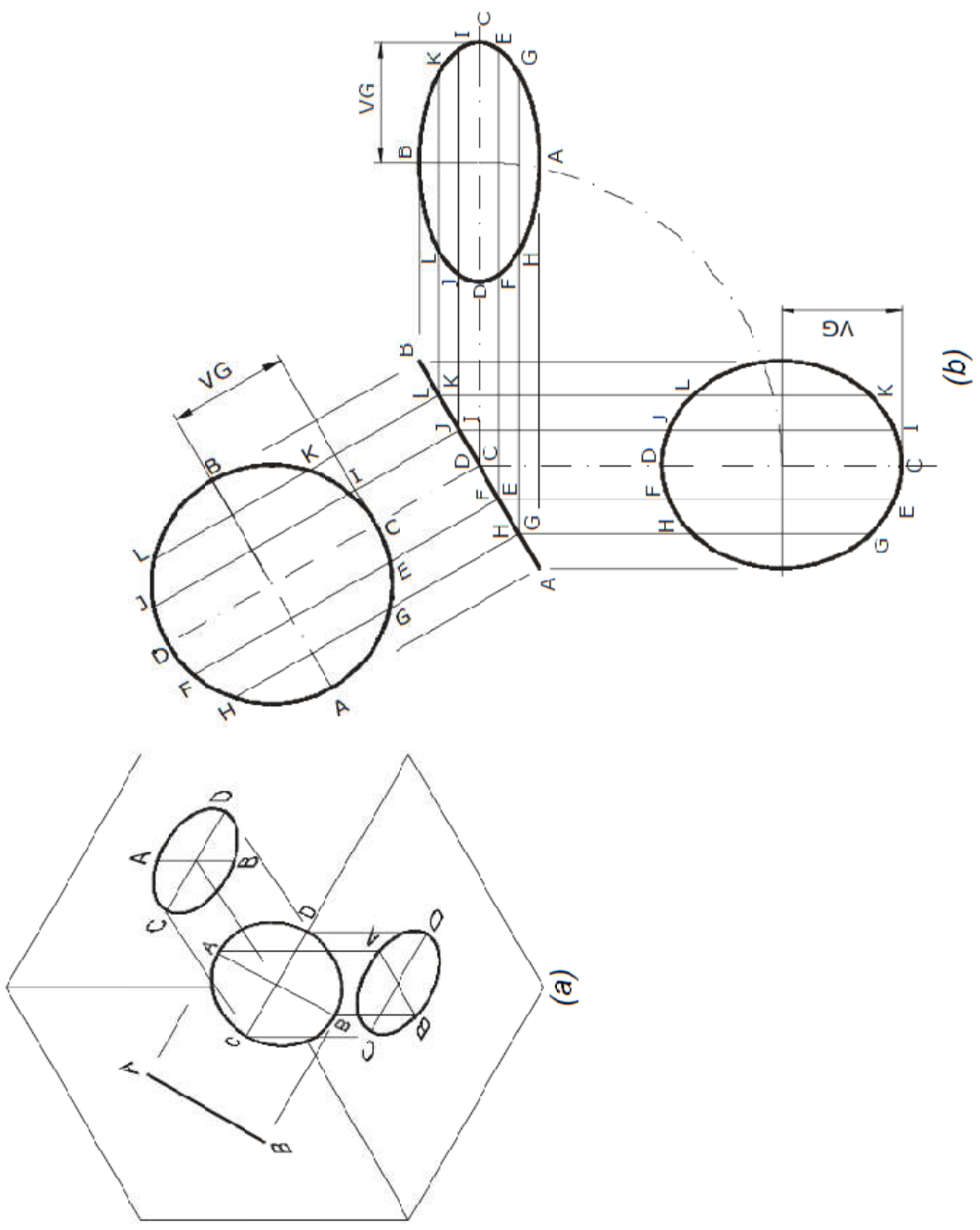




# ***Representação de Superfícies Curvas***

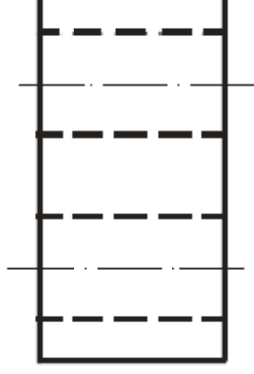
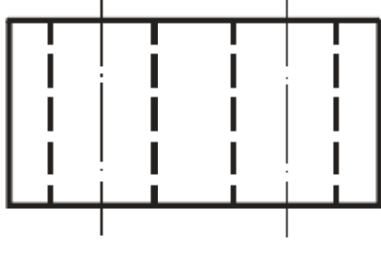
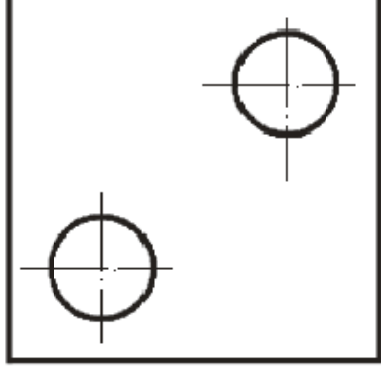
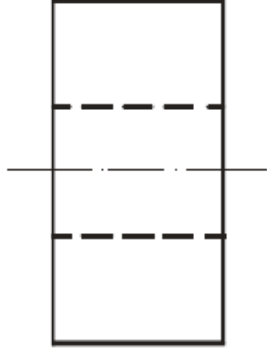
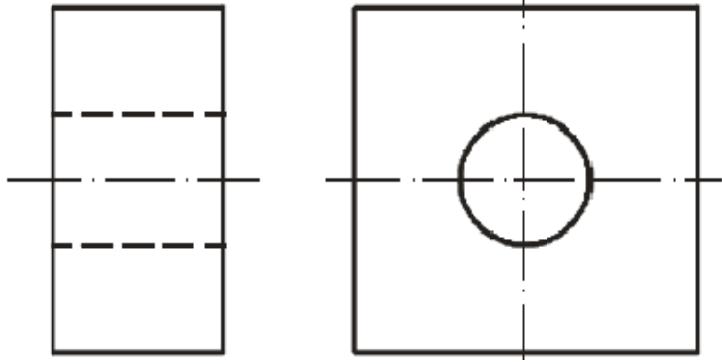
- Se a superfície circular não possuir paralelismo com nenhum dos três planos de projeção, mas for perpendicular em relação a um deles, as projeções resultantes terão dimensões em função do ângulo de inclinação da superfície.

# Representação de Superfícies Curvas



# Representação de Superfícies Curvas

- A forma cilíndrica é muito comum de ser encontrada como furos.



# ***Representação de Superfícies Curvas***

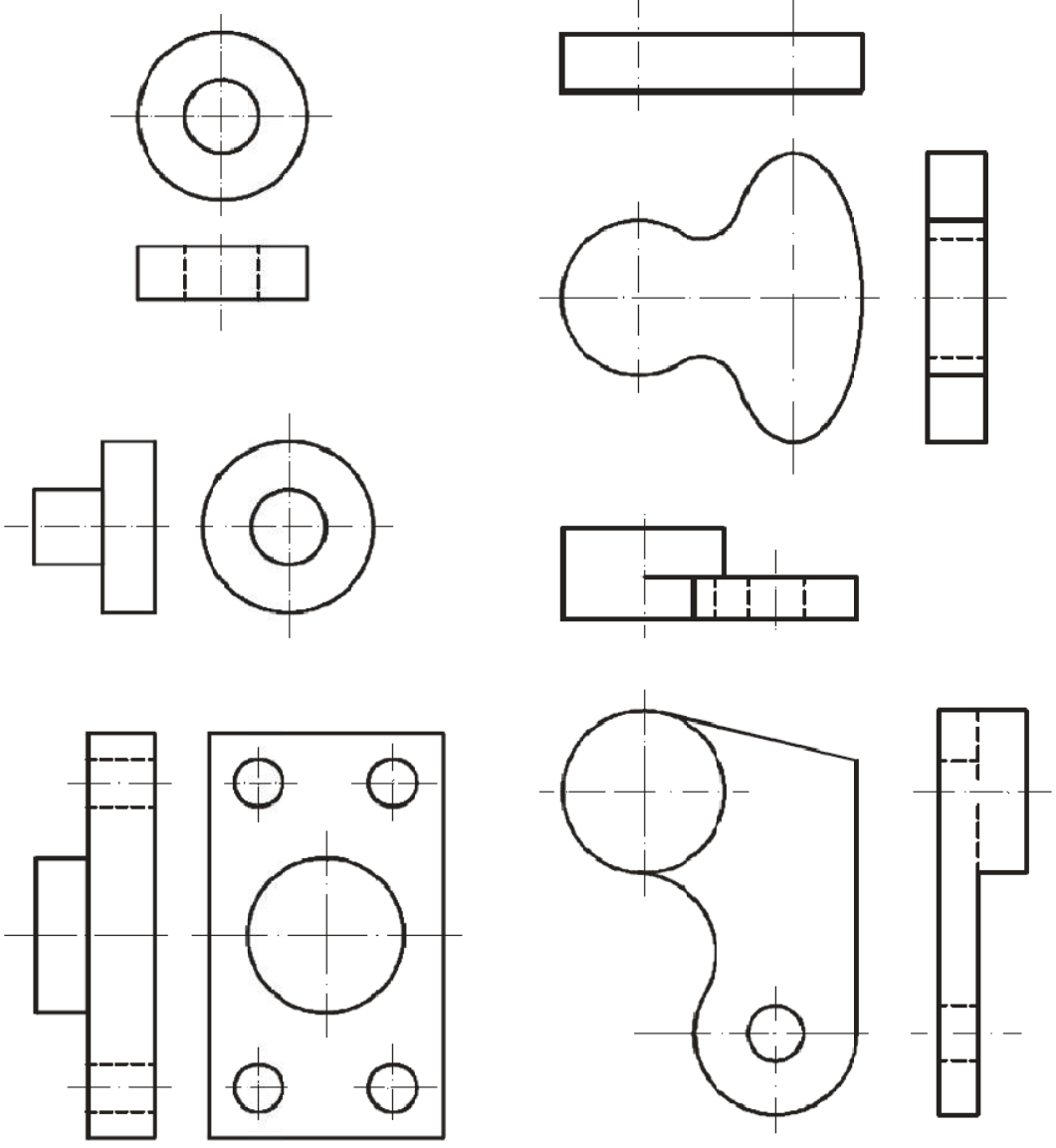
- ***Linhas de Centro***
  - Nos desenhos em que aparecem as superfícies curvas é utilizado um novo tipo de linha, composta de traços e pontos que é denominada linha de centro.
  - Indicam os eixos em corpos de rotação.
  - Assinalam formas simétricas secundárias.

# Representação de Superfícies Curvas

- **Linhas de Centro**
  - São representadas por traços finos separados por pontos (o comprimento do traço da linha de centro deve ser de três a quatro vezes maior que o traço da linha tracejada).
  - É a partir da linha de centro que se faz a localização de furos, rasgos e partes cilíndricas existentes nas peças.

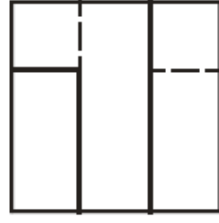
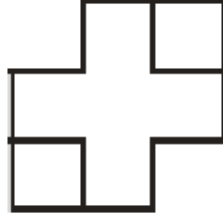
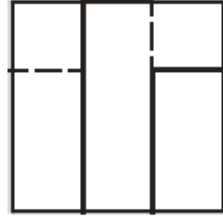
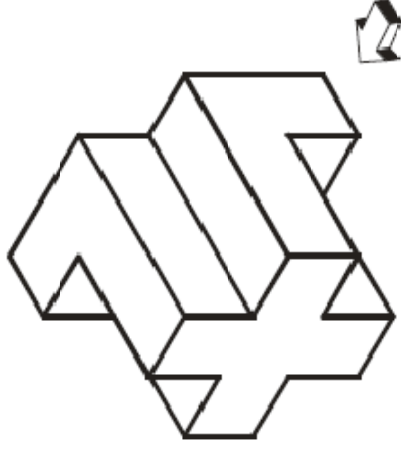
# Representação de Superfícies

## Curvas



# Representação de Arestas Coincidentes

- Quando na tomada de vista, em um determinado sentido de observação, ocorrer a sobreposição de arestas (*superfícies coincidentes*), representa-se aquela que está mais próxima do observador.



• A *linha cheia* prevalece sobre a *linha tracejada*.

• As linhas que representam arestas (*linha cheia* ou *linha tracejada*) prevalecem sobre as linhas auxiliares (*linha de centro*).

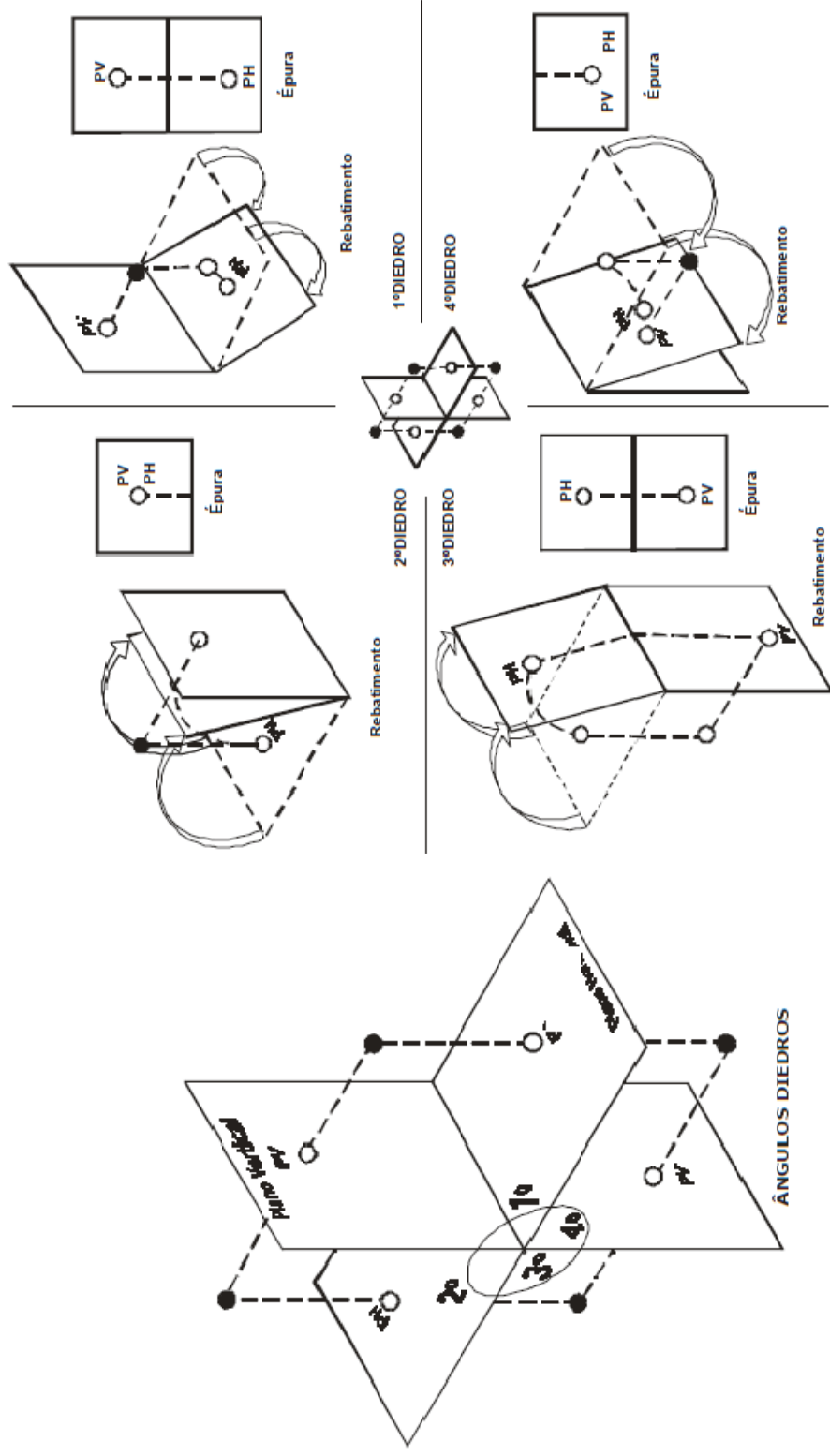
# SISTEMAS DE PROJEÇÕES ORTOGONAIS



# Ângulos Diedros

- Considerando os planos vertical e horizontal prolongados além de suas interseções dividiremos o espaço em quatro ângulos diedros (*que tem duas faces*).
- Os quatro ângulos são numerados no sentido anti-horário, e denominados  $1^\circ$ ,  $2^\circ$ ,  $3^\circ$ , e  $4^\circ$  Diedros.

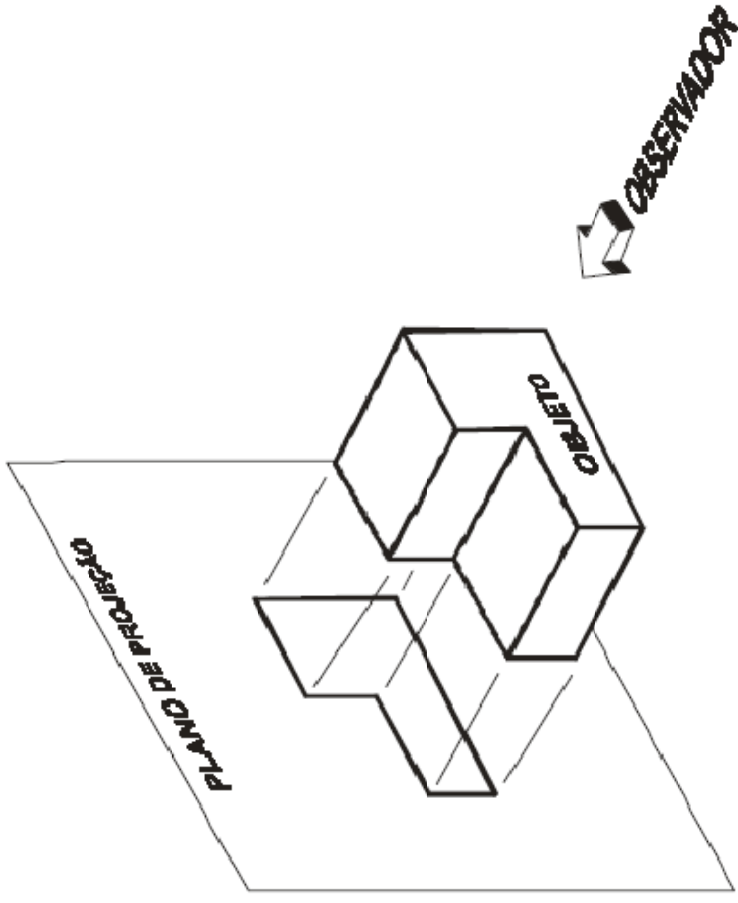
# Ángulos Diedros



# Ângulos Diedros

- Utilizando os princípios da Geometria Descritiva [Gaspar Monge], pode-se, mediante figuras planas, representar formas espaciais utilizando os rebatimentos de qualquer um dos quatro diedros.
- As normas de Desenho Técnico fixaram a utilização das projeções ortogonais somente pelos 1° e 3° diedros, criando pelas normas internacionais dois sistemas para representação de peças:
  - sistema de projeções ortogonais pelo 1° diedro
  - sistema de projeções ortogonais pelo 3° diedro
- No Brasil é mais utilizado o 1° diedro, porém, nas indústrias oriundas dos USA, da Inglaterra e do Japão, poderão aparecer desenhos representados no 3° diedro.

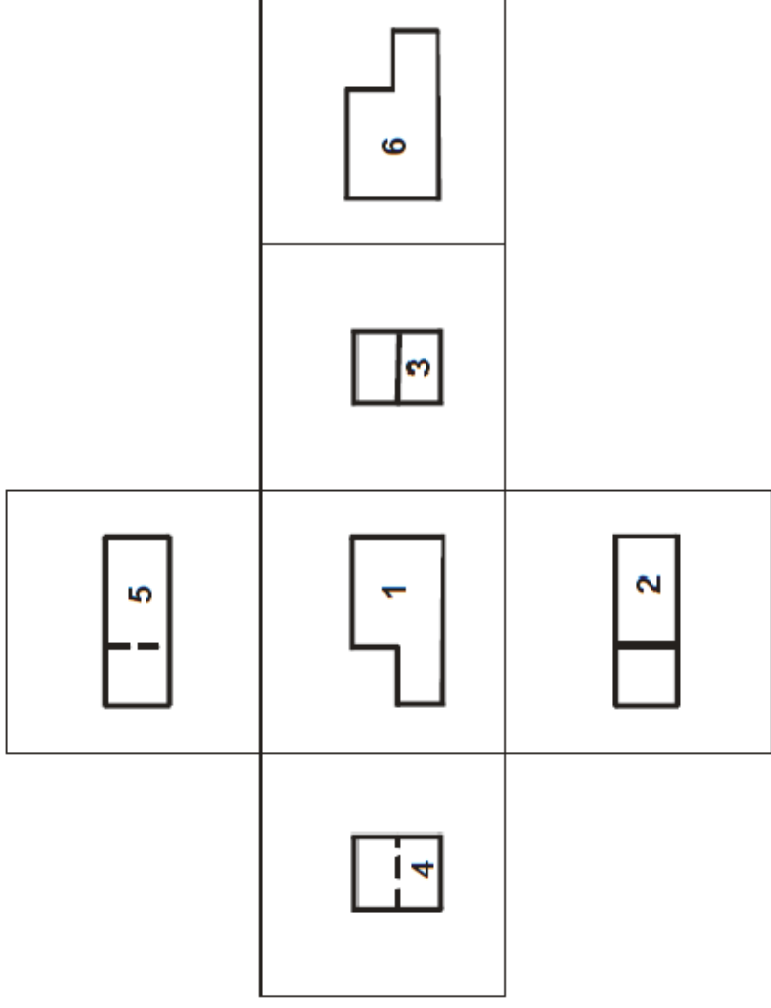
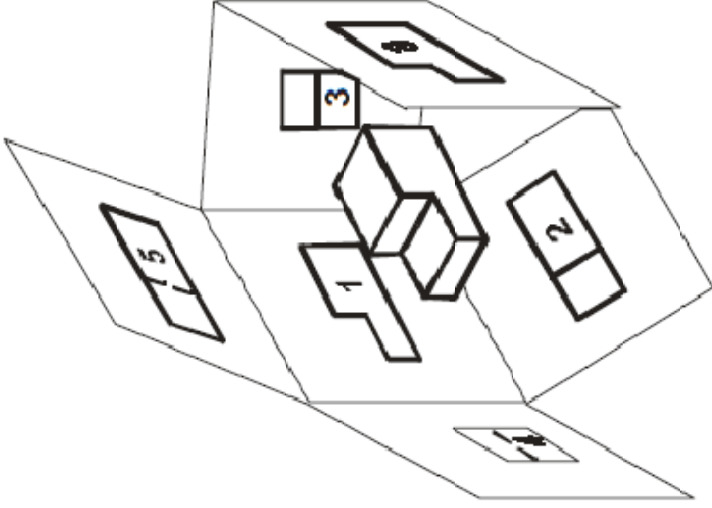
# Projeções Ortogonais pelo 1º Diedro



# *Projeções Ortogonais pelo 1º Diedro*

- Considerando o objeto imóvel no espaço, o observador pode vê-lo por seis direções diferentes, obtendo **seis vistas** da peça.
- Para vistas principais, as projeções têm de ser obtidas em planos perpendiculares entre si e paralelos dois a dois, formando uma caixa.

# Projeções Ortogonais pelo 1º Diedro



- Plano 1 – Vista de Frente ou Elevação – mostra a projeção frontal do objeto.
- Plano 2 – Vista Superior ou Planta – mostra a projeção do objeto visto por cima.
- Plano 3 – Vista Lateral Esquerda ou Perfil – mostra o objeto visto pelo lado esquerdo.
- Plano 4 – Vista Lateral Direita – mostra o objeto visto pelo lado direito.
- Plano 5 – Vista Inferior – mostra o objeto sendo visto pelo lado de baixo.
- Plano 6 – Vista Posterior – mostra o objeto sendo visto por trás.

# ***Projeções Ortogonais pelo 1º Diedro***

- Os rebatimentos normalizados para o 1º diedro mantêm, em relação à vista de frente, as seguintes posições:
  - a vista de cima fica em baixo;
  - a vista de baixo fica em cima;
  - a vista da esquerda fica à direita;
  - a vista da direita fica à esquerda.

# Projeções Ortogonais pelo 1º Diedro

- Observe que **não** são colocados os nomes das **vistas**, bem como **não** aparecem as linhas de limite dos planos de projeções.

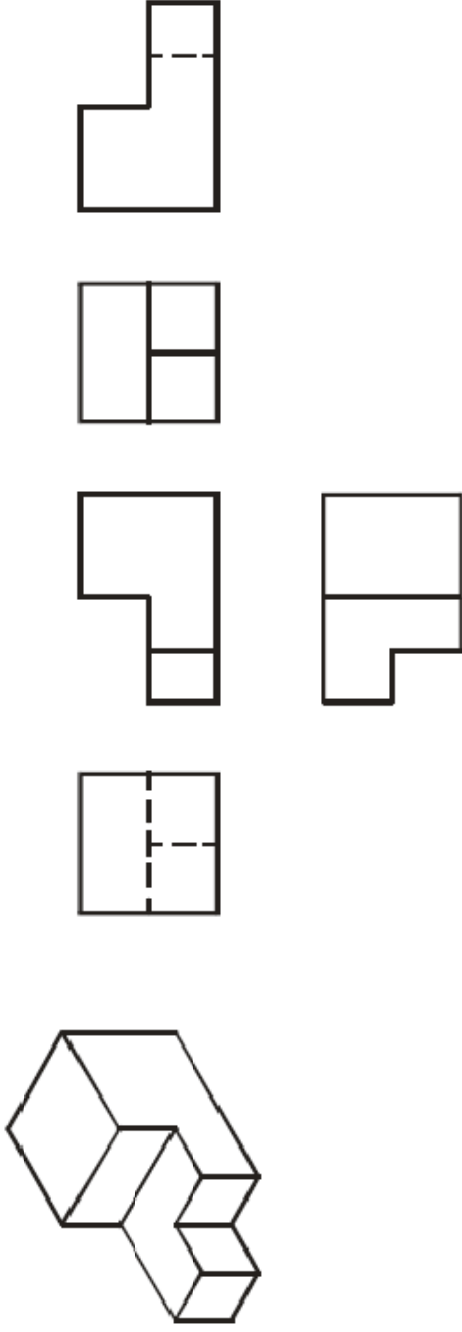




# ***Projeções Ortogonais pelo 1º Diedro***

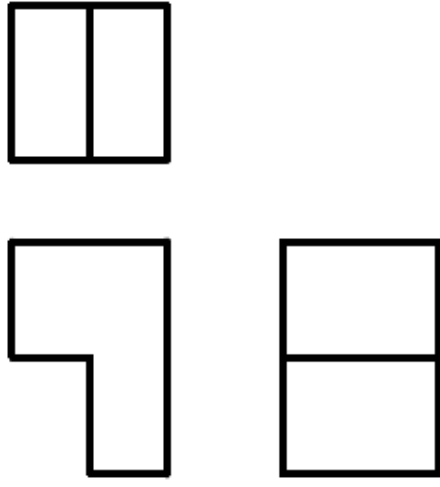
- É importante olhar para o desenho sabendo que as vistas, apesar de serem desenhos bidimensionais, representam o mesmo objeto visto por diversas posições.
- Partindo da posição definida pela vista de frente e sabendo a disposição final convencionalizada para as outras vistas, é possível entender os tombos (*rebatimentos*) efetuados no objeto.

# Projeções Ortogonais pelo 1º Diedro



# Escolha das Vistas

- Na maioria dos casos, o conjunto formado pelas **vistas de frente, vista superior e uma das vistas laterais** é suficiente para representar, com perfeição, o objeto desenhado.



No 1º diedro é mais difundido o uso da **vista lateral esquerda**, resultando no conjunto preferencial composto pelas vistas de **frente, superior e lateral esquerda**, que também são chamadas, respectivamente, de elevação, planta e perfil.

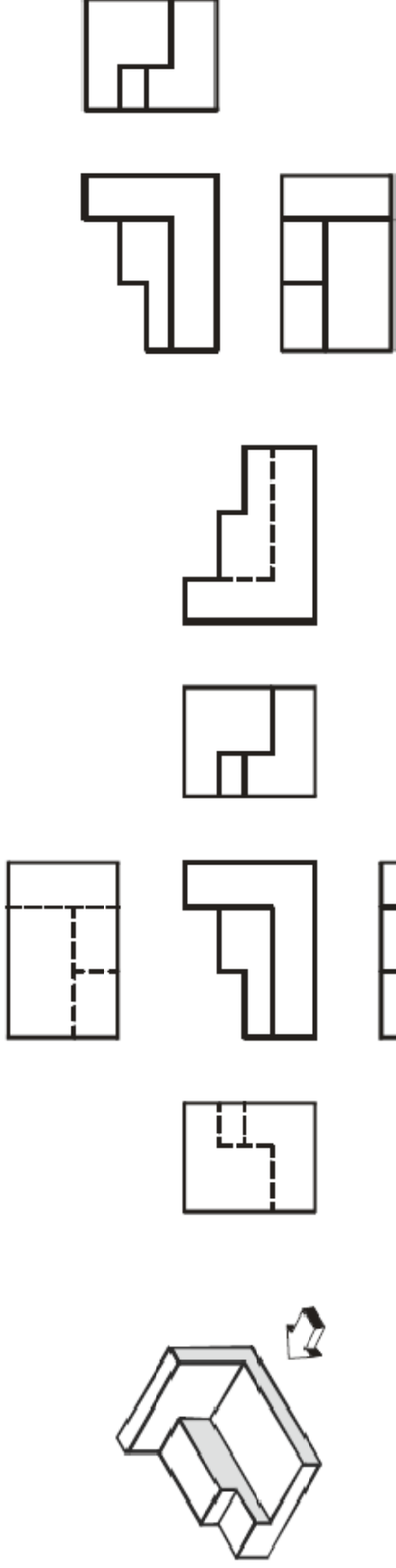
# Escolha das Vistas

- Na prática, devido à simplicidade de forma da maioria das peças que compõem as máquinas e equipamentos, são utilizadas somente **duas vistas**.
- Em alguns casos, com auxílio de símbolos convencionais, é possível definir a forma da peça desenhada com **uma única vista**.
- Não importa o número de vistas utilizadas, o que importa é que o desenho fique claro e objetivo.
- **O desenho de qualquer peça, em hipótese alguma, pode dar margem a dupla interpretação.**

# Escolha das Vistas

- O ponto de partida para determinar as vistas necessárias é escolher o lado da peça que será considerado como frente.
  - Normalmente, considerando a peça em sua posição de trabalho ou de equilíbrio, toma-se como frente **o lado que melhor define a forma da peça.**
  - Quando dois lados definem bem a forma da peça, escolhe-se o de maior comprimento.
- Feita a vista de frente faz-se tantos rebatimentos quantos forem necessários para definir a forma da peça.

# Escolha das Vistas



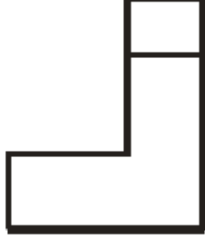
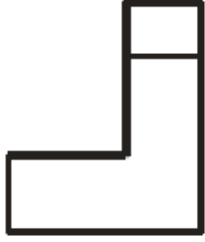
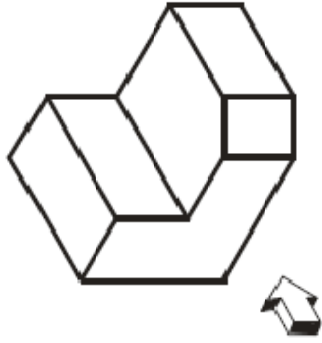
**VISTAS  
PREFERENCIAIS**

**VISTAS PRINCIPAIS**

Considerando como frente a direção indicada, as três vistas preferenciais do 1º diedro são suficientes para representar o objeto.

As outras três vistas, além de apresentarem partes ocultas, são desnecessárias na definição da forma do objeto.

# Escolha das Vistas



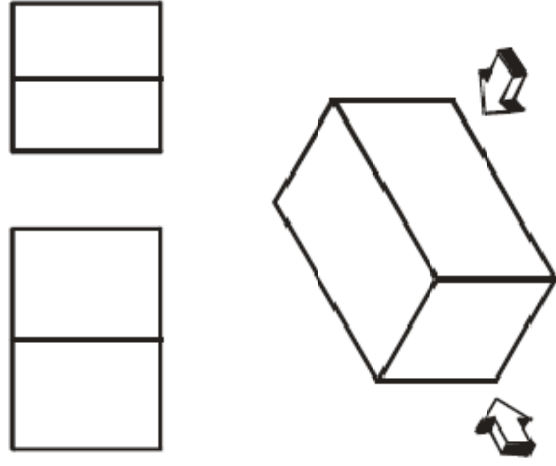
## CONJUNTO DE DUAS VISTAS LATERAIS

Considerando a frente indicada no objeto, o conjunto formado pelas vistas de frente, superior e lateral direita é o que melhor representa a peça.

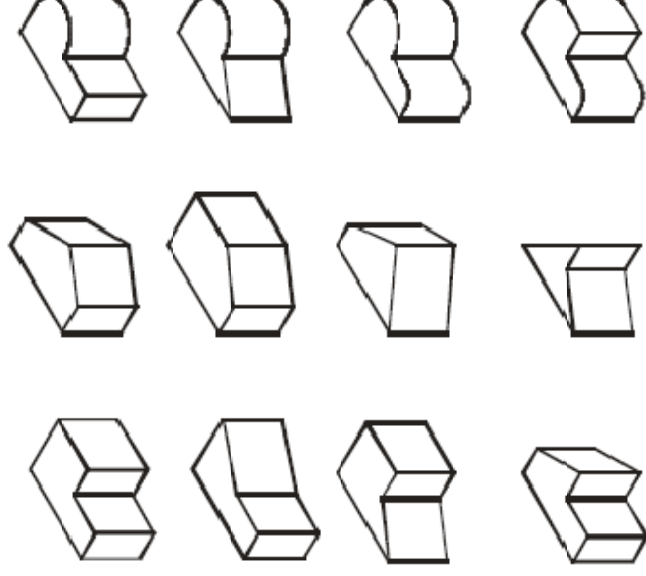
Na vista lateral esquerda aparecem linhas tracejadas, que devem ser evitadas.

# Escolha das Vistas

- É preciso ter muito cuidado com a escolha das vistas, porque o uso de vistas inadequadas pode levar a soluções desastrosas.



(a)



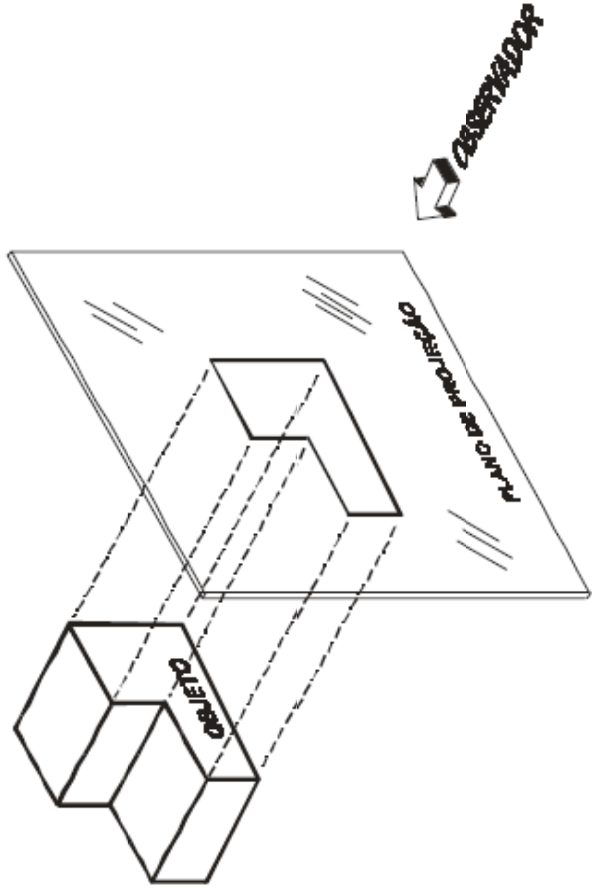
(b)



# Projeções Ortogonais pelo 3º Diedro

- Para fazer qualquer projeção no 3º diedro, o plano de projeção deverá estar posicionado entre o observador e o objeto.
- O plano de projeção precisa ser transparente (*como uma placa de vidro*) e o observador, por trás do plano de projeção, puxa as projetantes do objeto para o plano.
- As vistas principais são obtidas em seis planos perpendiculares entre si e paralelos dois a dois, como se fosse uma caixa de vidro e, posteriormente, rebatidos de modo a formarem um único plano.

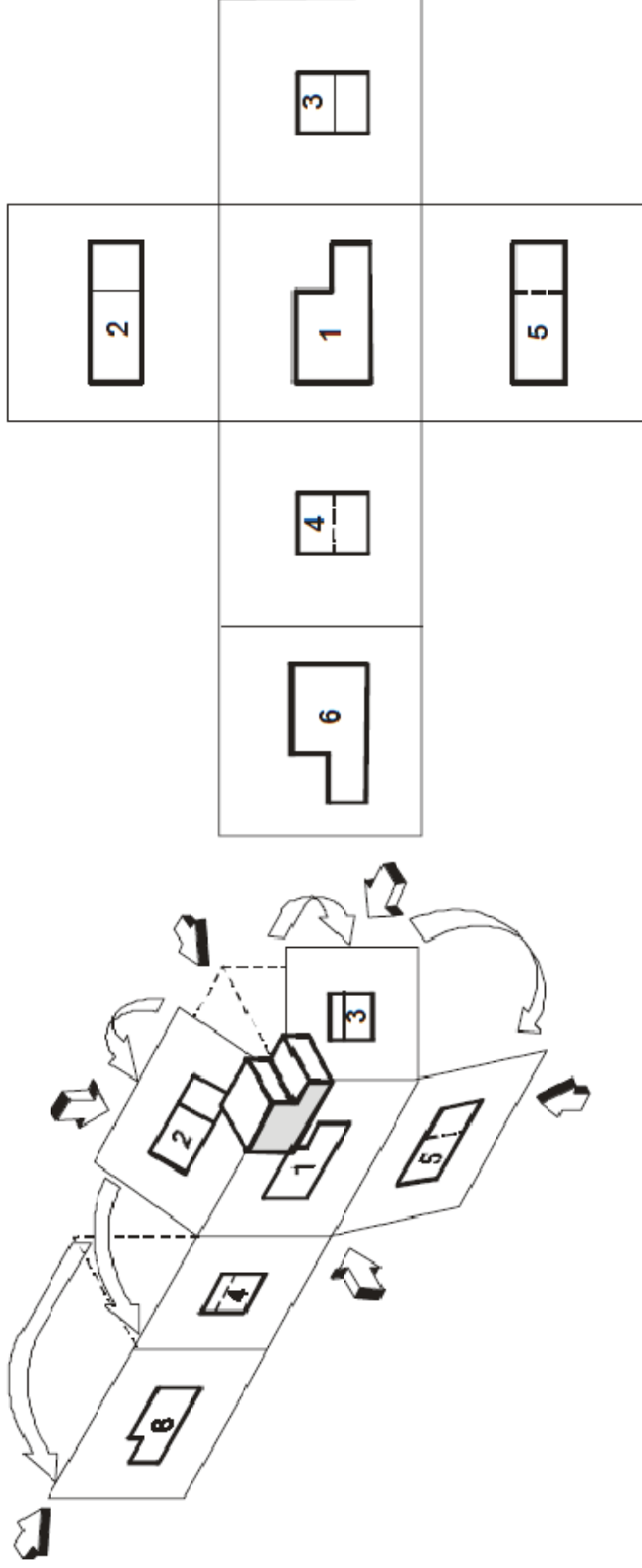
# Projeções Ortogonais pelo 3º Diedro



# Projeções Ortogonais pelo 3º Diedro

- Para fazer qualquer projeção no 3º diedro, o plano de projeção deverá estar posicionado entre o observador e o objeto.
- O plano de projeção precisa ser transparente (*como uma placa de vidro*) e o observador, por trás do plano de projeção, puxa as projetantes do objeto para o plano.
- As vistas principais são obtidas em seis planos perpendiculares entre si e paralelos dois a dois, como se fosse uma caixa de vidro e, posteriormente, rebatidos de modo a formarem um único plano.

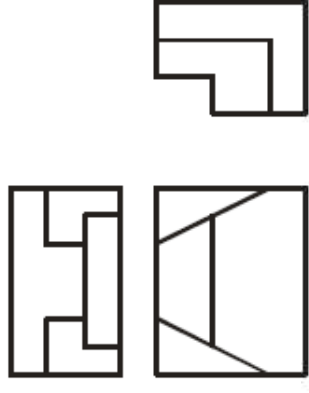
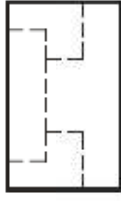
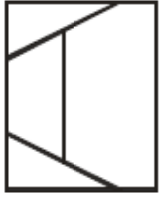
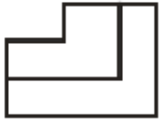
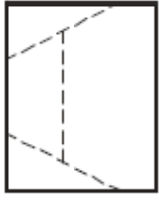
# Projeções Ortogonais pelo 3º Diedro



- Plano 1 – Vista de Frente – mostra a projeção frontal do objeto.
- Plano 2 – Vista Superior – mostra a projeção do objeto visto por cima.
- Plano 3 – Vista Lateral Direita – mostra o objeto visto pelo lado direito.
- Plano 4 – Vista Lateral Esquerda – mostra o objeto visto pelo lado esquerdo.
- Plano 5 – Vista Inferior – mostra o objeto sendo visto pelo lado de baixo.
- Plano 6 – Vista Posterior – mostra o objeto sendo visto por trás.

# Projeções Ortogonais pelo 3º Diedro

- No 3º diedro as vistas mais utilizadas, que acabam se constituindo nas vistas preferenciais, são o conjunto formado pelas vistas de **frente**, **superior** e **lateral direita**.



VISTAS PRINCIPAIS

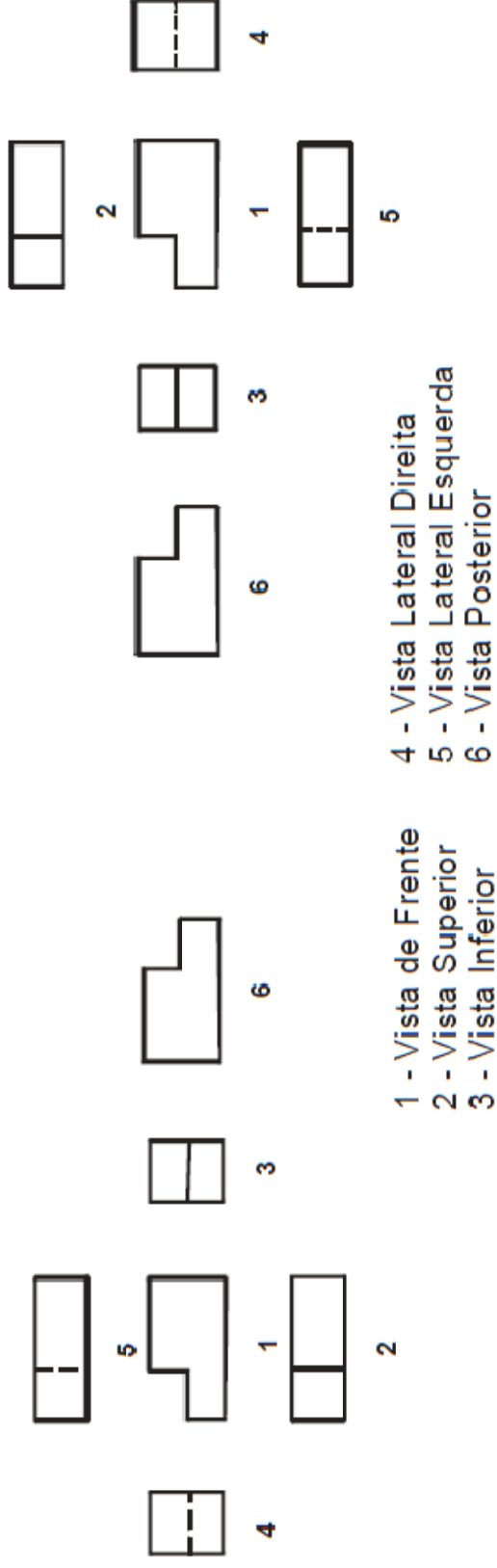
VISTAS PREFERÊNCIAS

# Comparações entre as Projeções do 1° e do 3° Diedros

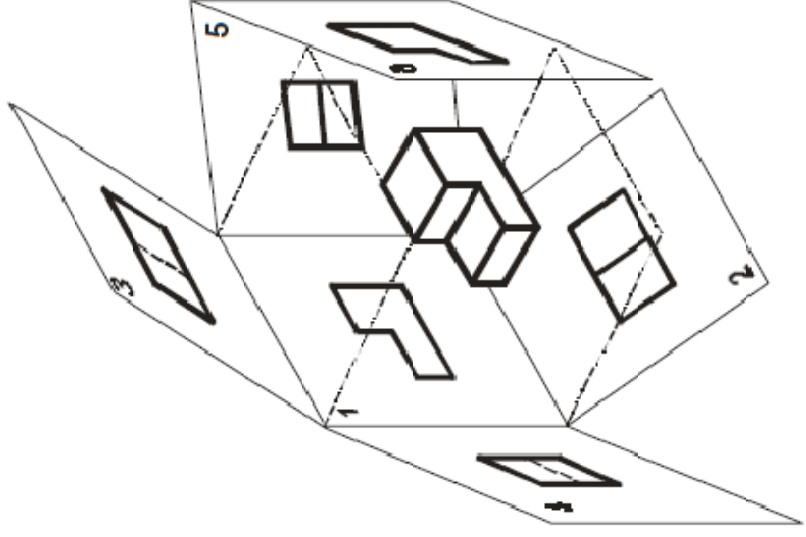
## 1. Quanto à vista de Frente

- Tanto no 1° como no 3° diedro, deve-se escolher como frente o lado que melhor representa a forma da peça, respeitando sua posição de trabalho ou de equilíbrio.

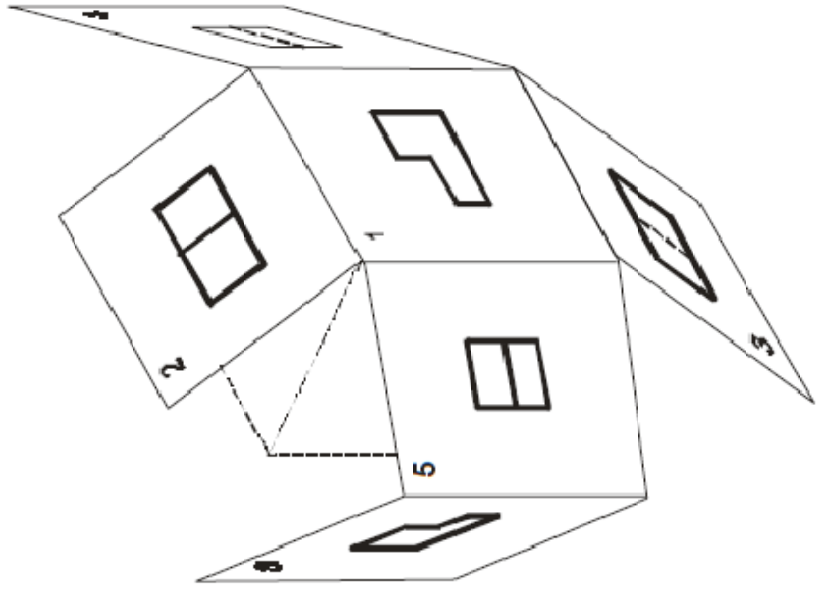
## 2. Quanto às Posições relativas das vistas



# Comparações entre as Projeções do 1º e do 3º Diedros



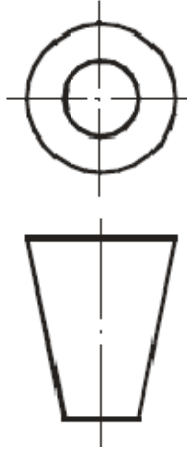
1º DIEDRO



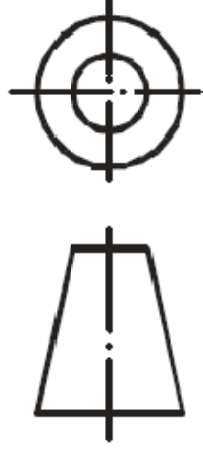
3º DIEDRO

# Comparações entre as Projeções do 1° e do 3° Diedros

- De acordo com as normas internacionais, na execução de desenhos técnicos, pode-se utilizar tanto o 1° como o 3° diedros.
- Para facilitar a interpretação do desenho é recomendado que se faça a indicação do diedro utilizado na representação. A indicação pode ser feita escrevendo o nome do diedro utilizado.



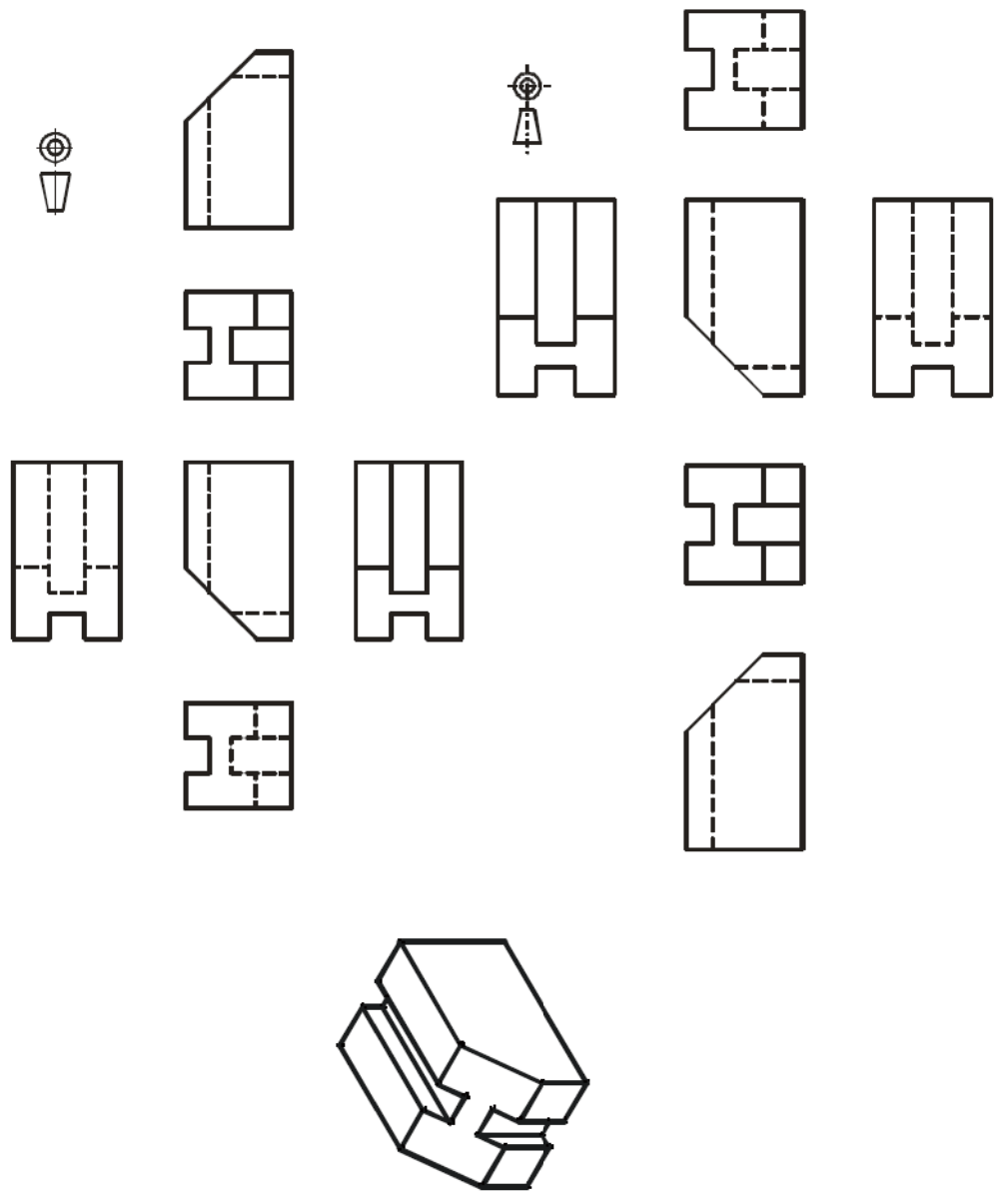
Símbolo do 1° DIEDRO



Símbolo do 3° DIEDRO



# Comparações entre as Projeções do 1º e do 3º Diedros



# LEITURA E INTERPRETAÇÃO DE DESENHOS

# ***Definição e Pré-Requisitos***

- Ler um desenho significa entender a forma espacial do objeto representado no desenho bidimensional resultante das projeções ortogonais.
- O principal pré-requisito para fazer a leitura de desenhos técnicos é estar familiarizado com a disposição das vistas resultantes das projeções ortogonais associadas aos rebatimentos dados na peça desenhada.

# ***Princípios Básicos para Leitura de Desenhos***

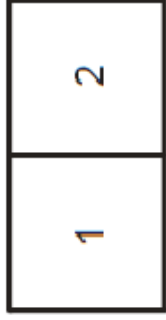
- Ler um desenho significa entender a forma espacial do objeto representado no desenho bidimensional resultante das projeções ortogonais.
- O principal pré-requisito para fazer a leitura de desenhos técnicos é estar familiarizado com a disposição das vistas resultantes das projeções ortogonais associadas aos rebatimentos dados na peça desenhada.

# ***Princípios Básicos para Leitura de Desenhos***

- É muito importante que, ao olhar para qualquer vista, se tenha em mente que estamos vendo a representação de um **sólido**, visto ortogonalmente de uma determinada posição, onde cada linha representa uma intersecção de superfícies (*cada linha representa um canto da peça*) e que existe uma terceira dimensão escondida pela projeção ortogonal.

# Princípios Básicos para Leitura de Desenhos

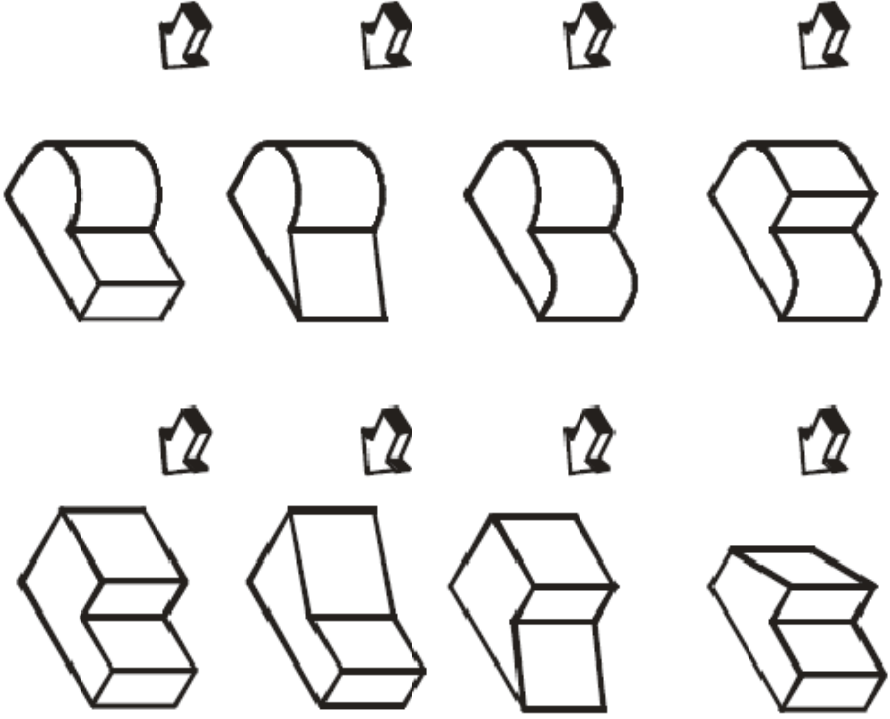
- Considerando-a como resultado da projeção ortogonal de um determinado objeto, ainda que não seja possível visualizar a forma espacial do objeto a partir de uma única vista, pode-se concluir que no desenho estão representadas duas superfícies distintas, identificadas pelos números 1 e 2.



As indefinições ocorrem porque estamos olhando para uma única vista, e é impossível visualizar a forma espacial de qualquer objeto representado a partir de uma única vista.

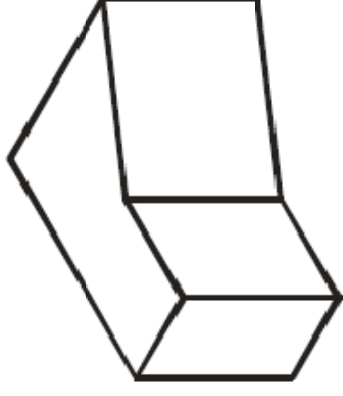
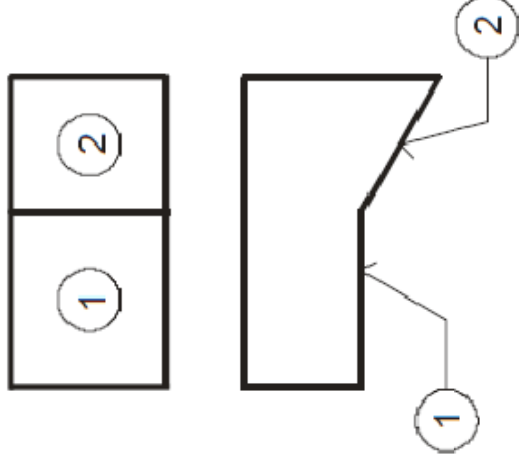
# Princípios Básicos para Leitura de Desenhos

- A vista mostrada pode corresponder a qualquer um dos sólidos mostrados...



# Princípios Básicos para Leitura de Desenhos

- Fazendo a análise simultânea das duas vistas dadas é possível descobrir que, neste caso a linha vertical corresponde à intersecção das superfícies 1 e 2 e que o desenho está no 1º diedro.



- Também é possível concluir que a superfície 2 é inclinada em relação à superfície 1.



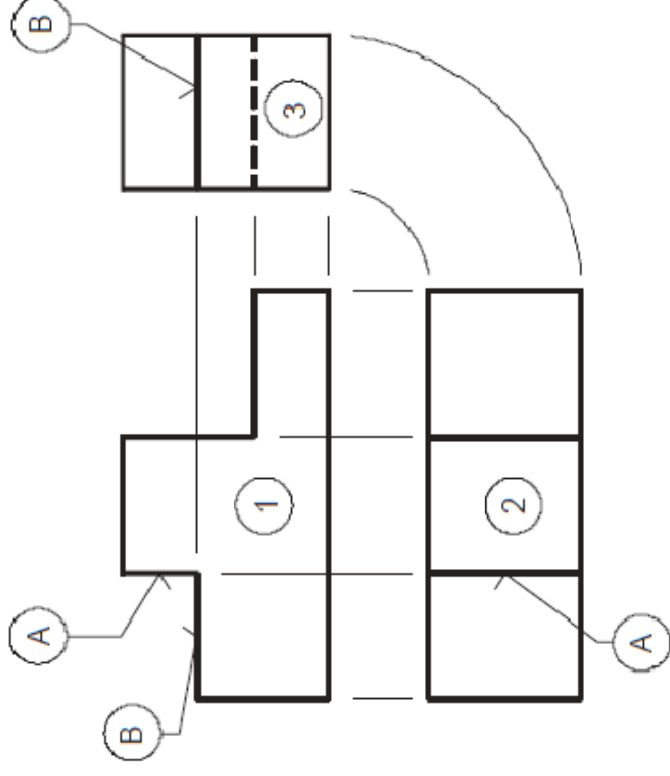
# Identificação do Diedro Utilizado no Desenho

- A maioria dos desenhos técnicos não trazem indicação do diedro utilizado na sua elaboração.

A superfície "A" é representada por uma linha cheia na vista 2. Assim sendo, pode-se concluir que, em relação à vista 1, a vista 2 corresponde à peça sendo olhada por cima.

Como a vista superior (2) está localizada embaixo da vista de frente (1), o desenho foi elaborado segundo as regras do 1º diedro.

Estando o desenho no 1º diedro, a vista 3 é a vista lateral esquerda.



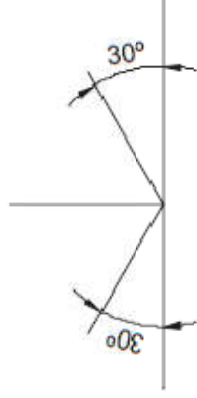
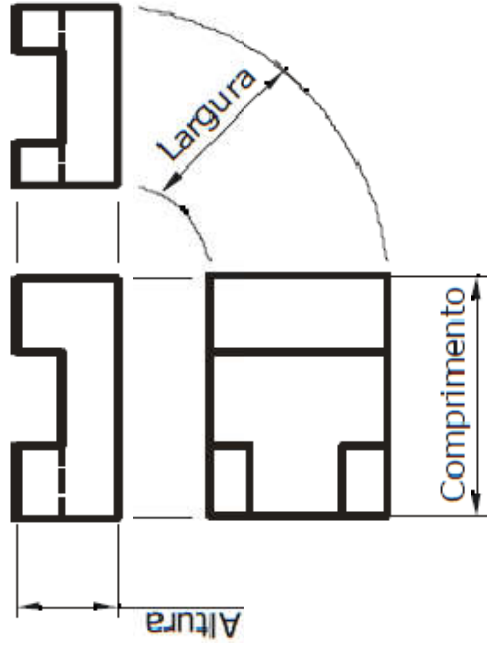
# ***Esboço em Perspectiva***

- Qualquer que seja a forma da peça a ser desenhada, para se elaborar um esboço em perspectiva é necessário desenhar, primeiramente, o paralelepípedo de referência.
- Das perspectivas paralelas, o tipo mais adequado para se esboçar, com a finalidade de ajudar na interpretação das projeções ortogonais, é a **Perspectiva Isométrica**.

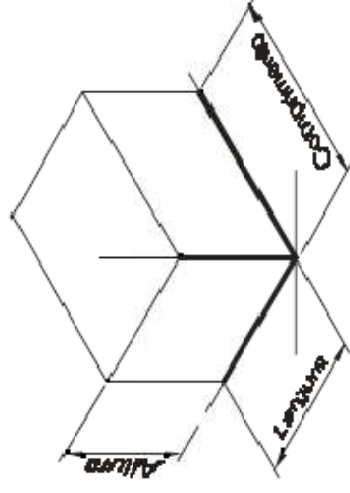
# Esboço em Perspectiva

- Passo 1: O desenho do paralelepípedo de referência deve começar pelos três eixos isométricos. Um dos eixos isométricos é traçado verticalmente e os outros dois fazem um ângulo de  $30^\circ$  com uma linha horizontal.
- Passo 2: Deve-se marcar sobre eles tamanhos proporcionais às medidas de comprimento, largura e altura da peça representada nas projeções ortogonais. Seguindo as medidas marcadas, traçam-se linhas paralelas aos eixos isométricos até obter o paralelepípedo de referência.
- Passos 3, 4 e 5: A obtenção da forma espacial representada nas projeções ortogonais desenhando nas faces do paralelepípedo as vistas correspondentes. Quando a peça não possui superfícies inclinadas, todas as linhas são paralelas a um dos três eixos isométricos.
- Nos desenhos em perspectivas, normalmente, as arestas invisíveis não são representadas.

# Esboço em Perspectiva



PASSO 1



PASSO 2



PASSO 3



PASSO 4

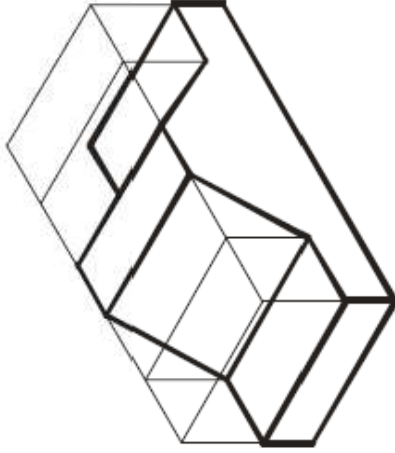
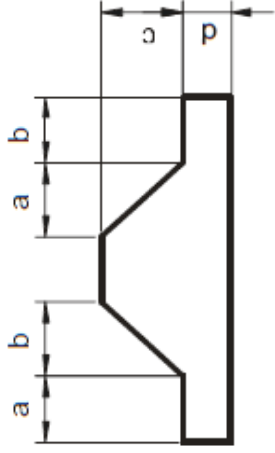


PASSO 5

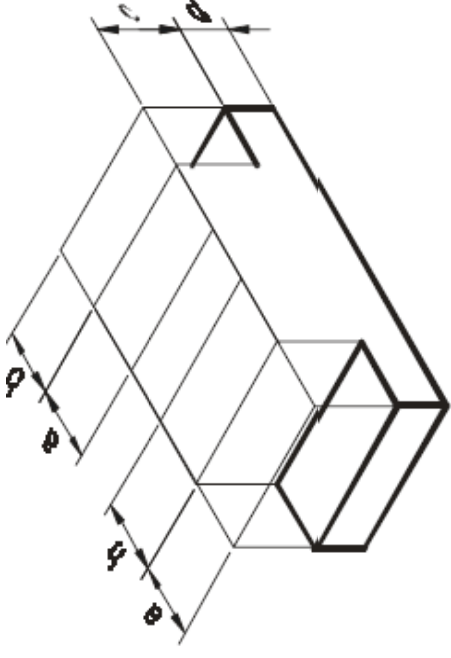
# ***Esboço em Perspectiva de Superfícies Inclinadas***

- As superfícies inclinadas, quando desenhadas em perspectivas, não acompanham as direções dos eixos isométricos.
- A forma mais correta para traçar as superfícies inclinadas é marcar o comprimento dos catetos, que determina a inclinação da superfície, nas arestas do paralelepípedo de referência.

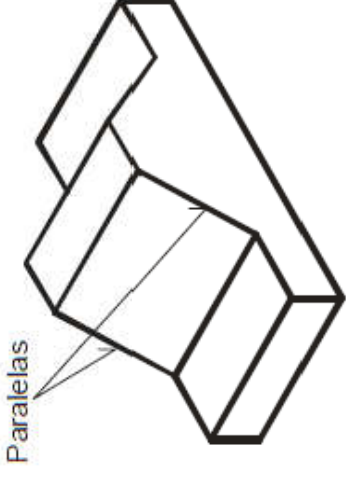
# Esboço em Perspectiva de Superfícies Inclínadas



PASSO 2



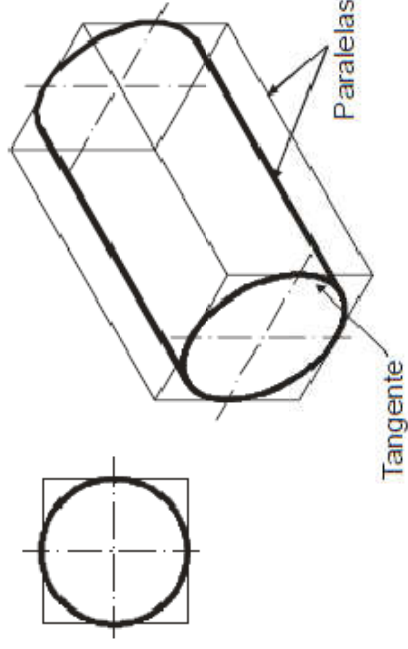
PASSO 1



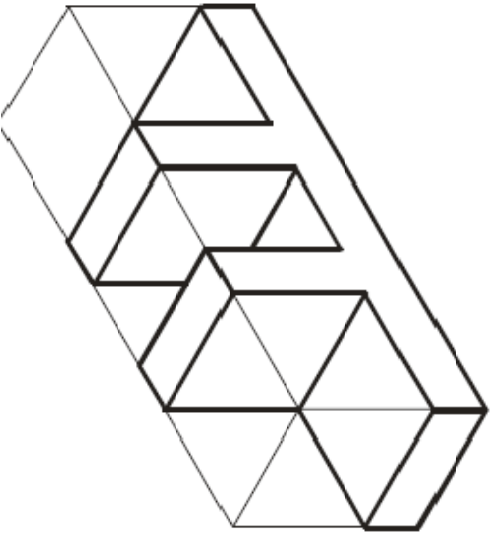
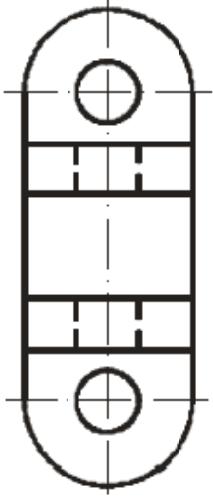
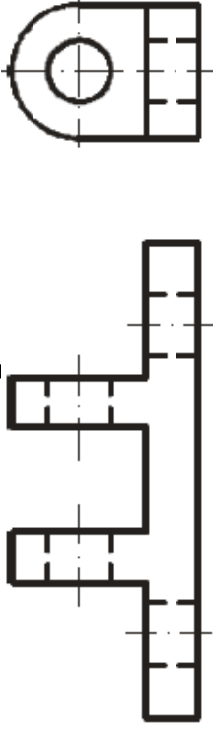
PASSO 3

# Esboço em Perspectiva de Superfícies Curvas

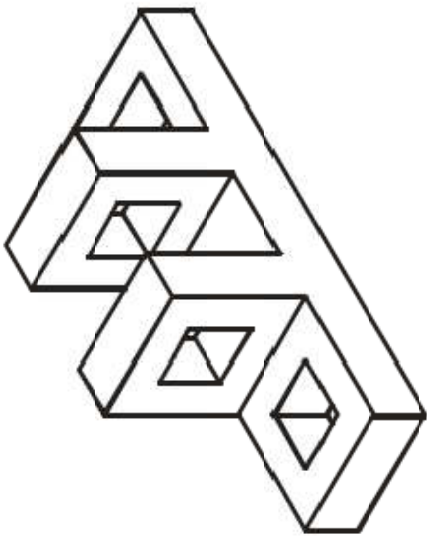
- Como o círculo pode ser inscrito em um quadrado, conclui-se que um cilindro pode ser inscrito em um paralelepípedo de base quadrada.
- O desenho do cilindro em perspectiva será obtido traçando-se elipses nas faces quadradas e unindo-as com retas tangentes às arestas do comprimento do paralelepípedo.



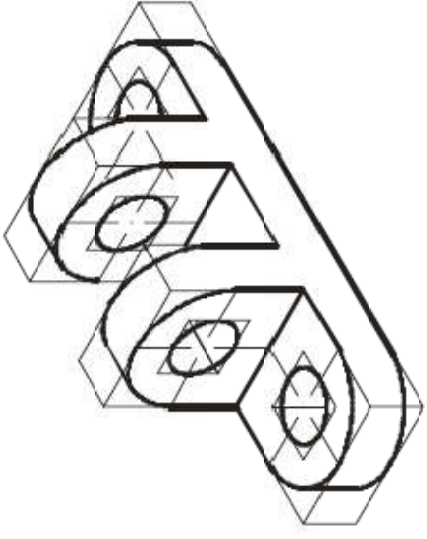
# Esboço em Perspectiva de Superfícies Curvas



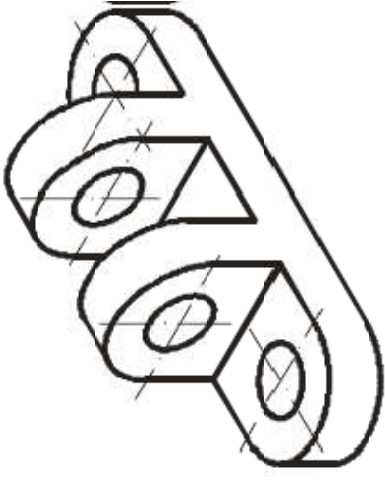
PASSO 1



PASSO 2



PASSO 3

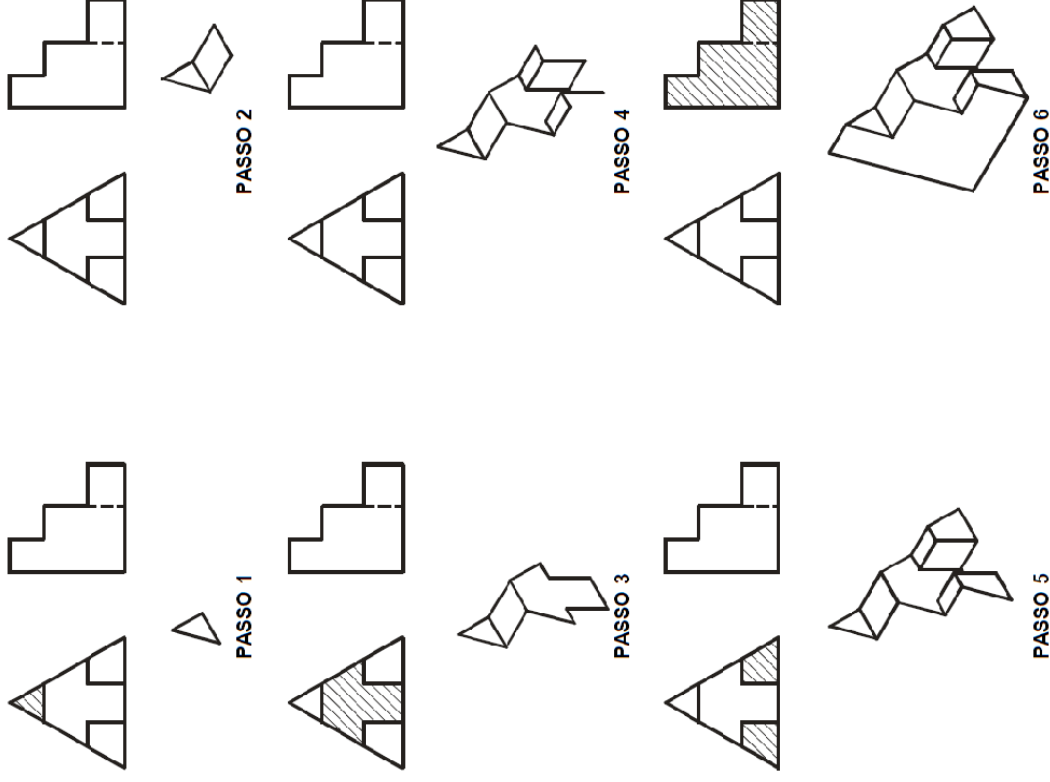


PASSO 4



# Leitura de Desenhos pela Análise das Superfícies Representadas

- A interpretação da forma espacial, representada nas projeções ortogonais, pode ser facilitada anotando-se espacialmente (utilizando o esboço em perspectiva) o resultado do estudo de cada superfície.

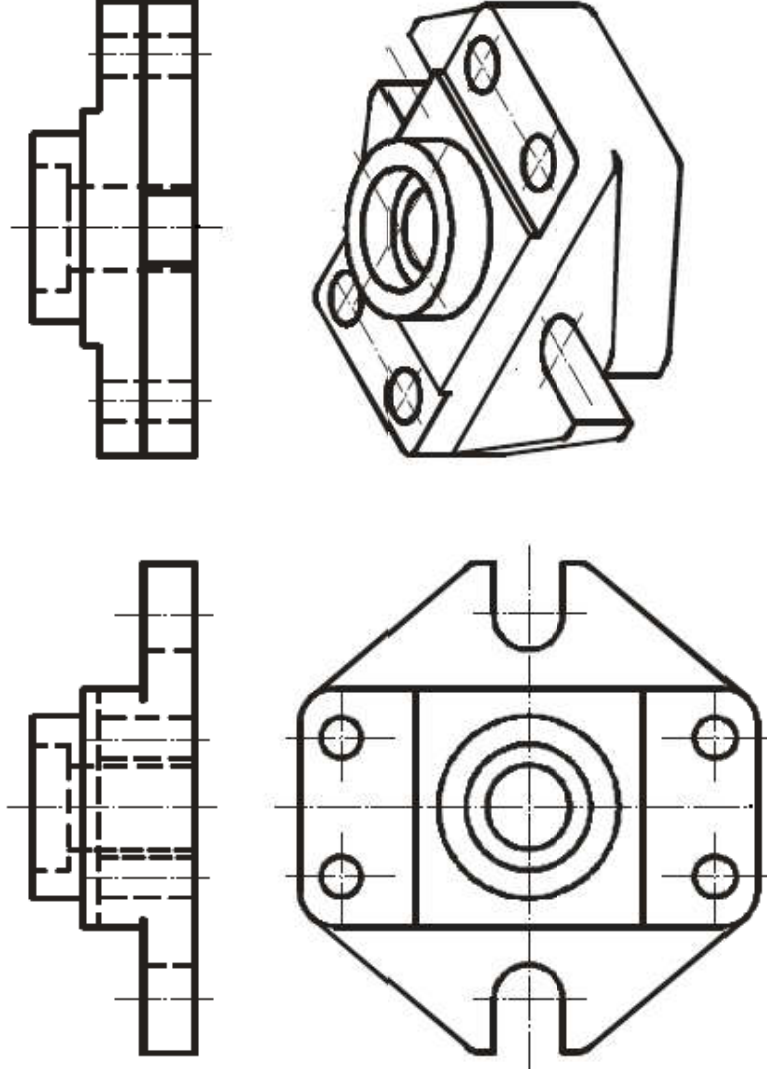


# VISTAS EM CORTE

# Definição

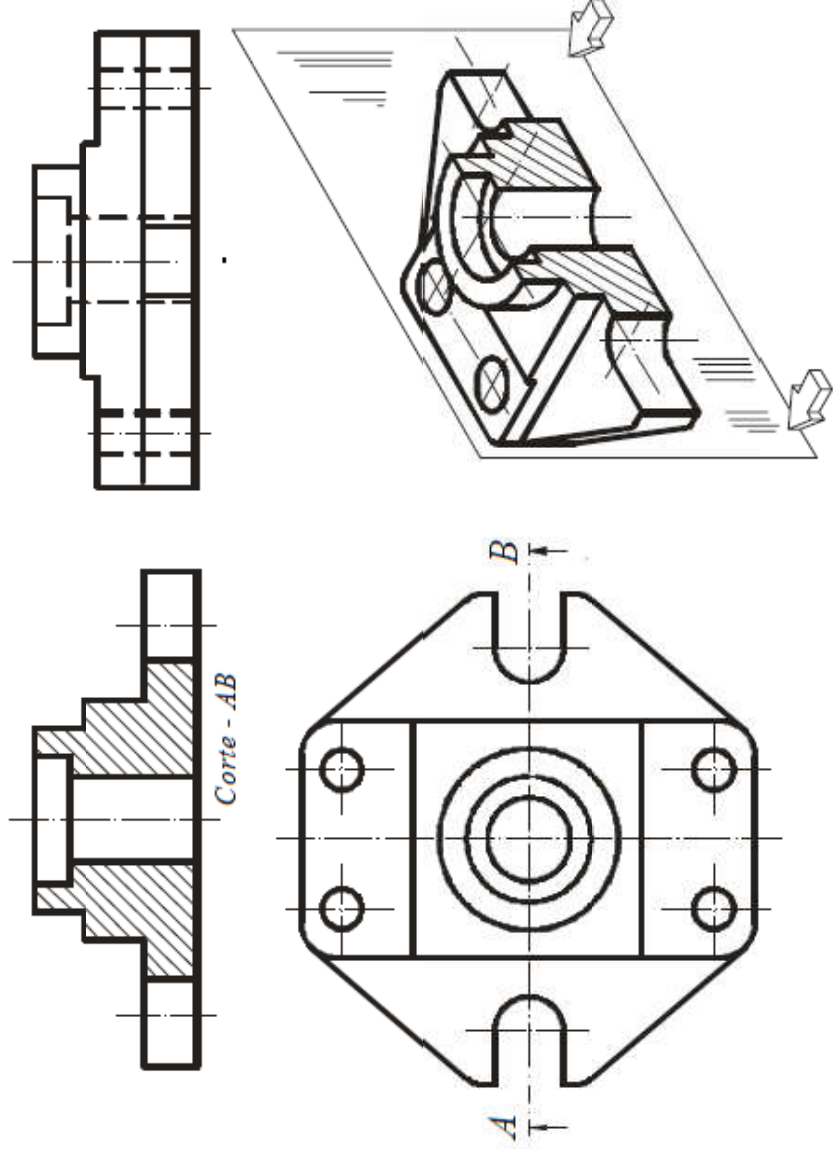
- Quando a peça a ser desenhada possuir muitos detalhes internos, detalhes invisíveis, as projeções ortogonais terão muitas linhas tracejadas e poderão dificultar a interpretação do desenho.
- Para facilitar a interpretação dos detalhes internos, representados por linhas tracejadas, foi normalizada a utilização de vistas em corte.
- Uma vista em corte é uma projeção ortogonal feita a partir de um determinado ponto da própria peça.

# Definição



Uma peça com vários detalhes internos nas vistas de frente e lateral esquerda, que estão representados por linhas tracejadas.

# Definição



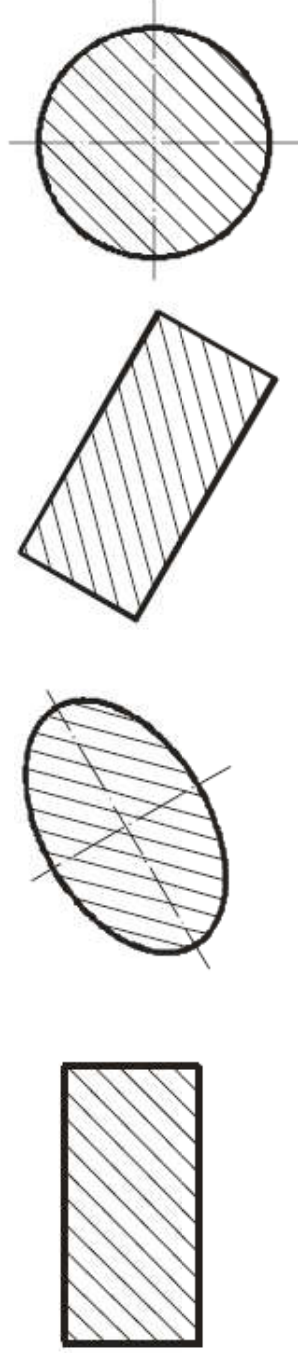
A aplicação de corte, onde pode ser observado que a projeção da vista de frente corresponde àquilo que é visto, na direção indicada, a partir do plano secante "**AB**".

# Definição

- A vista de frente corresponde ao desenho da peça cortada pelo plano secante no ponto indicado pela linha de corte que vai de “**A**” até “**B**”, considerando o sentido de observação, indicado pelas flechas colocadas na linha de corte.
- A linha utilizada para indicar o local onde a peça será cortada, é uma linha grossa constituída de traços e pontos. A **linha de corte** é identificada por letras colocadas em suas extremidades e o sentido de observação é identificado por setas perpendiculares à linha de corte. As mesmas letras que identificam a linha de corte são utilizadas para identificar a **vista** resultante do corte.
- Onde houver intersecção do plano secante com a peça serão colocadas hachuras.

# *Hachuras*

- A finalidade das hachuras é indicar as partes maciças, evidenciando as áreas de corte.
- As hachuras são constituídas de linhas finas, equidistantes e traçadas a  $45^\circ$  em relação aos contornos ou aos eixos de simetria da peça.

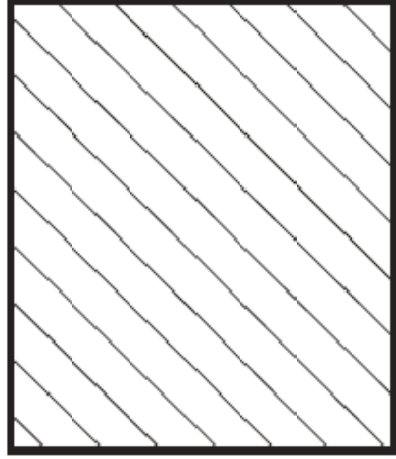


# Hachuras

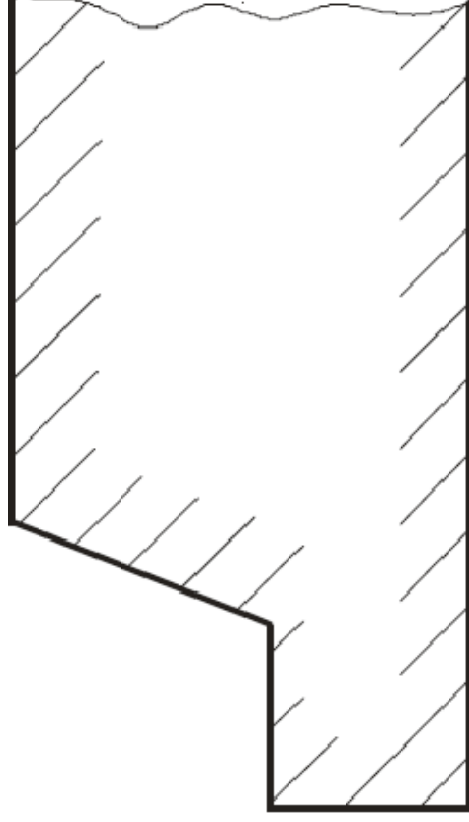
- O espaçamento entre as hachuras deverá variar com o tamanho da área a ser hachurada.



(a)



(b)

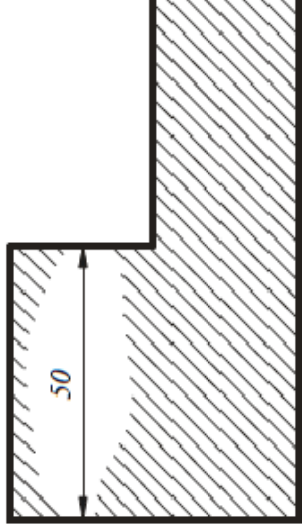


(c)



# *Hachuras*

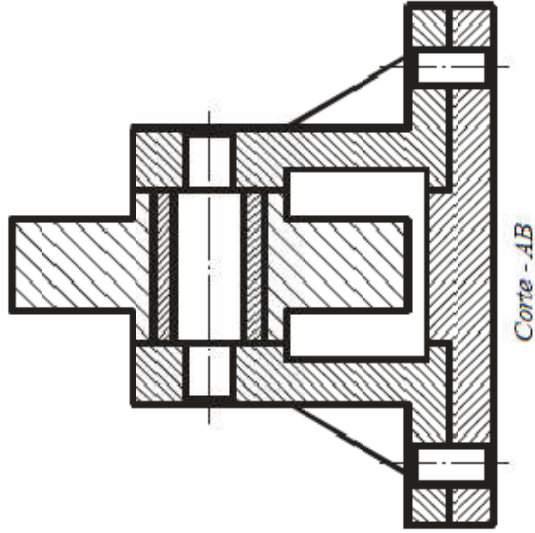
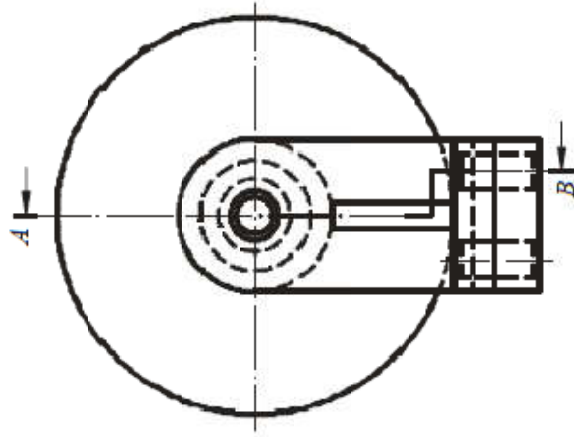
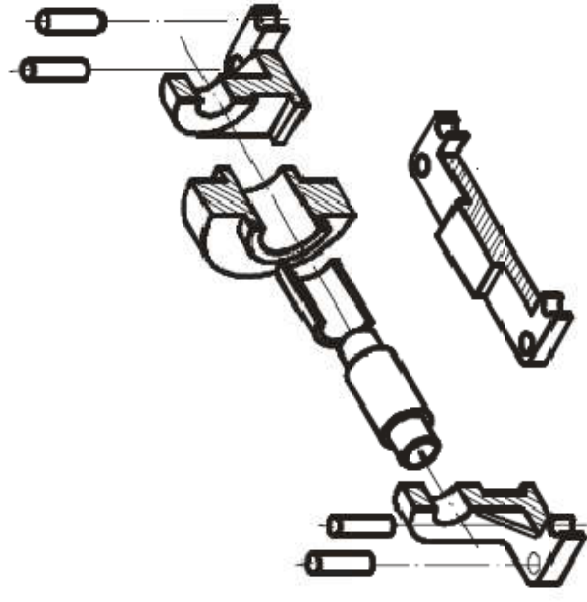
- Havendo necessidade de fazer qualquer inscrição na área hachurada, deve-se interromper as hachuras para deixar bem nítida a inscrição feita.



# ***Hachuras***

- Em uma mesma peça as hachuras devem ter uma só direção
- Nos desenhos de conjuntos as peças adjacentes devem ser hachuradas em direções diferentes.

# Hachuras



# Hachuras

- Existem normas específicas que permitem a utilização das hachuras para indicar o tipo do material da peça.



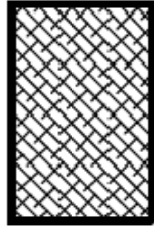
*Ferro Fundido*



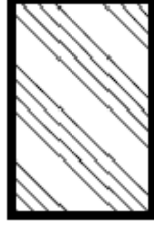
*Aço*



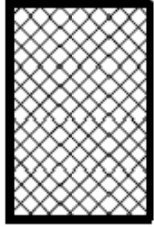
*Cobre, Latão,  
Bronze etc.*



*Alumínio e  
Ligas leves*



*Borracha,  
Plástico e  
Isolantes*



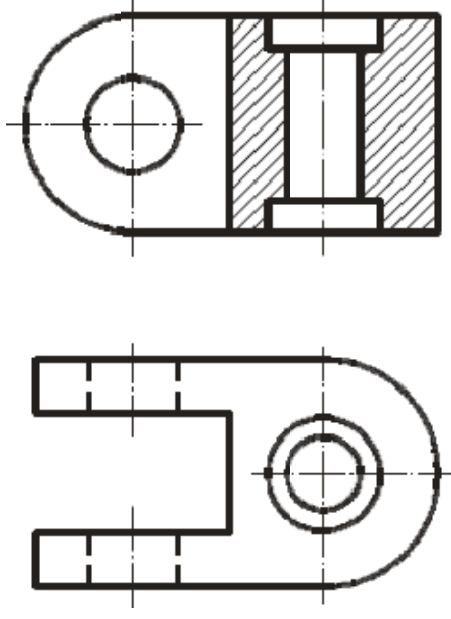
*Chumbo, Zinco*

# ***Regras para Traçado de Vistas em Corte***

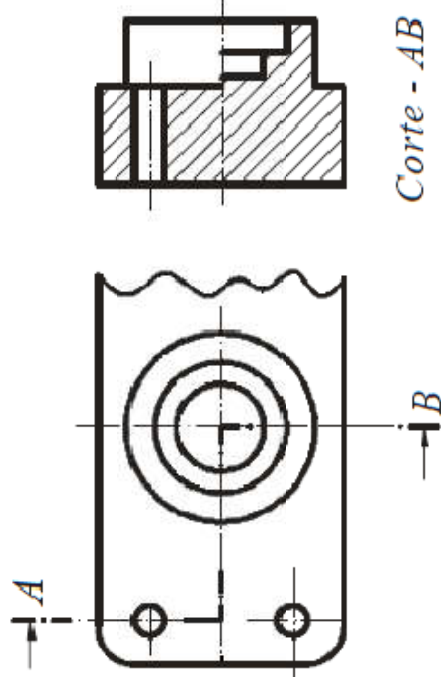
1. Elementos tais como: eixos, pinos, parafusos, porcas, dentes de engrenagem, chavetas, rebites e nervuras, quando seus eixos longitudinais estiverem no plano de corte, não serão cortados, portanto, não serão hachurados.
2. Nas vistas em corte não se deve colocar linhas tracejadas. As arestas invisíveis que estão situadas além do plano de corte só devem ser representadas se forem necessárias à compreensão da peça.
3. A disposição das vistas em corte deve seguir a mesma disposição das vistas principais.

# Regras para Traçado de Vistas em Corte

4. Em peças simples, nas quais seja óbvio a localização da posição do plano de corte, pode ser dispensado o desenho da linha de corte.



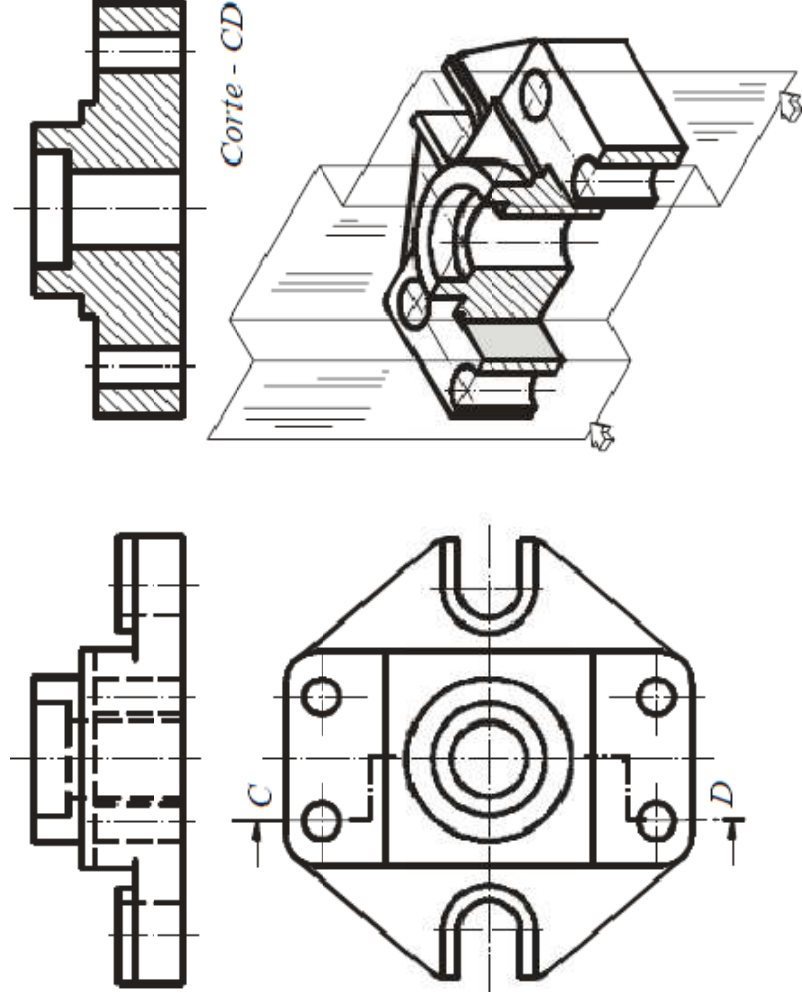
5. Quando o corte da peça for constituído de planos secantes paralelos, as hachuras devem ter a mesma direção, porém, serão deslocadas para distinguir os planos de corte.



# ***Corte Total***

- Corte Total é aquele que atinge a peça em toda a sua extensão, onde o plano de corte atravessa completamente a peça. O corte total é chamado de **Corte Reto**, quando o plano secante é constituído de uma única superfície.
- O plano secante pode ser constituído de mais de uma superfície. Quando o plano secante muda de direção o corte é chamado de **Corte em Desvio** ou **Corte Composto**.

# Corte Total

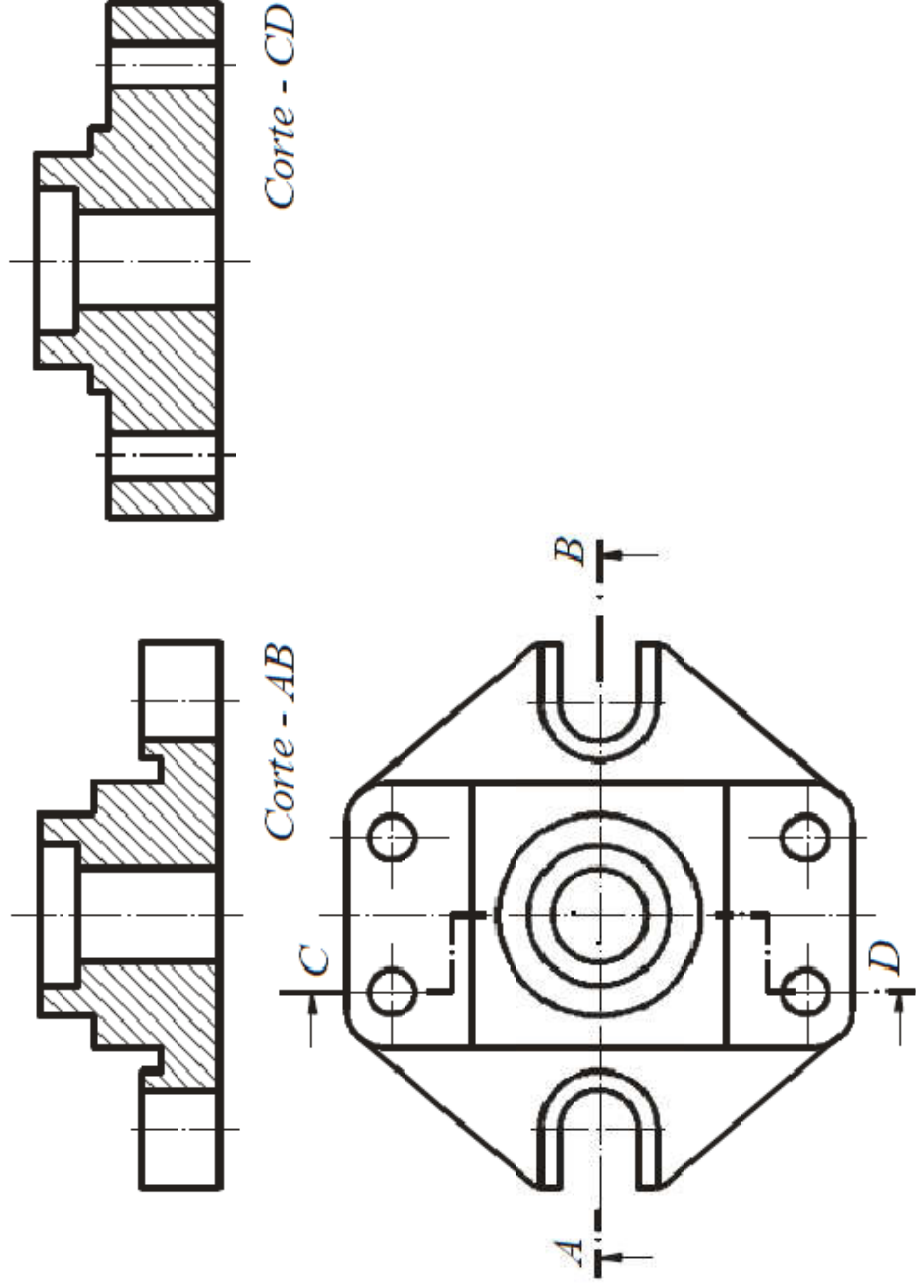


A linha de corte muda de direção para atingir detalhes internos não alinhados.

Na representação de uma peça pode-se fazer tantos cortes quantos forem necessários para facilitar o entendimento de todos os detalhes internos.



# Corte Total

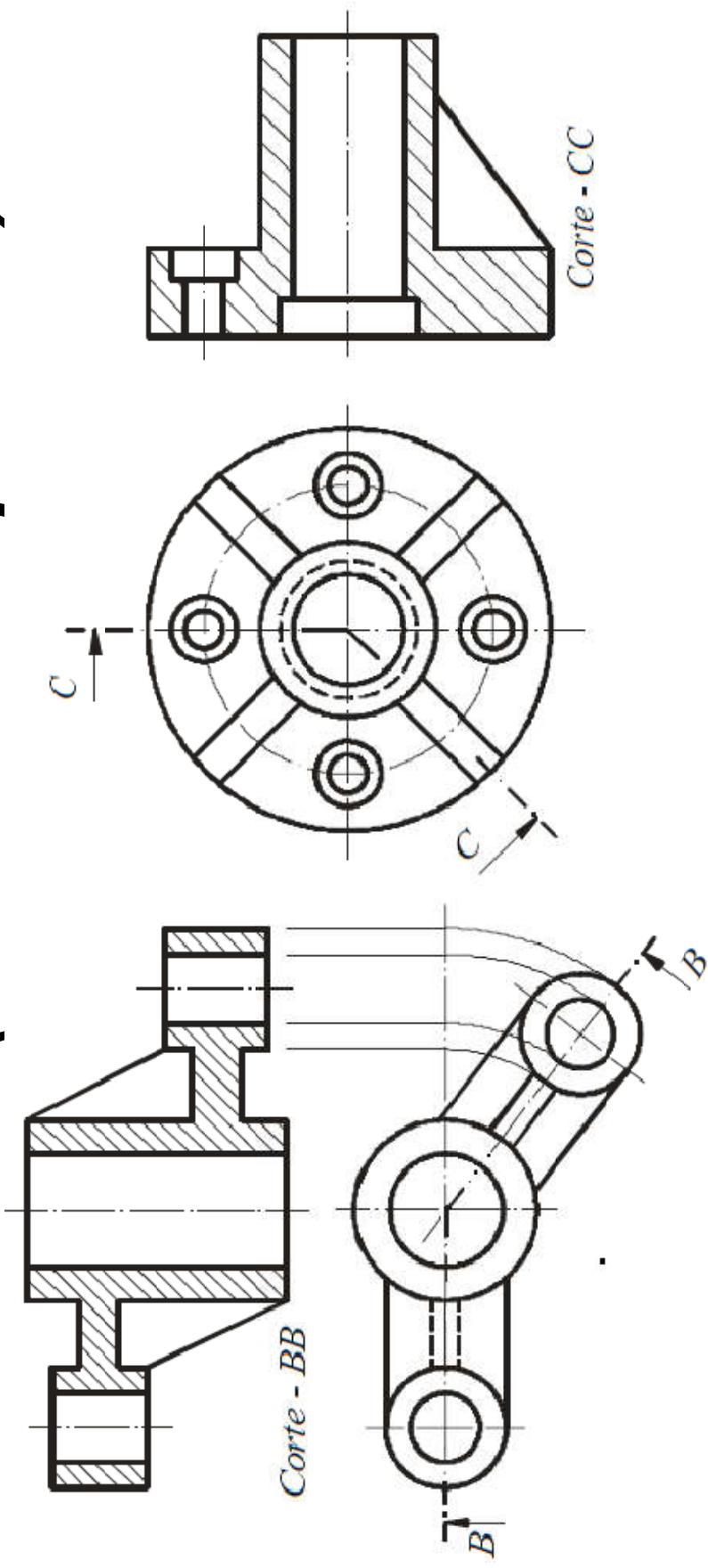


Na representação de uma peça pode-se fazer tantos cortes quantos forem necessários para facilitar o entendimento de todos os detalhes internos.

# ***Particularidades dos Cortes em Desvio (Cortes Compostos)***

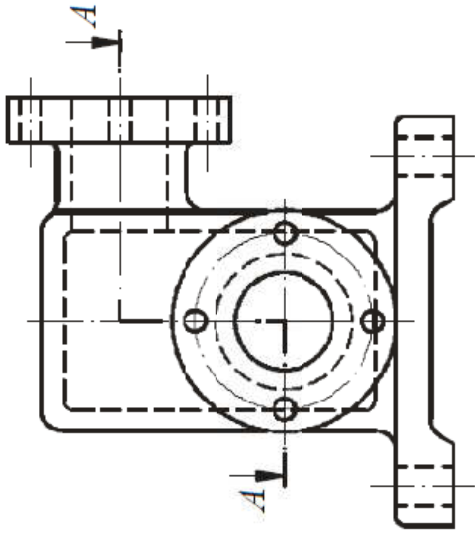
- Os desvios dos planos de corte podem conter superfícies oblíquas.
- A superfície oblíqua do plano de corte é rotacionada até a obtenção de uma única superfície, para transformar o corte composto por duas superfícies em um corte reto.

# Particularidades dos Cortes em Desvio (Cortes Compostos)

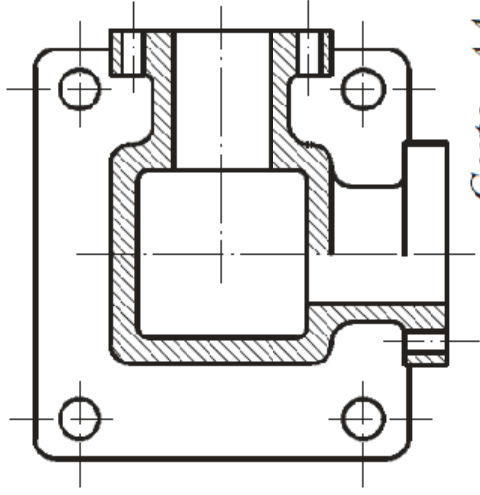


O desenho resultante com a rotação da parte oblíqua do plano de corte representa a verdadeira grandeza do corte contido pelos planos concorrentes.

# Particularidades dos Cortes em Desvio (Cortes Compostos)

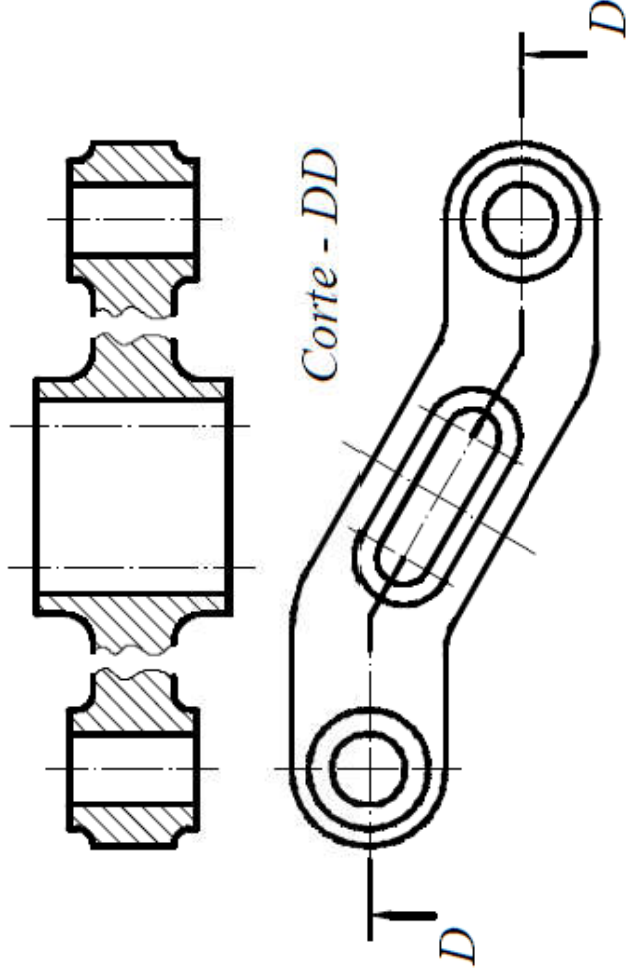


Exemplo de corte em desvio, onde a disposição do plano secante exige o **deslocamento das hachuras** para facilitar a identificação das partes cortadas.



*Corte - AA*

# Particularidades dos Cortes em Desvio (Cortes Compostos)



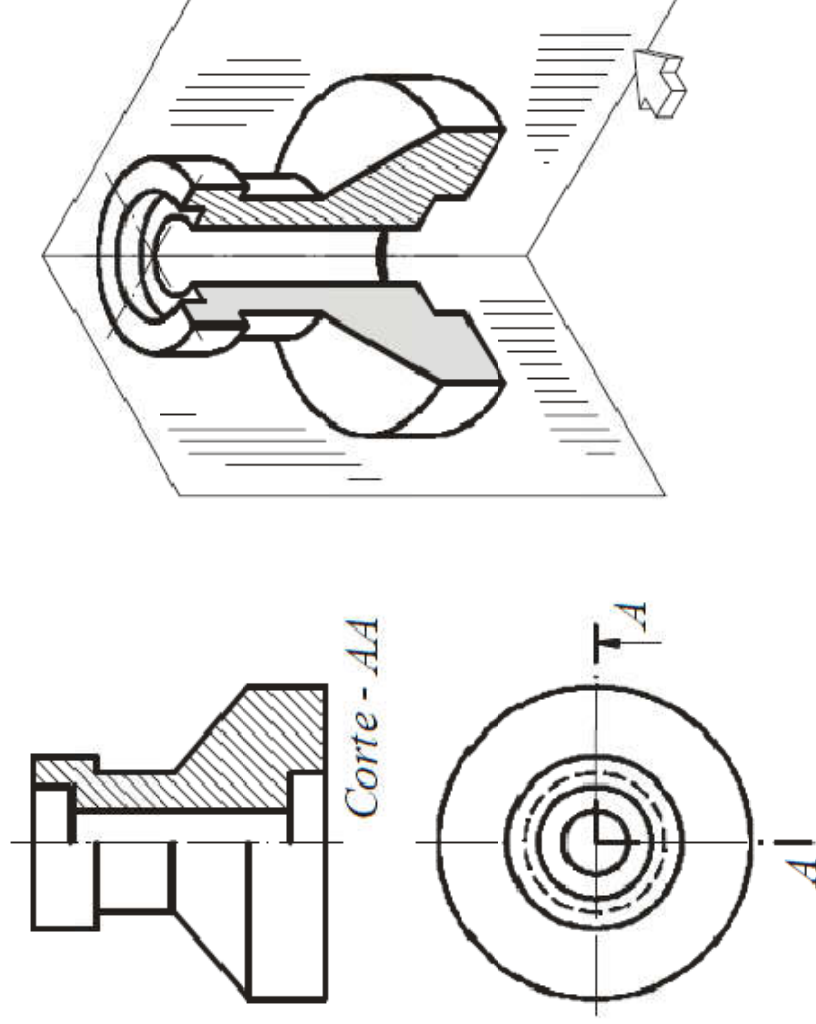
O plano de corte também pode ser composto por planos sucessivos, onde é necessário utilizar **rupturas** para poder representar a verdadeira grandeza da parte oblíqua e, ao mesmo tempo, manter o alinhamento vertical das vistas.

Desta forma, o corte composto apresenta o resultado de um corte reto, onde os detalhes das diferentes superfícies do corte composto aparecem em verdadeira grandeza.

# ***Meio Corte***

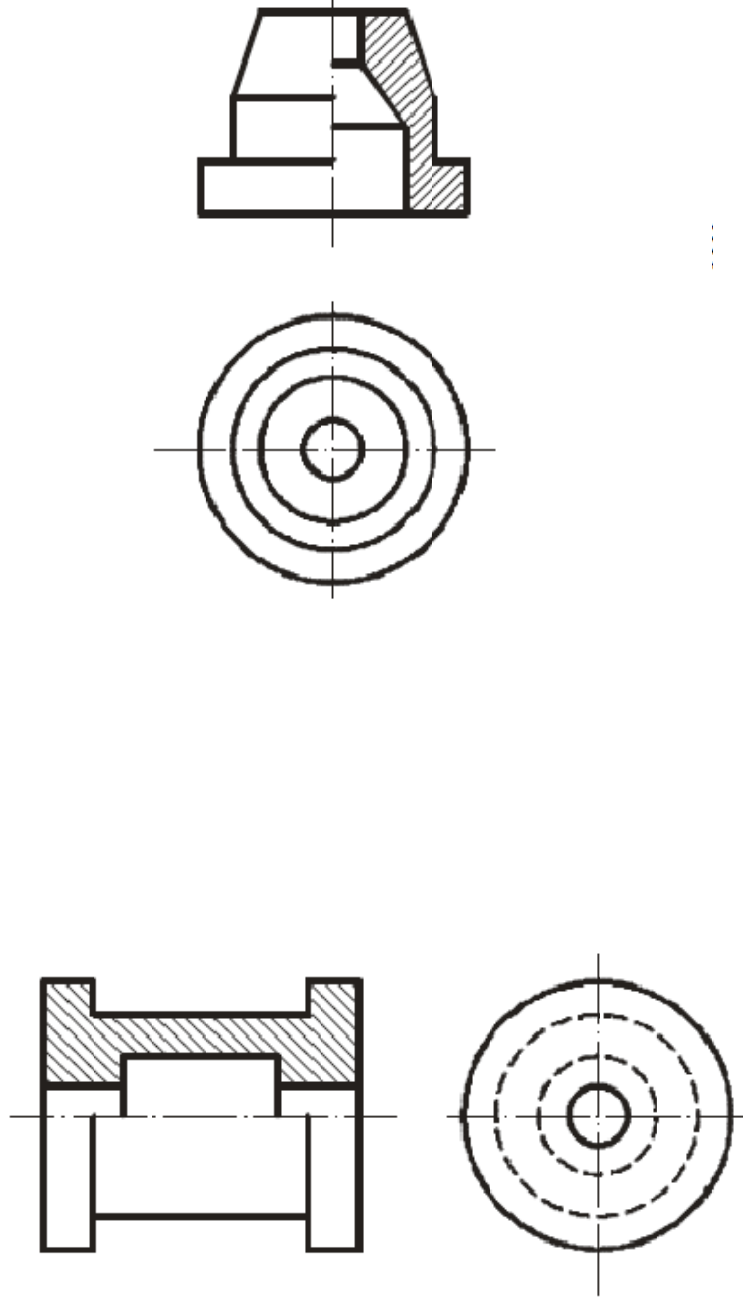
- Em peças simétricas é conveniente fazer com que o plano de corte vá somente até a metade da peça. Deste modo, a vista em corte apresentará simultaneamente a forma externa e interna da peça.
- Assim como no corte total, no meio corte, tanto na parte cortada como na parte não cortada, também não se deve representar as arestas invisíveis.

# Meio Corte



O eixo de simetria separa o lado cortado do não cortado. A vista em corte mostra, em relação ao eixo de simetria e à linha de corte, na parte inferior, a forma interna da peça e na parte superior a forma externa.

# Meio Corte



Quando não há representação da linha de corte, as normas determinam que: quando o eixo de simetria for vertical a metade cortada deverá ser representada à direita e, quando o eixo de simetria for horizontal a metade cortada deverá estar na parte inferior



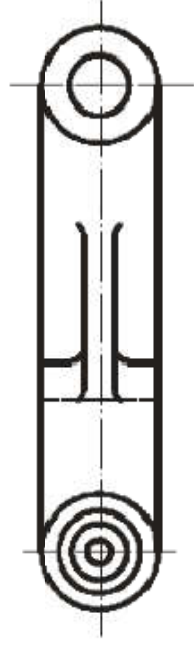
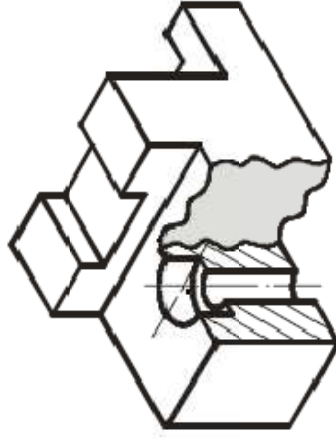
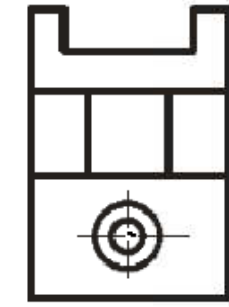
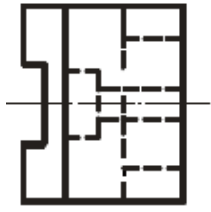
# ***Corte Parcial***

- Nos **Cortes Parciais** ou **Rupturas** como também são chamados, apenas uma parte da peça é cortada visando mostrar algum detalhe interno.
- Quando os detalhes estão concentrados numa determinada parte da peça não haverá necessidade de utilizar um corte completo e, assim sendo, para facilitar a execução do desenho deve-se utilizar o corte parcial.

# **Corte Parcial**

- Nos cortes parciais o plano secante atinge a peça somente até aonde se deseja detalhar e o limite do corte é definido por uma **linha de ruptura**. A **linha de ruptura** é uma linha irregular, contínua e de espessura fina.
- Nos cortes parciais são representadas todas as arestas invisíveis, ou seja, se colocam todas as linhas tracejadas.

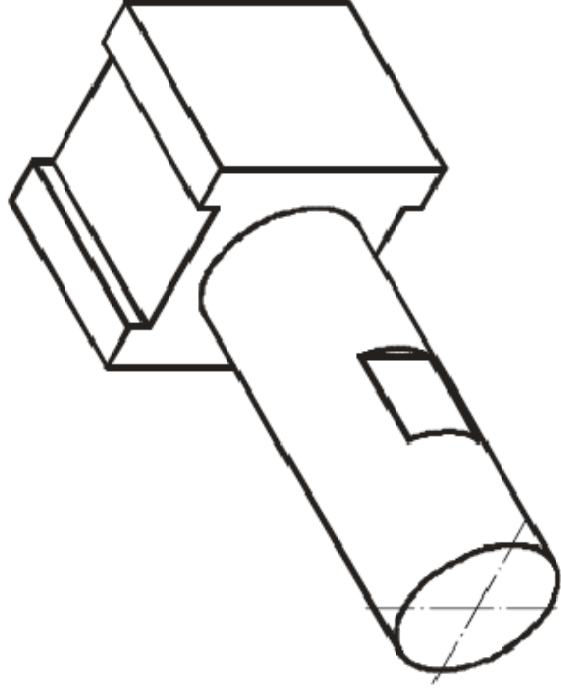
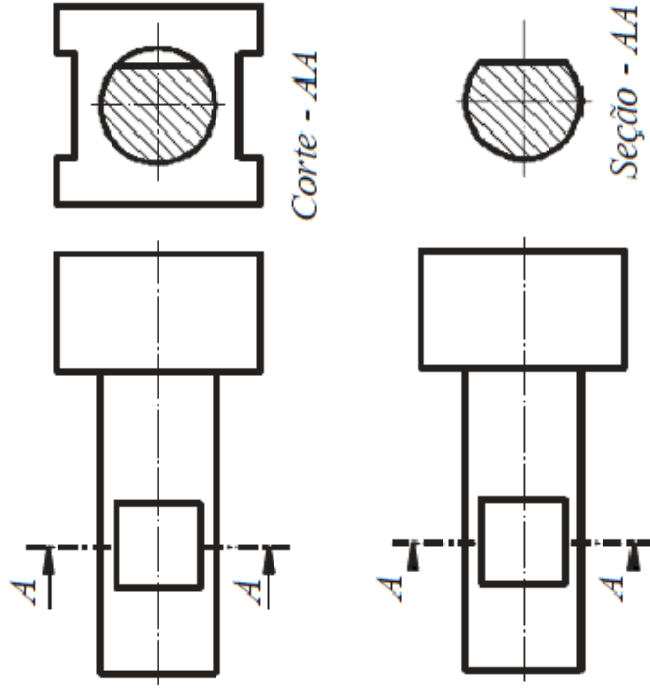
# *Corte Parcial*



# Seções

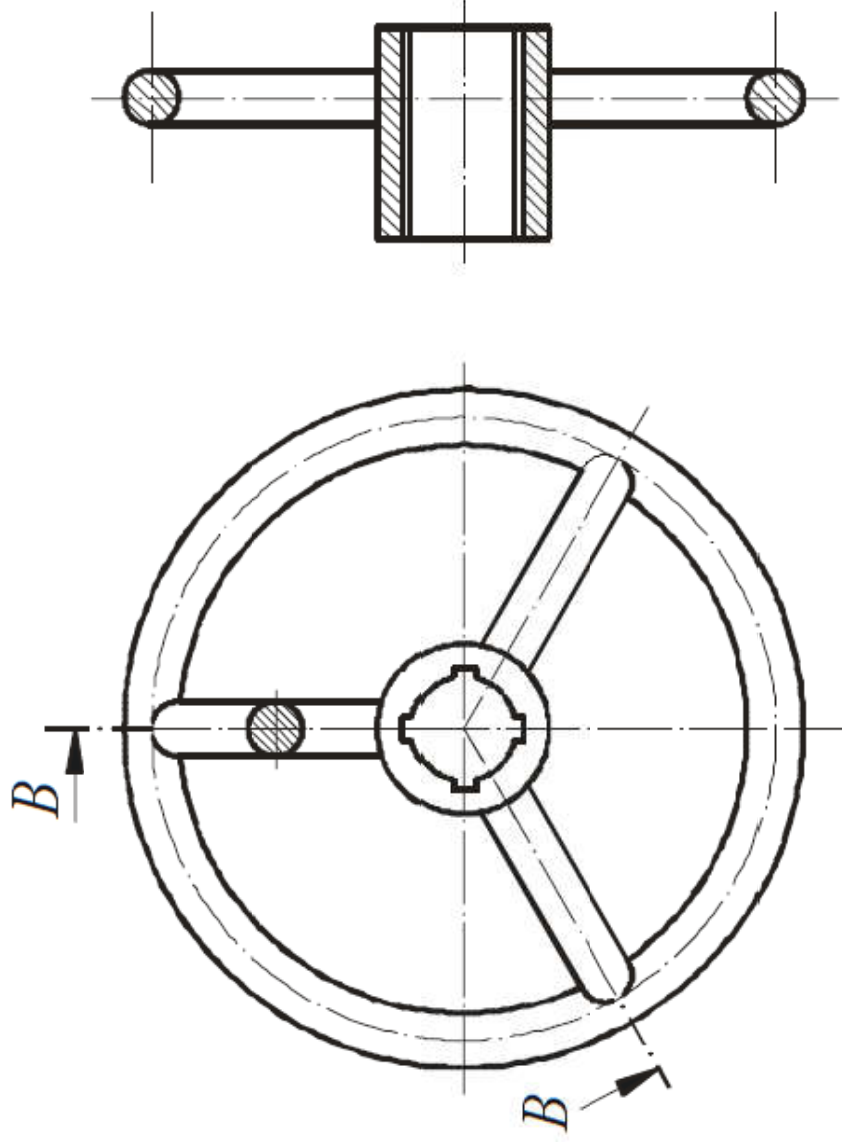
- Seção é um corte que representa somente a intersecção do plano secante com a peça.
- Em outras palavras, a seção representa a forma de um determinado ponto da peça.

# Seções



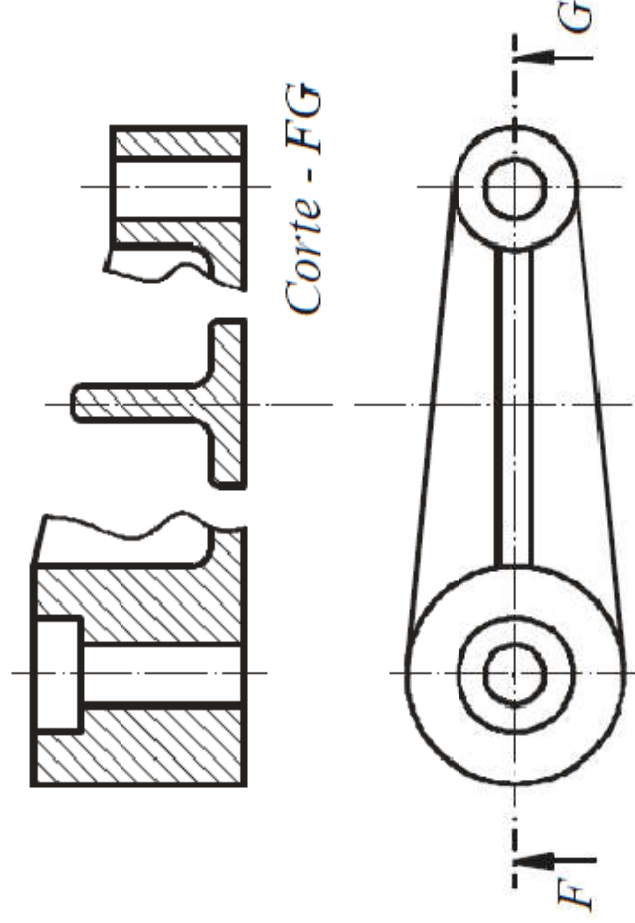
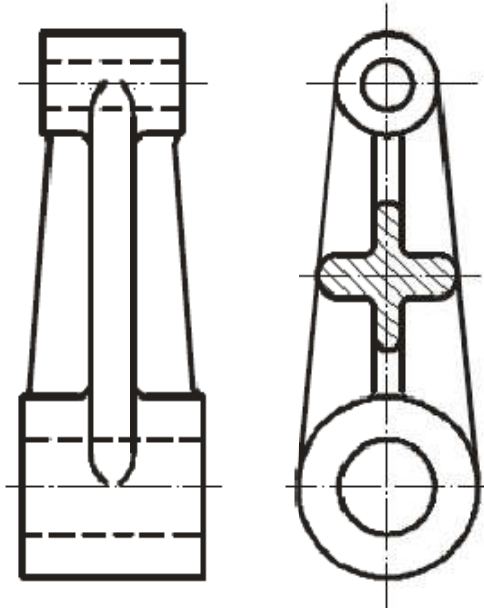
As seções são chamadas de **Seções Transversais** porque o plano secante é perpendicular ao eixo da parte a ser seccionada e o corte resultante é rebatido sobre o plano do papel.

# Seções



A aplicação de uma seção, desenhada dentro do contorno da vista, sobre o braço do volante fica mais fácil o entendimento do desenho.

# Seções



A aplicação de seção, desenhada dentro do contorno da vista, com o objetivo de mostrar a forma do braço com a **nervura**.

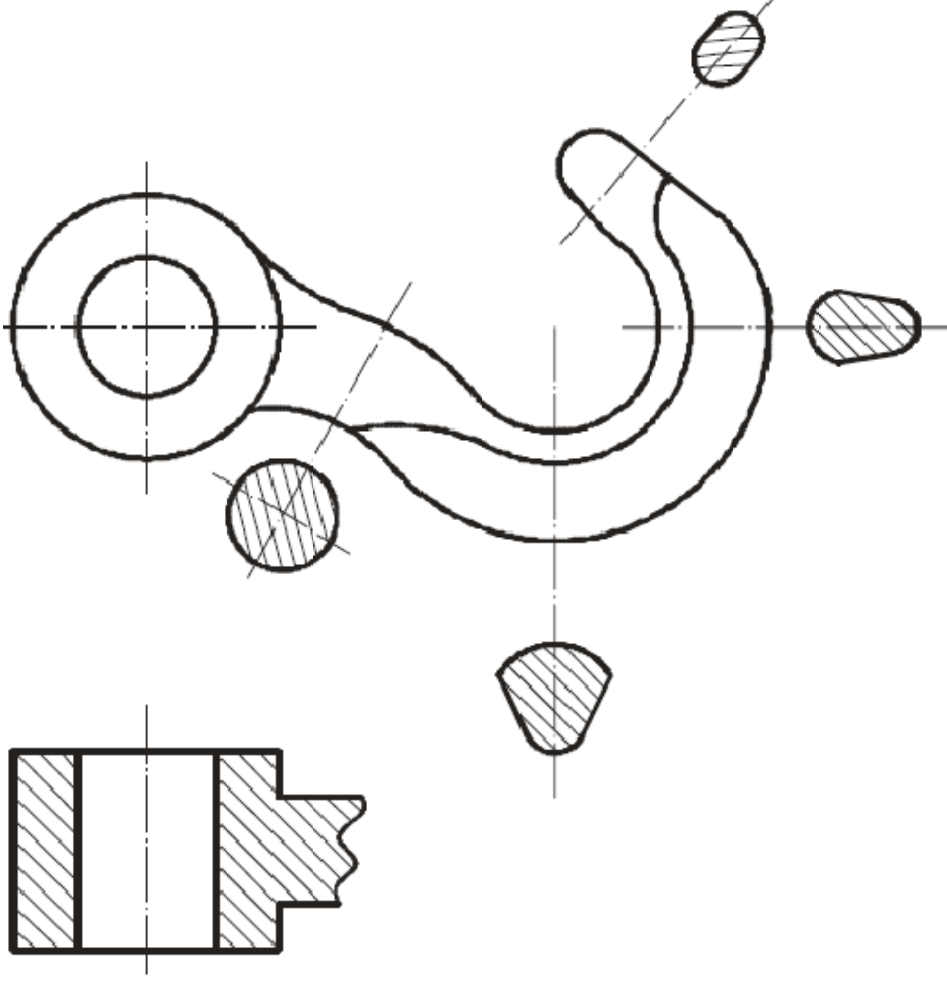
A aplicação de seção desenhada dentro dos contornos da vista com a utilização de **linhas de rupturas**.

# Seções

As diferentes seções de cada ponto das respectivas peças, são desenhadas fora do contorno da vista.

As seções podem ser utilizadas para mostrar a variação da forma de uma peça ao longo de seu comprimento (**Seções Sucessivas**).

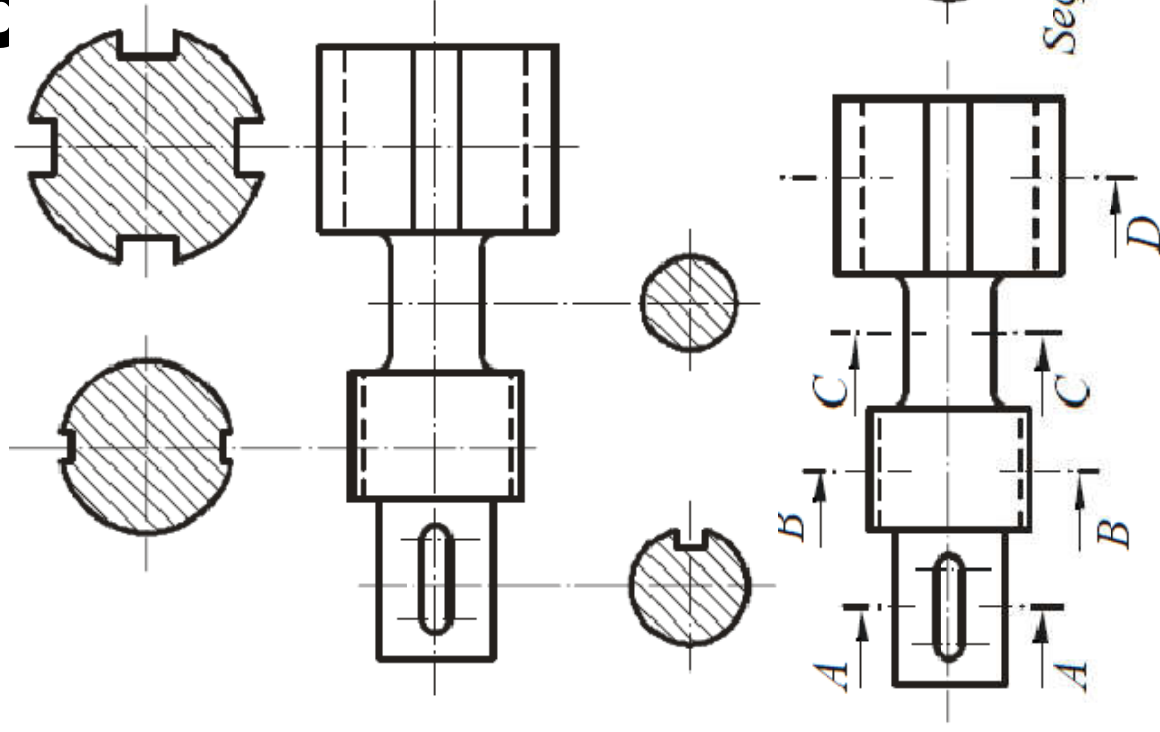
Nestes casos, como as seções foram desenhadas próximas das vistas, as linhas traço ponto (*linhas de centro*) fazem a identificação dos pontos seccionados em cada peça.





# Seções

Quando as seções forem desenhadas fora do contorno da vista e deslocadas em relação à posição da vista, é necessário fazer a identificação da posição do plano secante utilizando linha de corte e letras para vinculação das seções com a peça.



# **ESCALAS E DIMENSIONAMENTO**

# ***Introdução***

- É necessário abordar os princípios básicos de dimensionamento, porque o exercício da engenharia poderá requerer a utilização e execução de esboços cotados.
- Esboço cotado é um desenho técnico feito a mão-livre ou no computador, no qual, além da representação da forma, estão contidas todas as dimensões do objeto.

# Escalas

- Nem sempre será possível representar os objetos em suas verdadeiras grandezas.
- Para viabilizar a execução dos desenhos, os objetos grandes precisam ser representados com suas dimensões reduzidas, enquanto os objetos, ou detalhes, muito pequenos, com suas dimensões ampliadas.

# Escalas

- As reduções ou ampliações devem ser feitas respeitando uma *razão constante* entre as **dimensões do desenho** e as **dimensões reais do objeto representado**.
  - A razão existente entre as **dimensões do desenho** e as **dimensões reais do objeto** é chamada de *escala do desenho*.
- DIMENSÃO DO DESENHO : DIMENSÃO REAL DO OBJETO

# *Escalas*

- **DIMENSÃO DO DESENHO : DIMENSÃO REAL DO OBJETO**
  - **1 : 1** para desenhos em tamanho natural
    - *Escala Natural*
  - **1 : n > 1** para desenhos reduzidos
    - *Escala de Redução*
  - **n > 1 : 1** para desenhos ampliados
    - *Escala de Ampliação*

# Escalas

- A indicação é feita na legenda dos desenhos utilizando a palavra ESCALA, seguida dos valores da razão correspondente.
- A norma NBR 8196 da ABNT recomenda, para o Desenho Técnico, a utilização das seguintes escalas:

<b><i>Categoria</i></b>	<b><i>Escalas recomendadas</i></b>
<i>Escala de Redução</i>	1 : 2    1 : 5    1 : 10    1 : 20 1 : 50    1 : 100    1 : 200    1 : 500 1 : 1000    1 : 2000    1 : 5000    1 : 10000
<i>Escala de Ampliação</i>	2 : 1    5 : 1    10 : 1    20 : 1 50 : 1

# ***Dimensionamento***

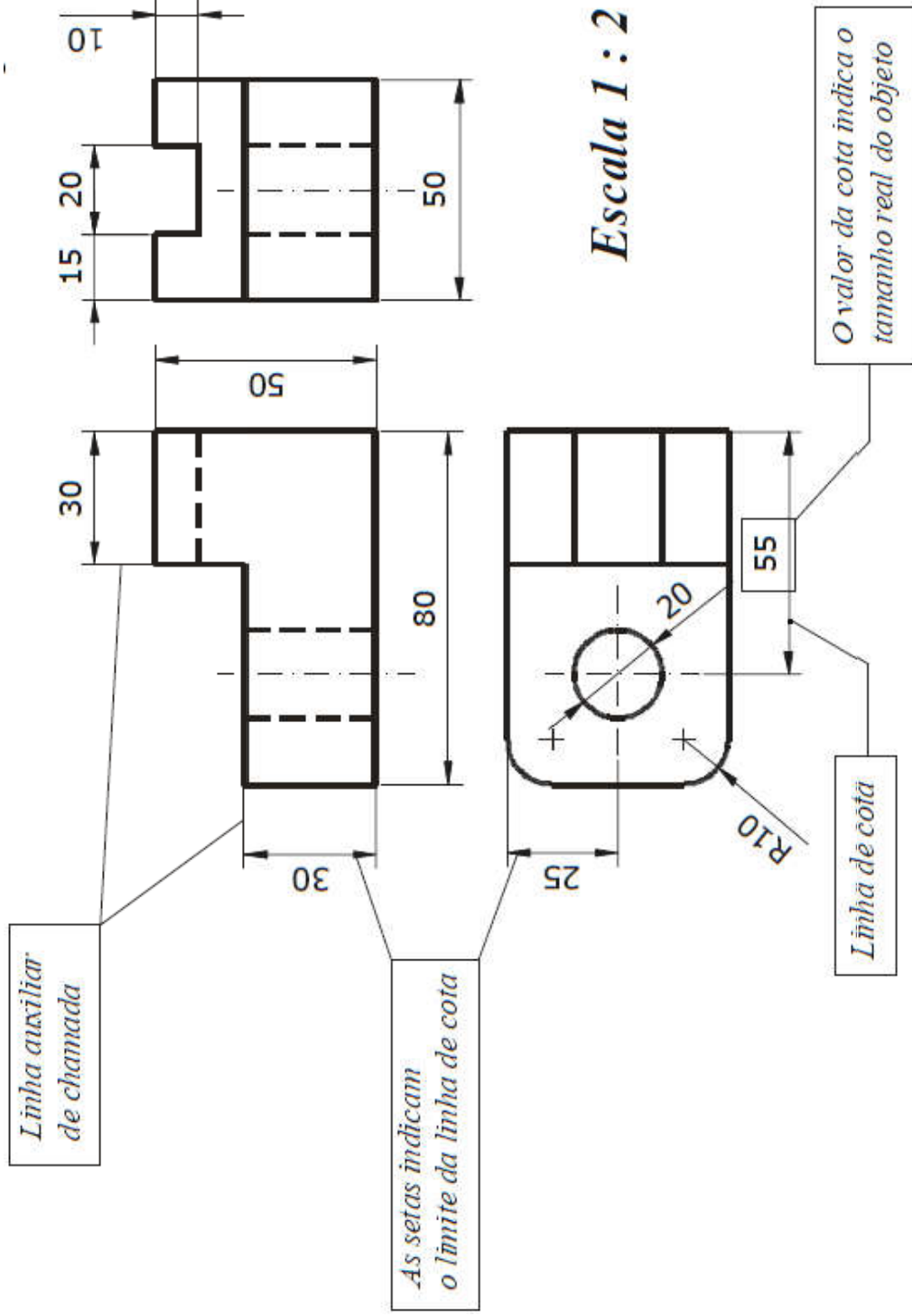
- O desenho técnico deve conter informações sobre as dimensões do objeto representado.
- As dimensões irão definir as características geométricas do objeto, dando valores de tamanho e posição aos diâmetros, aos comprimentos, aos ângulos e a todos os outros detalhes que compõem sua forma espacial.



# ***Dimensionamento***

- A forma mais utilizada em desenho técnico é definir as dimensões por meio de **cotas** que são constituídas de *linhas de chamada*, *linha de cota*, *setas* e do *valor numérico* em uma determinada unidade de medida.

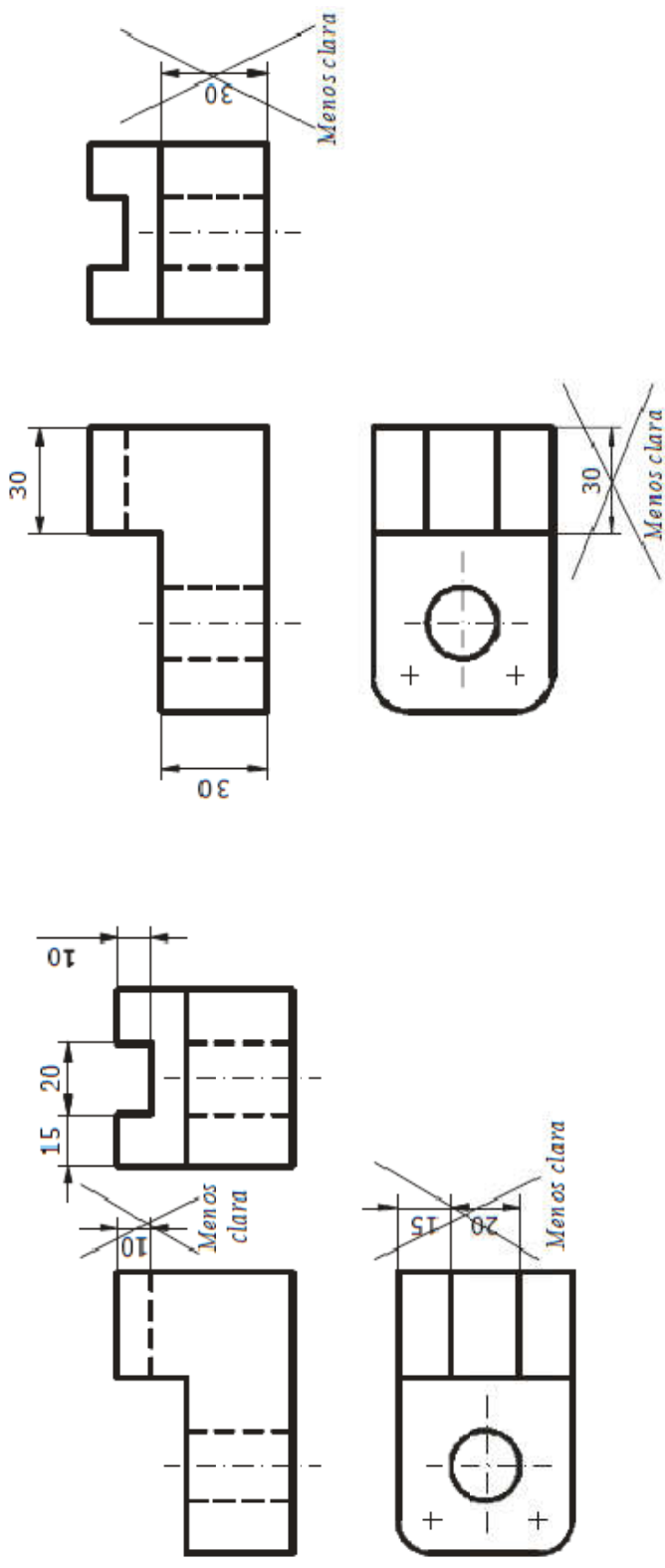
# Dimensionamento



# ***Dimensionamento***

- As cotas devem ser distribuídas pelas vistas e dar todas as dimensões necessárias para viabilizar a construção do objeto desenhado, com o cuidado de não colocar cotas desnecessárias.

# Dimensionamento

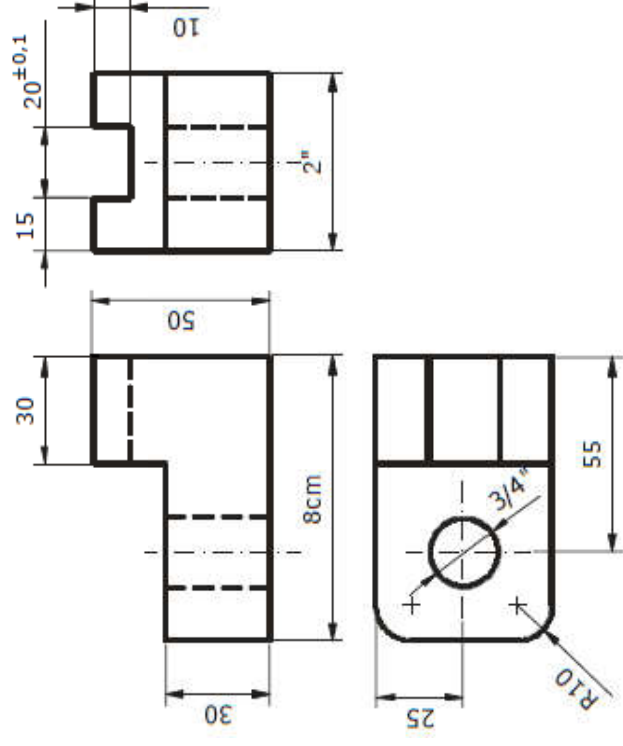


As cotas devem ser colocadas **uma única vez** em qualquer uma das vistas que compõem o desenho, localizadas no local que representa **mais claramente** o elemento que está sendo cotado.

# *Dimensionamento*

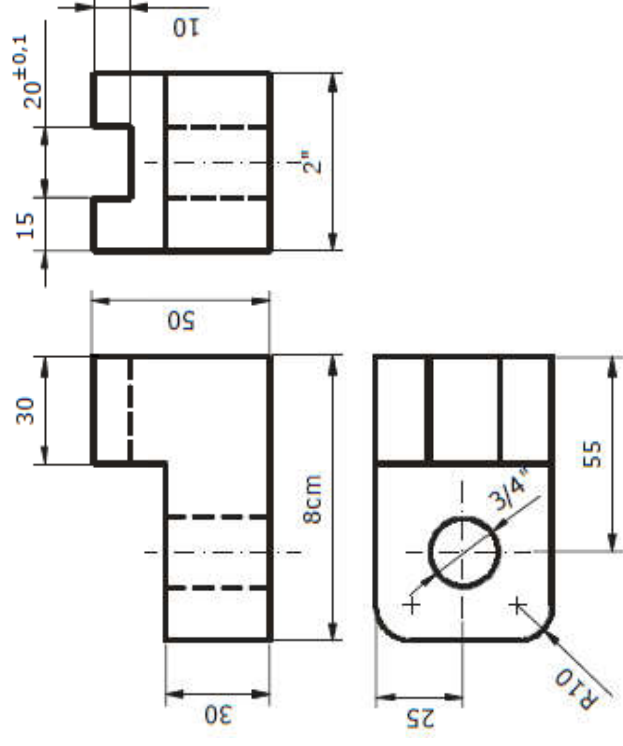
- Todas as cotas de um desenho ou de um conjunto de desenhos de uma mesma máquina ou de um mesmo equipamento devem ter os valores expressos em uma mesma unidade de medida, sem indicação do símbolo da unidade de medida utilizada.
- Normalmente, a unidade de medida mais utilizada no desenho técnico é o **milímetro**.
- Quando houver necessidade de utilizar outras unidades, além daquela predominante, o símbolo da unidade deve ser indicado ao lado do valor da cota.

# Dimensionamento



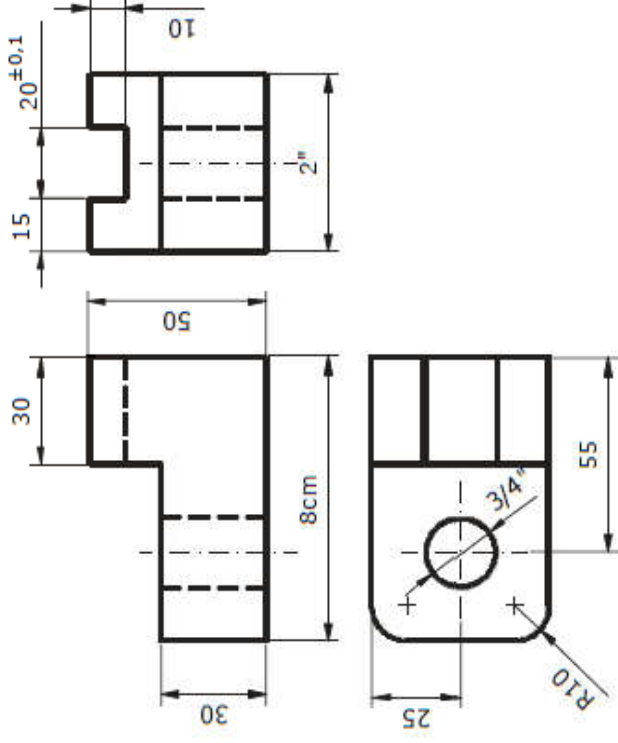
Enquanto a maioria das cotas está em milímetro e sem indicação da unidade utilizada, o comprimento da peça, na vista de frente, está cotado em centímetro, bem como a largura, na vista lateral, e o diâmetro do furo, na vista superior, estão em polegadas.

# Dimensionamento



Enquanto a maioria das cotas está em **milímetro** e sem indicação da unidade utilizada, o comprimento da peça, na vista de frente, está cotado em **centímetro**, bem como a largura, na vista lateral, e o diâmetro do furo, na vista superior, estão em **polegadas**.

# Dimensionamento



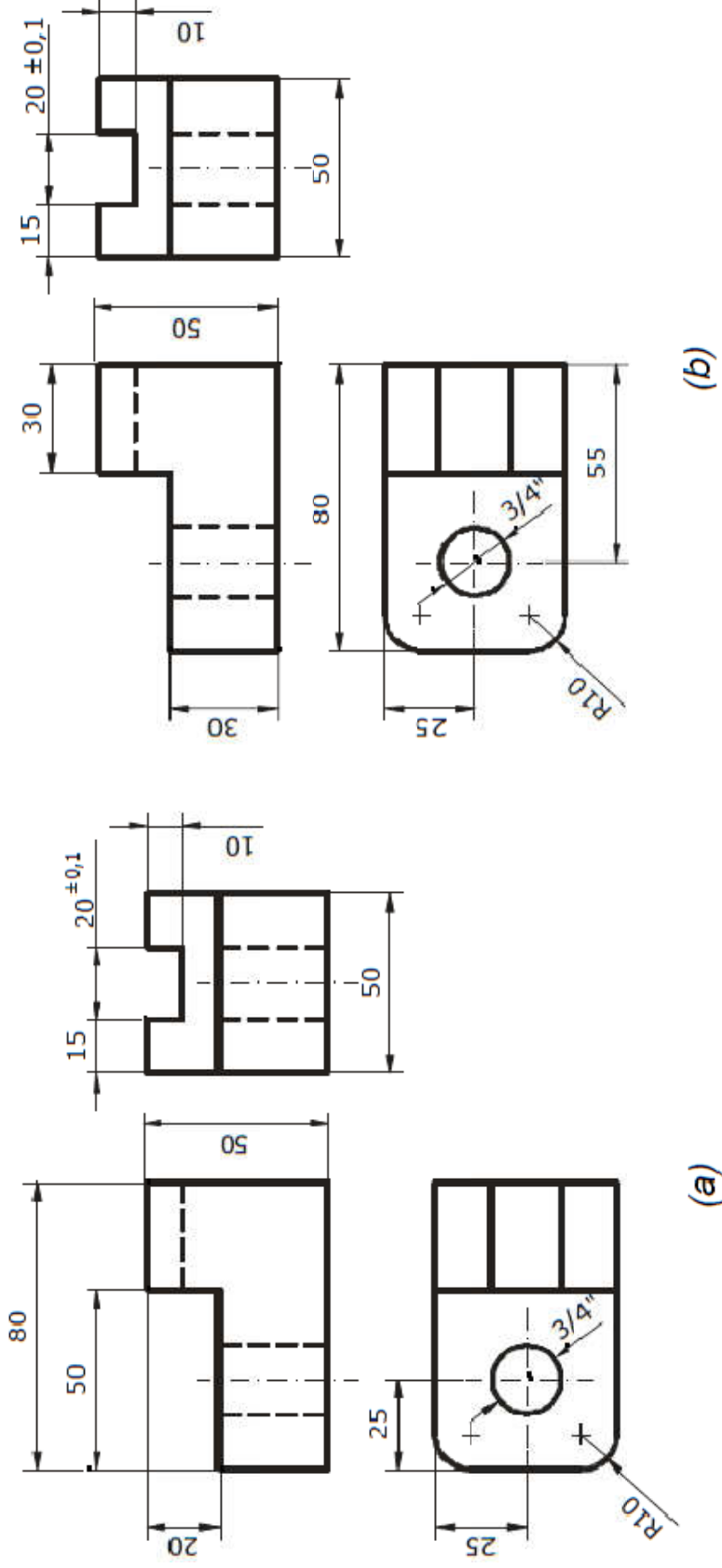
Utilização de cota com **tolerância de erro admissível** para uma determinada dimensão.

A cota de  $20 \pm 0,1$  significa que, no processo de fabricação, a dimensão da peça poderá variar de 19,9 a até 20,1.

A escolha das cotas ou a colocação de tolerâncias para limitar os erros dependerá dos processos utilizados na fabricação do objeto e também da sua utilização futura.



# Dimensionamento

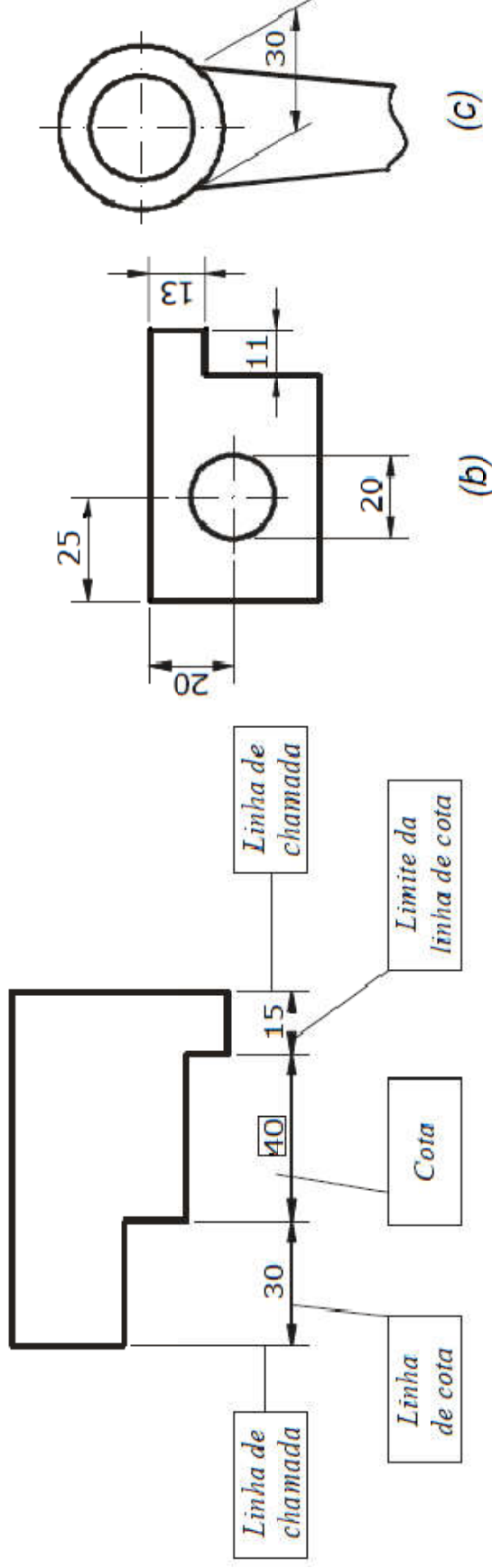


Destaque da importância de uma determinada dimensão é a localização do furo em relação ao comprimento da peça, que em (a) é feito pela face esquerda com a cota de 25, enquanto em (b) é feito pela face direita com a cota de 55.

# Regras para Colocação de Cotas

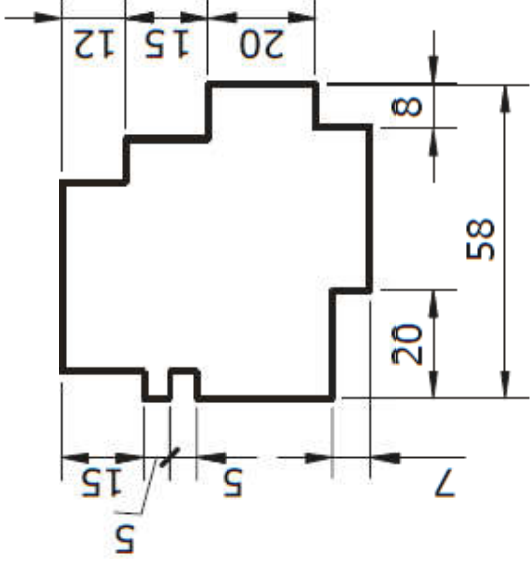
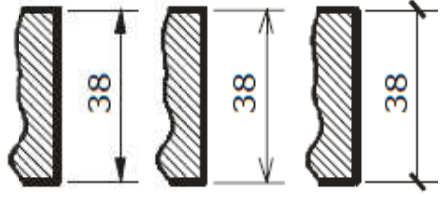
- Tanto as *linhas auxiliares* (*linhas de chamada*), como as *linhas de cota*, são linhas contínuas e finas.
- As *linhas de chamadas* devem ultrapassar levemente as *linhas de cota*
- Deve haver um pequeno espaço entre a linha do elemento dimensionado e a *linha de chamada*.
- As *linhas de chamada* devem ser, preferencialmente, perpendiculares ao ponto cotado.
- As *linhas de chamada* podem ser obliquas em relação ao elemento dimensionado, porém mantendo o paralelismo entre si.
- As *linhas de centro* ou as *linhas de contorno* podem ser usadas como *linhas de chamada*.
- No entanto, é preciso destacar que as *linhas de centro* ou as *linhas de contorno* não devem ser usadas como *linhas de cota*.

# Regras para Colocação de Cotas



- Tanto as linhas auxiliares (*linhas de chamada*), como as linhas de cota, são linhas contínuas e finas. (a)
- As linhas de chamadas devem ultrapassar levemente as linhas de cota
- Deve haver um pequeno espaço entre a linha do elemento dimensionado e a linha de chamada.
- As linhas de chamada devem ser, preferencialmente, perpendiculares ao ponto cotado.
- As linhas de chamada podem ser obliquas em relação ao elemento dimensionado, porém mantendo o paralelismo entre si. (c)
- As linhas de centro ou as linhas de contorno podem ser usadas como linhas de chamada. (b)
- No entanto, é preciso destacar que as linhas de centro ou as linhas de contorno não devem ser usadas como linhas de cota.

# Regras para Colocação de Cotas

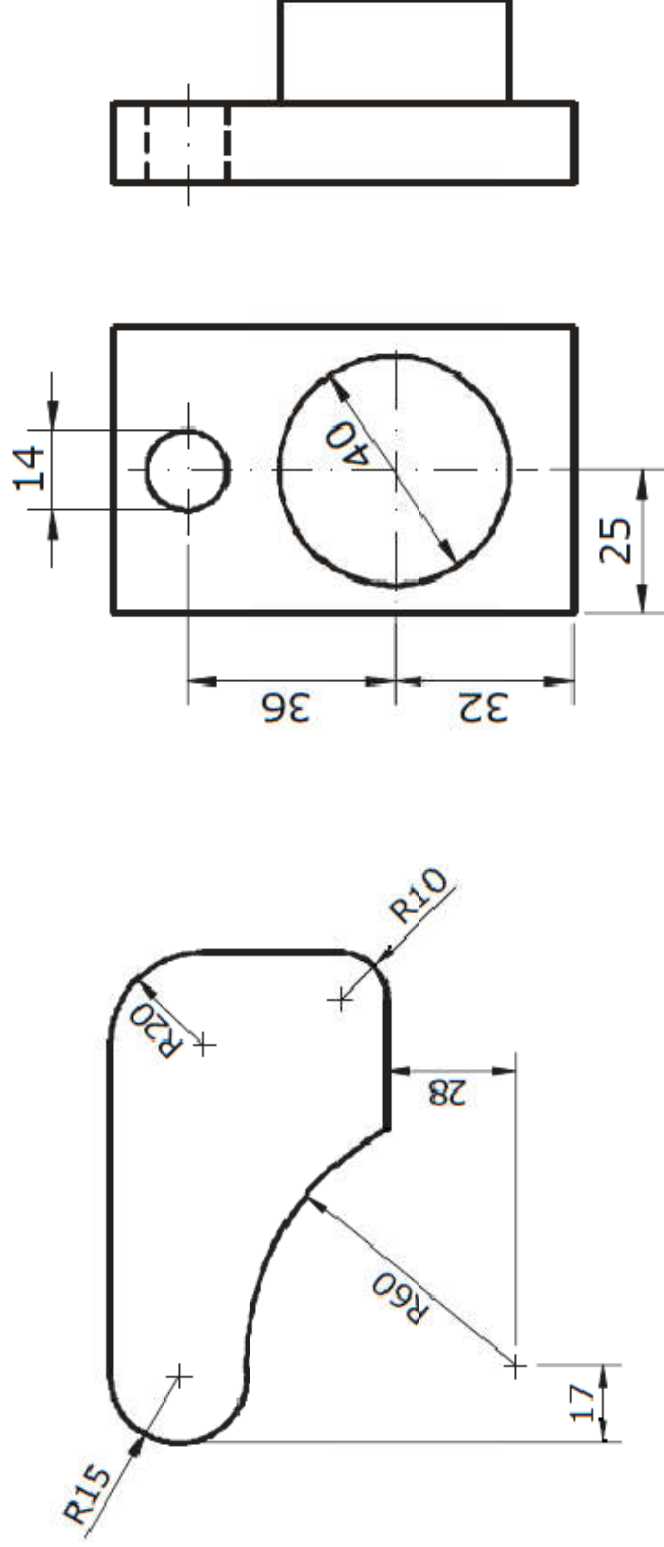


O limite da linha de cota pode ser indicado por setas, que podem ser *preenchidas* ou não, ou por *traços inclinados*.

A maioria dos tipos de desenho técnico utiliza as *setas preenchidas*. Os *traços inclinados* são mais utilizados nos desenhos arquitetônicos.

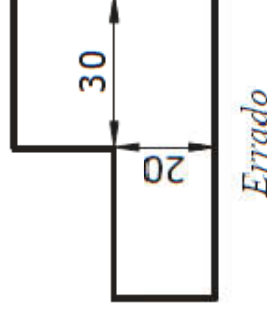
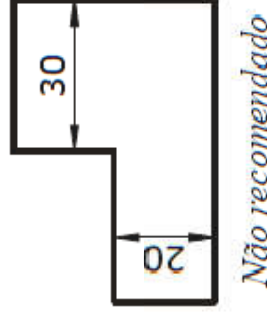
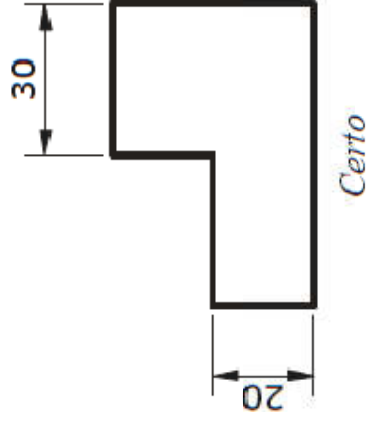
**Só é permitido utilizar outro tipo de indicação de limites da cota em espaços muito pequenos.**

# Regras para Colocação de Cotas



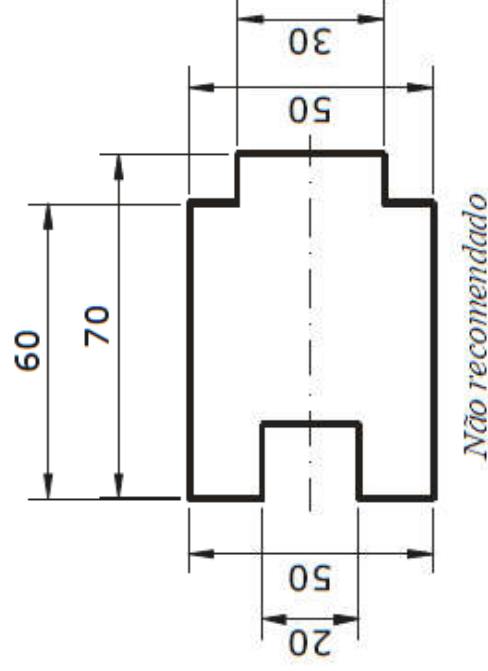
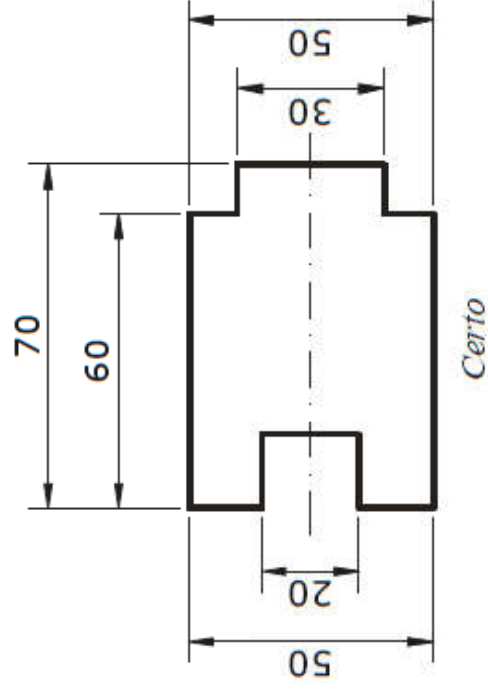
Na **cotagem de raios**, o *limite da cota* é definido por somente uma seta que pode estar situada por dentro ou por fora da *linha de contorno* da curva.

# Regras para Colocação de Cotas



**Deve-se evitar colocar cotas dentro dos desenhos e, principalmente, cotas alinhadas com outras linhas do desenho.**

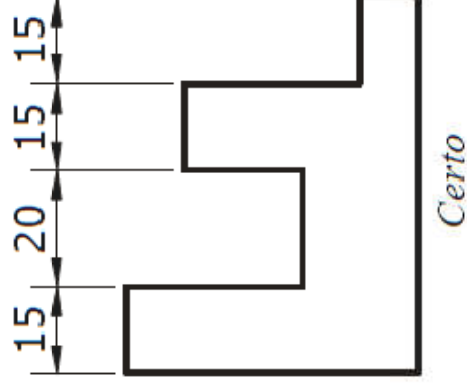
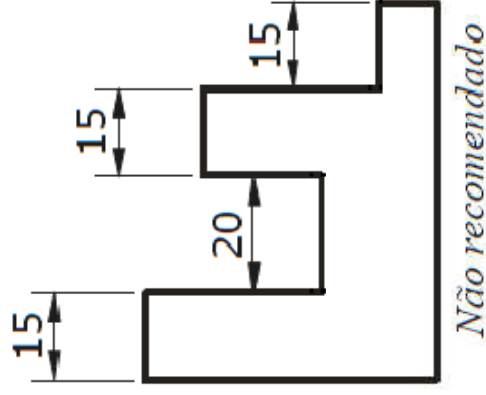
# Regras para Colocação de Cotas



**Evitar o cruzamento de linha da cota com qualquer outra linha.**

**As cotas de menor valor devem ficar por dentro das cotas de maior valor, para evitar o cruzamento de linhas de cotas com as linhas de chamada**

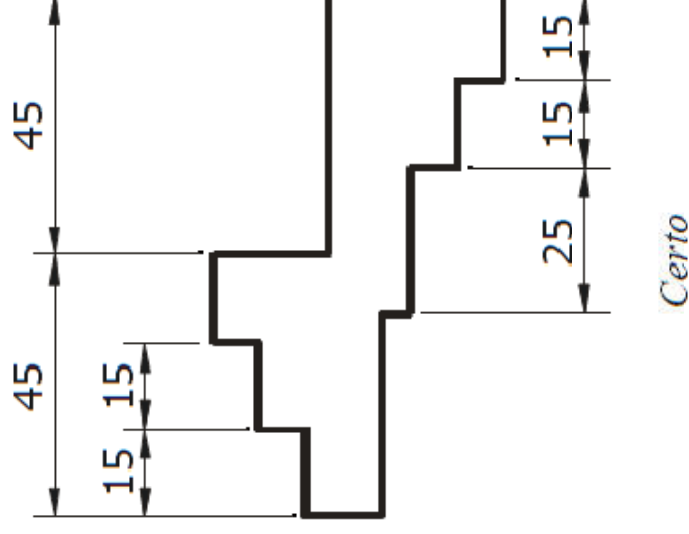
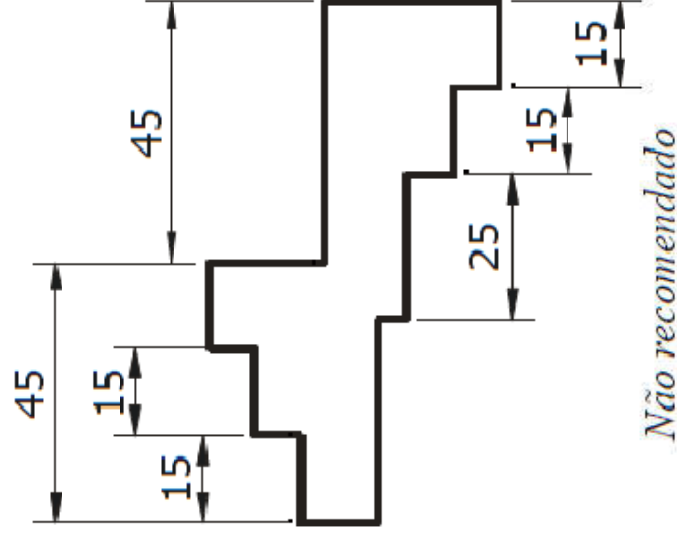
# Regras para Colocação de Cotas



Sempre que possível, as cotas devem ser colocadas alinhadas



# Regras para Colocação de Cotas



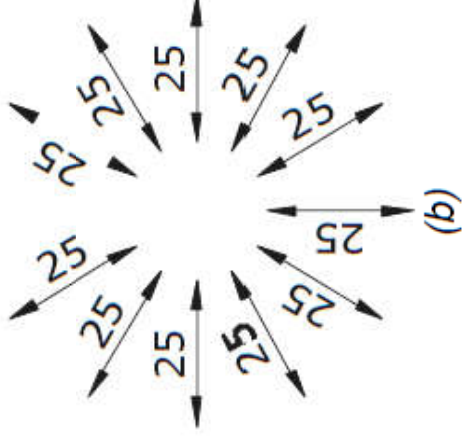
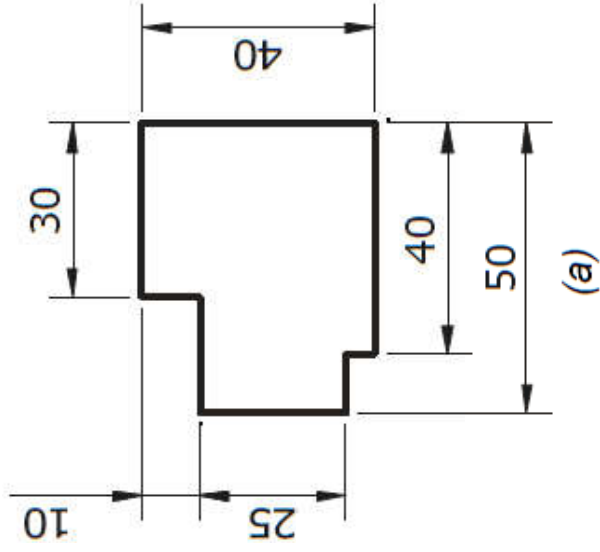
Sempre que possível, as cotas devem ser colocadas alinhadas

# ***Regras para Colocação de Cotas***

- Os números que indicam os valores das cotas devem ter um tamanho que garanta a legibilidade e não podem ser cortados ou separados por qualquer linha.
- A Norma NBR 10126 da ABNT fixa **dois métodos** para posicionamento dos valores numéricos das cotas.

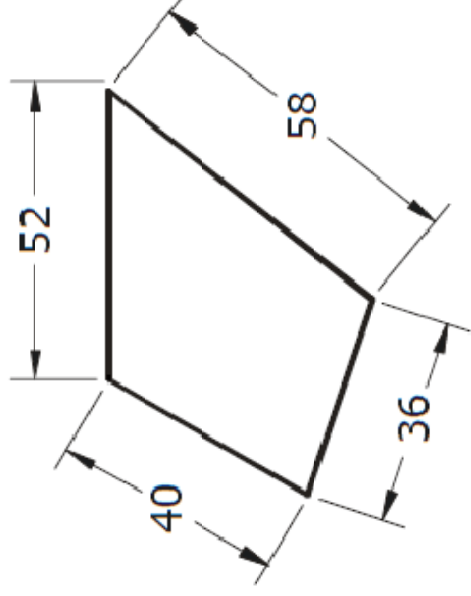
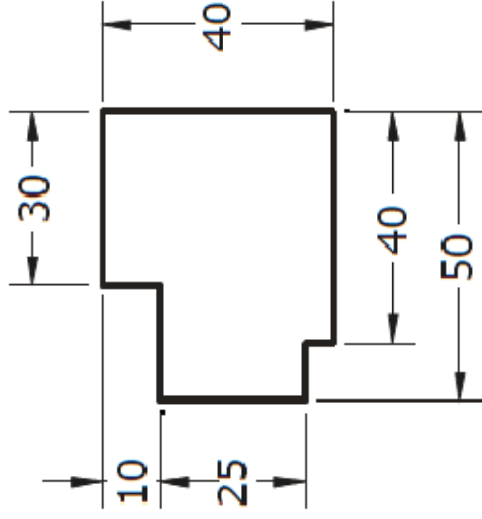
# Regras para Colocação de Cotas

- O primeiro método, que é o mais utilizado, determina que:
  - nas linhas de cota horizontais o número deverá estar acima da linha de cota. (a)
  - nas linhas de cota verticais o número deverá estar à esquerda da linha de cota. (a)
  - nas linhas de cota inclinadas deve-se buscar a posição de leitura. (b).

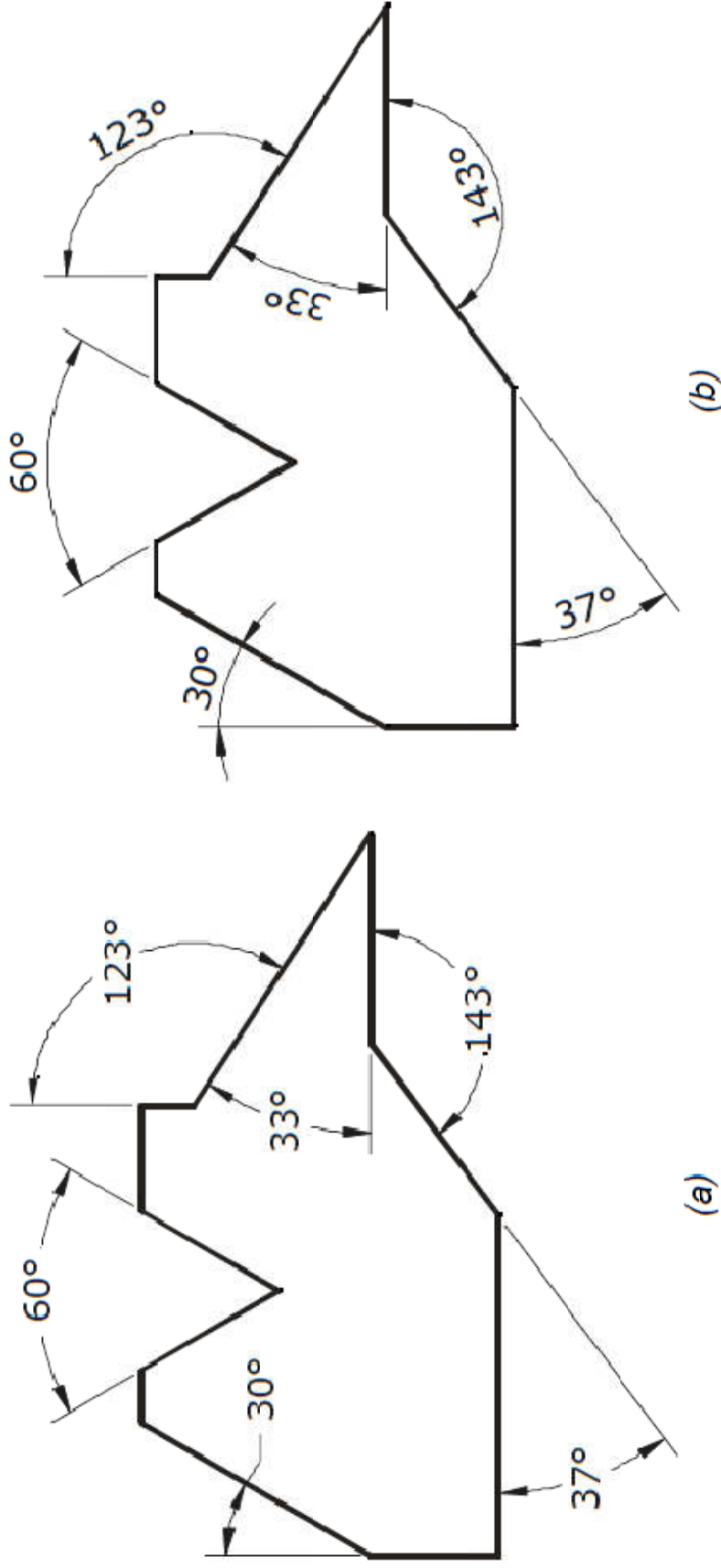


# Regras para Colocação de Cotas

- Pelo segundo método:
  - as *linhas de cota* são interrompidas
  - o número é intercalado no meio da linha de cota,
  - em qualquer posição da linha de cota, mantém a posição de leitura com referência à base da folha de papel.



# Regras para Colocação de Cotas



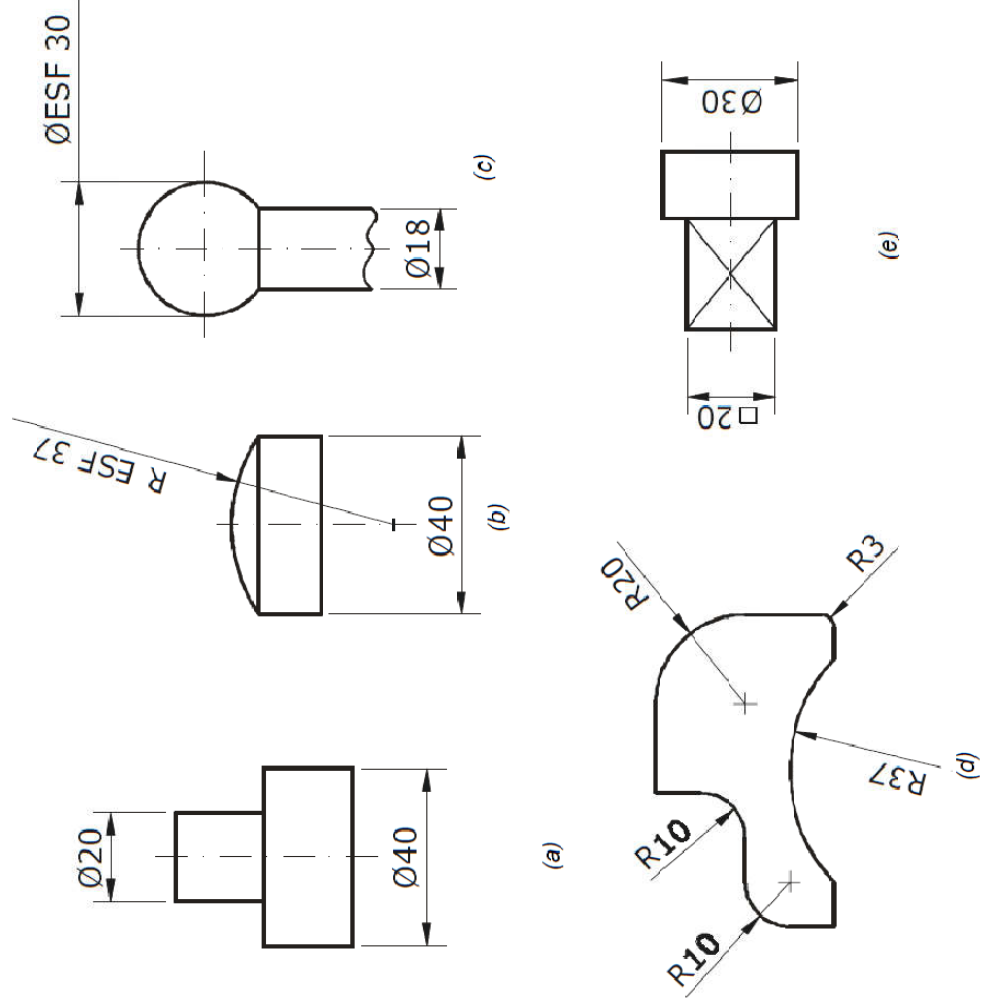
**Cotagem de ângulos** pelos dois métodos normalizados pela ABNT.

A linha de cota utilizada na cotagem de ângulos é traçada em arco cujo centro está no vértice do ângulo.

# ***Regras para Colocação de Cotas***

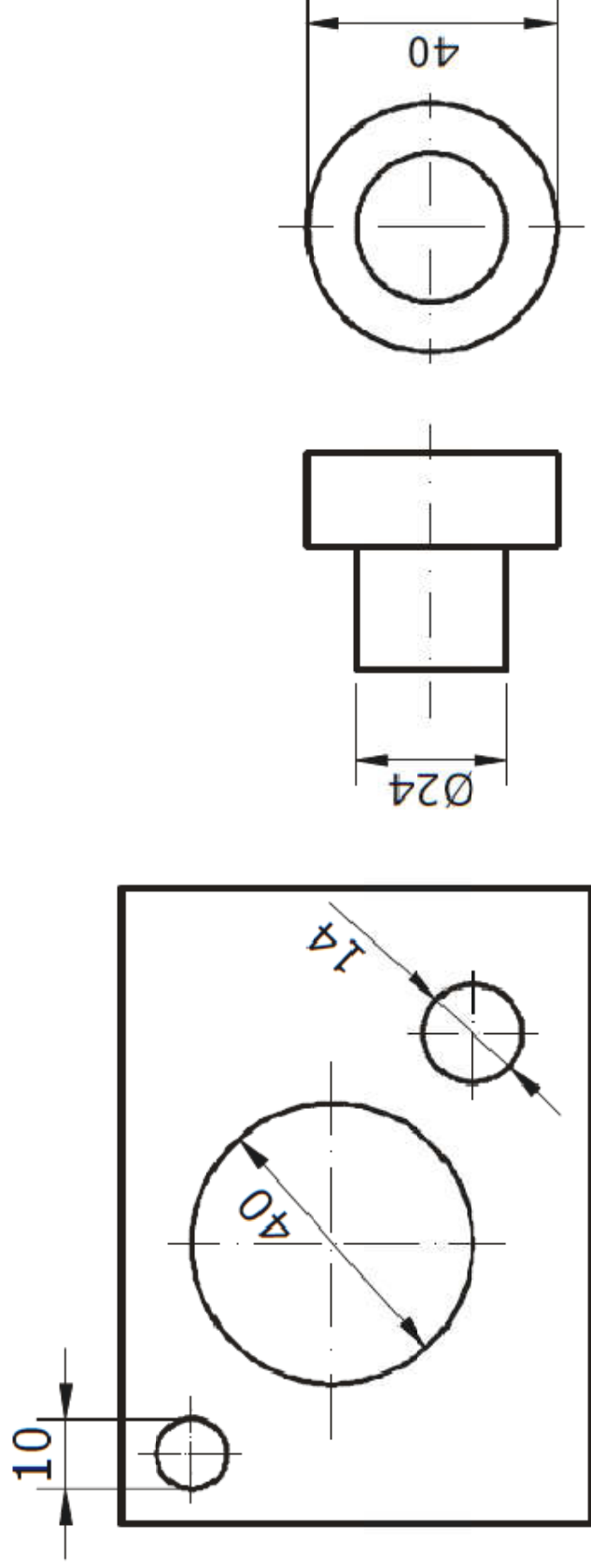
- São utilizados *símbolos* para mostrar a identificação das formas cotadas
  - $\emptyset$  : Indicativo de diâmetro
  - $\emptyset$  **ESF** : Indicativo de diâmetro esférico
  - **R** : Indicativo de raio
  - **R ESF** : Indicativo de raio esférico
  - $\square\square$  : Indicativo de quadrado

# Regras para Colocação de Cotas



Os símbolos devem preceder o valor numérico da cota

# Regras para Colocação de Cotas



(a)

(b)

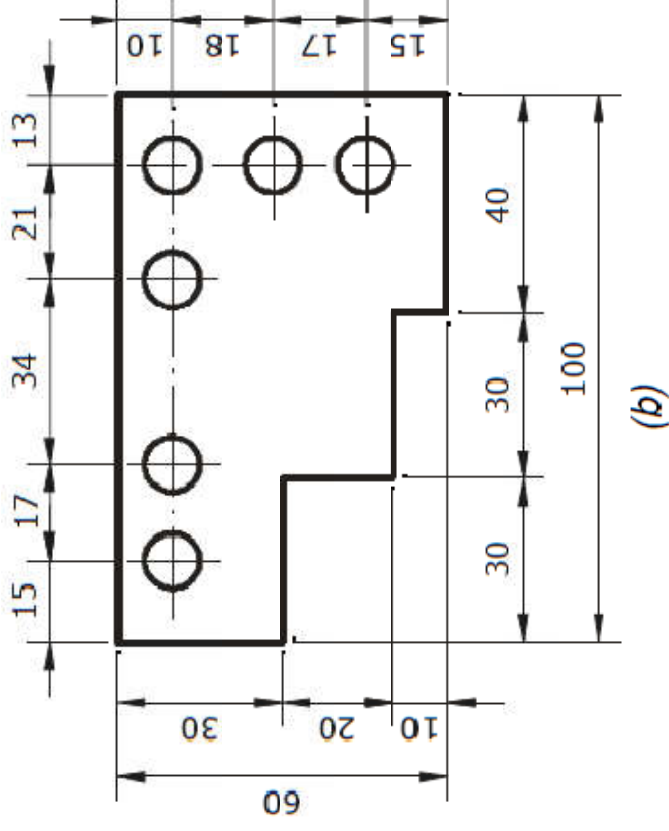
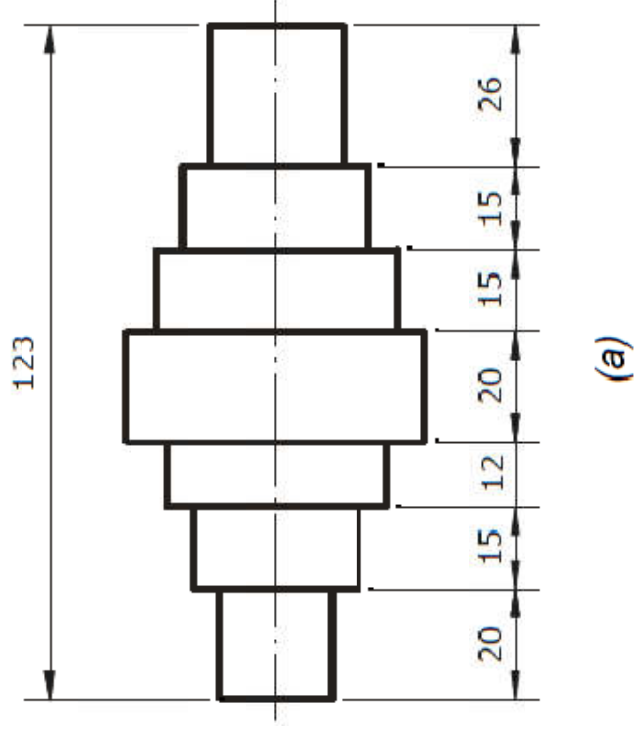
Quando a forma do elemento cotado estiver **claramente** definida, os **símbolos** podem ser omitidos



# ***Tipos de Cotagem***

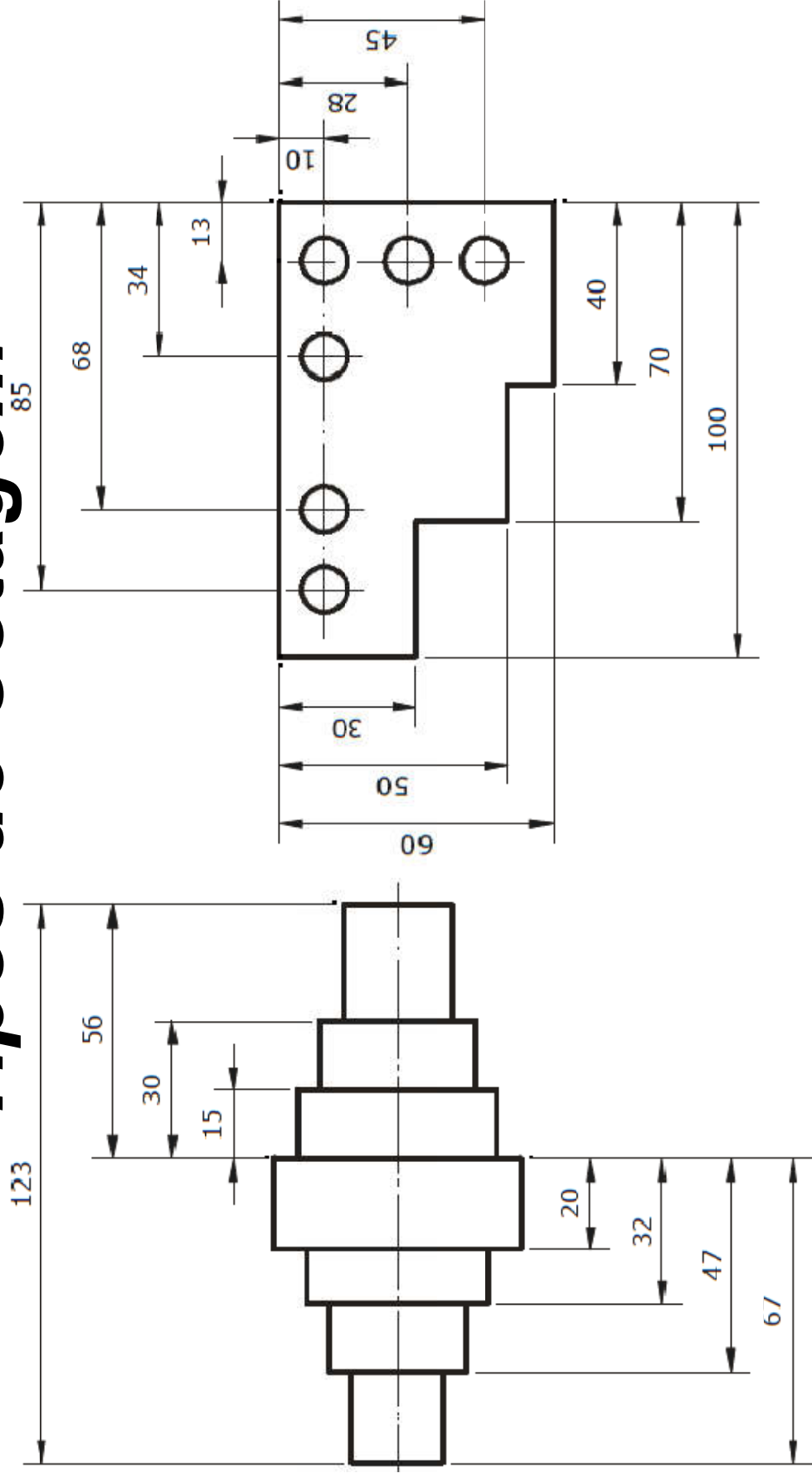
- As cotas podem ser colocadas
  - em cadeia (*cotagem em série*), na qual as cotas de uma mesma direção são referenciadas umas nas outras.
  - tendo um único elemento de referência (*cotagem por elemento de referência*).
    - cotagem em paralelo
    - cotagem aditiva

# Tipos de Cotagem



Na *cotagem em série*, durante os processos de fabricação da peça, ocorrerá a soma sucessiva dos erros cometidos na execução de cada elemento cotado.

# Tipos de Cotação



(a)

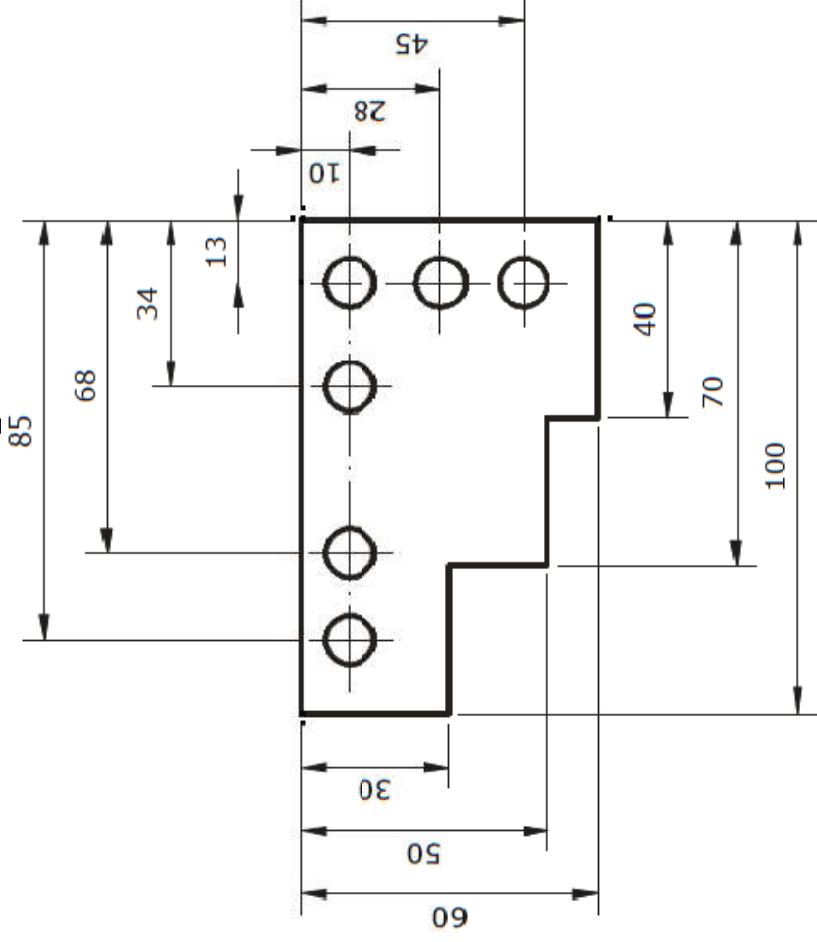
(b)

Na cotação por elemento de referência, não ocorrerá a soma dos erros cometidos na execução de cada cota.

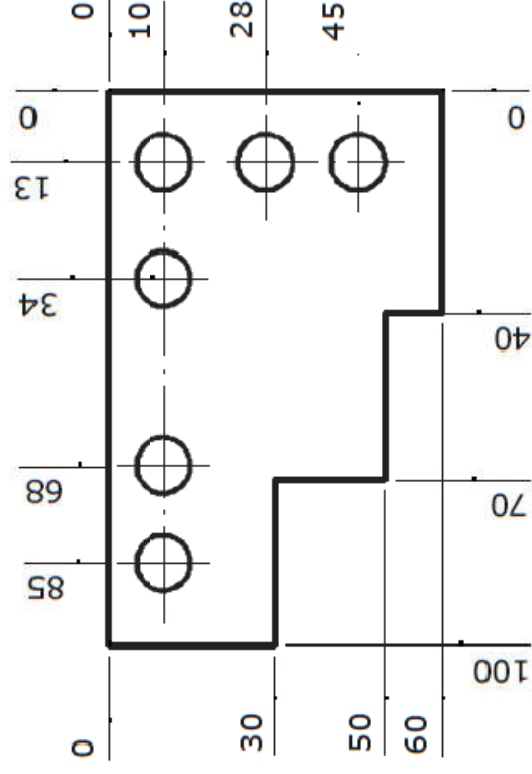
# ***Tipos de Cotagem***

- A *cotagem aditiva* é uma variação simplificada da *cotagem em paralelo*, que pode ser usada onde houver problema de espaço.
- Na prática a cotagem aditiva não é muito utilizada porque existe a possibilidade de dificultar a interpretação do desenho e conseqüentemente gerar problemas na construção da peça.

# Tipos de Cotagem



*cotagem em paralelo*

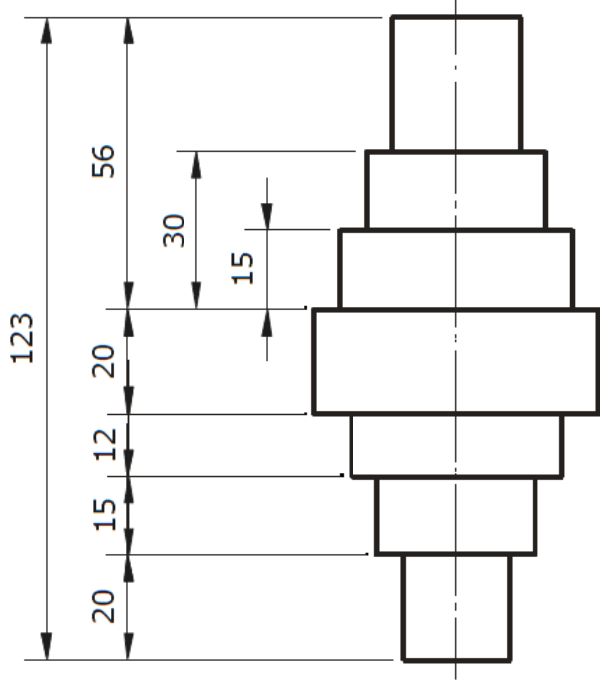


*cotagem aditiva*

A origem é localizada no elemento de referência e as cotas dos outros elementos da peça são colocadas na frente de pequenas linhas de chamadas que vinculam a cota ao seu respectivo elemento.

# Tipos de Cotagem

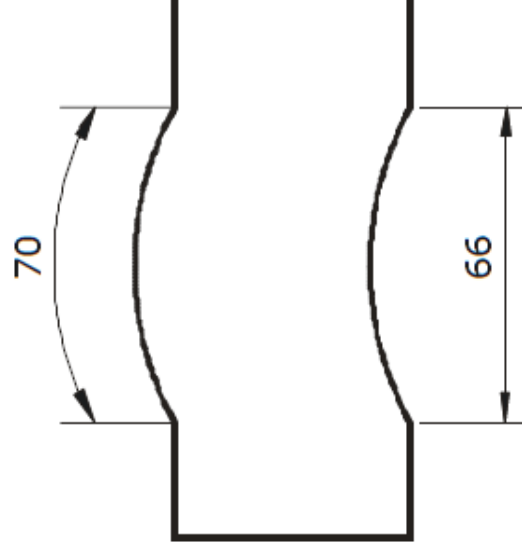
- A escolha do tipo de cotagem está diretamente vinculada à **fabricação e à futura utilização do objeto** e, como em quase todos os objetos existem partes que exigem uma maior precisão de fabricação e também existem partes que admitem o somatório de erros sucessivos, na prática é muito comum a **utilização combinada da cotagem por elemento de referência com a cotagem em série**



# ***Cotagem de Cordas e Arcos***

- A diferença entre a **cotagem de cordas e arcos** é a forma da linha de cota.
- Quando o objetivo é definir o **comprimento do arco**, a ***linha de cota*** deve ser **paralela ao elemento cotado.**

# Cotagem de Cordas e Arcos



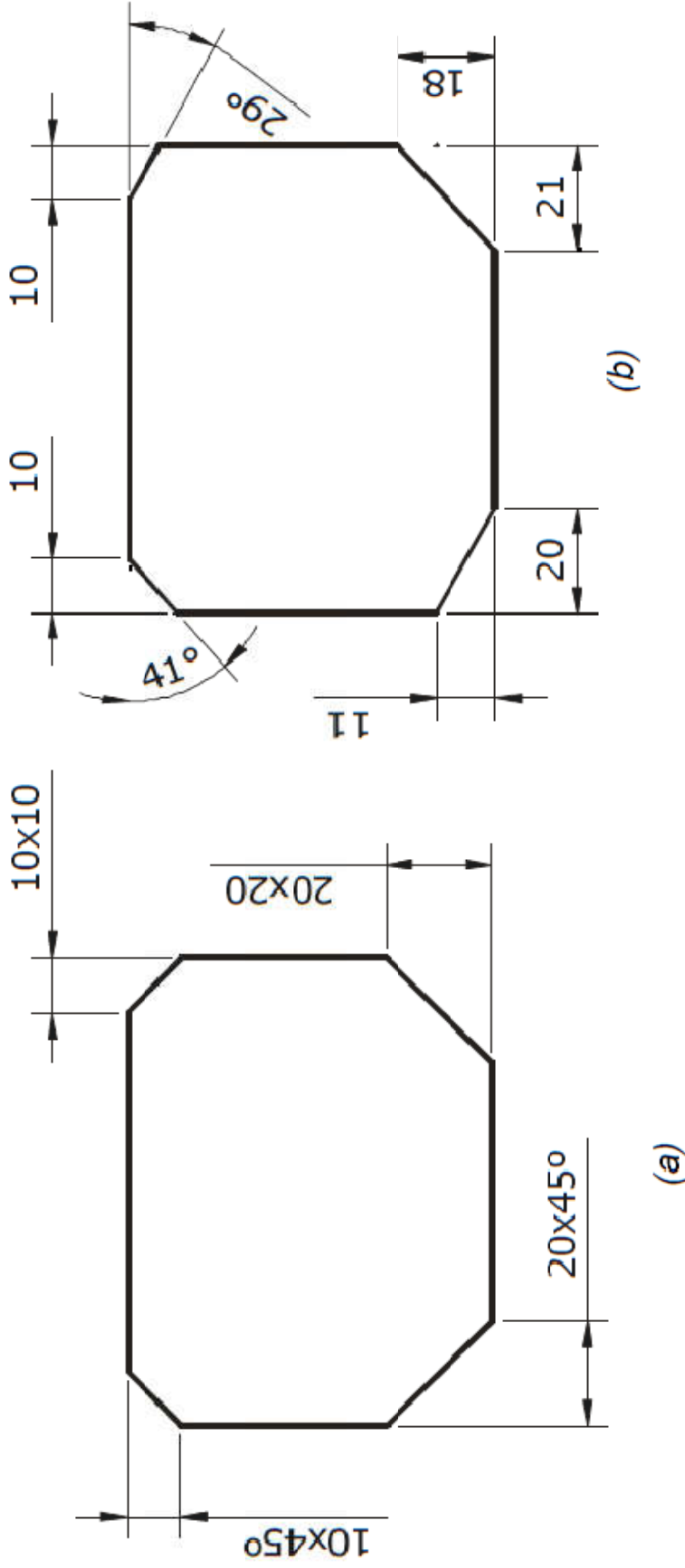
Na parte superior (cota de 70) a cotagem de arco e na parte inferior (cota de 66) a cotagem de corda.



# ***Cotagem de Ângulos, Chanfros e Escareados***

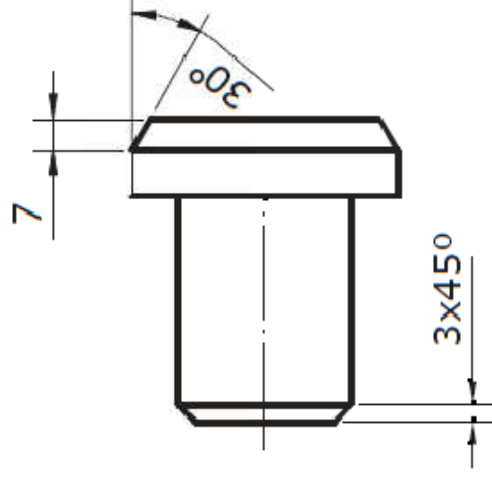
- Para definir um elemento angular são necessárias pelo menos duas cotas, informando
  - os comprimentos de seus dois lados ou
  - o comprimento de um dos seus lados
  - associados ao valor de um dos seus ângulos

# Cotagem de Ângulos, Chanfros e Escareados



Quando o valor do ângulo for  $45^\circ$ , resultará em ângulos iguais e lados iguais e, nesta situação, pode-se colocar em **uma única linha de cota** o valor dos dois lados ou de um lado associado ao ângulo.

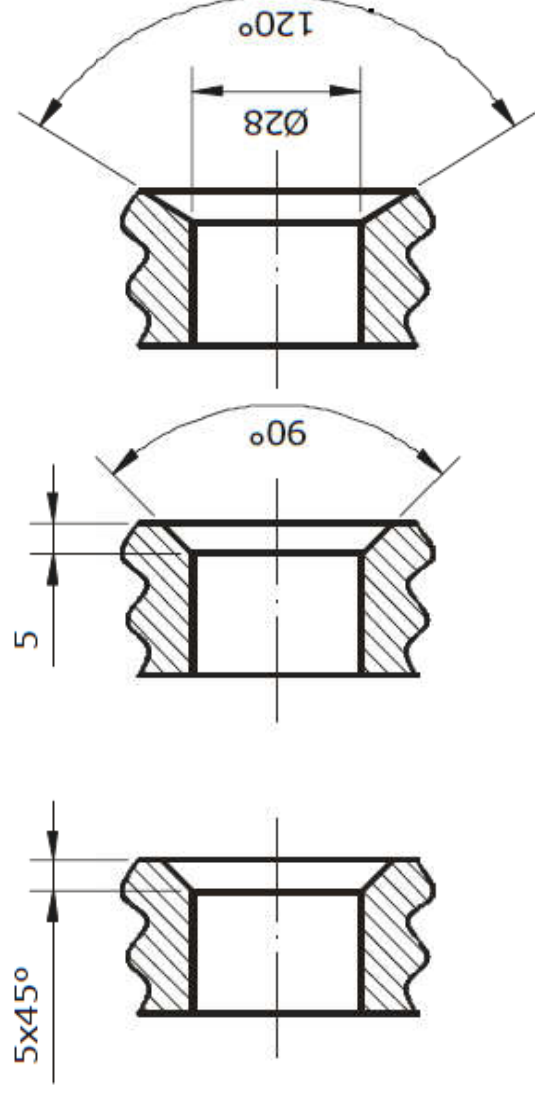
# Cotagem de Ângulos, Chanfros e Escareados



Para evitar nos objetos que serão manuseados o contato com cantos vivos, é usual quebrar os cantos com pequenas inclinações chamadas de **chanfros**.

A cotagem dos *chanfros* segue os princípios utilizados na cotagem de elementos angulares.

# Cotagem de Ângulos, Chanfros e Escareados



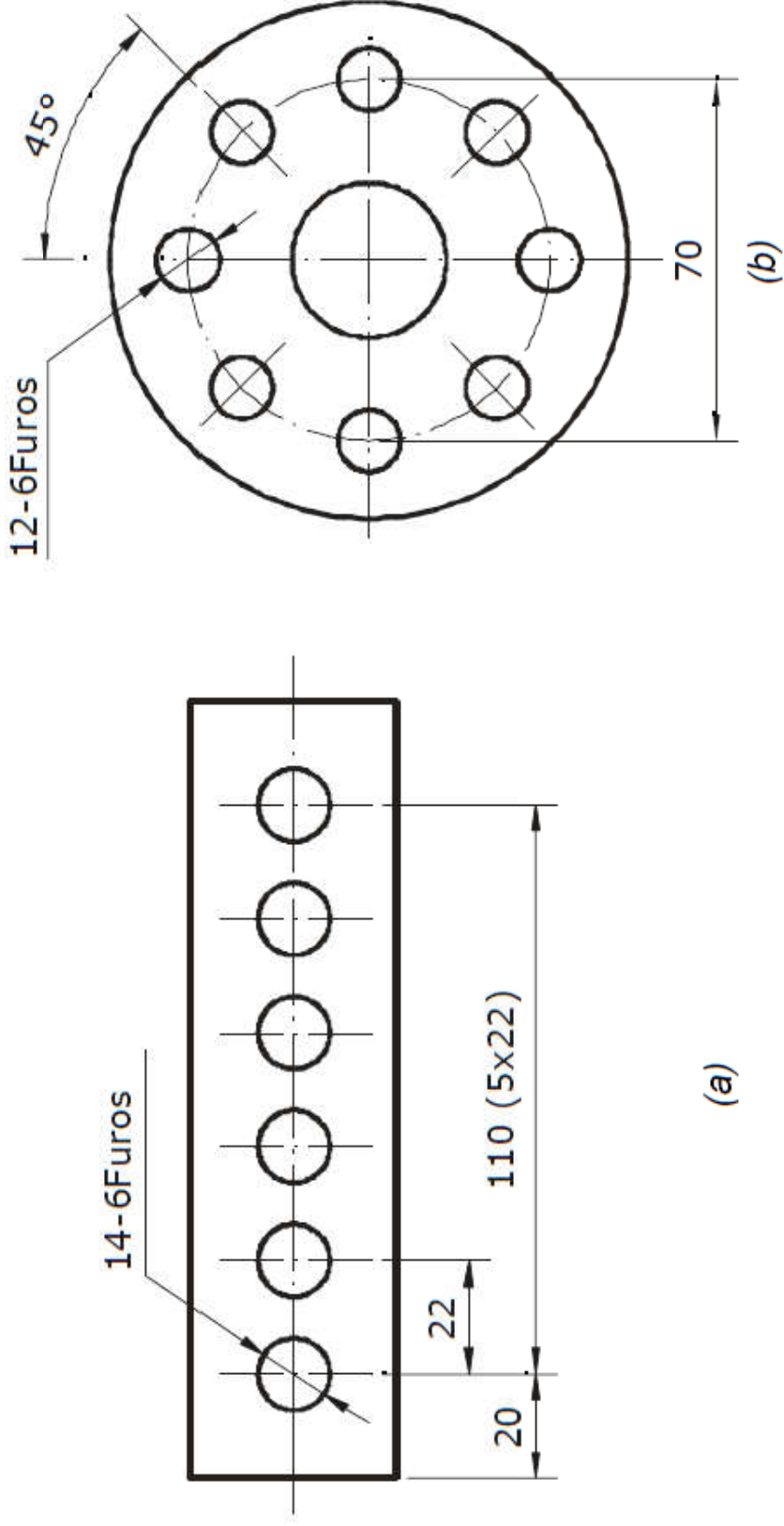
Os cantos vivos dos furos também são quebrados com pequenas superfícies inclinadas, que no caso dos furos são chamadas de **escareados**.

A cotagem dos escareados segue os princípios da cotagem de elementos angulares.

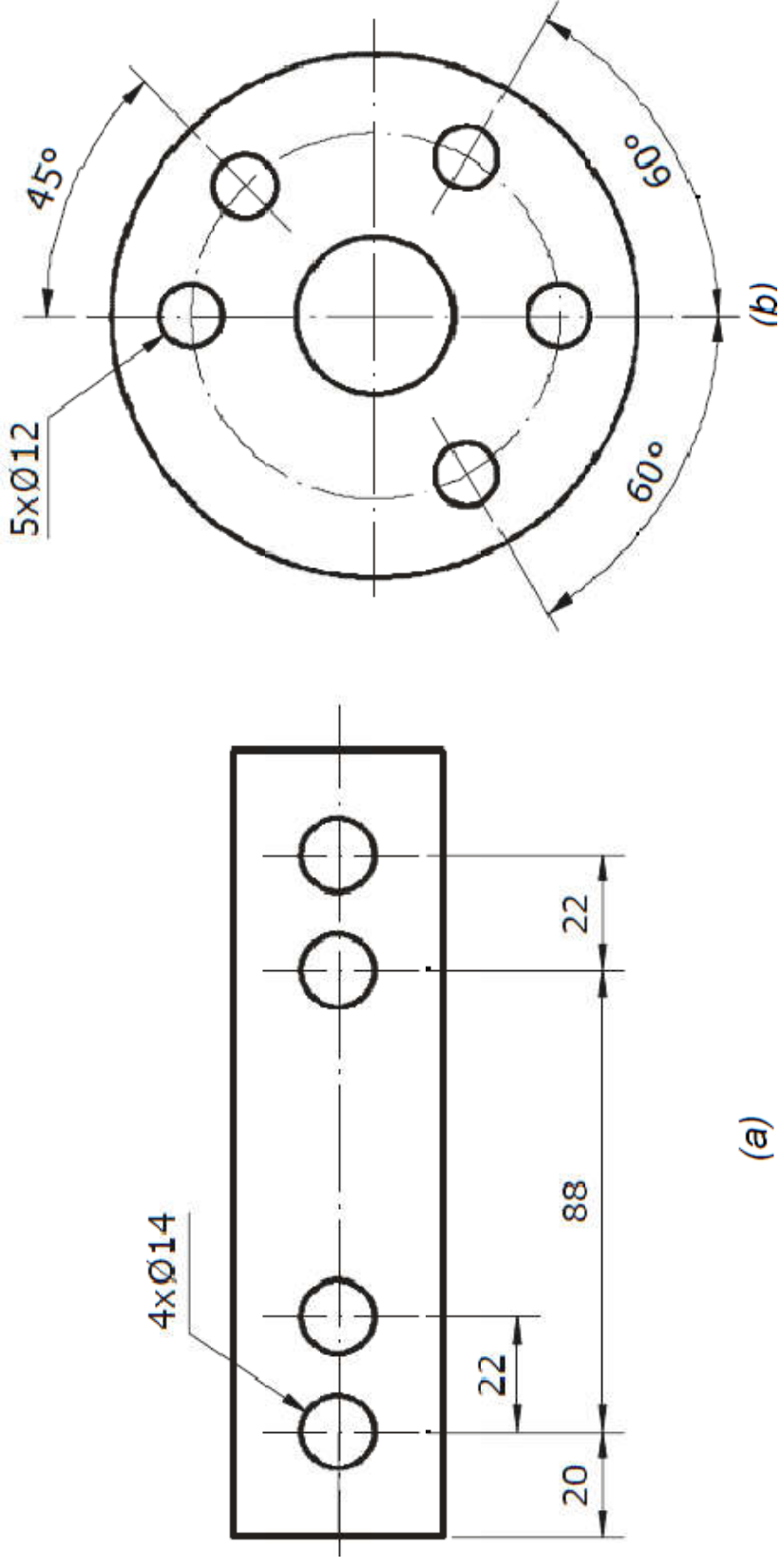
# **Cotagem de Elementos Eqüidistantes e/ou Repetidos**

- *A cotagem de elementos eqüidistantes* pode ser simplificada porque não há necessidade de se colocar todas as cotas.
- **Os espaçamentos lineares**
  - comprimento total e o número de espaços.
  - cotar um dos espaços e informar a dimensão e a quantidade de elementos.
- **Os espaçamentos eqüidistantes angulares**
  - valor do ângulo de um dos espaços e da quantidade de elementos

# Cotagem de Elementos Eqüidistantes e/ou Repetidos



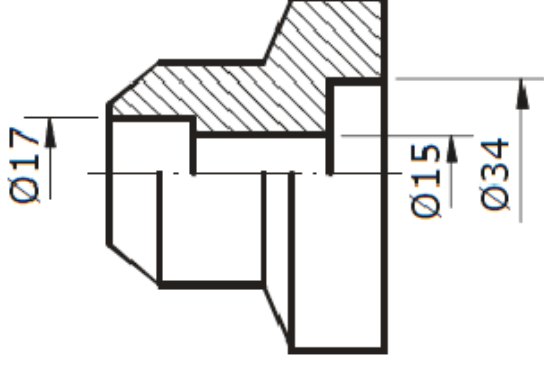
# Cotagem de Elementos Eqüidistantes e/ou Repetidos



- Os espaçamentos não eqüidistantes
  - cotagem dos espaços, indicando a quantidade de elementos

# Cotagem de objetos em Meio Corte

- As vistas em Meio Corte podem ser utilizadas para cotagem do objeto utilizando linhas de cota somente com uma seta indicando o limite da cota na parte que aparece em corte.
- A **ponta** da linha de cota que não tem seta deve se estender ligeiramente além do eixo de simetria.

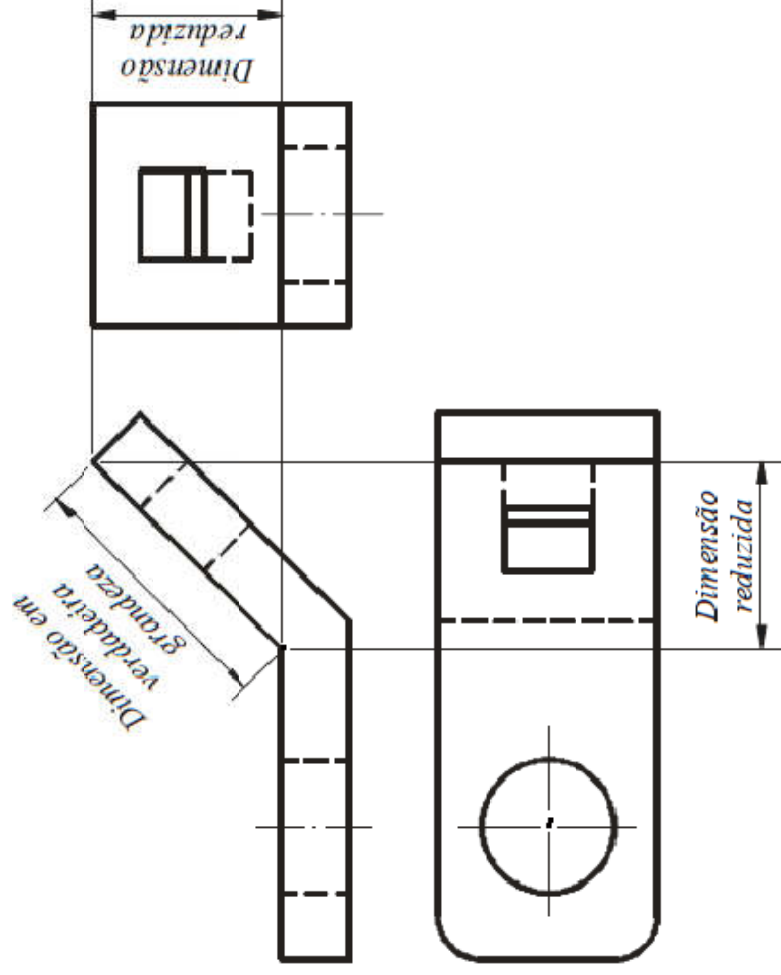




# **VISTAS AUXILIARES E OUTRAS REPRESENTAÇÕES**

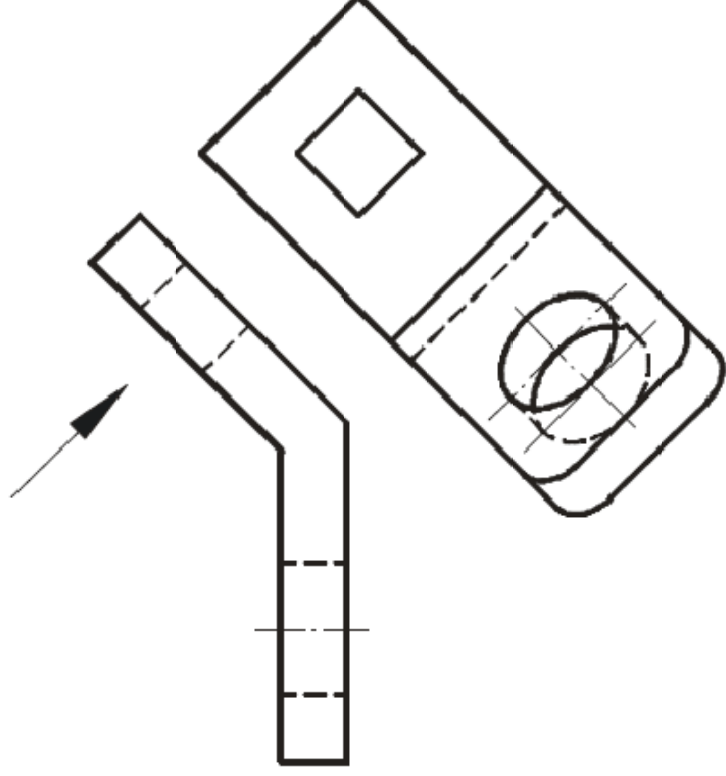
# Vistas Auxiliares

- Devido à utilização de projeções ortogonais, em nenhuma das vistas principais as superfícies inclinadas aparecem representadas em suas *verdadeiras grandezas*.



# Vistas Auxiliares

- A representação da forma e da *verdadeira grandeza* de uma superfície inclinada só será possível fazendo a sua projeção ortogonal em um plano paralelo à parte inclinada. Ou seja, faz-se o tombamento da peça perpendicularmente à superfície inclinada.



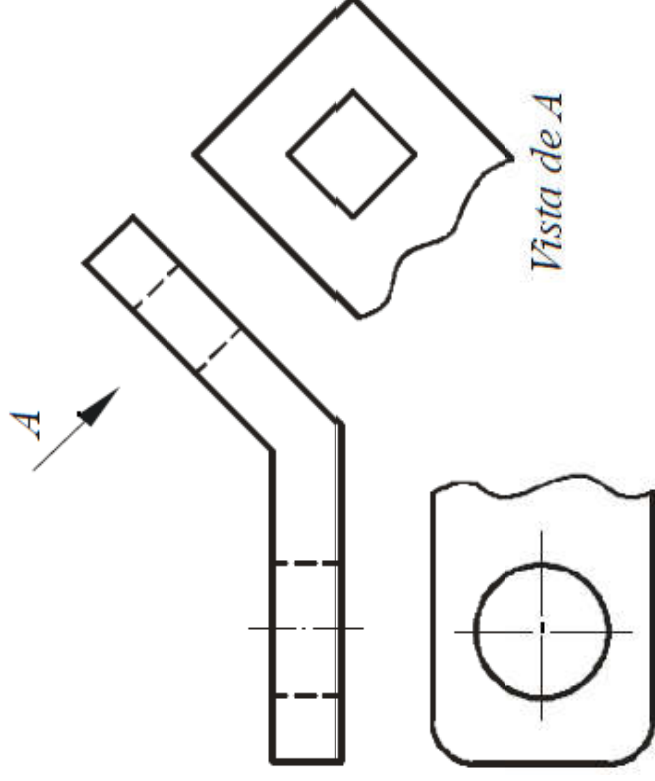
# ***Vistas Auxiliares***

- A projeção feita no plano auxiliar é chamada de **vista auxiliar**.
- As **vistas auxiliares** são empregadas para mostrar as formas verdadeiras das superfícies inclinadas contidas nos objetos representados.

# ***Vistas Auxiliares***

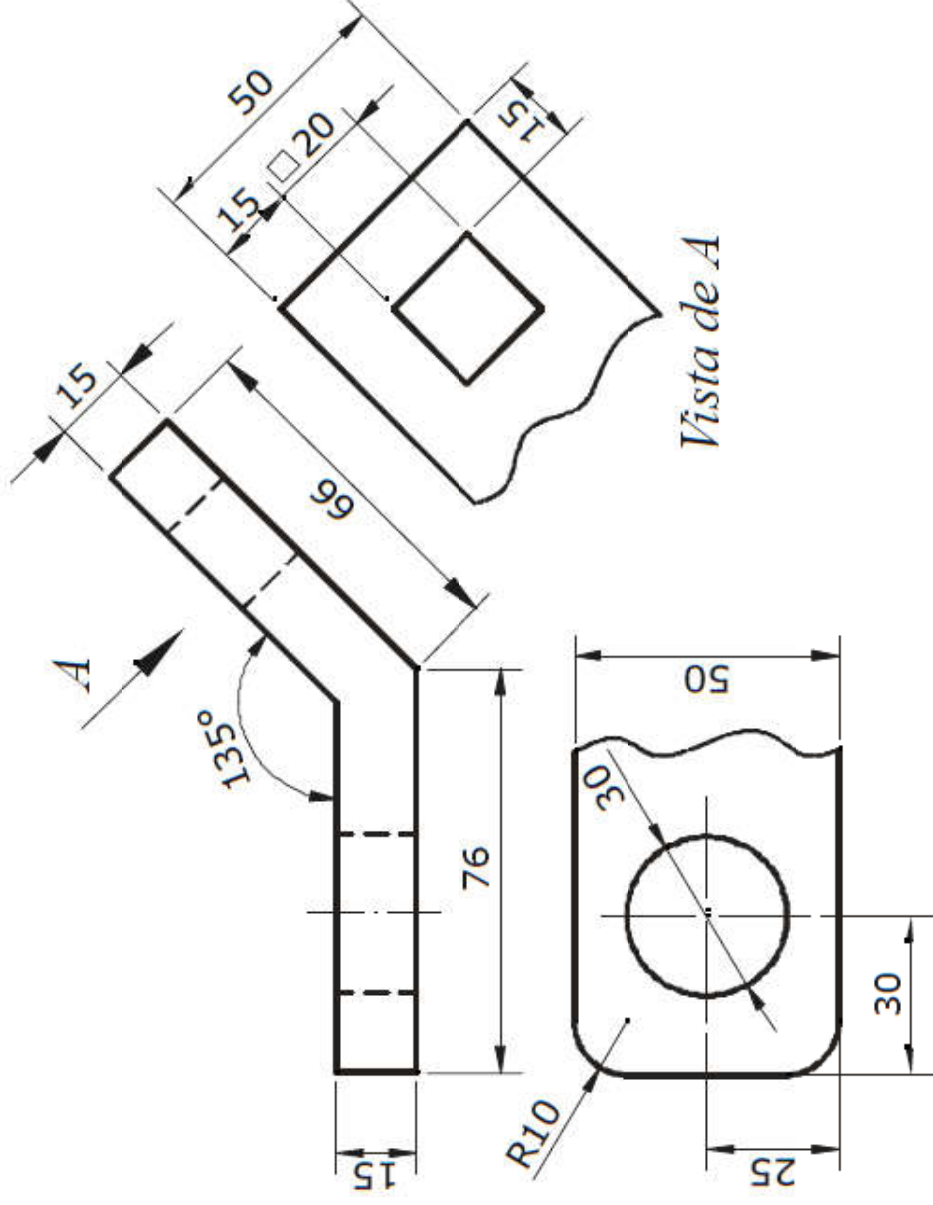
- A ABNT recomenda a utilização de **vistas parciais**, limitadas por *linhas de rupturas*, que representam somente as partes que aparecem as *formas verdadeiras* dos objetos.

# Vistas Auxiliares



- As *vistas auxiliares* devem ter o sentido de observação indicado por uma *seta* designada por uma *letra*, que será usada para identificar a vista resultante daquela direção.

# Vistas Auxiliares



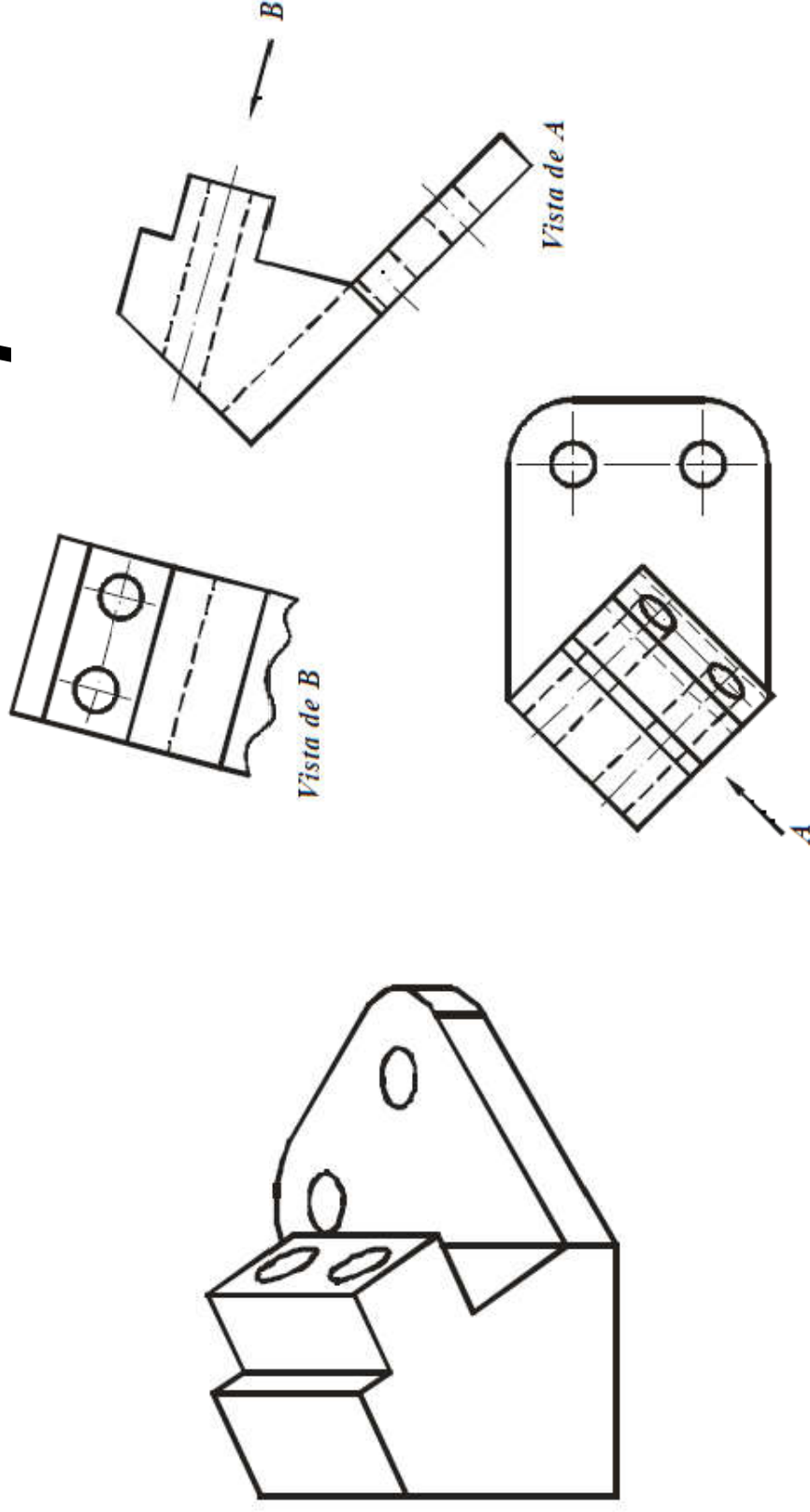
- As *vistas auxiliares*, além de representar a forma do objeto com maior clareza, permite que as *cotas* sejam referenciadas às *verdadeiras grandezas* das dimensões cotadas.

# Vistas Auxiliares Duplas

- Quando o objeto contiver superfícies inclinadas em relação aos três planos de projeções, serão necessárias **duas projeções auxiliares** para determinar a *verdadeira grandeza* da superfície.
- O primeiro rebatimento, no caso a “Vista de A”, sempre é feito de modo a representar por uma linha a superfície que se quer obter em verdadeira grandeza.
  - A primeira projeção deverá ser feita em um primeiro plano auxiliar perpendicular à superfície inclinada e a um dos planos ortográficos.
- O segundo rebatimento, no caso a “Vista de B”, é feito no sentido perpendicular à superfície que se deseja representar em verdadeira grandeza.
  - A segunda vista auxiliar é obtida pela projeção do objeto em um segundo plano auxiliar paralelo à superfície inclinada e perpendicular ao primeiro plano auxiliar.



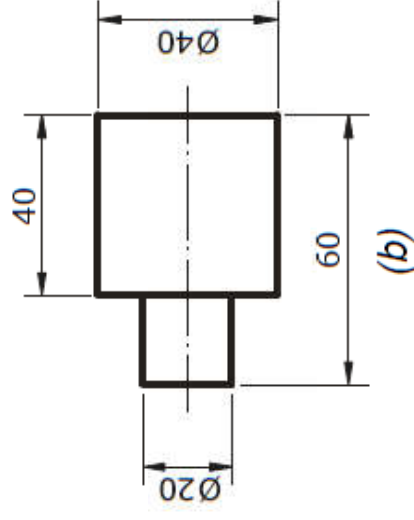
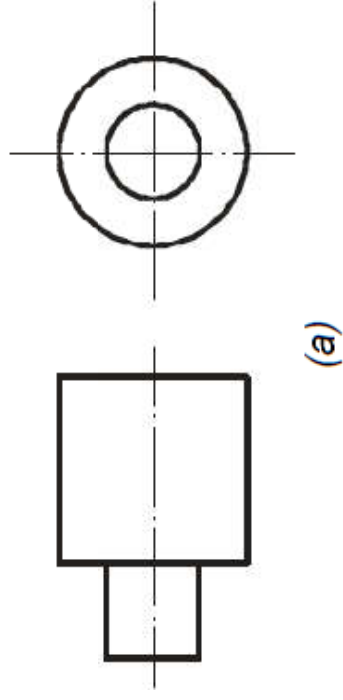
# Vistas Auxiliares Duplas



- O primeiro rebatimento - “Vista de A” - primeiro plano auxiliar perpendicular à superfície inclinada e a um dos planos ortográficos.
- O segundo rebatimento - “Vista de B” - segundo plano auxiliar paralelo à superfície inclinada e perpendicular ao primeiro plano auxiliar.

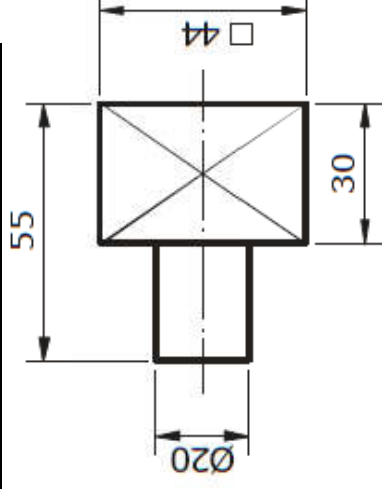
# Outras Representações (Representações em Uma Única Vista)

- Existem objetos que pela simplicidade de suas formas são plenamente caracterizados por somente **duas vistas**.(a)
- Fazendo a cotação com a utilização dos símbolos que facilitam a identificação das formas cotadas, a representação pode ser com **uma única vista**.(b)



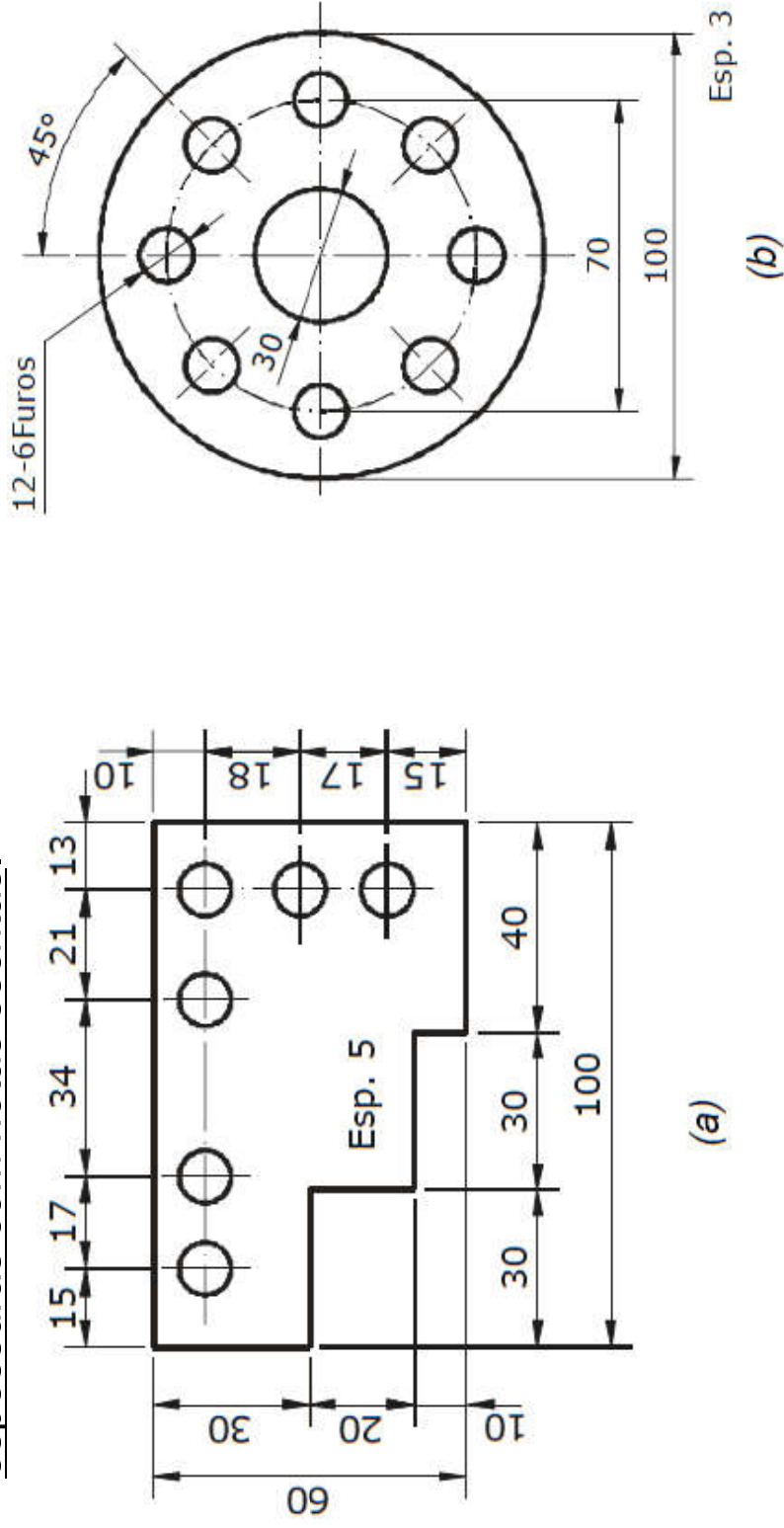
## Outras Representações (Representações em Uma Única Vista)

- Para facilitar a interpretação dos objetos representados com uma só vista, as **superfícies planas** são caracterizadas pelo **traçado das diagonais dos polígonos** que as representam.
- As *diagonais* que identificam a superfície plana são traçadas com linhas finas e contínuas.

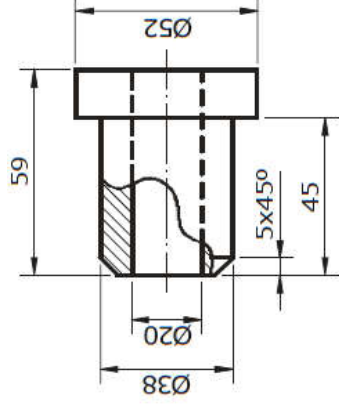
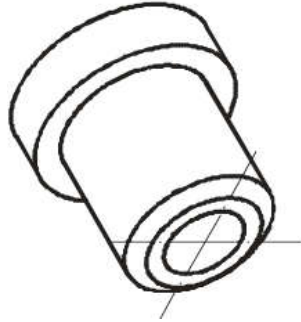
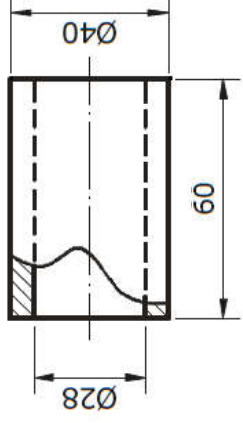
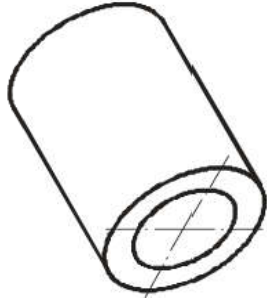
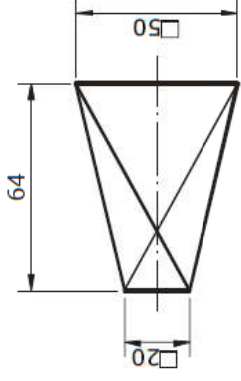
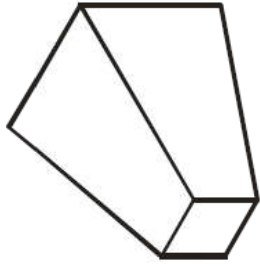


# Outras Representações (Representações em Uma Única Vista)

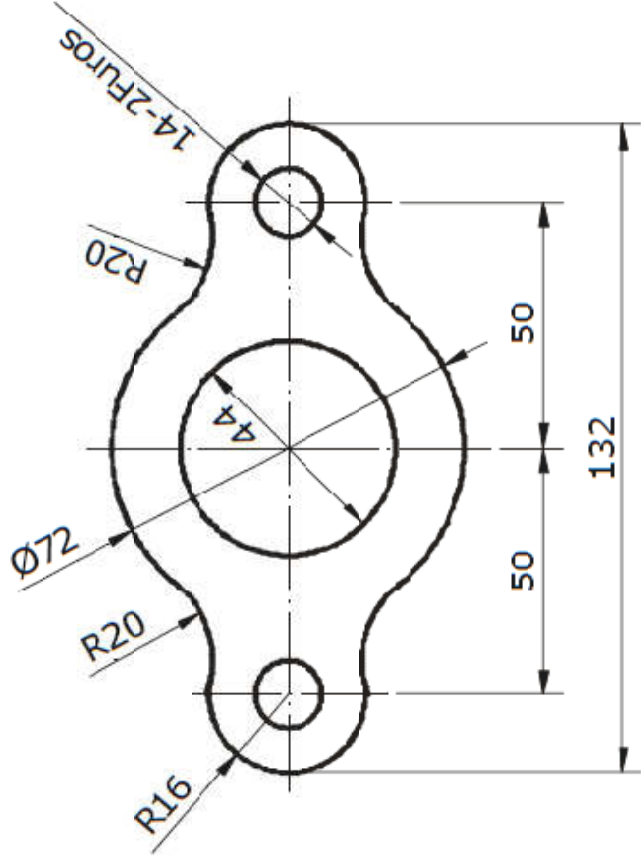
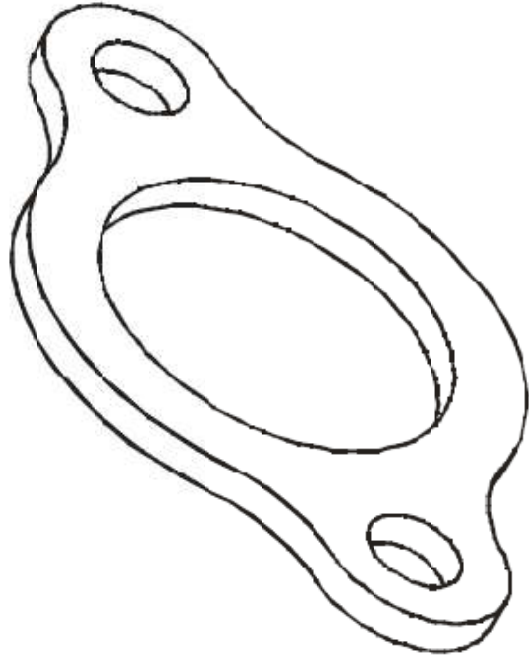
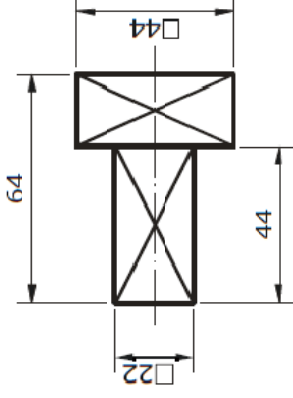
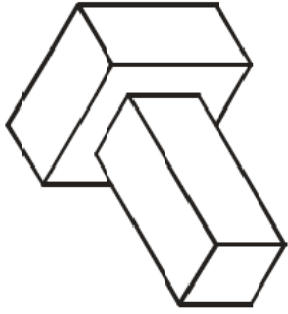
- Alguns objetos planos, tais como juntas de vedação, placas etc., desde que não contenham detalhes que necessitem de mais de uma vista, podem ser representados em **uma única vista**, fazendo-se a identificação das suas espessuras com notas escritas.



# Exemplos de Objetos Representados por Uma Única Vista



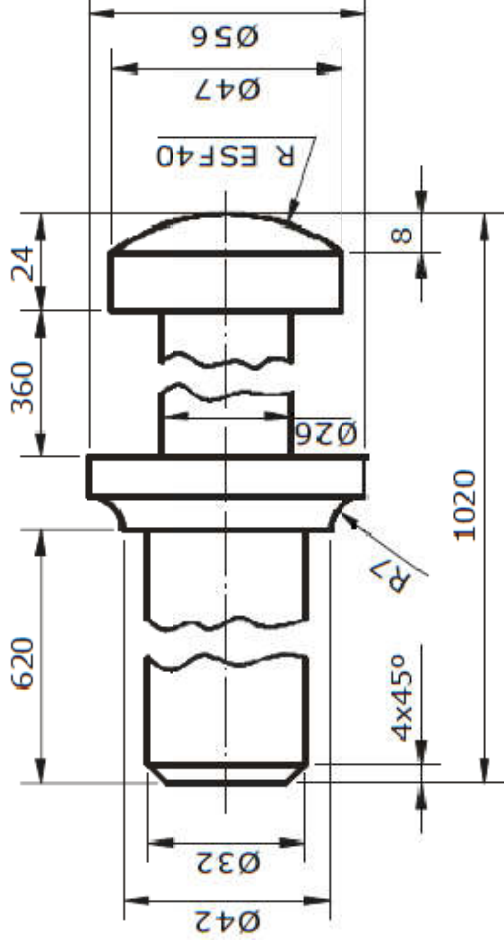
# Exemplos de Objetos Representados por Uma Única Vista



# ***Outras Representações (Vistas de Objetos Encurtados)***

- Para evitar a utilização de escalas muito reduzidas ou a utilização de folhas de papel com grandes dimensões, a representação de **objetos longos** é feita com aplicação de **rupturas**, desenhando-se somente as partes da peça que contém detalhes.
- As **rupturas** são aplicadas nas partes que têm formas constantes ao longo de seu comprimento, fazendo-se a remoção da parte localizada entre as rupturas e a aproximação das extremidades.

# Outras Representações (Vistas de Objetos Encurtados)

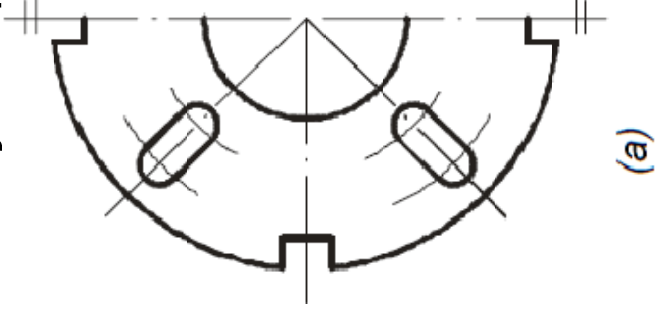


- As linhas de cotas não são interrompidas e o valor da cota corresponde ao valor real da peça integral.

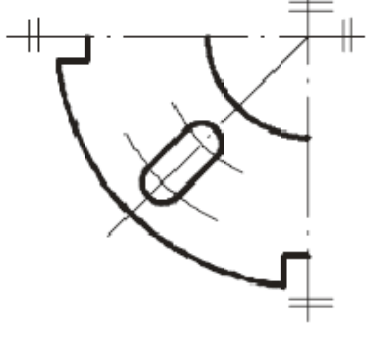


# Outras Representações (Vistas de Objetos Simétricos)

- Os **objetos simétricos** podem ser representados por vistas que mostram somente a metade ou a quarta parte da peça
- As linhas de simetrias são identificadas por dois traços curtos paralelos traçados perpendicularmente nas suas extremidades.

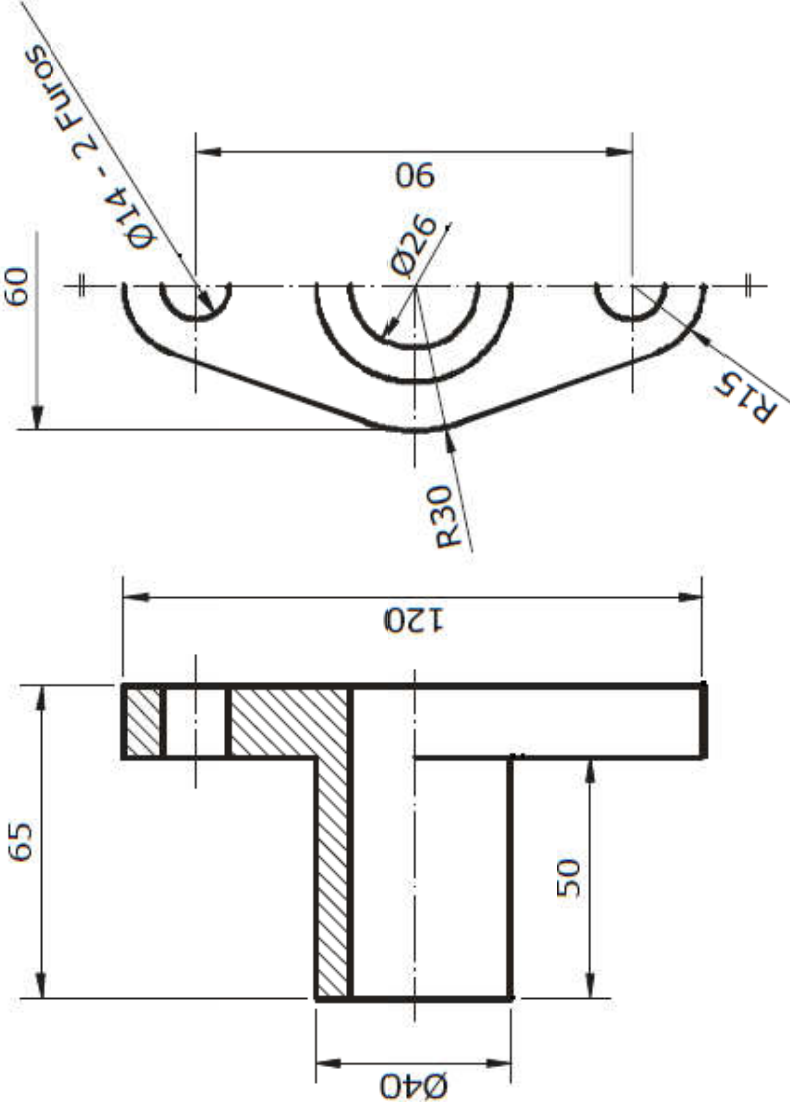


simetria horizontal



simetria horizontal e vertical

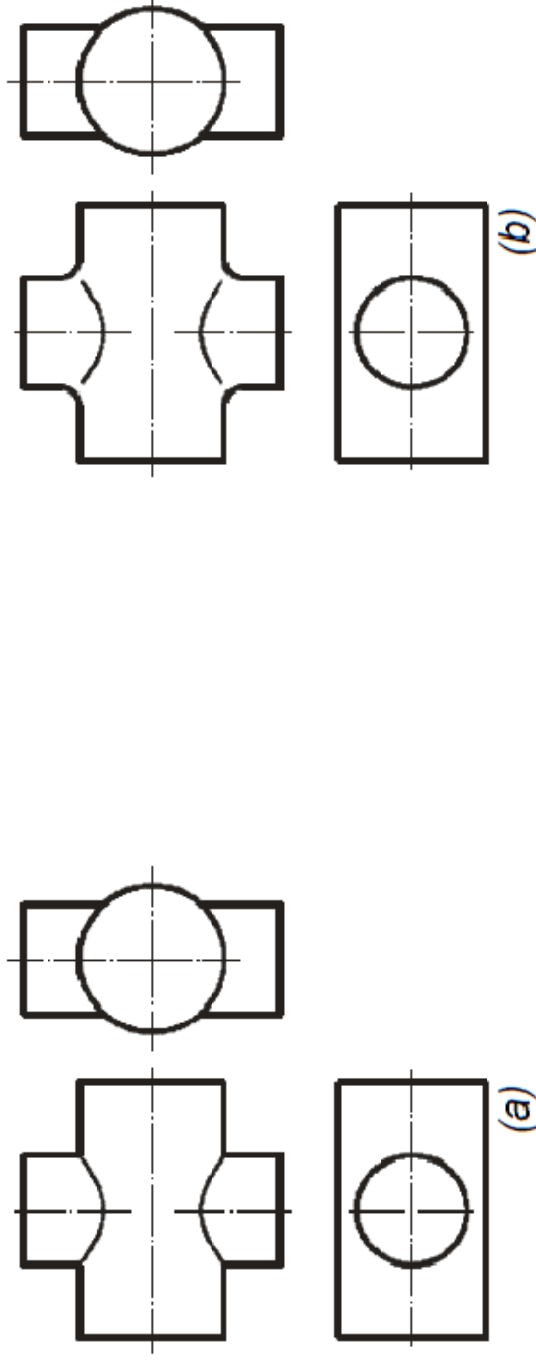
# Exemplos de Representações de Objetos Simétricos



## ***Outras Representações (Intersecções Geométricas)***

- As intersecções de superfícies que geram cantos vivos, chamadas de intersecções reais são representadas por linhas que poderão ser contínuas ou trajejadas, dependendo do **sentido de observação**, a intersecção poderá ser visível ou invisível.

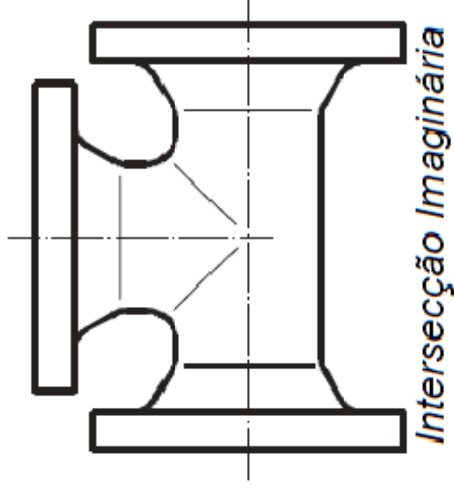
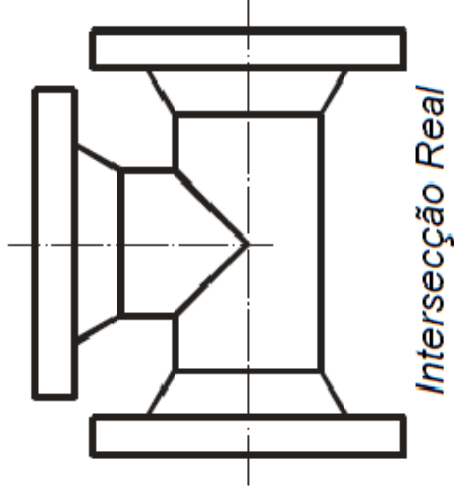
# Outras Representações (Intersecções Geométricas)



Quando os cantos de intersecção forem **arredondados** por meio de superfícies de concordância, as intersecções serão *imaginárias* e poderão ser representadas nas vistas por meio de linhas contínuas e finas.

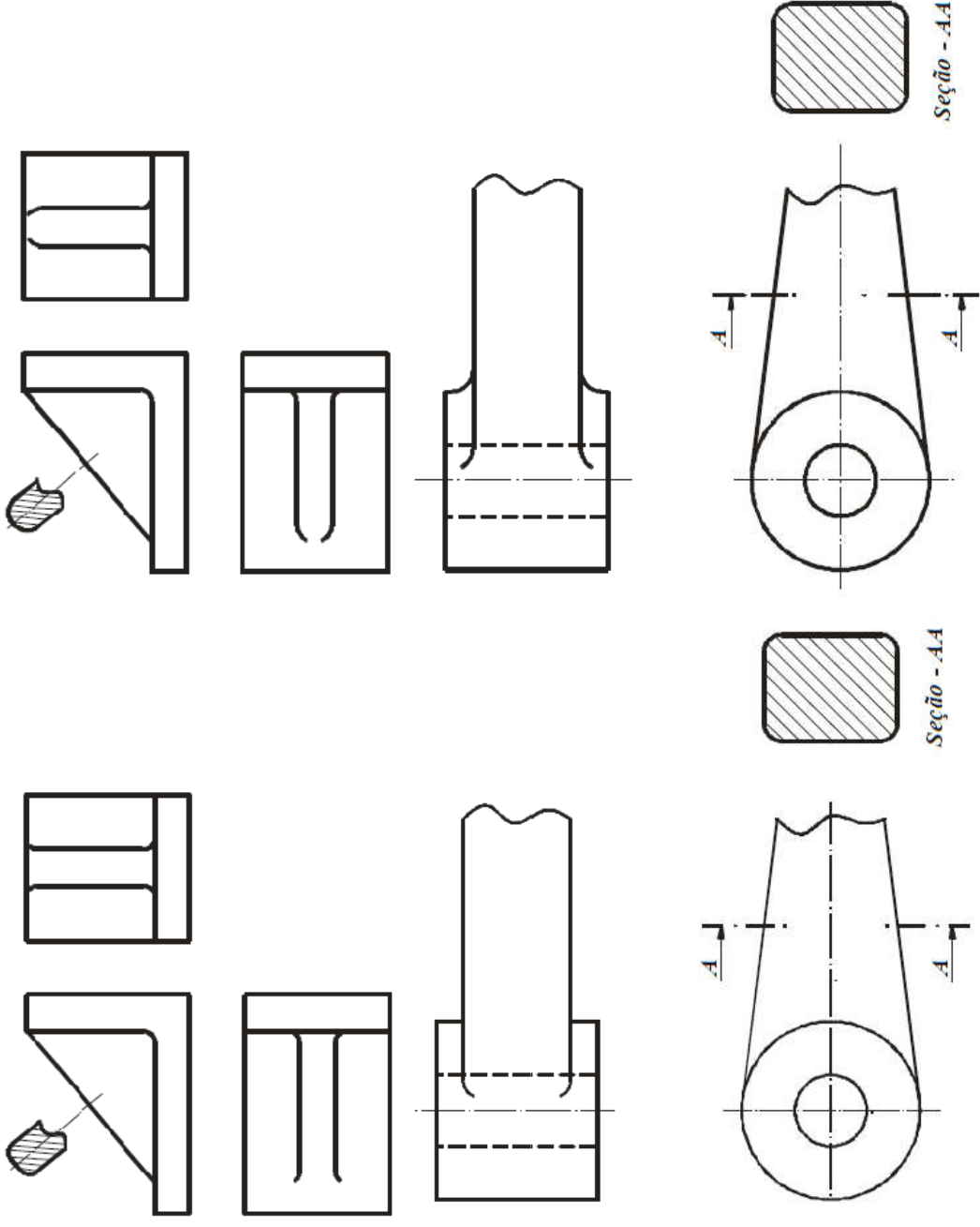
**As linhas que representam as intersecções imaginárias não devem atingir as linhas de contorno.**

# ***Outras Representações (Intersecções Geométricas)***



Comparação das representações das intersecções reais com as intersecções imaginárias.

# ***Exemplos de representações para indicar intersecções de superfícies***

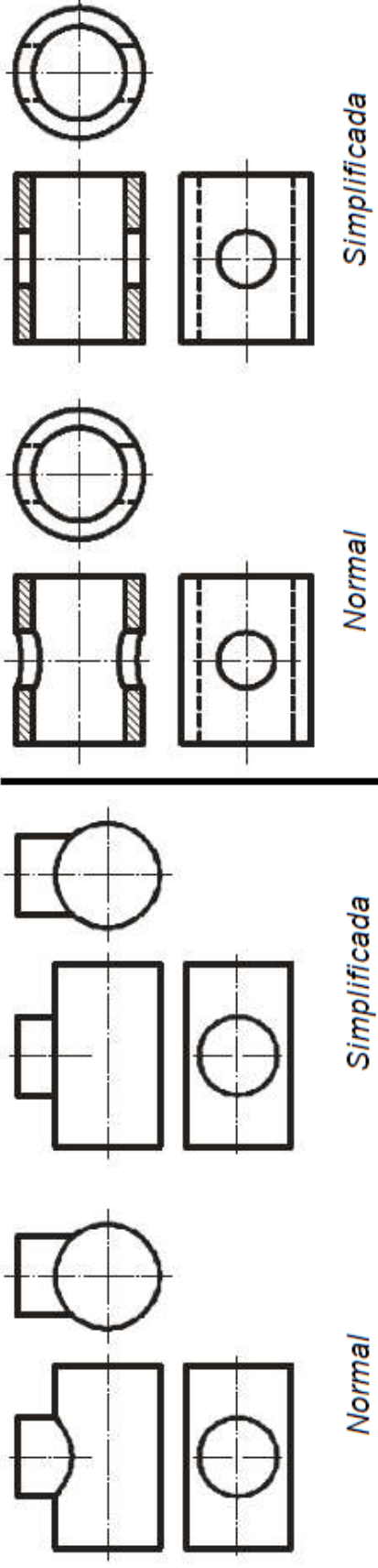


# ***Outras Representações (Intersecções Geométricas)***

- As normas da ABNT permitem a simplificação da representação das *intersecções reais* e das *intersecções imaginárias* nos seguintes casos:

# Outras Representações (Intersecções Geométricas)

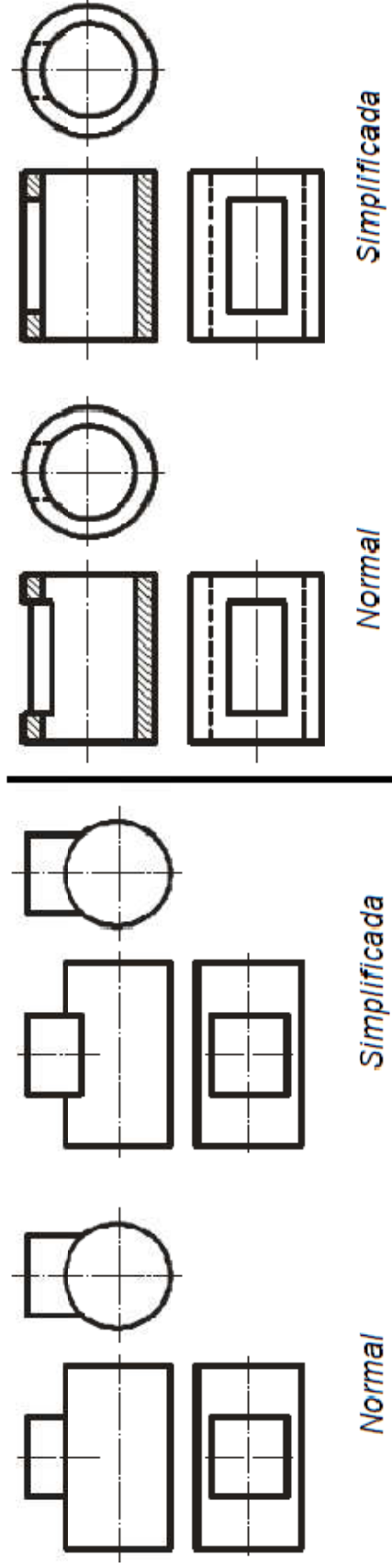
- Na intersecção de duas superfícies cilíndricas as *linhas curvas* podem ser substituídas por *linhas retas*





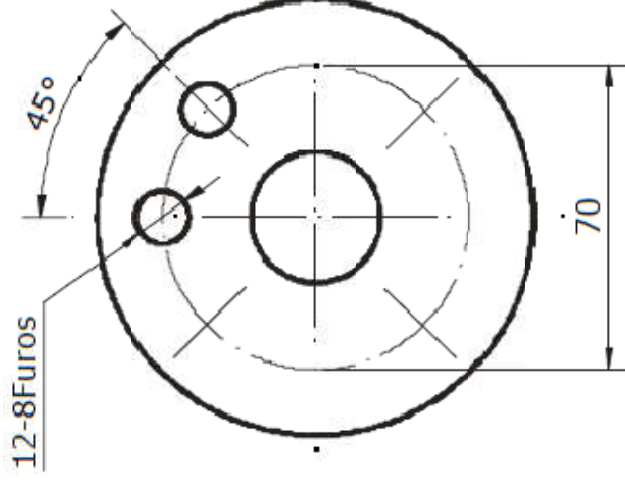
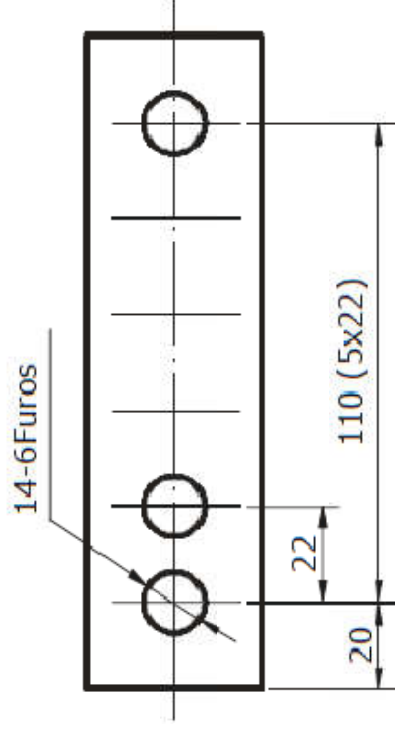
# Outras Representações (Intersecções Geométricas)

- Na intersecção de um cilindro com um **prisma retangular** pode-se omitir o deslocamento da reta de intersecção



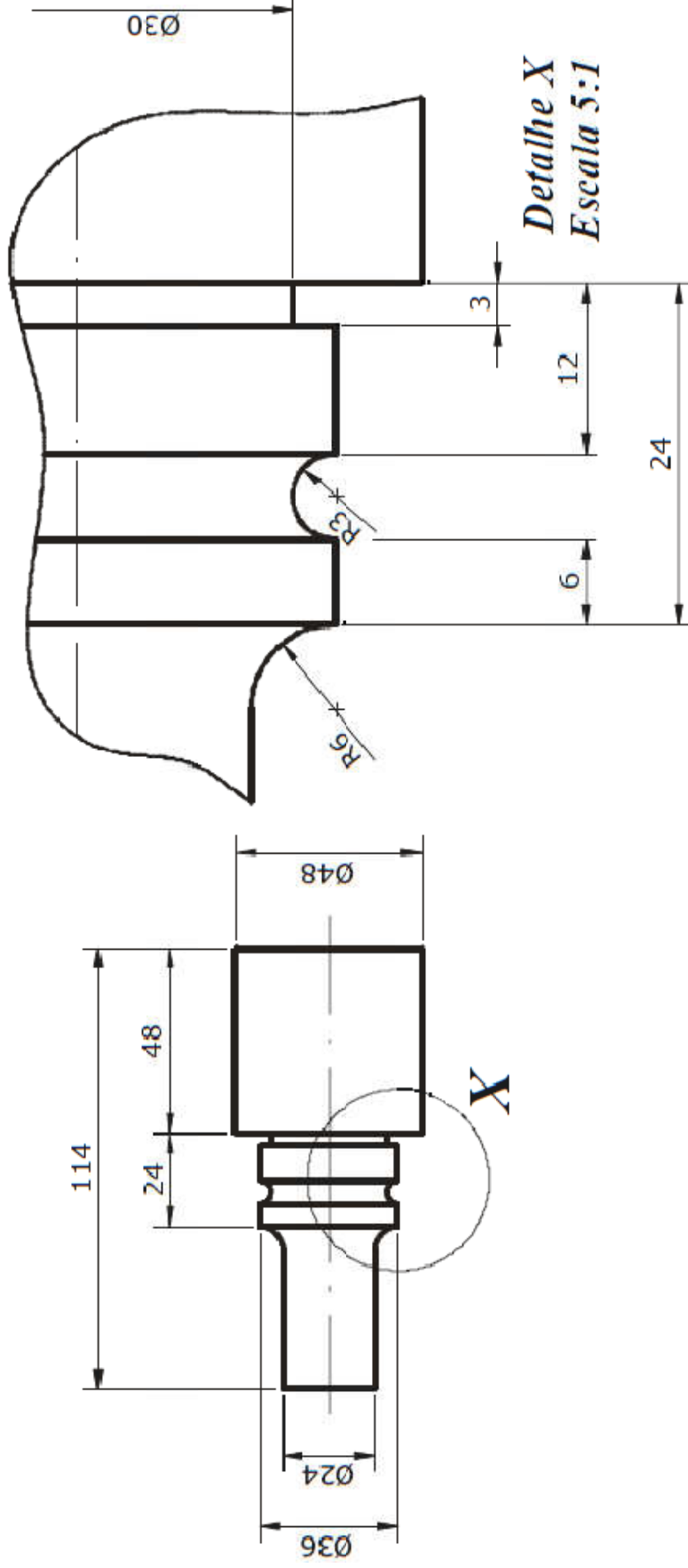
# Outras Representações (Detalhes Repetitivos)

- Os **detalhes** ou **elementos** que aparecem repetidamente nos objetos podem ser representados de forma simplificada.
- A **quantidade** e a **especificação** dos detalhes ou elementos repetidos são feitas na cotagem ou por anotações específicas.



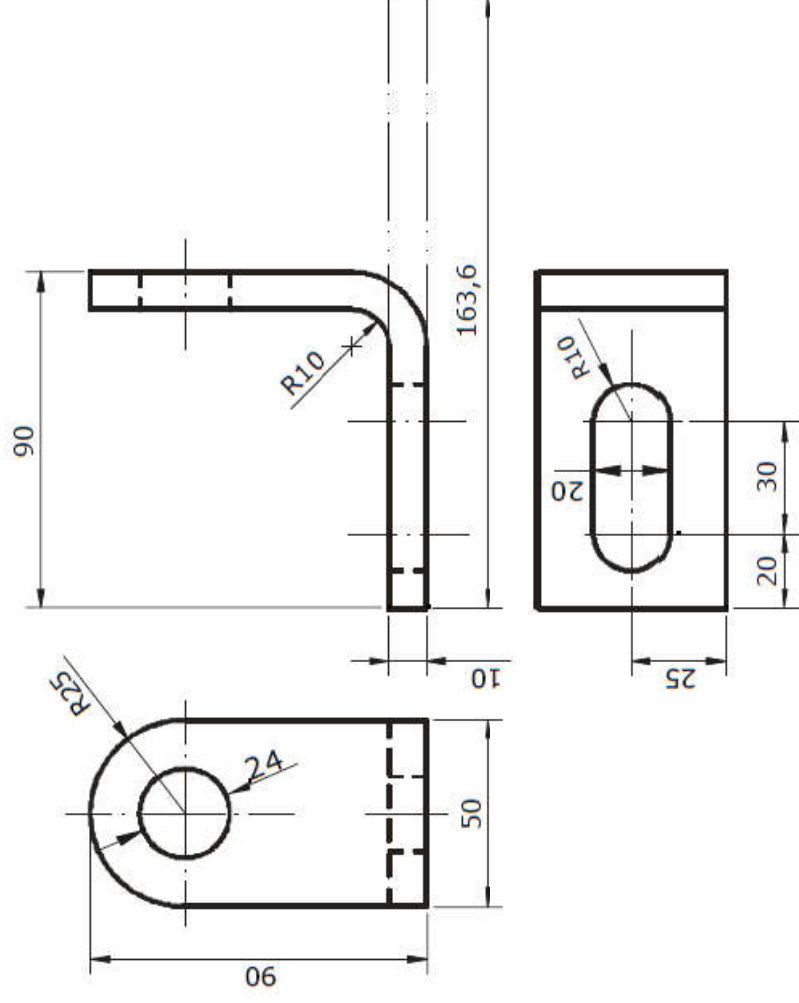
# Outras Representações (Detalhes Ampliados)

- Para melhorar a representação e facilitar a cotação de pequenos detalhes de um objeto, faz-se a **identificação do detalhe**, circundando-o com uma *linha fina, contínua e identificada por uma letra maiúscula, desenhando posteriormente, em escala ampliada e com a devida identificação, o*



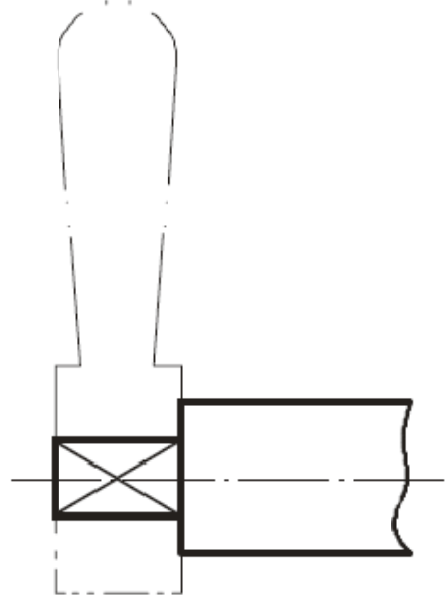
# Outras Representações (Comprimentos Desenvolvido e Partes Adjacentes)

- Nos desenhos de objetos que são **conformados a partir de superfícies planas** (objetos construídos a partir do dobramento de chapas), é necessário mostrar o comprimento desenvolvido que deu origem à forma espacial.
- O **comprimento desenvolvido** é representado por *linha fina* constituída de traço e dois pontos.

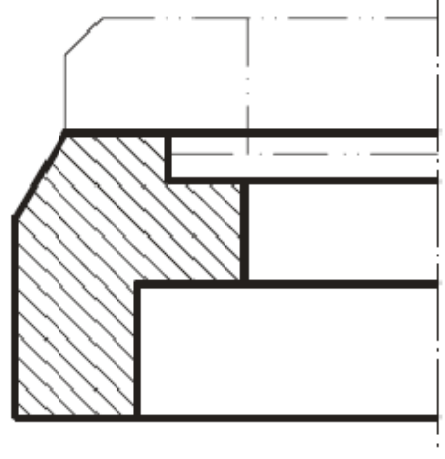


# Outras Representações (Comprimentos Desenvolvido e Partes Adjacentes)

- As linhas constituídas de *traço* e *dois pontos* também são utilizadas para representar, quando for necessário, peça adjacente ao objeto representado no desenho.
- Se o objeto estiver representado em corte, as peças adjacentes **não devem ser hachuradas**.
- As linhas *traço dois pontos*, ou *linhas fantasmas*, também podem ser utilizadas para representar mudanças de posição de um objeto que tenha movimento, por exemplo, as posições limites do curso de um braço de alavanca.



(a)



(b)