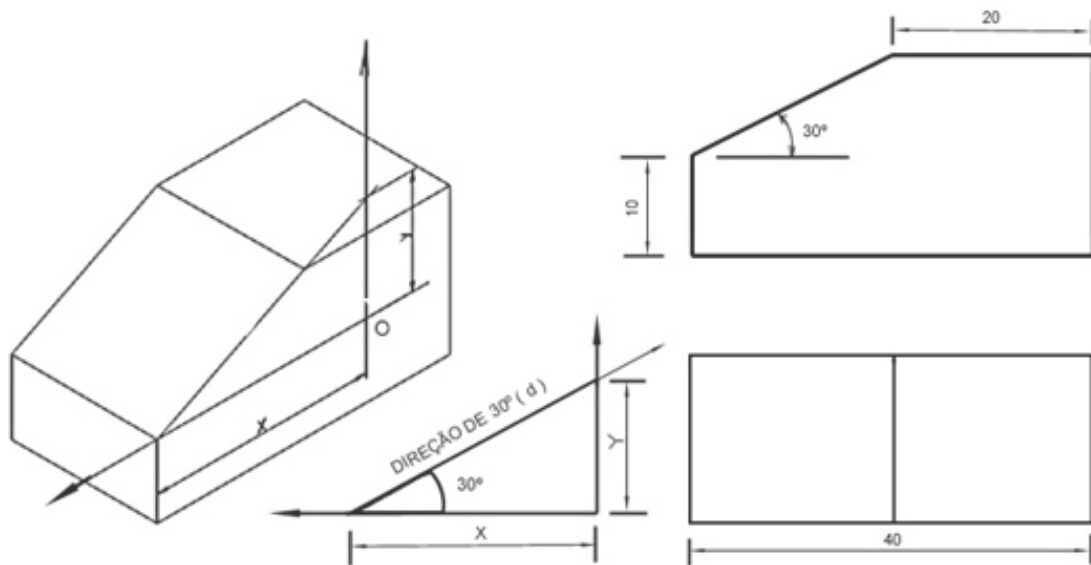


FUNDAÇÃO DE APOIO À ESCOLA TÉCNICA
Centro de Ensino Técnico e Profissionalizante Quintino

ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL REPÚBLICA
DEPARTAMENTO DE MECÂNICA



DESENHO BÁSICO



Prof. Alexandre Velloso

Índice

<i>Capítulo</i>	<i>Pág.</i>
Introdução.....	03
I - Material.....	04
II – Uso do Material	05
III – Formatos de Papel.....	08
IV – Caligrafia Técnica.....	09
V – Legenda	11
VI – Tipos de Linhas	13
VII – Geometria – Figuras Planas	15
VIII – Geometria Espacial	17
IX – Escalas	20
X – Vistas Ortográficas	22
XI – Cotagem	29
XII – Perspectiva Isométrica	42
XIII –Perspectiva Cavaleira	50
XIV – Exercícios	53

Introdução

O desenho técnico é uma 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. Utilizando-se de um conjunto constituído por linhas, números, símbolos e indicações escritas normalizadas internacionalmente, o desenho técnico é definido como linguagem gráfica universal da engenharia (civil, mecânica) e da arquitetura. Assim como a linguagem verbal escrita exige alfabetização, a execução e a interpretação da linguagem gráfica do desenho técnico exigem treinamento específico, porque são utilizadas figuras planas (bidimensionais) para representar formas espaciais. Conhecendo-se a metodologia utilizada para elaboração do desenho bidimensional é possível entender e conceber mentalmente a forma espacial representada na figura plana. Na prática pode-se dizer que, para interpretar um desenho técnico, é necessário enxergar o que não é visível e a capacidade de entender uma forma espacial a partir de uma figura plana é chamada visão espacial.

A Padronização dos Desenhos Técnicos

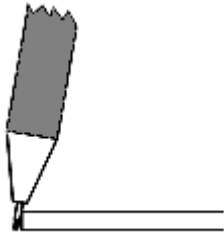
Para transformar o desenho técnico em uma linguagem gráfica foi necessário padronizar seus procedimentos de representação gráfica. Essa padronização é feita por meio de normas técnicas, seguidas e respeitadas internacionalmente. As normas técnicas são resultantes do esforço cooperativo dos interessados em estabelecer códigos técnicos que regulem relações entre produtores e consumidores, engenheiros, empreiteiros e clientes. Cada país elabora suas normas técnicas e estas são acatadas em todo o seu território por todos os que estão ligados, direta ou indiretamente, a este setor. No Brasil as normas são aprovadas e editadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, fundada em 1940. Para favorecer o desenvolvimento da padronização internacional e facilitar o intercâmbio de produtos e serviços entre as nações, os órgãos responsáveis pela normalização em cada país, reunidos em Londres, criaram em 1947 a Organização Internacional de Normalização (International Organization for Standardization – ISO). Quando uma norma técnica proposta por qualquer país membro é aprovada por todos os países que compõem a ISO, essa norma é organizada e editada como norma internacional. As normas técnicas que regulam o desenho técnico são normas editadas pela ABNT, 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.

I Material

- Par de esquadros em acrílico com graduação em **cm**;
- Lapiseira **0,5** ou **0,7** – grafite tipo **HB**;
- Borracha de vinil;
- Compasso de metal;
- Fita crepe;
- Bloco Prancha Formato **A4** ;
- Lixa para apontar o compasso.

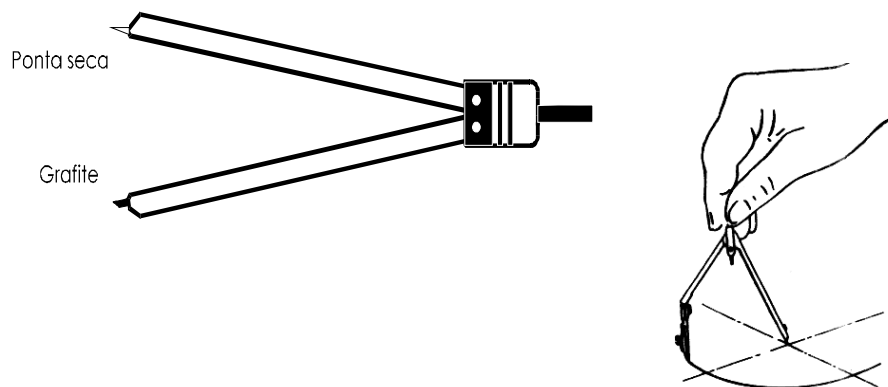
II Uso do Material

II.a - Algumas Técnicas de Manuseio



Para traçados apoiados em esquadro ou régua, o grafite jamais deverá tocar suas superfícies, evitando assim indesejáveis borrões. Para conseguir isso, incline ligeiramente a lapiseira/lápis conforme a figura ao lado.

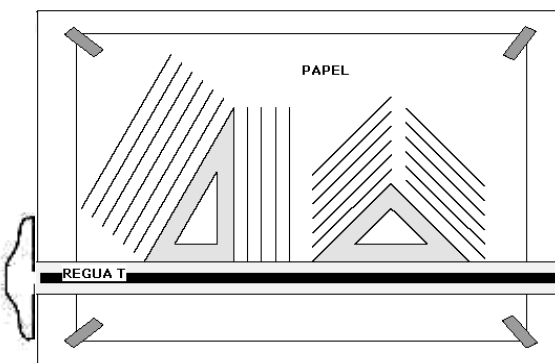
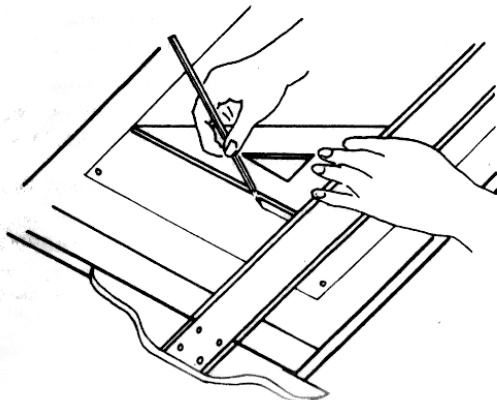
O grafite do compasso deverá ser apontado em forma de cunha, sendo o chanfro voltado para o lado contrário da ponta seca, conforme o ilustrado abaixo:



II.b – Uso da Régua “T”

A régua “T” será utilizada sempre de modo horizontal, e seu manuseio se dará com a mão que não utilizamos para desenhar, ou seja, se o indivíduo é destro, deverá movimentá-la com a mão esquerda e vice-versa.

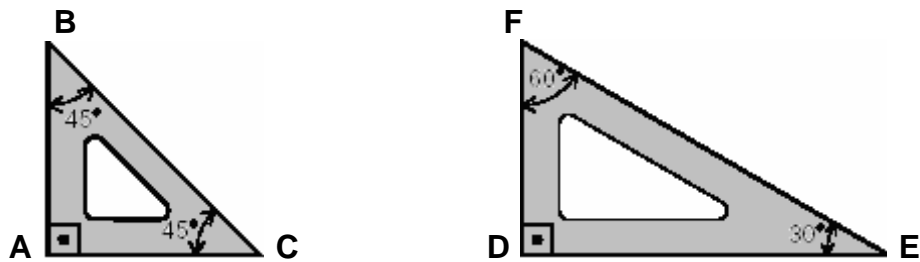
Com a régua “T” procede-se o traçado de linhas horizontais. Para o traçado de linhas inclinadas e/ou horizontais, servirá como base para os esquadros, que deslizarão apoiados sobre a mesma.



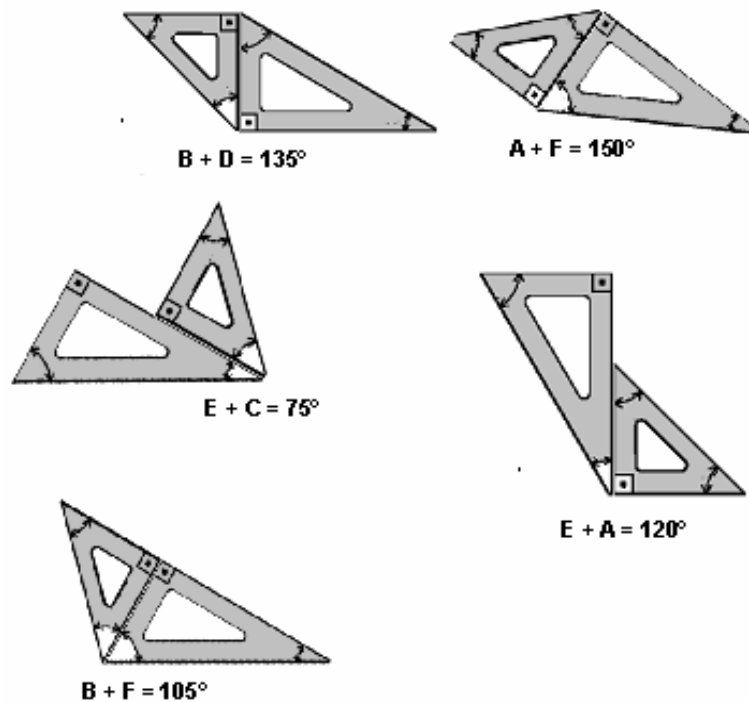
RECOMENDAÇÕES

- O antebraço deve estar totalmente apoiado sobre a Prancheta.
- A mão deve segurar o lápis naturalmente, sem forçar, e também, estar apoiada na prancheta.
- Deve-se evitar desenhar próximo às beiradas da prancheta, sem o apoio do antebraço.
- O antebraço não estando apoiado acarretará um maior esforço muscular, e, em consequência, imperfeição no desenho.
- Os traços verticais, inclinados ou não, são geralmente desenhados, de cima para baixo
- Os traços horizontais são feitos da esquerda para a direita.

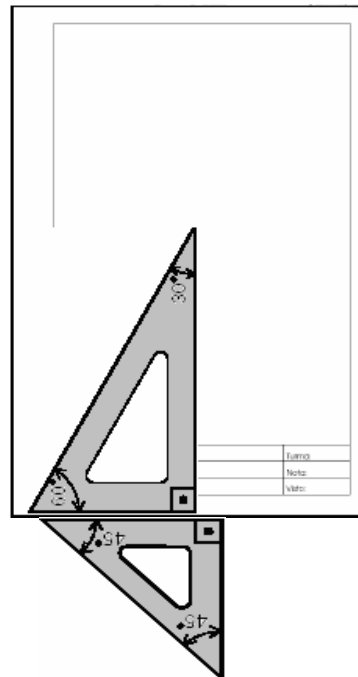
II.c –Esquadros



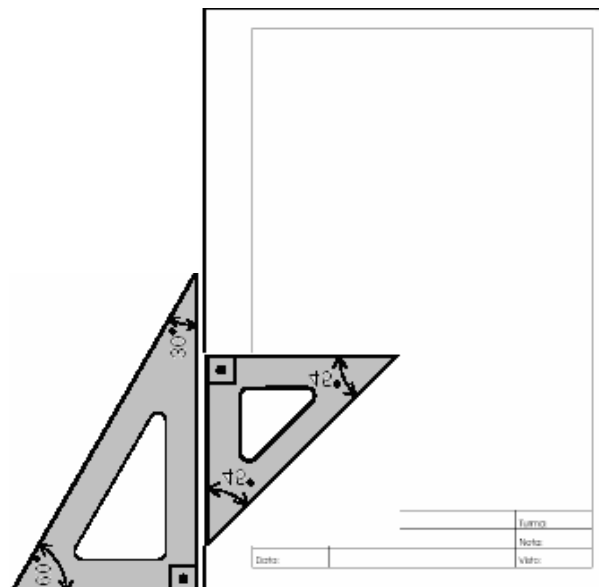
Podemos demarcar diversos ângulos conjugando os esquadros:



Traçando linhas verticais com os esquadros



Traçando linhas horizontais com os esquadros



III

Formatos de Papel

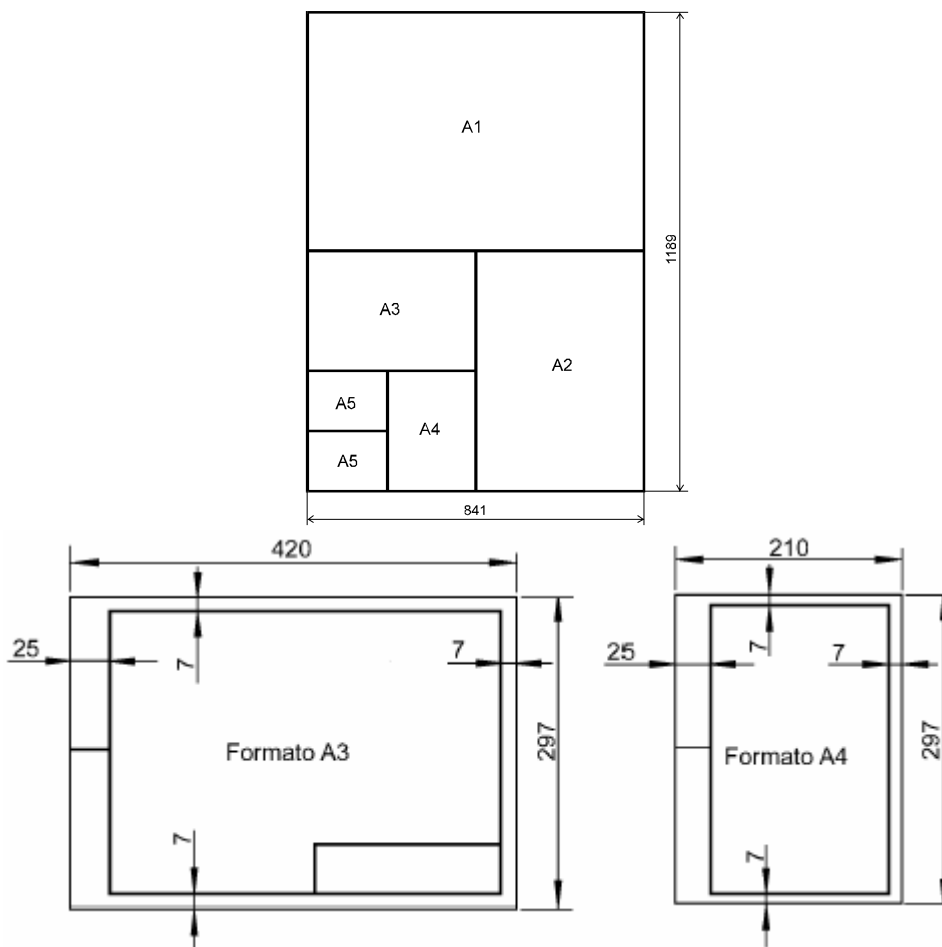
Os formatos de papel recomendados pela A.B.N.T. e suas respectivas margens são os seguintes:

DESIGNAÇÃO	DIMENSÕES (mm) (Largura x Altura)	MARGEM (mm)				ESPESSURA DA LINHA (mm)
		Esquerda	Direita	Superior	Inferior	
A0	1189 x 841	25	10	10	10	1,4
A1	841 x 594	25	10	10	10	1,0
A2	594 x 420	25	7	7	7	0,7
A3	420 x 297	25	7	7	7	0,5
A4	210 x 297	25	7	7	7	0,5

OBSERVAÇÕES:

Todas as dimensões da tabela acima têm como unidade mm.

- **Relação dos tamanhos dos formatos de papel**



IV Caligrafia Técnica

As letras e algarismos que compõe a caligrafia utilizada no desenho técnico seguem normatização da A.B.N.T. (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

Abaixo as duas formas de caligrafia a serem utilizadas.

IV .a – Padrão Vertical

- *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

- *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

- *Algarismos*

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

IV.b – Padrão Inclinado (75°)

- *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

- *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

o *Algarismos*

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

IV.c – Proporções



A tabela abaixo apresenta as relações de proporção para letras e algarismos.

Dimensões	Valores mm		
	3,5	5	10
Altura letras maiúsculas	3,5	5	10
Altura letras minúsculas	2,5	3,5	7
Distância entre as linhas de base	5	7	14

V Legenda

A legenda deve estar situada sempre no canto inferior direito, em todos os formatos de papel, à exceção do formato A4, no qual a legenda se localiza ao longo da largura da folha.

Dimensões da legenda:

- - **Formatos A0/ A1 : L = 175 / H = variável;**
- - **Formatos A2/ A3/ A4 : L = 185/ H = variável.**

EXEMPLO 1:

Legenda no Formato A4

		Título	
		Assunto	
		Data:	
		Visto:	
Data:		Assunto	
Data:		Visto:	

As legendas utilizadas nas indústrias variam de acordo com o padrão adotado por cada uma delas, como se pode observar na figura abaixo:

Quant	Denominações e observações			Peça	Material e dimensões		
	Data	Nome	Assinatura do chefe responsável	(FIRMA)			
Des.							
Cop.							
Visto							
Escala	(TITULO)			Em substituição de:			
				Substituído por:			
				(NÚMERO)			

A legenda consiste de :

- 1 - título do desenho
- 2 - número
- 3 - escala
- 4 - firma
- 5 - data e nome
- 6 - descrição dos componentes:
 - quantidade
 - denominação
 - peça
 - material, normas, dimensões

VI Tipos de Linhas

Ao analisarmos um desenho, notamos que ele apresenta linhas e tipos e espessuras diferentes. O conhecimento destas linhas é indispensável para a interpretação dos desenhos.

Quanto à espessura, as linhas podem ser:

- **grossas**
- **Finas**

Tabela A1 Tipos de linha aprovadas pela BS308 (Norma Britânica)














<i>Tipo de linha</i>	<i>Descrição</i>	<i>Aplicação</i>
	Grossa, continua	Arestas e contornos visíveis
	Fina, continua	Linhas de cota e diretrizes Linhas de projeção Hachuras Contorno de peças adjacentes Contorno de secções de revolução
	Fina, continua e irregular	Limites de vistas parciais ou secções, quando a linha não for um eixo.
	Fina, traços curtos	Arestas e contornos não-visíveis
	Fina, traço-ponto	Linhas de centro Posições extremas de peças móveis
	Traço-ponto (grossa nas pontas e nas mudanças de direção, fina no restante)	Planos de corte

Tabela A2 Tipos de linhas segundo a NB-8

		<i>Tipo</i>	<i>Emprego</i>
Grossa	1		Arestas e contornos visíveis
	2		Linha de corte
Fina	3		Arestas e contornos não-visíveis
	4		Linha de ruptura curta
	5		Linhas de cota e de extensão Hachuras Linhas de chamada
	6		Eixos de simetria e linhas de centro Posições extremas de peças móveis
	7		Linha de ruptura longa

A seguir, exemplos dos principais tipos de linha e sua utilização:

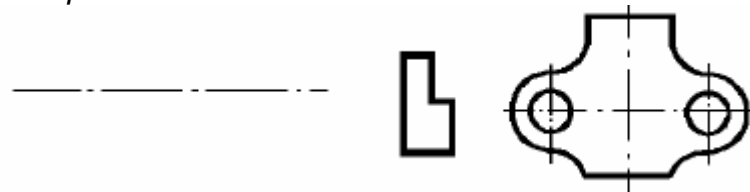
- Linhas para arestas e contornos visíveis são de espessura *grossa e de traço contínuo*.



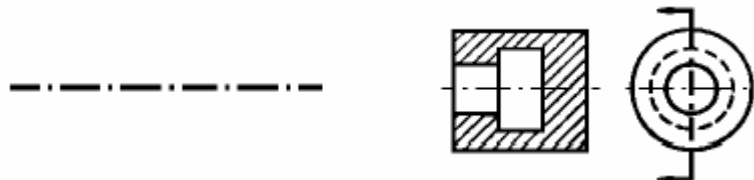
- Linhas para arestas e contornos não visíveis são de espessura *finas e tracejadas*.



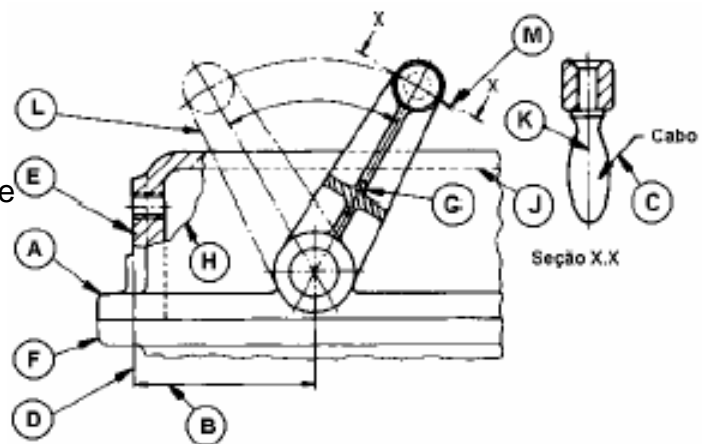
- Linhas de centro e eixo de simetria são de espessura *finas e formadas por traços e pontos*.



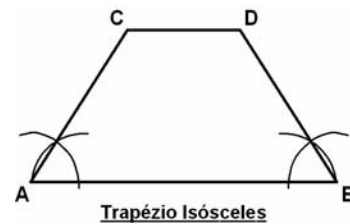
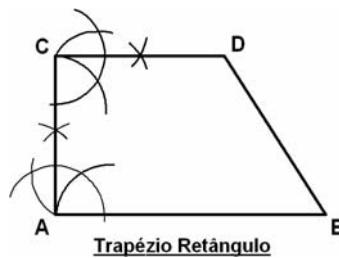
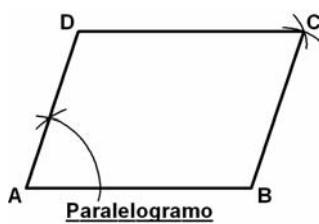
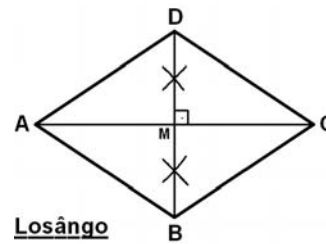
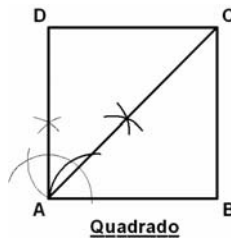
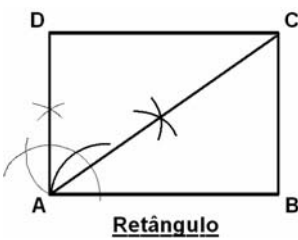
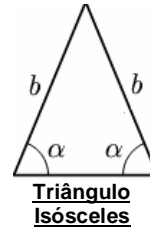
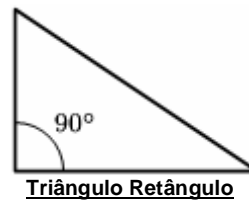
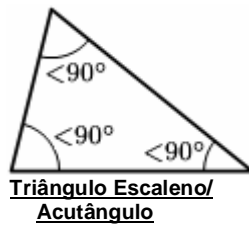
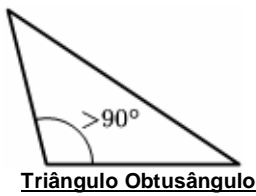
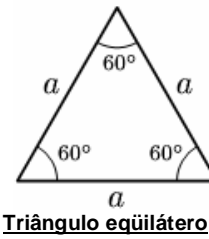
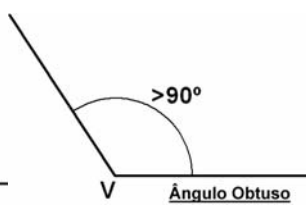
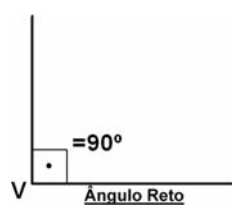
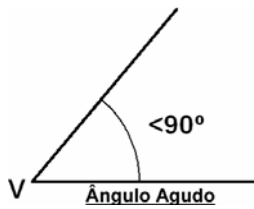
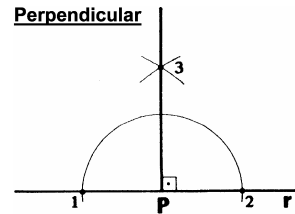
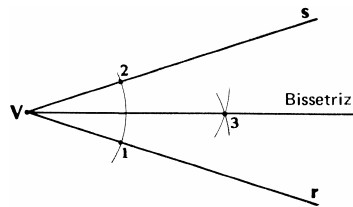
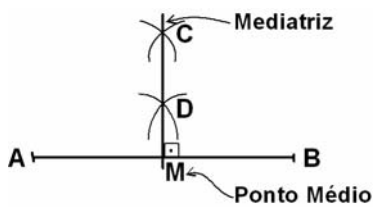
- Linhas de corte são de espessura *grossa, formadas por traços e pontos*. Servem para indicar cortes e seções.



- A. Contorno visível
- B. Linha de cota
- C. Linha de chamada
- D. Linha de extensão
- E. Hachura
- F. Contorno de peça adjacente
- G. Contorno de secção de revolução
- H. Limite de vista parcial
- J. Contorno não-visível
- K. Linha de centro
- L. Posição extrema de peça móvel
- M. Plano de corte

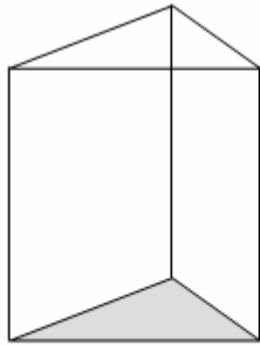


VII Geometria – Figuras Planas

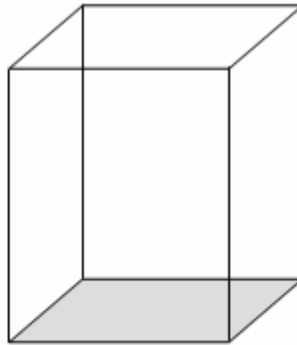


VIII Geometria Espacial

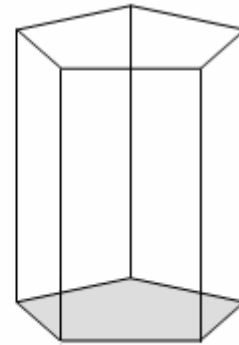
VIII.a - Prismas



Triangular
Regular



Quadrangular
Regular



Pentagonal
Regular

Os prismas são classificados de acordo com o número de lados dos polígonos das bases e conforme a inclinação das arestas laterais em relação aos planos das bases.

De acordo com a base, temos:

- **Prisma Triangular:** as bases são triângulos;
- **Prisma Quadrangular:** as bases são quadriláteros;
- **Prisma Pentagonal:** as bases são pentágonos;
- **Prisma Hexagonal:** as bases são hexágonos;

e assim por diante.

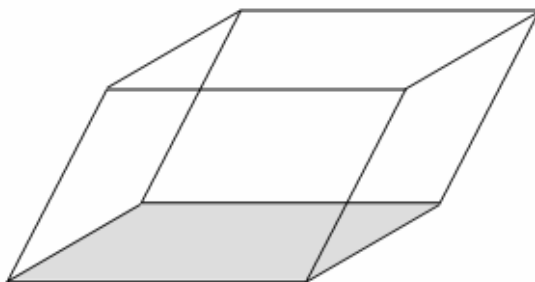
Conforme a inclinação das arestas, temos:

- **Prisma oblíquo** é aquele cujas arestas laterais são oblíquas aos planos das bases;
- **Prisma reto** é aquele cujas arestas laterais são perpendiculares aos planos das bases.

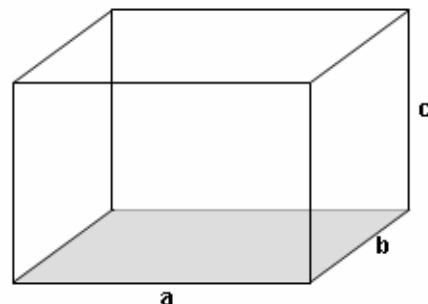
As faces laterais de um prisma oblíquo são paralelogramos.

As faces laterais de um prisma reto são retângulos.

- **Prisma regular** é um prisma reto cujas bases são polígonos regulares.

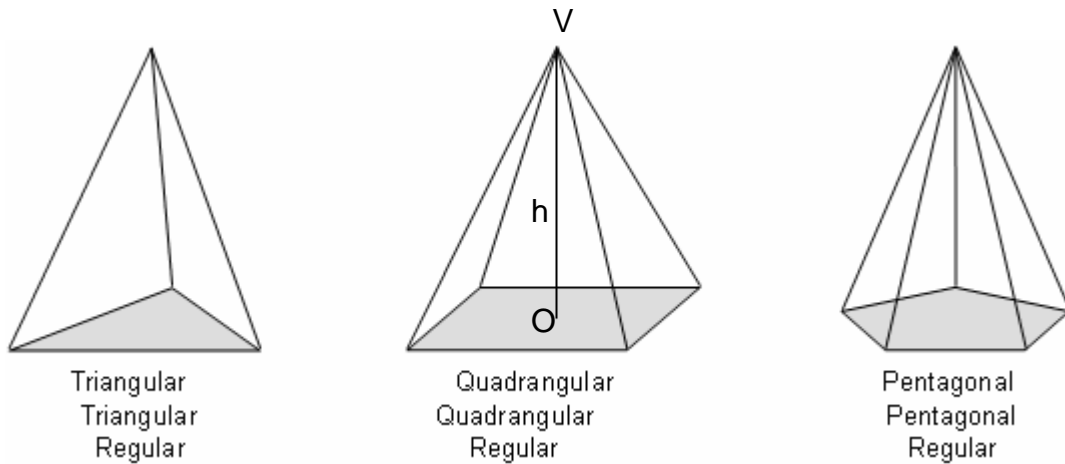


Paralelepípedo
Oblíquo



Paralelepípedo
Retângulo

VIII.b – Pirâmides e Troncos



As pirâmides podem ser classificadas de acordo com a base como:

- **Pirâmide Triangular**, a base é um triângulo;
- **Pirâmide Quadrangular**, a base é um quadrado;
- **Pirâmide Pentagonal**, a base é um pentágono;
- **Pirâmide Hexagonal**, a base é um hexágono,

e assim por diante.

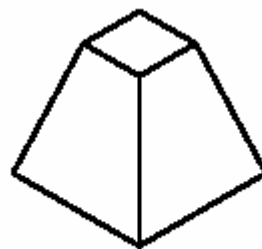
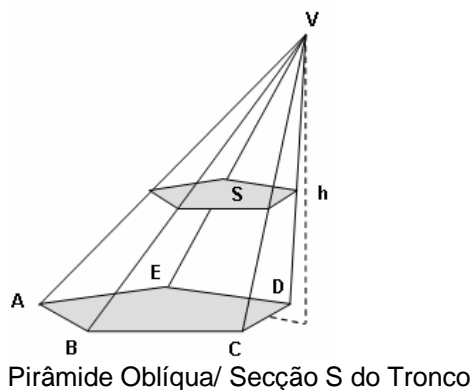
Pirâmide Regular é aquela cuja base é um polígono regular.

Conforme a inclinação das arestas, temos:

- **Pirâmide oblíqua** é aquela cuja aresta que corresponde à altura (VO), tem sua extremidade inferior localizada fora do centro do plano da base;
- **Pirâmide reta** é aquela cuja aresta que corresponde à altura (VO), tem sua extremidade inferior localizada no centro do plano da base.

Tronco de Pirâmide é a pirâmide seccionada por um plano paralelo à base.

Também podem ser retos ou oblíquos.



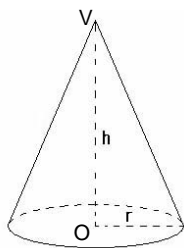
A base da pirâmide é a base maior do tronco e a secção é a base menor do tronco.

A distância entre os planos das bases é a altura do tronco.

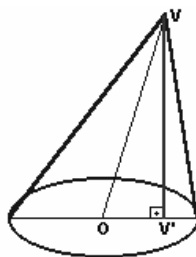
VIII.c – Cones e Troncos

Conforme a inclinação das arestas, temos:

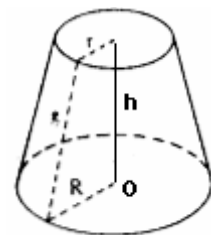
- **Cones ou troncos de cone oblíquos** são aqueles cuja aresta que corresponde à altura, tem sua extremidade inferior localizada fora do centro do plano da base;
- **Cones ou troncos de cone retos** são aqueles cuja aresta que corresponde à altura, tem sua extremidade inferior localizada no centro do plano da base.



Cone Reto



Cone Oblíquo

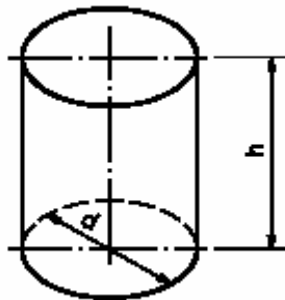


Tronco de Cone

VIII.d – Cilindro e Esfera

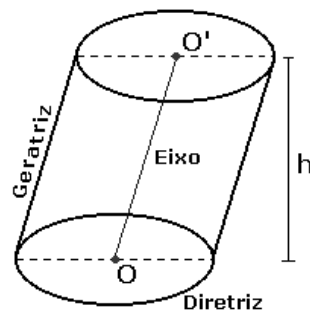
Conforme a inclinação das arestas, temos:

- **Cilindros oblíquos** são aqueles cujas arestas laterais (geratrizes) são oblíquas aos planos das bases;
- **Cilindros retos** são aqueles cujas arestas laterais (geratrizes) são perpendiculares aos planos das bases

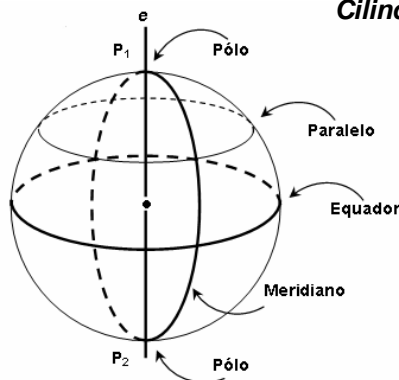


Cilindro Reto

Cilindro
h = altura
d = diâmetro



Cilindro Oblíquo



Esfera

IX Escalas

O desenho de um objeto, por diversas razões, nem sempre poderá ser executado com as dimensões reais do mesmo. Tratando-se de um objeto muito grande, teremos de desenhá-lo em tamanho menor que o seu tamanho real, conservando suas proporções em todas as medidas. Assim como um objeto muito pequeno será desenhado em tamanho maior que o seu real tamanho, com o mesmo respeito as suas proporções.

Esta relação entre objeto e desenho tem o nome de **ESCALA**.

Uma escala pode ser:

- **Natural**, as medidas do desenho e do objeto são iguais.
Relação única: **1/1 ou 1:1**;
- **De Redução ou Reduzida**, as medidas do desenho são menores que as do objeto.
- **De Ampliação ou Ampliada**, as medidas do desenho são maiores que as do objeto.

A norma NBR 8196 da ABNT recomenda, para o Desenho Técnico, a utilização das seguintes escalas:

<i>Categoria</i>	<i>Escalas recomendadas</i>		
<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	

Portanto, a notação de uma escala representa o seguinte:

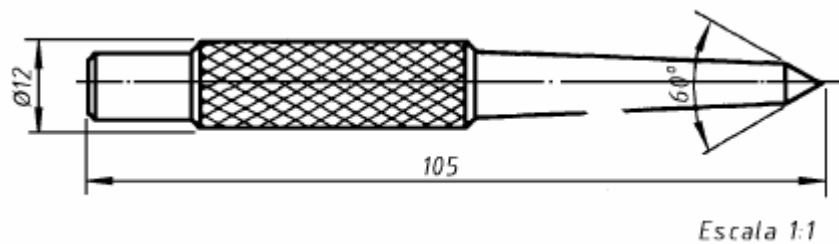
- **1 / 20** - O desenho é vinte vezes menor que o tamanho real do objeto representado no desenho, ou seja, foi reduzido vinte vezes;
- **5 / 1** - O desenho é cinco vezes maior que o tamanho real do objeto representado no desenho, ou seja, foi ampliado cinco vezes.

Observações:

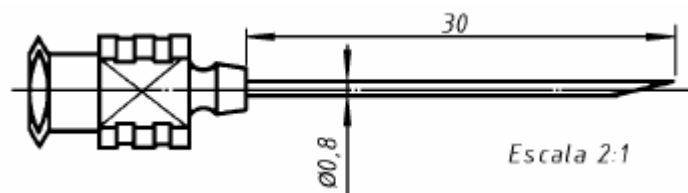
- O valor indicado nas cotas se refere sempre às medidas reais do objeto, independentemente do mesmo ter sido ampliado ou reduzido no desenho;
- Dimensões de ângulos (graus) permanecerão inalteradas em relação à escala utilizada no desenho.

EXEMPLOS:

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



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



X

Vistas Ortográficas (Projeções Ortogonais)

Um observador pode ver três dimensões de um mesmo objeto. Dizemos, portanto, que a nossa capacidade de visualização é tridimensional.

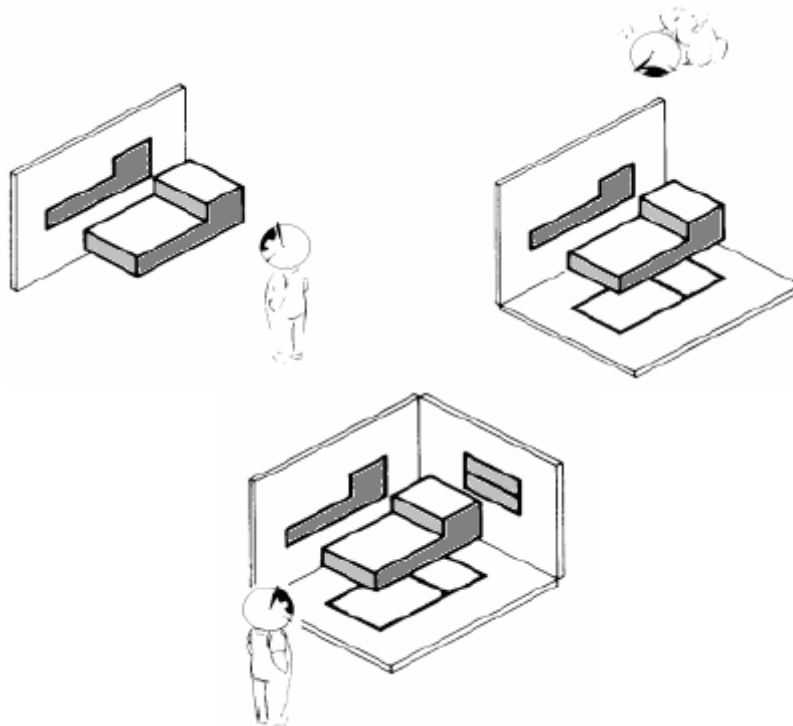
As vistas ortográficas são as representações gráficas das três faces que observamos de um objeto.

As normas de desenho técnico fixaram a utilização das projeções ortogonais (vistas ortográficas), somente pelo 1° e 3° diedros, criando pelas normas internacionais dois sistemas para representação de peças:

- *Sistemas de projeções ortogonais pelo 1° diedro;*
- *Sistemas de projeções ortogonais pelo 3° diedro (Norma americana).*

Podemos então definir dessa forma as principais vistas ortográficas no 1° diedro:

- **Vista Frontal** – Desenha-se o objeto visto de frente, ou seja, a sua face frontal;
- **Vista Superior** – Desenha-se o objeto visto de cima;
- **Vista Lateral Esquerda** – Desenha-se a face lateral esquerda do objeto.



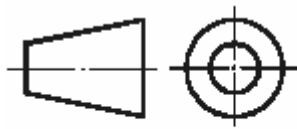
A figura acima mostra as posições do observador em relação aos planos de projeção das três vistas no 1° diedro (frontal, superior e lateral esquerda).

Já no 3º diedro, a representação do objeto estaria definida através das vistas **Frontal, Superior e Lateral Direita**.

O quadro abaixo apresenta a descrição comparativa dos dois diedros, definindo o posicionamento das vistas em relação à **Vista Frontal**.

1º Diedro	3º Diedro
A vista superior fica embaixo	A vista superior fica em cima
A vista inferior fica em cima	A vista inferior fica embaixo
A vista lateral direita fica à esquerda	A vista lateral direita fica à direita
A vista lateral esquerda fica à direita	A vista lateral esquerda fica à esquerda

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, ou utilizando a simbologia abaixo:



Símbolo do 1º DIEDRO

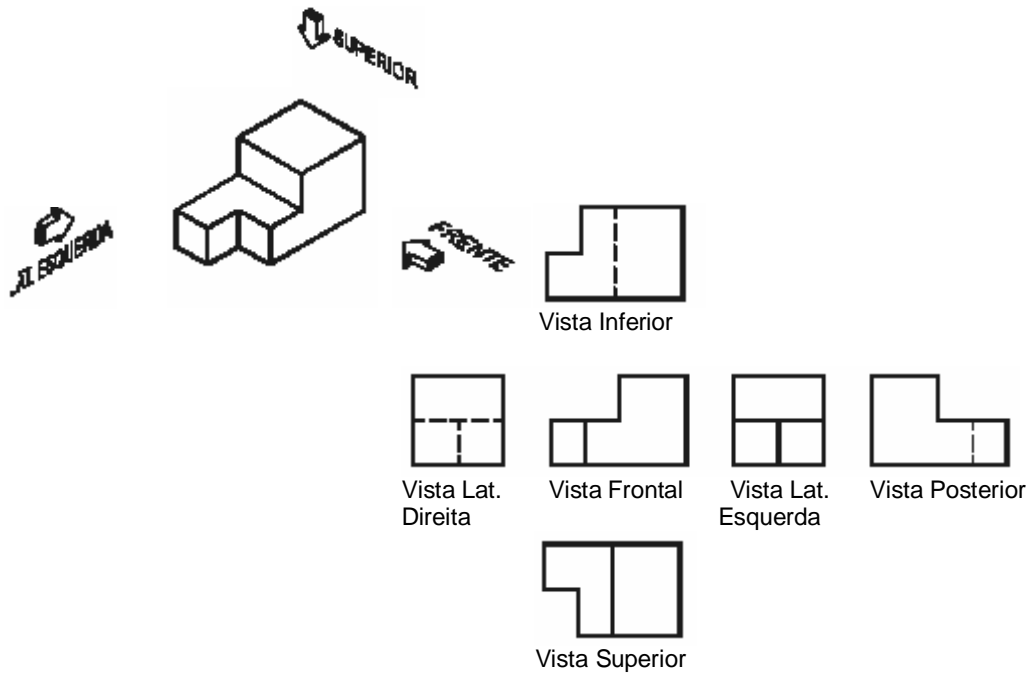


Símbolo do 3º DIEDRO

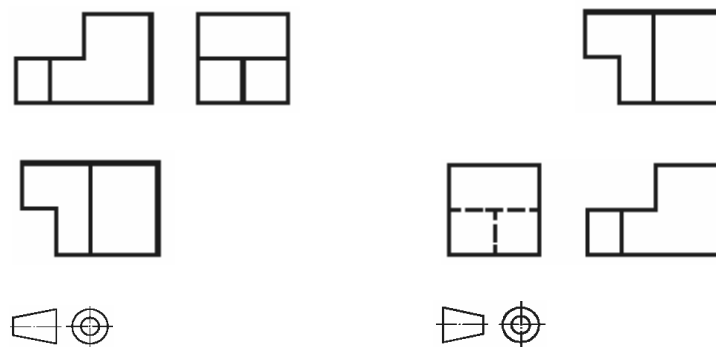
O ponto de partida para determinar as vistas necessárias, é escolher o lado da peça que será considerado como frente. Normalmente, considerando a peça em sua posição de trabalho ou de equilíbrio, toma-se como frente o lado que melhor define a forma da peça. Quando dois lados definem bem a forma da peça,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

Deve-se registrar que se pode representar até seis planos de uma peça, que resultam nas seguintes vistas:

- **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.**



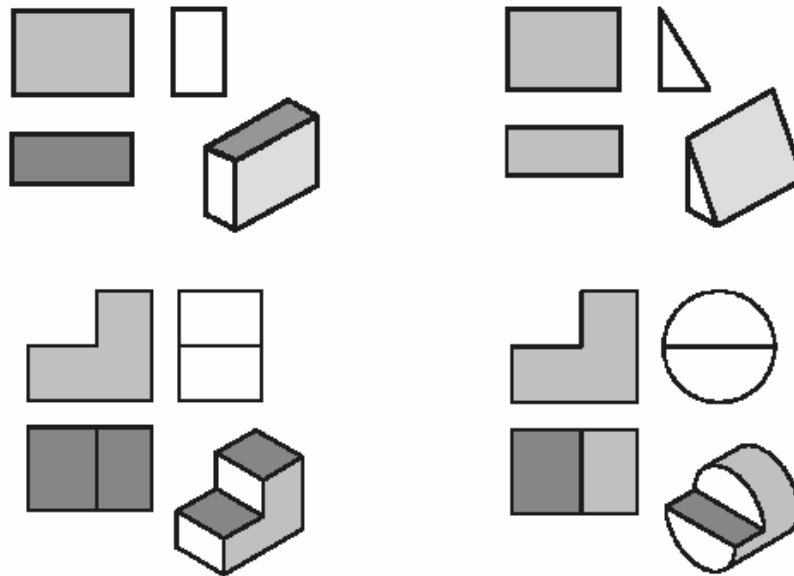
Podemos observar com clareza nas figuras abaixo, a representação em três vistas desse mesmo objeto no 1° e 3° diedros :



Como a norma brasileira adota a representação das vistas ortográficas sempre no **1° diedro**, passaremos então a abordar daqui para adiante, somente esse sistema de representação.

X.a - Representação das Vistas no Primeiro Diedro

Analisando cada desenho representado em cada vista, devemos considerar que apesar de estarmos vendo planos bidimensionais, existem profundidades não visíveis que determinam a forma tridimensional da peça representada. É o caso de reentrâncias, saliências, planos inclinados e curvaturas.



Observando as vistas das peças representadas no desenho acima, podemos observar pela correlação de cores, a representação de cada plano na visualização tridimensional das peças e em cada uma 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.

Vale salientar que o posicionamento das vistas é determinado por norma da A.B.N.T., sendo portanto, obrigatório que sejam organizadas da seguinte forma:

- ***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.***

Observações:

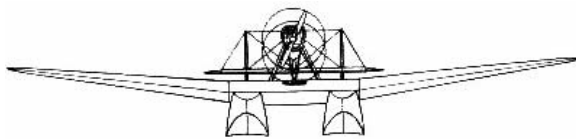
- *As dimensões de largura da peça aparecem nas vistas lateral e superior;*
- *As dimensões de altura parecem nas vistas de frente e lateral;*
- *As dimensões de comprimento aparecem nas vistas de frente e superior.*

As vistas devem preservar:

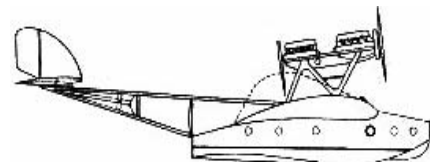
- Os mesmos comprimentos nas vistas de frente e superior.
- As mesmas alturas nas vistas de frente e lateral.
- As mesmas larguras nas vistas lateral e superior.

Como projeções desenhadas representam uma mesma peça sendo vista por lados diferentes, o desenho deve resguardar, visualmente, as proporções da peça, deste modo, os lados que aparecem em mais de uma vista não podem ter tamanhos diferentes.

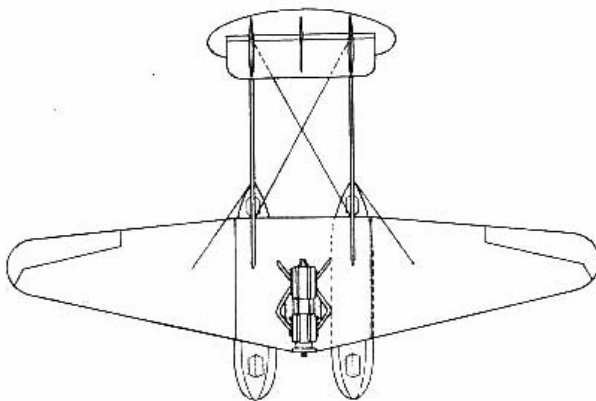
EXEMPLOS:



Vista Frontal



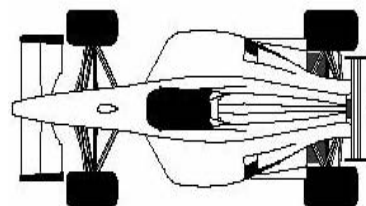
Vista Lateral Esquerda



Vista Superior



Vista Frontal

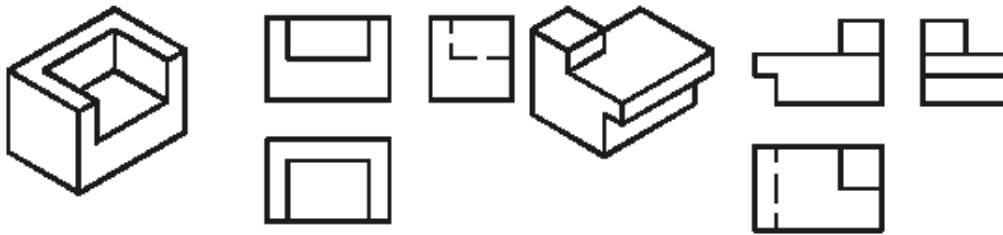


Vista Superior

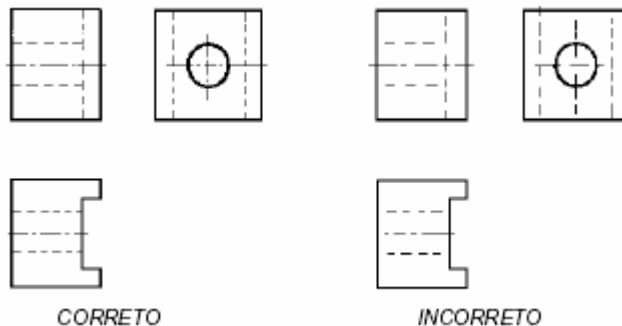
X.b – Representação de Arestas Não Visíveis

Em determinadas situações, numa determinada vista, poderá ocorrer de termos que representar uma aresta que está oculta, ou encoberta, por uma das faces ou planos que compõe a vista. Nesse caso, tais arestas serão representadas por linhas tracejadas.

Nos exemplos a seguir, pode-se observar isso com clareza:



Geralmente, as linhas tracejadas que representam um detalhe não-visível devem tocar uma linha externa sem interrupção, como no desenho mostrado abaixo. As tracejadas também se encontram e se cruzam, e a junção deve ser arranjada como um “T” ou um “X”.



Obs.: Quando houver coincidência ou sobre posição de arestas, deve-se representar sempre a que estiver mais próxima do observador, ou seja, a que estiver mais à frente em relação ao plano da vista.

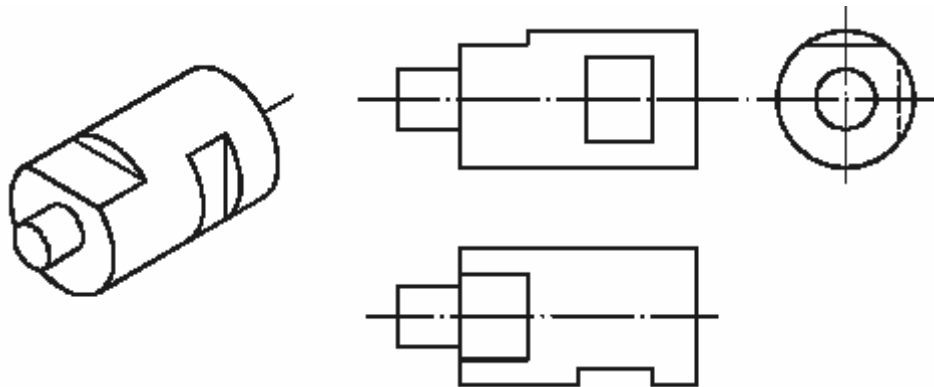
X.c – Linhas de Centro

As linhas de centro deverão ser representadas nos seguintes casos:

- **Desenhos com superfícies curvas;**
- **Eixos em corpos de rotação;**
- **Eixos de simetria.**

É através das linhas de centro que se faz a localização de furos, rasgos e partes cilíndricas existentes nas peças.

São representadas por linhas finas compostas de traços largos separados por pontos (Ver cap. VI).

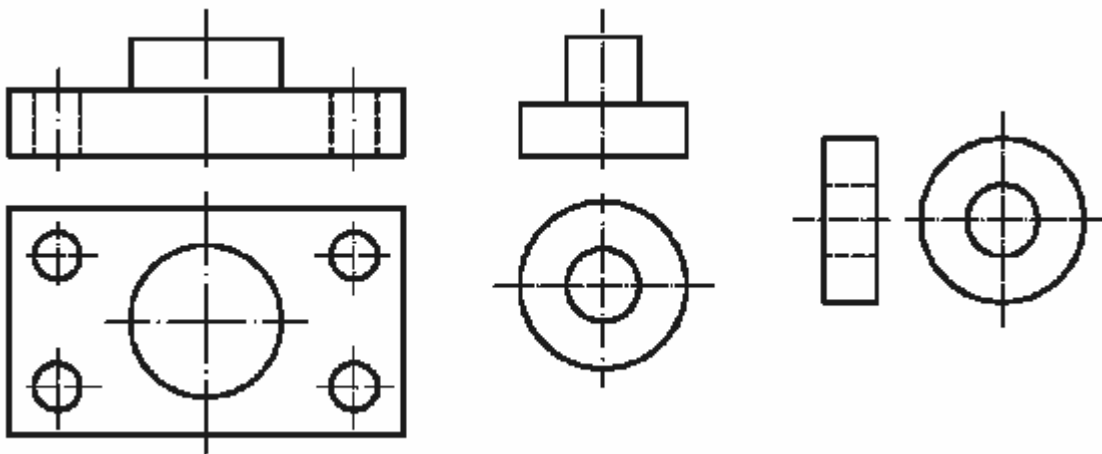


A aparência de um desenho perfeito pode ser prejudicada por linhas de centro e de simetria descuidadamente produzidas. Tente observar as seguintes regras simples:

- **Certifique-se de que os traços e os espaços de uma linha tracejada tenham o mesmo comprimento por toda ela. Um traço de cerca de 3mm seguido por um espaço de 2mm produzirão um linha tracejada de boa proporção.**
- **Onde são definidos centros, então as linhas (de centro) deverão cruzar-se em trechos contínuos e não nos espaços.**



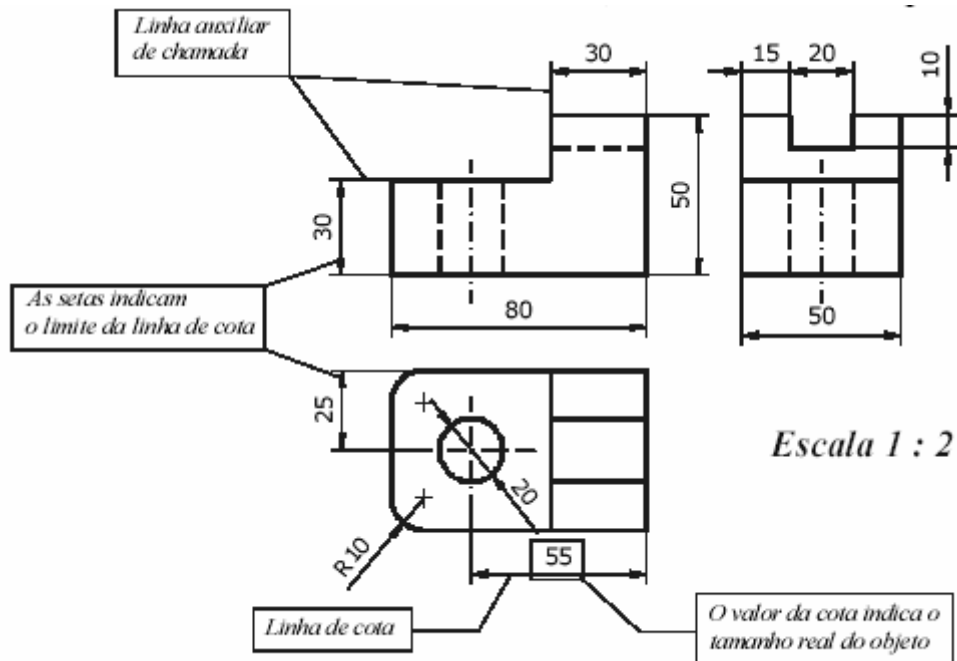
EXEMPLOS:



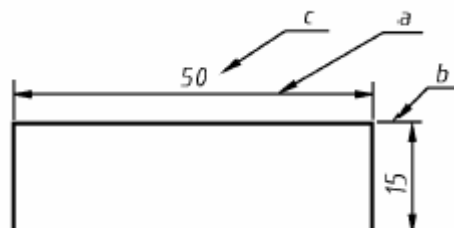
XI Cotagem

Cotagem é a indicação das medidas da peça em seu desenho conforme a norma NBR 10126.

O desenho técnico, além de representar, dentro de uma escala, a forma tridimensional, 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. 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, conforme mostra a Figura abaixo:



Portanto, para a cotagem de um desenho são necessários três elementos:



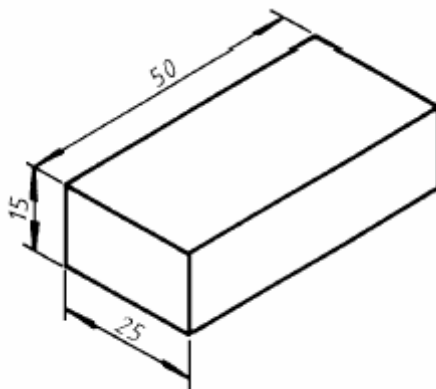
- **Linhas de cota são linhas contínuas estreitas, com setas nas extremidades; nessas linhas são colocadas as cotas que indicam as medidas da peça.**



- **A linha auxiliar ou de chamada 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.**



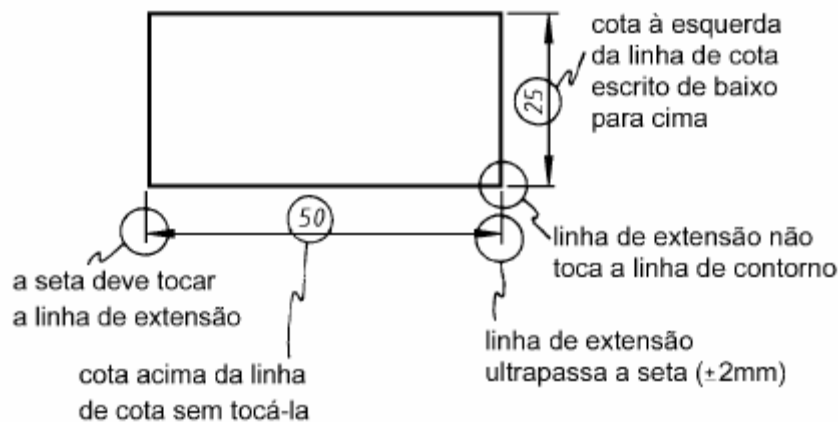
50 = comprimento
25 = largura
15 = altura

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.

XI.a - Cuidados na cotagem

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 (1mm). As linhas auxiliares também guardam uma pequena distância das vistas do desenho (1mm). A unidade de medida usada é o milímetro (mm), e é dispensada a colocação do símbolo junto à cota. Quando se emprega outra distinta do milímetro (como a polegada), é colocado seu símbolo. 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. Evita-se colocar cotas em linhas tracejadas.

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.

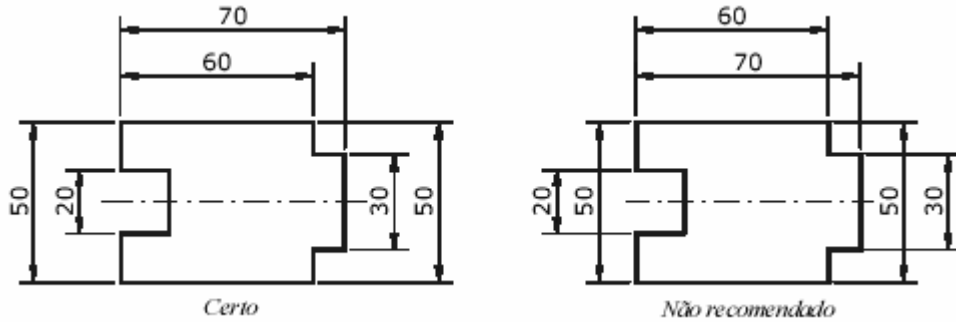
Todas as cotas de um desenho ou de um conjunto de desenhos de uma mesma máquina ou de um mesmo equipamento devem ter os valores expressos em uma mesma unidade de medida, sem indicação do símbolo da unidade de medida utilizada. Normalmente, a unidade de medida mais utilizada no desenho técnico é o milímetro.

Quando houver necessidade de utilizar outras unidades, além daquela predominante, o símbolo da unidade deve ser indicado ao lado do valor da cota.

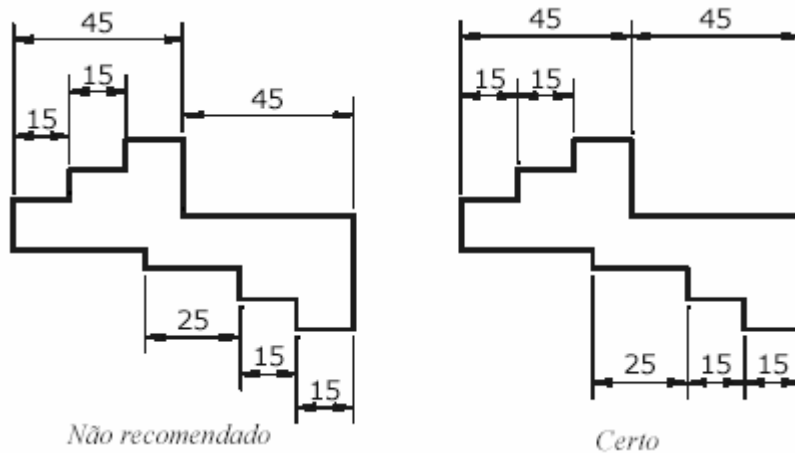
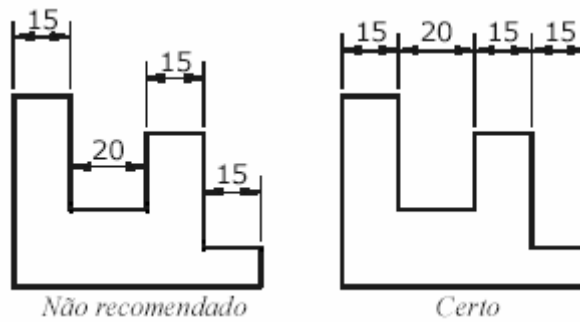
Para facilitar a leitura e a interpretação do desenho, deve-se evitar colocar cotas dentro dos desenhos e, principalmente, cotas alinhadas com outras linhas do desenho, conforme mostra a Figura:



Outro cuidado que se deve ter para melhorar a interpretação do desenho é 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, conforme mostra a Figura abaixo:



Sempre que possível, as cotas devem ser colocadas alinhadas, conforme mostram as figuras abaixo:

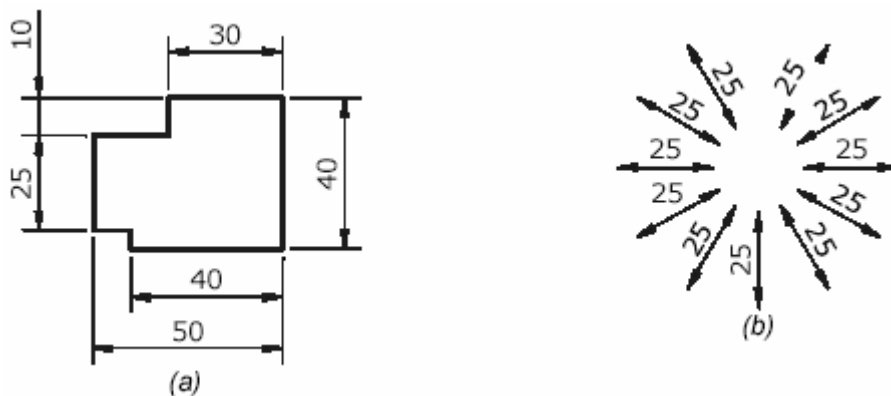


Os números que indicam os valores das cotas devem ter um tamanho que garanta a legibilidade e não podem ser cortados ou separados por qualquer linha.

A Norma NBR 10126 da ABNT fixa dois métodos para posicionamento dos valores numéricos das cotas.

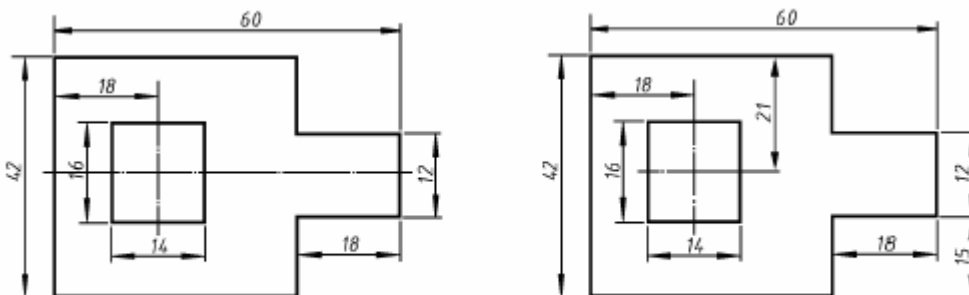
O primeiro método, que é o mais utilizado, determina que:

- **nas linhas de cota horizontais o número deverá estar acima da linha de cota, conforme mostra a Figura (a);**
- **nas linhas de cota verticais o número deverá estar à esquerda da linha de cota, conforme mostra a Figura (a);**
- **nas linhas de cota inclinadas deve-se buscar a posição de leitura, conforme mostra a Figura (b).**



XI.b - Cotagem de peças simétricas

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



Sem linha de simetria

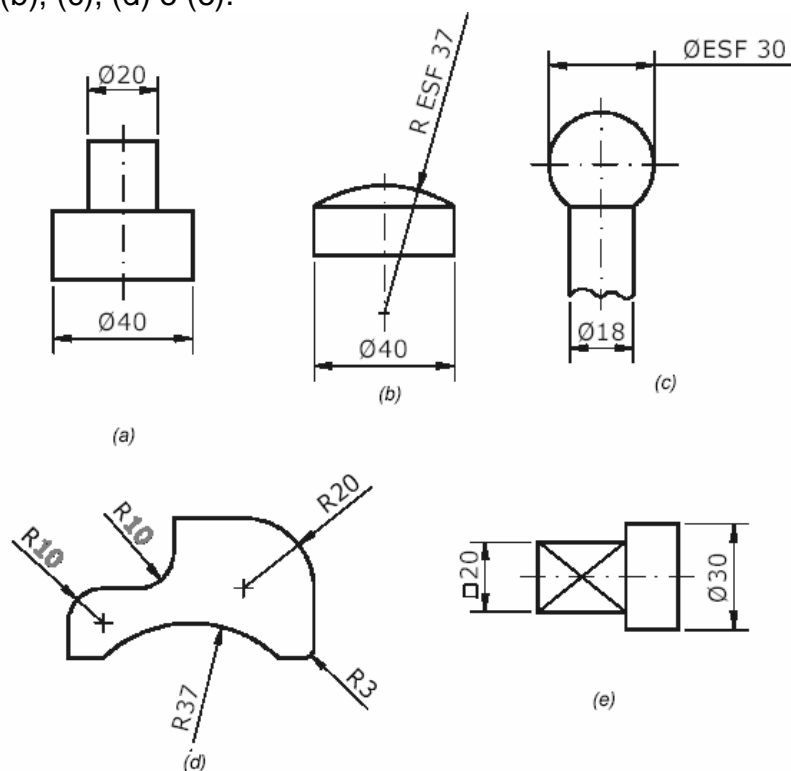
Com linha de simetria

XI.c- Símbolos indicativos das formas cotadas

Para melhorar a leitura e a interpretação das cotas dos desenhos são utilizados símbolos para mostrar a identificação das formas cotadas, conforme mostra a tabela abaixo.

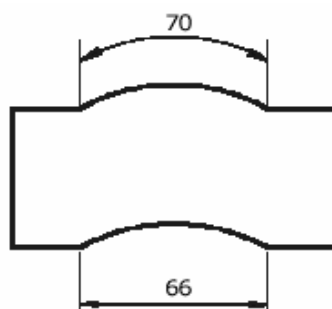
∅ : Indicativo de diâmetro	∅ ESF : Indicativo de diâmetro esférico
R : Indicativo de raio	R ESF : Indicativo de raio esférico
□ : Indicativo de quadrado	

Os símbolos devem preceder o valor numérico da cota, como mostram as Figuras (a), (b), (c), (d) e (e).



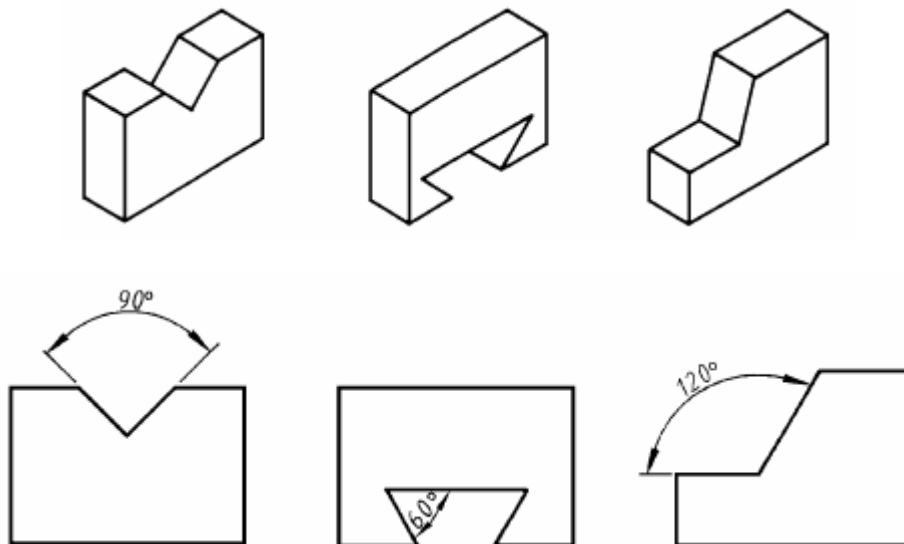
XI.d - Cotagem de Cordas e Arcos

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

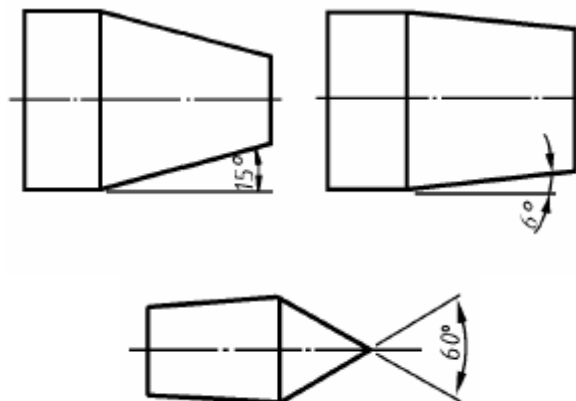


XI.e - Cotagem de elementos angulares

Existem peças que têm elementos angulares. Elementos angulares são formados por ângulos. O ângulo é medido com o transferidor. A cotagem da abertura do elemento angular é feita em linha de cota curva, cujo centro é vértice do ângulo cotado.

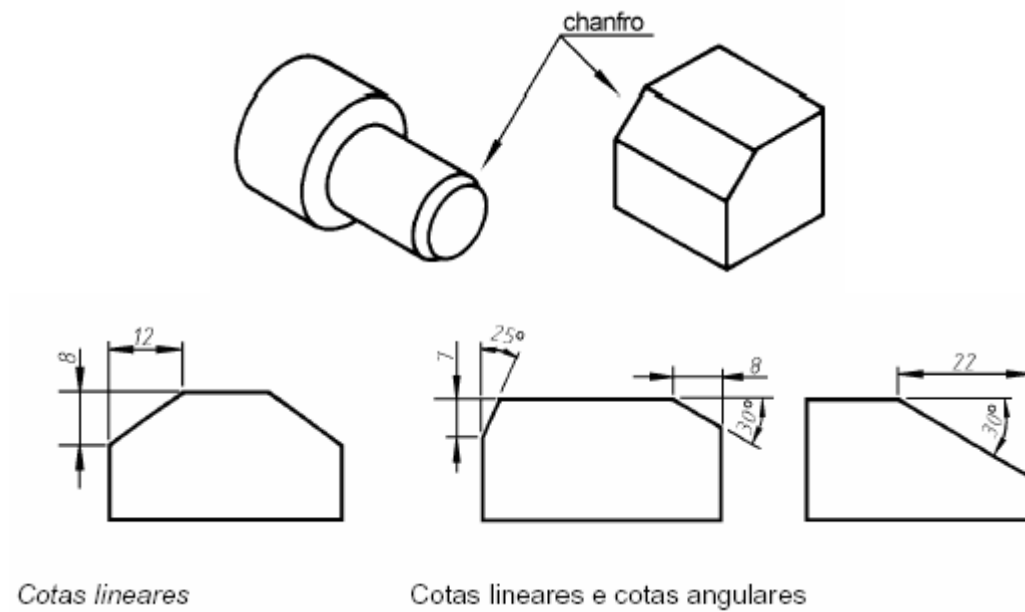


XI.f - Cotagem de ângulos em peças cilíndricas

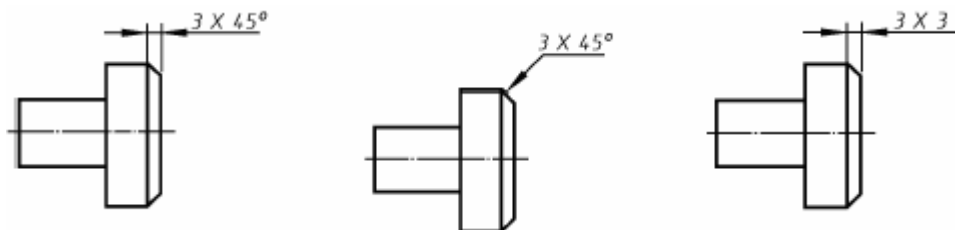


XI.g - Cotagem de chanfros

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.

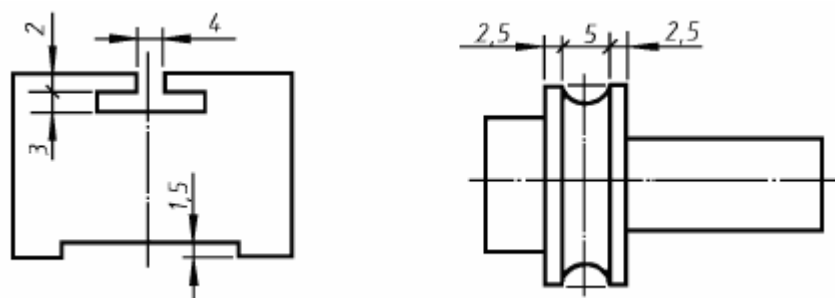


Em peças planas ou cilíndricas, quando o chanfro está a 45° é possível simplificar.

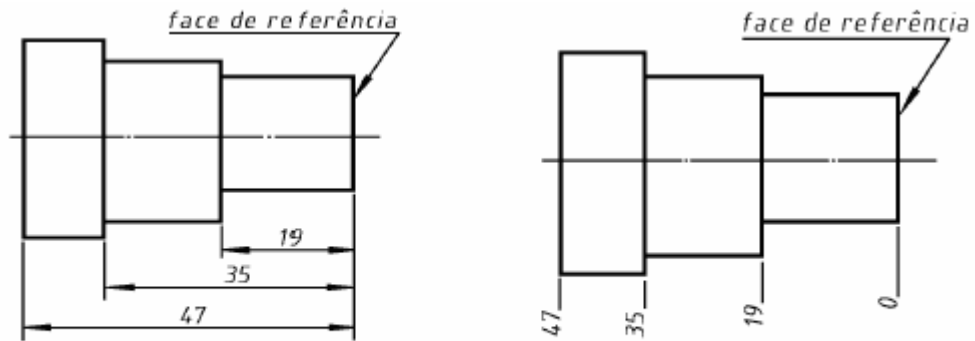


XI.h - Cotagem em espaços reduzidos

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



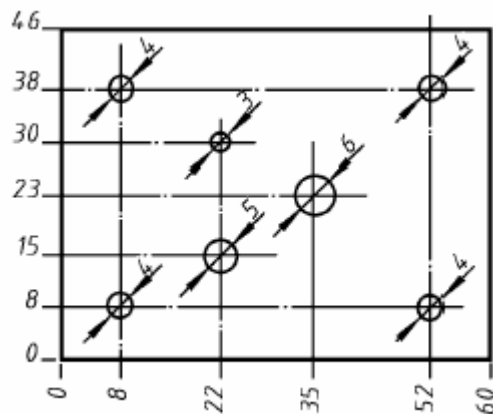
XI.i - Cotagem por faces de referência



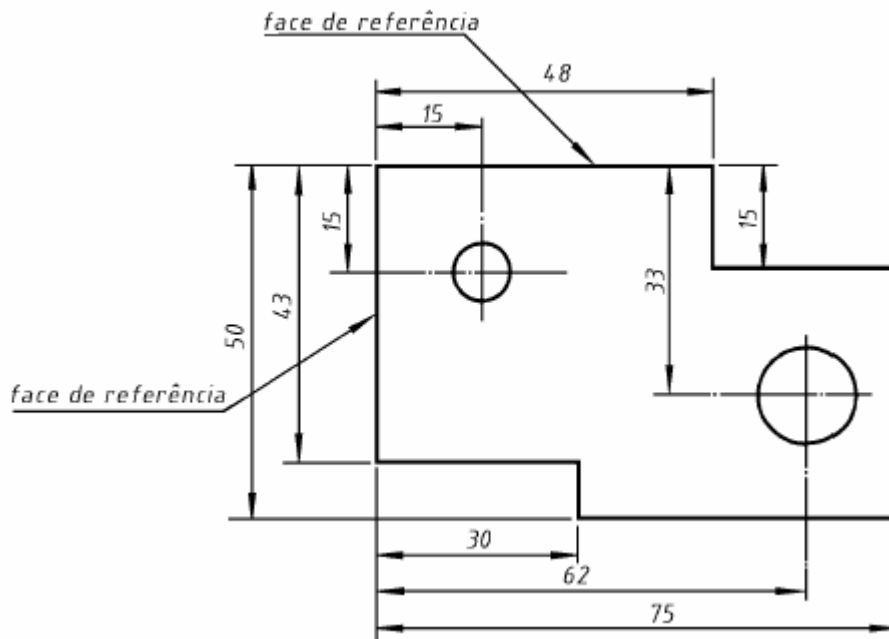
Cotagem em paralelo

Cotagem aditiva

Na cotagem por faces de referência as medidas da peça são indicadas a partir das faces. A cotagem por faces de referência ou por elementos de referência pode ser executada como cotagem em paralelo ou cotagem aditiva. A cotagem aditiva é uma simplificação da cotagem em paralelo e pode ser utilizada onde há limitação de espaço, desde que não haja problema de interpretação. A cotagem aditiva em duas direções pode ser utilizada quando for vantajoso.

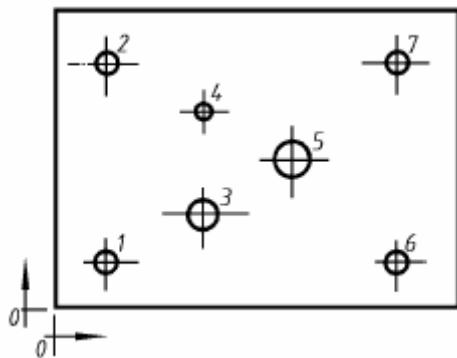


Cotagem aditiva em duas direções



XI.j - Cotagem por coordenadas

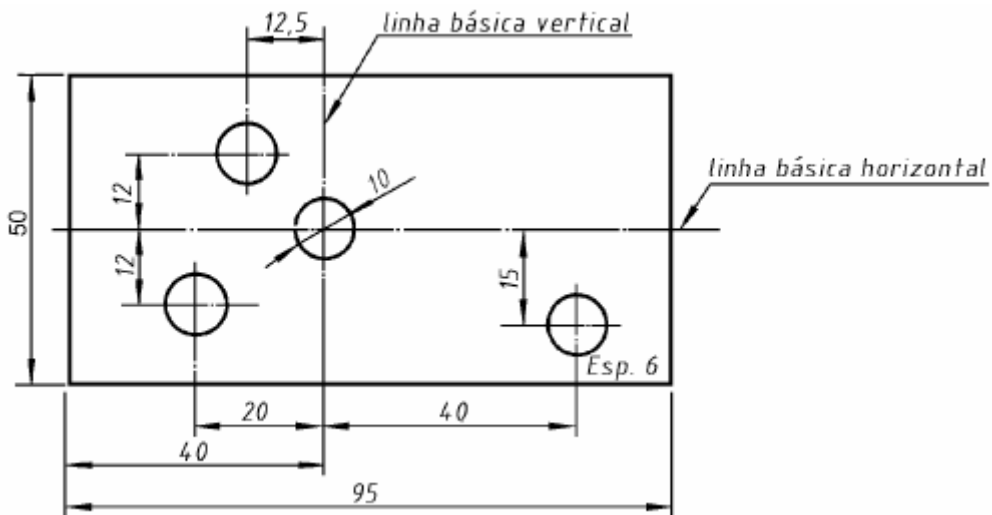
A cotagem aditiva em duas direções pode ser simplificada por cotagem por coordenadas. A peça fica relacionada a dois eixos. Fica mais prático indicar as cotas em uma tabela ao invés de indicá-la diretamente sobre a peça.



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

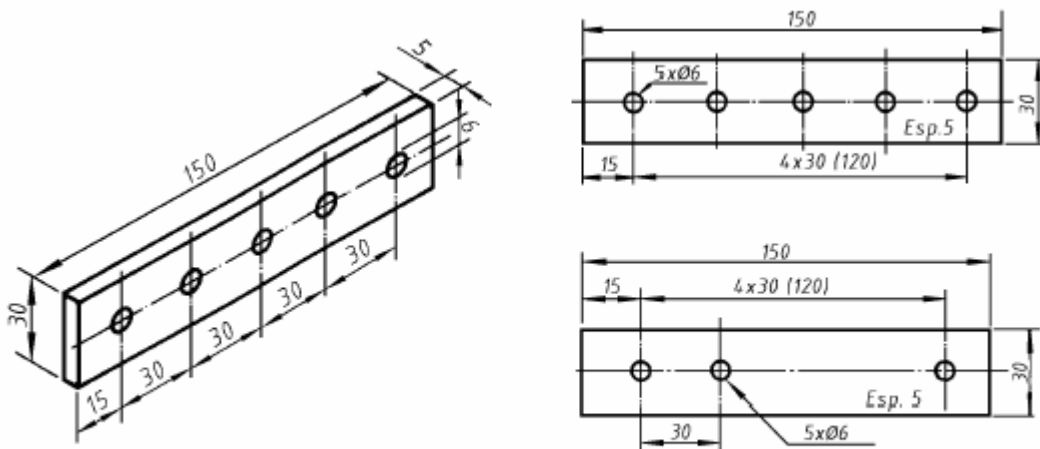
XI.k - Cotagem por linhas básicas

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

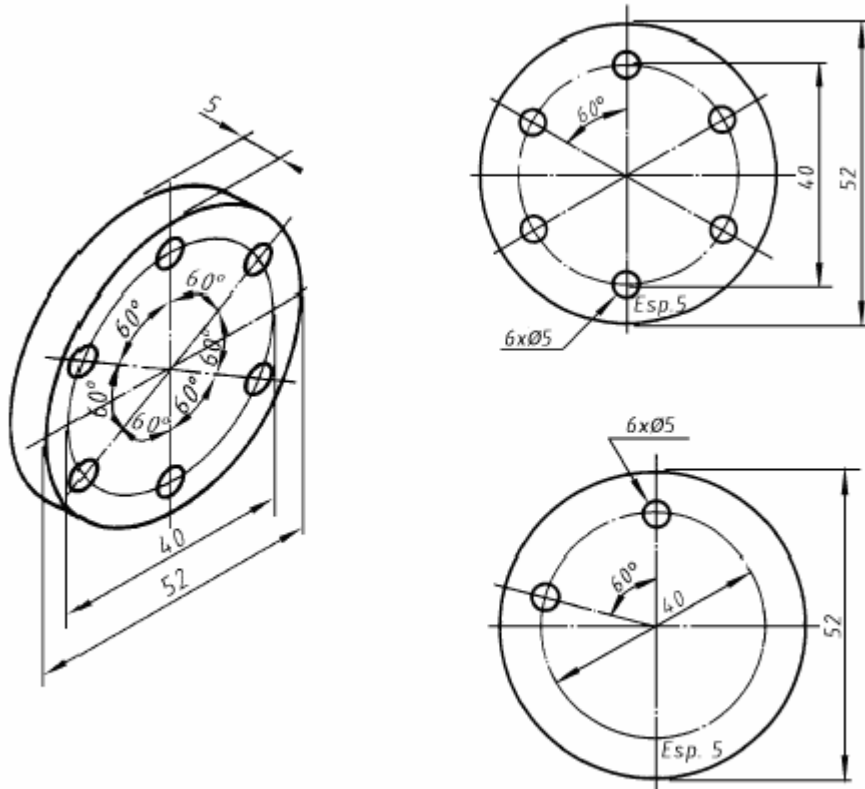


XI. I - Cotagem de furos espaçados igualmente

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 por cotas angulares.



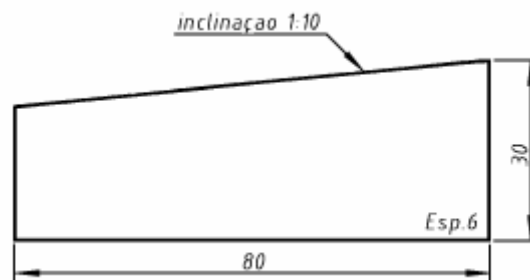
Cotagem linear



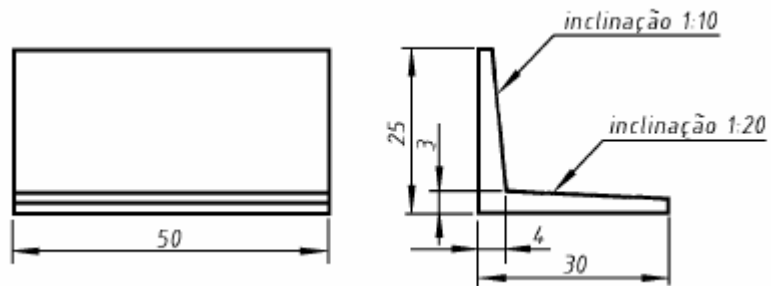
Cotagem linear e angular

XI.m - Cotagem de peças com faces ou elementos inclinados

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

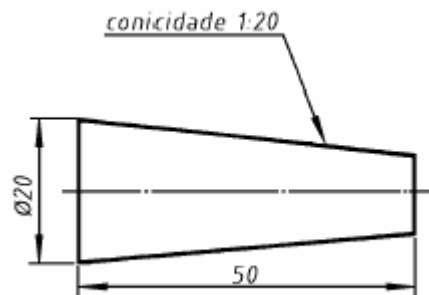


A relação de inclinação 1:10 indica que cada 10 milímetros do comprimento da peça, diminui-se um milímetro da altura. Com a relação de inclinação vem indicada do desenho técnico, não é necessário que a outra cota de altura da peça apareça. Outros exemplos a seguir.



XI.n - 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.



XII

Perspectiva Isométrica

Quando olhamos para um objeto, temos a sensação de profundidade e relevo. As partes que estão mais próximas de nós parecem maiores e as partes mais distantes aparentam ser menores. A fotografia mostra um objeto do mesmo modo como ele é visto pelo olho humano, pois transmite a idéia de três dimensões: comprimento, largura e altura. O desenho, para transmitir essa mesma idéia, precisa recorrer a um modo especial de representação gráfica: a perspectiva. Ela representa graficamente as três dimensões de um objeto em um único plano, de maneira a transmitir a idéia de profundidade e relevo. Existem diferentes tipos de perspectiva. Veja como fica a representação de um cubo em três tipos diferentes de perspectiva.

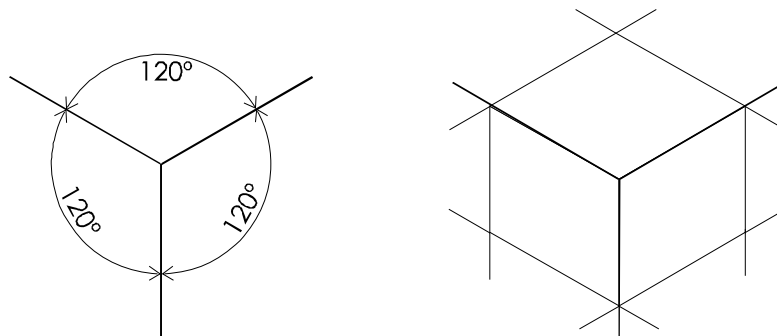


Cada tipo de perspectiva mostra o objeto de um jeito. Comparando as três formas de representação, podemos notar que a perspectiva isométrica é a que dá a idéia menos deformada do objeto. **Iso** quer dizer mesma; **métrica** quer dizer medida. A perspectiva isométrica mantém as mesmas proporções do comprimento, da largura e da altura do objeto representado. Além disso, o traçado da perspectiva isométrica É relativamente simples.

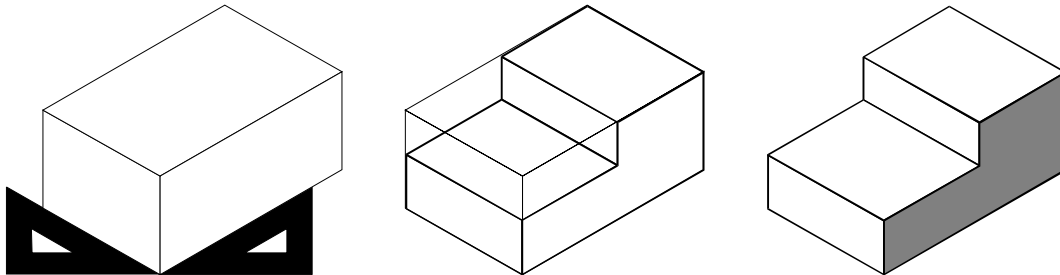
XII.a – Eixos Isométricos

As semi-retas, assim dispostas (conforme a figura abaixo à esquerda), recebem o nome de eixos isométricos.

O traçado de qualquer perspectiva isométrica parte sempre dos eixos isométricos.



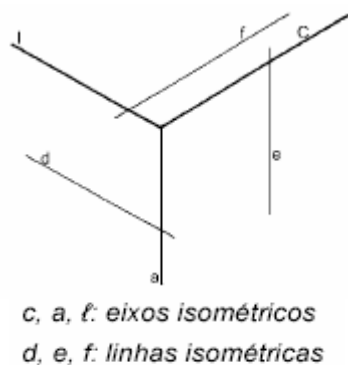
A perspectiva Isométrica nos dá uma visão muito próxima do real e é amplamente usada para a representação de peças. Seus eixos principais estão inclinados em 120° uns dos outros e por esse motivo o par de esquadros facilitará muito o desenho.



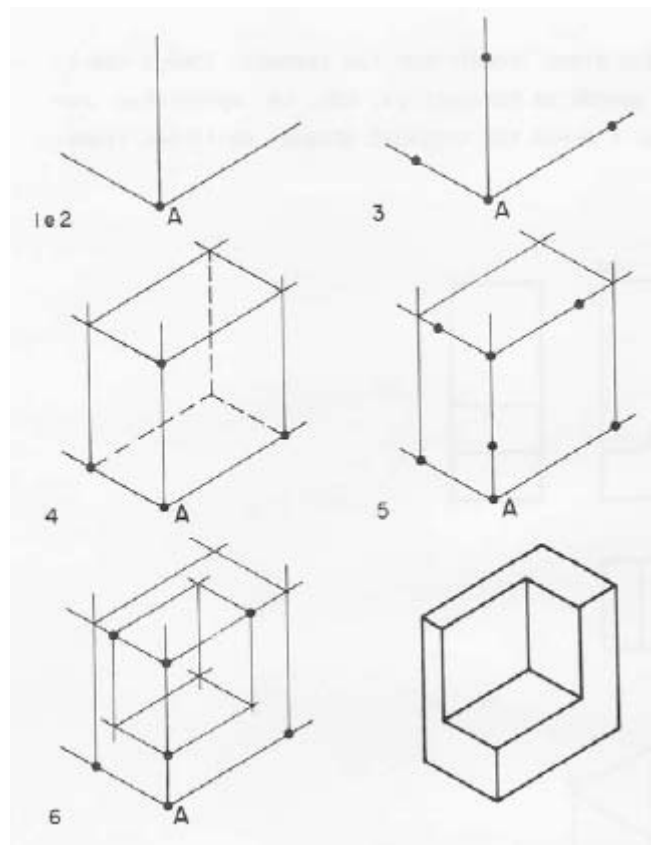
As linhas que não estiverem em 30° (obs. $90^\circ + 30^\circ = 120^\circ$) em relação a horizontal, estarão a 90° . Portanto o jogo de esquadros será suficiente para todo traçado.

XII.b – Linhas Isométricas

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



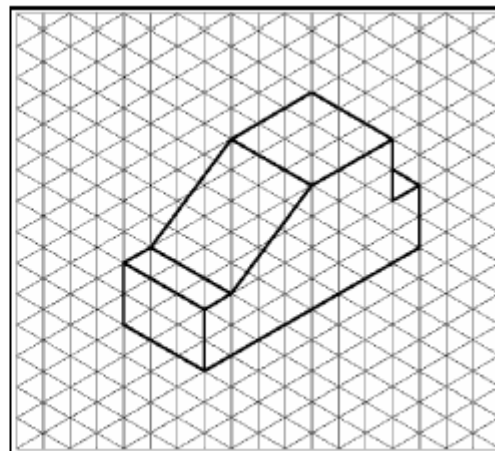
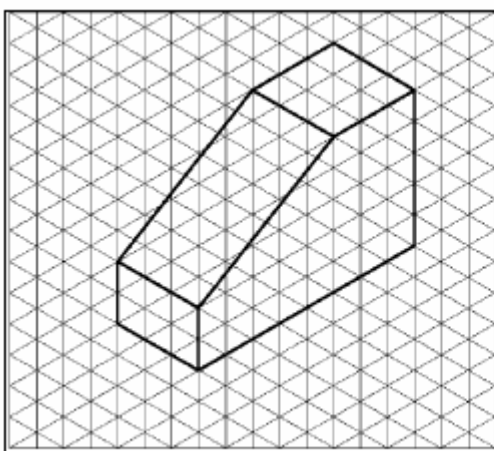
Inicia-se a isométrica com os traçados dos eixos isométricos a partir de um ponto definido (A). Em seguida, são marcadas nesses eixos as medidas de comprimento, largura e altura do prisma; Após isso, são traçadas as faces de frente, de cima e do lado do prisma tomando como referência as medidas marcadas nos eixos isométricos. Em seguida são marcadas as medidas do rebaixo e traçadas da mesma maneira que as faces do prisma. E, por último, para finalizar o traçado da perspectiva isométrica, são apagadas as linhas de construção e reforçado o contorno do objeto.

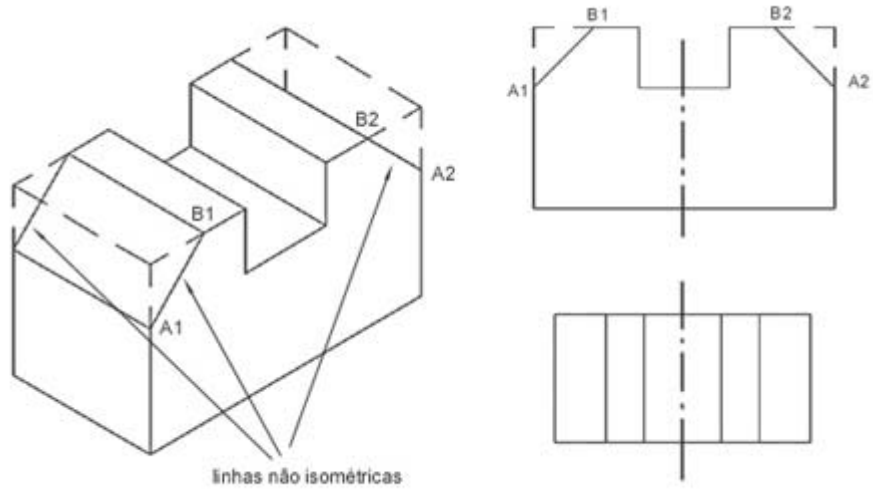


XII.c – Linhas Não Isométricas

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

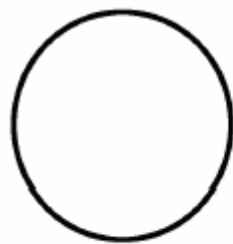
Exemplos:





XII.d – Traçado da Elipse (Representação da Circunferência na Isométrica)

O círculo em perspectiva tem sempre a forma de elipse.

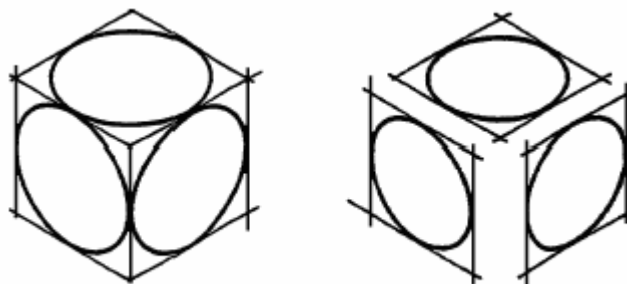


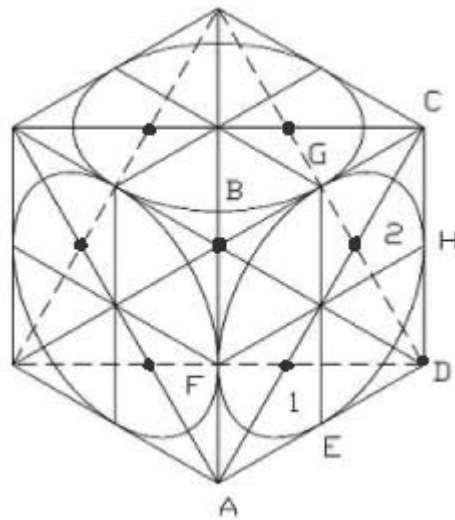
Círculo



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 elipse isométrica de quatro centros:

- 1- Traçar o quadrado isométrico ABCD;
- 2- Determinar os pontos médios EFGH dos lados do quadrado ABCD;
- 3- Traçar as diagonais BD e AC;
- 4- Traçar as diagonais DF e DG;
- 5- Nas interseções das diagonais DF e AC, determinar o ponto 1;
- 6- Nas interseções das diagonais DG e AC, determinar o ponto 2;
- 7- Ponto 1 -- centro do arco EF;
- 8- Ponto 2 – centro do arco GH;
- 9- Ponto B – centro do arco HE;
- 10-Ponto D – centro do arco FG.

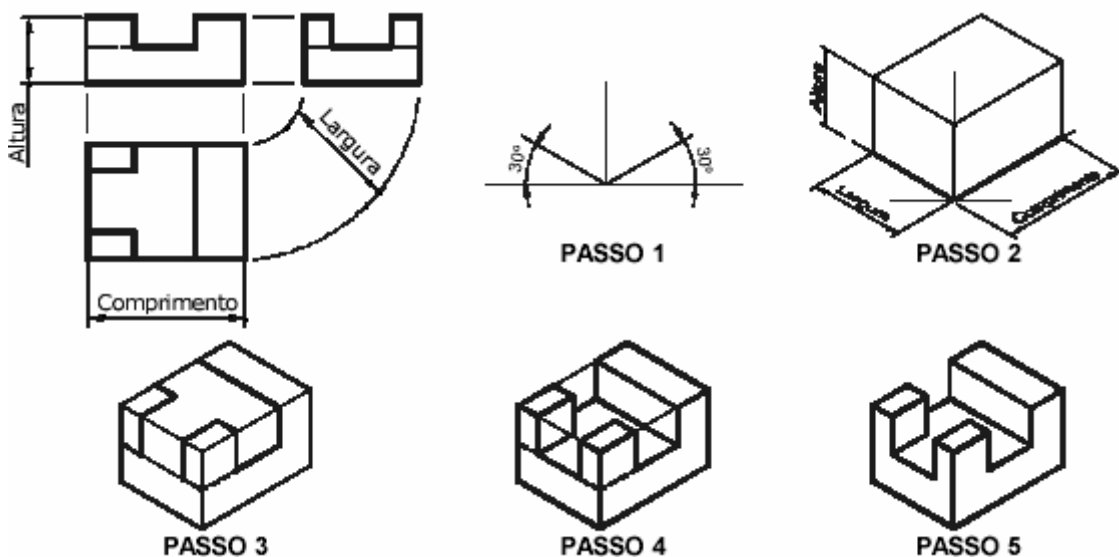
XII.e – Esboço em Perspectiva

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.

Assim sendo, o desenho do paralelepípedo de referência deve começar pelos três eixos isométricos. No Passo 1 da Figura vê-se que um dos eixos isométricos é traçado verticalmente e os outros dois fazem um ângulo de 30° com uma linha horizontal.

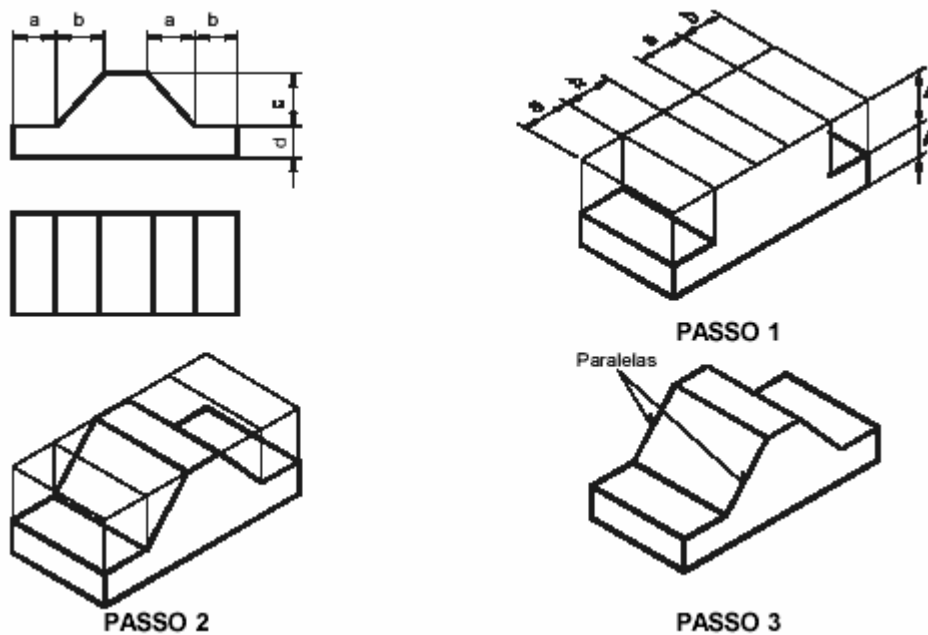
Traçados os eixos isométricos, deve-se marcar sobre eles tamanhos proporcionais às medidas de comprimento, largura e altura da peça representada nas projeções ortogonais. Seguindo as medidas marcadas, traçam-se linhas paralelas aos eixos isométricos até obter o paralelepípedo de referência, conforme aparece no Passo 2 da Figura.



Os Passos 3, 4 e 5 da Figura mostram a obtenção da forma espacial representada nas projeções ortogonais desenhando nas faces do paralelepípedo as vistas correspondentes. Observe que 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.

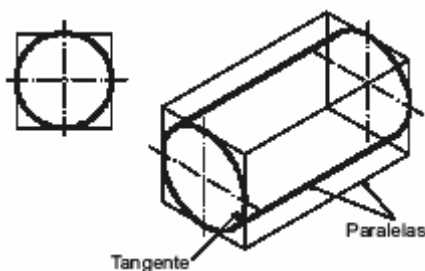
XII.f – Esboço em Perspectiva de Superfícies Inclinadas

As superfícies inclinadas, quando desenhadas em perspectivas, não acompanham as direções dos eixos isométricos. Nos esboços em perspectivas o traçado das superfícies inclinadas não deve ser orientado pelo ângulo de inclinação da superfície. 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. A Figura abaixo ilustra a elaboração do desenho do esboço em perspectiva contendo superfícies inclinadas.



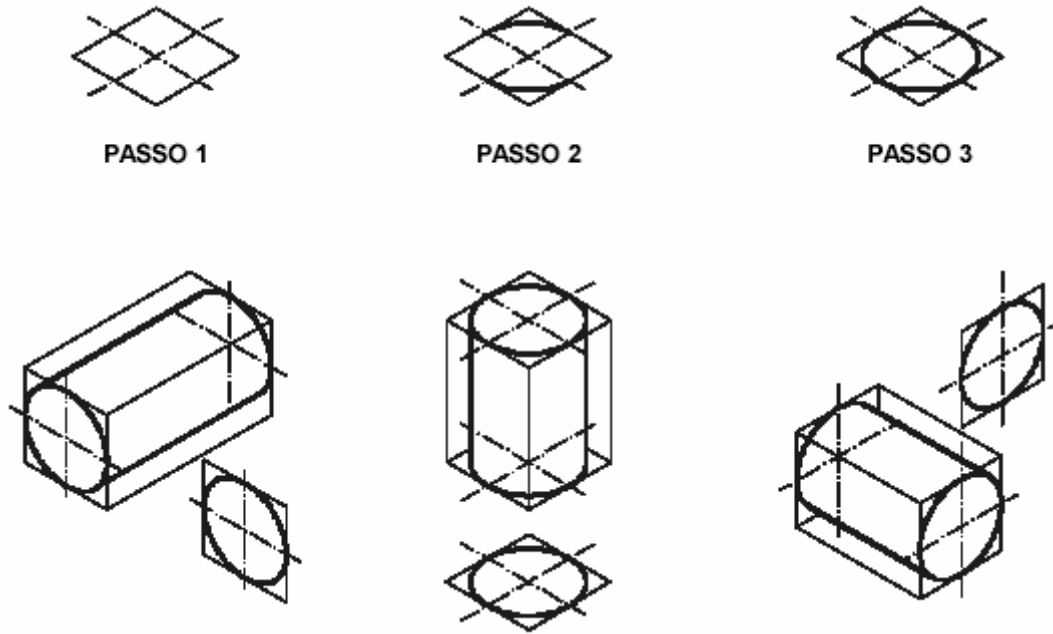
XII.g – Esboço em Perspectiva de Superfícies Curvas

Como o círculo pode ser inscrito em um quadrado, conclui-se que um cilindro pode ser inscrito em um paralelepípedo de base quadrada, conforme mostra a Figura abaixo.

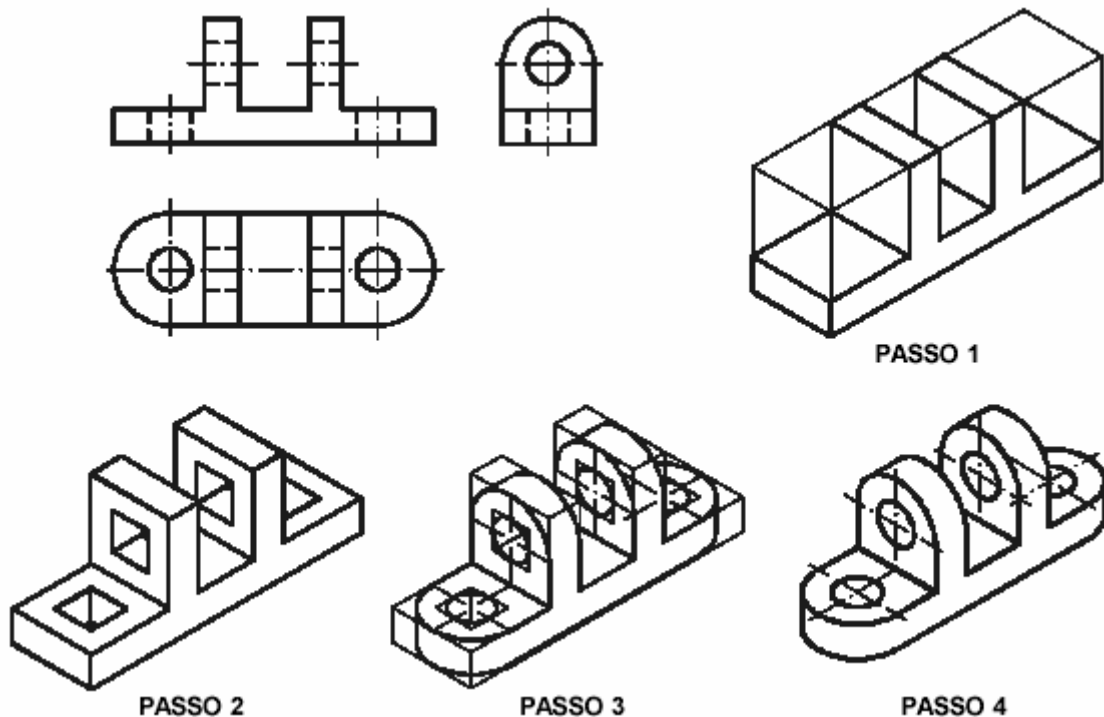


Observe que o círculo inscrito no quadrado em perspectiva tem a forma de uma elipse. O desenho do cilindro em perspectiva será obtido traçando-se elipses nas faces quadradas e unindo-as com retas tangentes às arestas do comprimento do paralelepípedo.

Os passos da Figura abaixo mostram a seqüência de elaboração do desenho da elipse que representa o círculo em perspectiva, e suas diferentes posições espaciais.

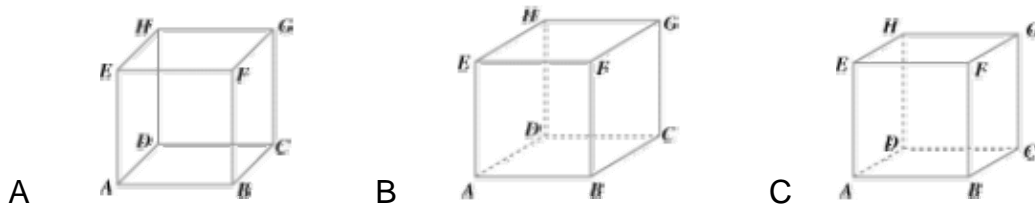


O desenho em perspectiva de peças que contenham superfícies curvas é elaborado aplicando-se, passo a passo, a metodologia já exposta. A Figura abaixo mostra os passos para elaboração de esboços em perspectiva de peças com superfícies curvas.



XIII Perspectiva Cavaleira

Na figura abaixo apresentamos três tipos usuais de perspectiva cavaleira.



A escolha entre estas diferentes perspectivas cavaleiras é sobretudo uma questão de gosto, embora se possam ainda acrescentar outro tipo de considerações:

- O caso A apresenta as superfícies lateral *BCFG* e superior *EFGH* - relacionadas à profundidade - muito reduzidas em relação ao seu tamanho real;
- No caso B a profundidade da representação do cubo parece, pelo menos a muitos de nós, exagerada;
- O caso C parece a muitos o mais equilibrado.

As arestas relacionadas à altura e largura/comprimento do objeto não sofrem qualquer tipo de redução no desenho da perspectiva cavaleira. As arestas que definem ou relacionam-se às profundidades, sofrerão redução de acordo com os coeficientes abaixo:

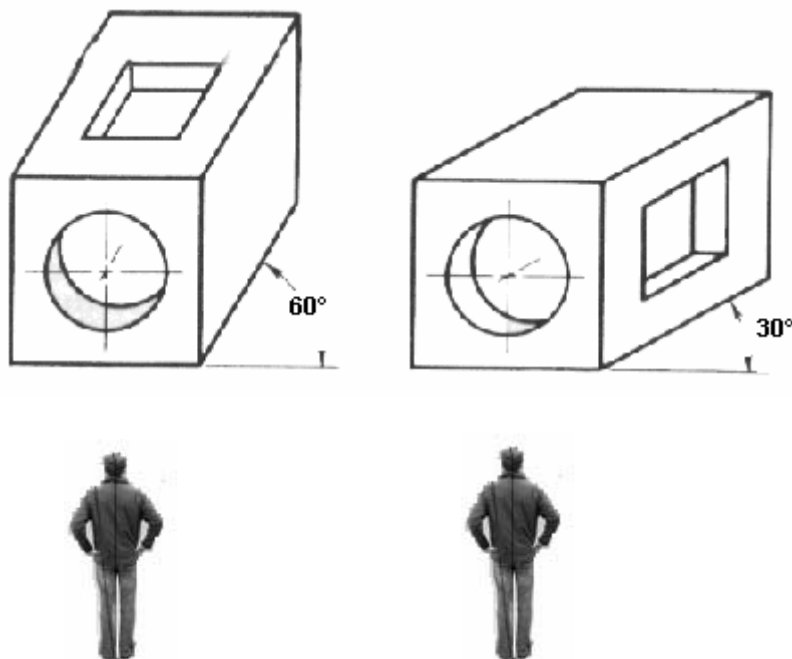
- **Arestas com 60° de inclinação – Redução de 2/3 da medida real (Caso A na fig. acima);**
- **Arestas com 45° de inclinação – Redução de 1/2 da medida real (Caso B na fig. acima);**
- **Arestas com 30° de inclinação – Redução de 1/3 da medida real (Caso C na fig. acima).**

Tipos	Coeficiente de redução das escalas dos eixos		
	L	A	P
Cavaleira 30°	1	1	2/3
Cavaleira 45°	1	1	1/2
Cavaleira 60°	1	1	2/3

onde, L= Largura, A= Altura, e P= Profundidade

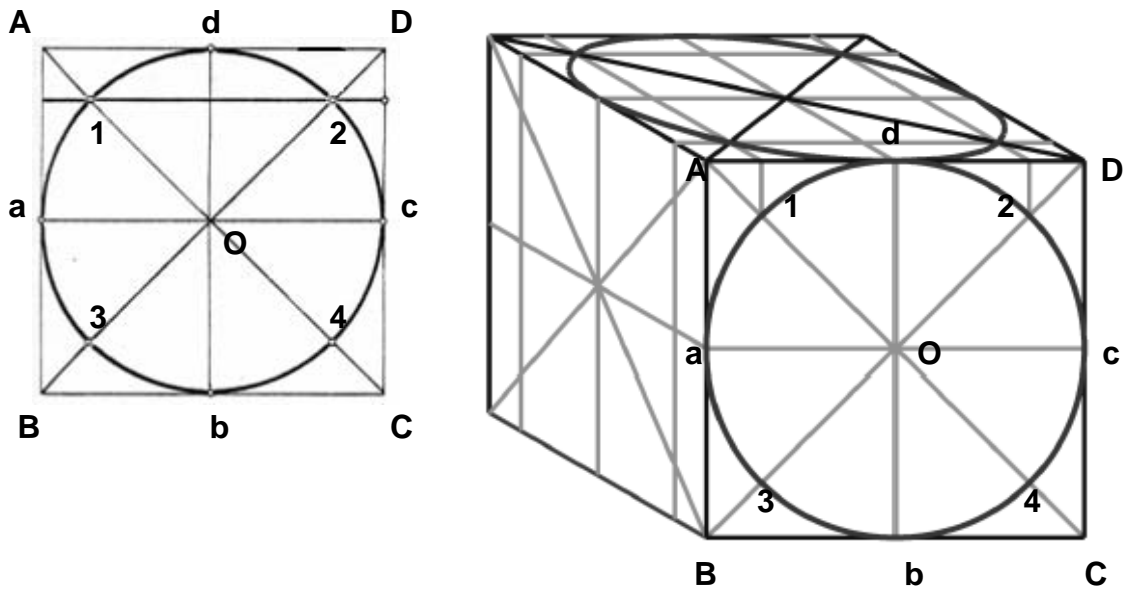
Observação:

A face ou plano da perspectiva cavaleira que corresponde à face frontal do objeto não terá qualquer inclinação, sendo sempre paralela ao observador e ao plano de projeção. Dizemos então, que essa face está em **verdadeira grandeza** (Representada através de seu tamanho real)).



XIII.a – Traçado da Circunferência na Cavaleira

A projeção ortogonal de um círculo cujo plano não é paralelo ao plano de projeção é sempre uma elipse. Sendo possível dispor de um quadrado circunscrito a um círculo, devidamente projetado como um paralelogramo, os pontos de tangência da elipse em projeção com os lados desse paralelogramo estão sempre nos pontos médios desses lados, o que facilita o traçado a mão livre da elipse.

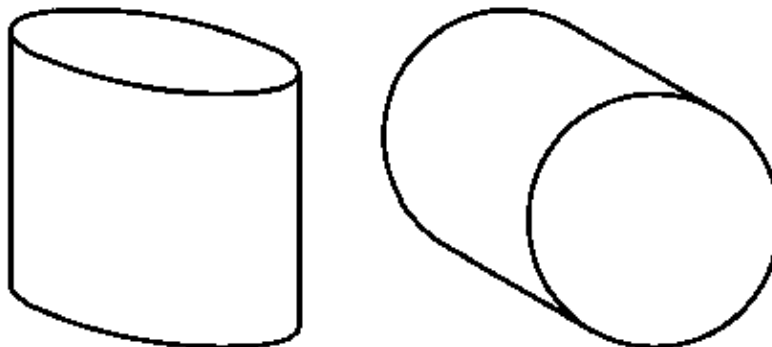


Traçado da Elipse na Cavaleira :

- 1- A partir do quadrado ABCD circunscrito, traçar as diagonais AC e BD;
- 2- Determinar os pontos médios a, b, c e d;
- 3- Traçar os segmentos ac e bd;
- 4- Nas interseções das diagonais AC e BD com a circunferência, determinar os pontos 1,2,3 e 4;
- 5- Repetir o traçado descrito nos itens acima, no plano superior e/ou lateral da perspectiva;
- 6- Traçar a elipse a mão livre, tendo a, b c e d (pontos de tangência) e os pontos 1, 2, 3 e 4 como seus pontos referenciais.

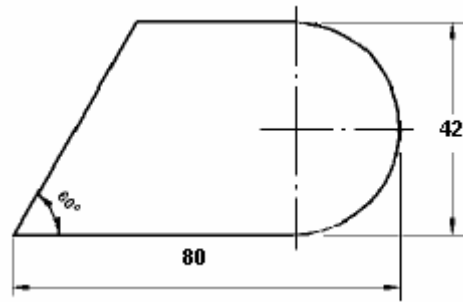
EXEMPLOS:

Perspectivas cavaleiras de elementos cilíndricos

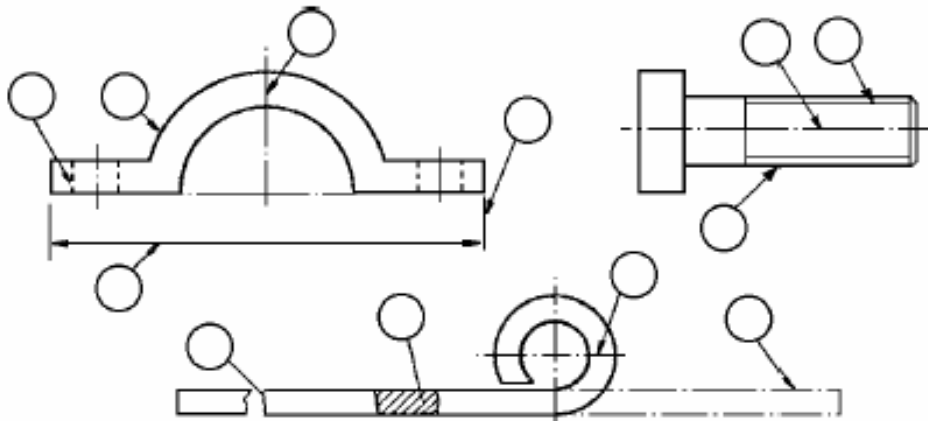


XIV Exercícios

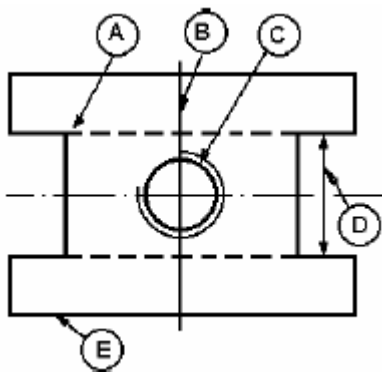
Desenhe a figura nas escalas 1:1, 1;2 e 2:1.



Coloque dentro dos círculos dos desenhos, os números correspondentes aos tipos de linhas indicadas na tabela do capítulo VI.

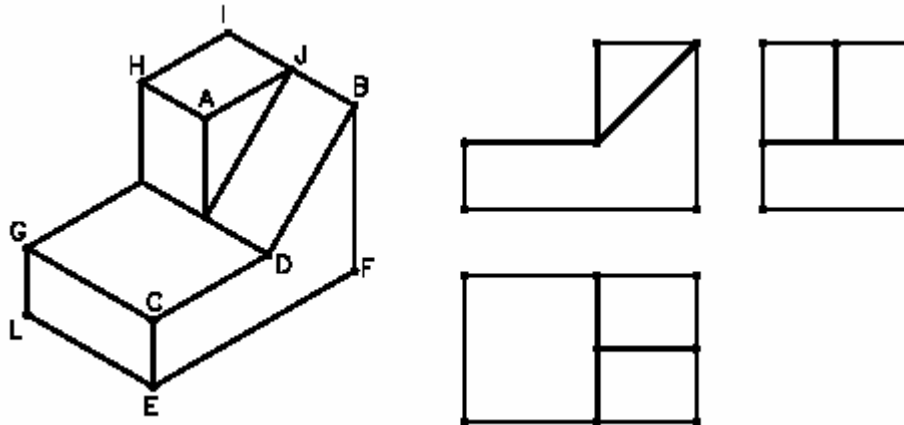


Escreva os nomes e tipos de linhas assinaladas por letras no desenho abaixo:

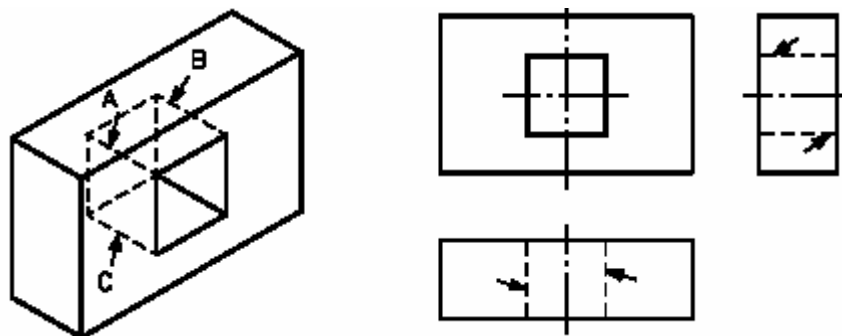


- A
- B.....
- C.....
- D.....
- E.....

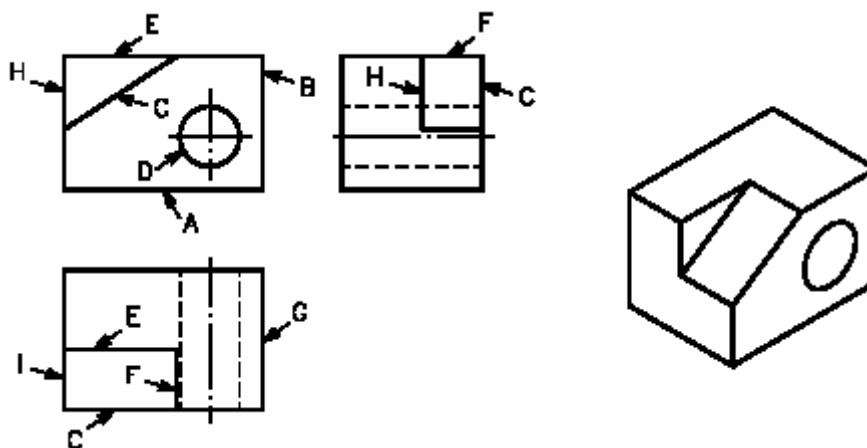
Escreva nas vistas ortográficas, as letras do desenho em perspectiva isométrica que correspondem aos seus vértices.



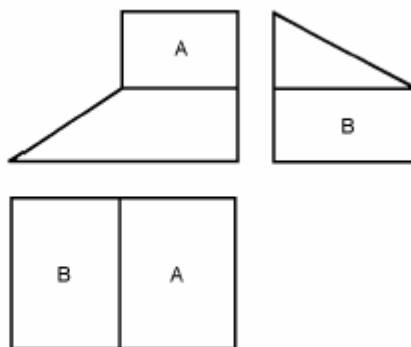
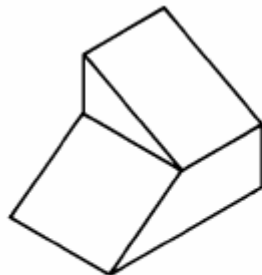
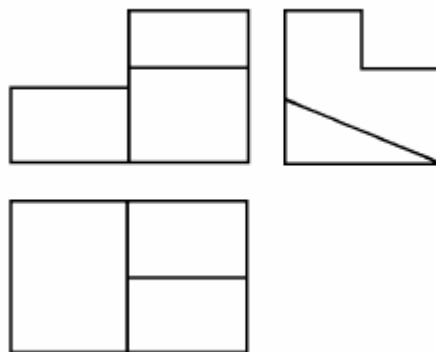
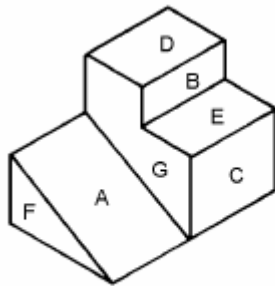
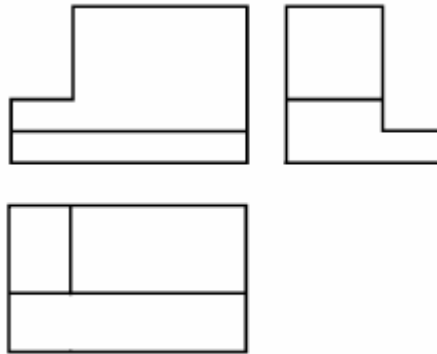
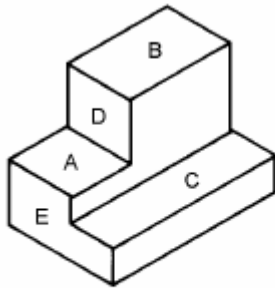
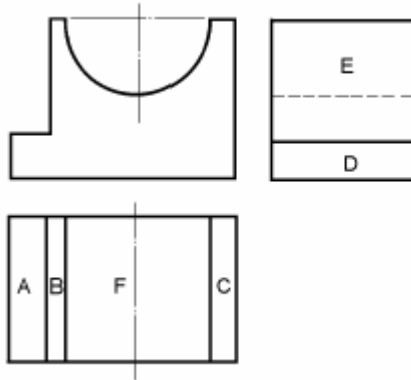
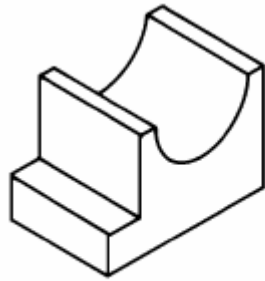
As letras indicadas no modelo em perspectiva representam as arestas indicadas nas vistas. Escreva essas letras nas setas correspondentes das vistas ortográficas.



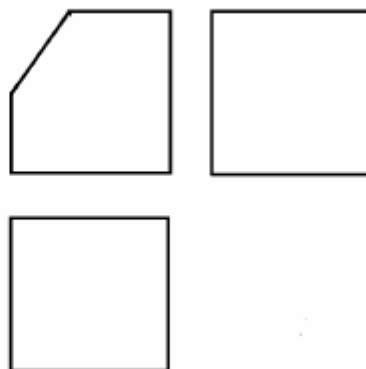
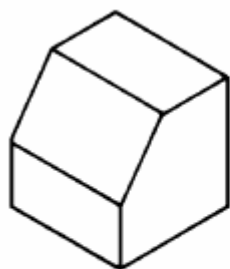
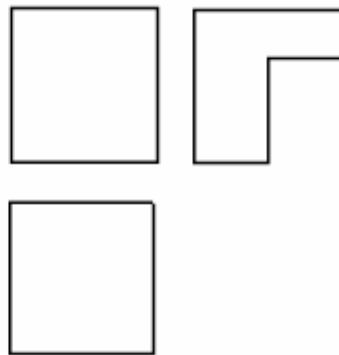
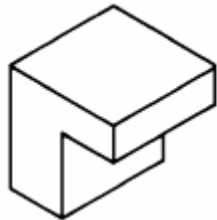
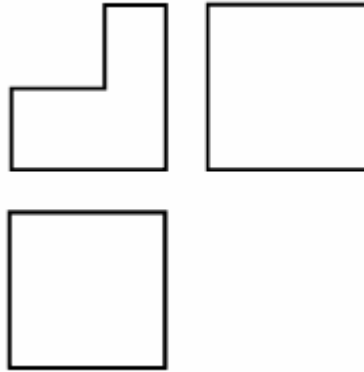
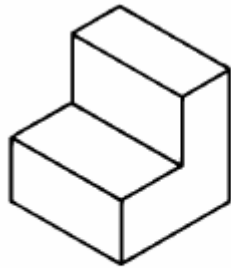
Escreva, no modelo representado em perspectiva isométrica, as letras das vistas ortográficas que correspondem às suas arestas.

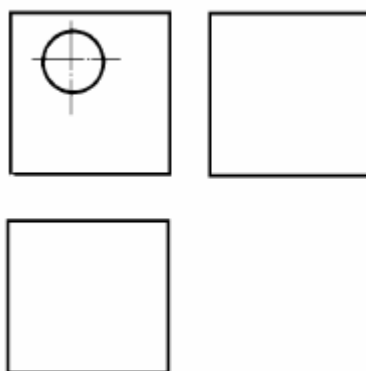
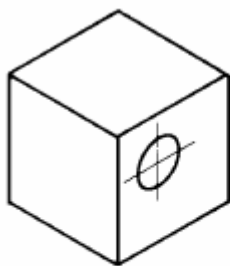
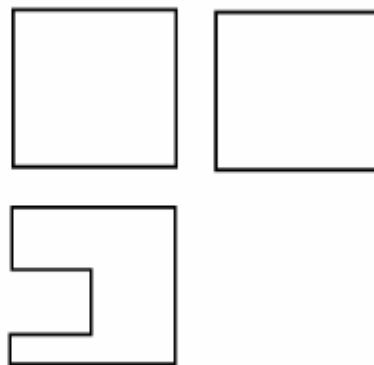
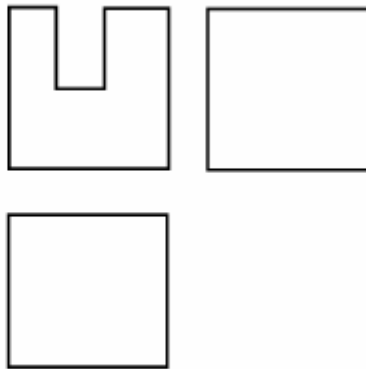
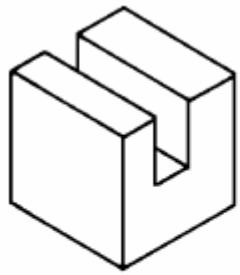


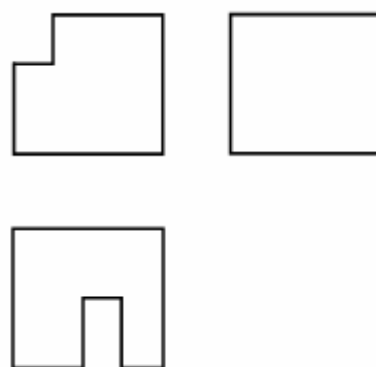
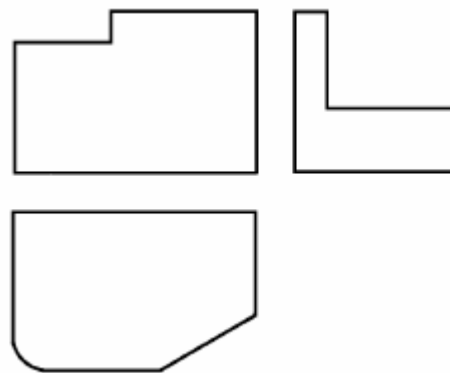
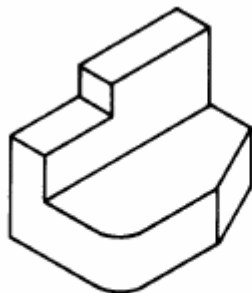
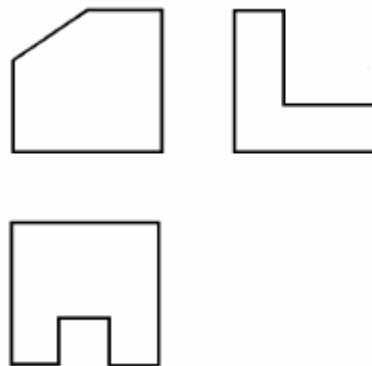
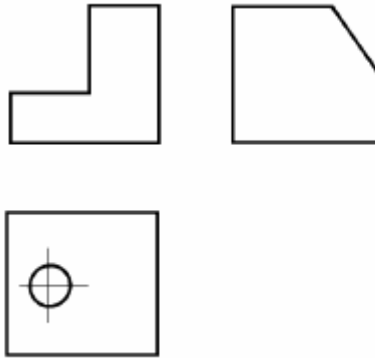
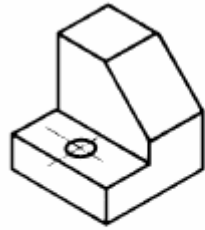
Escreva nos modelos representados em perspectiva isométrica as letras dos desenhos técnicos que correspondem às suas faces.



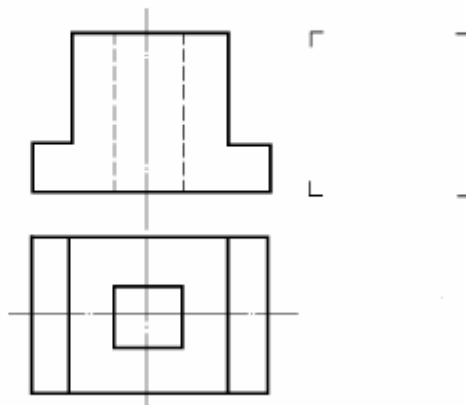
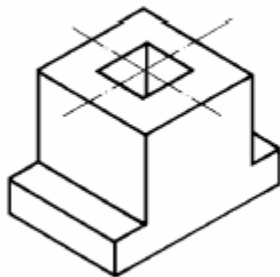
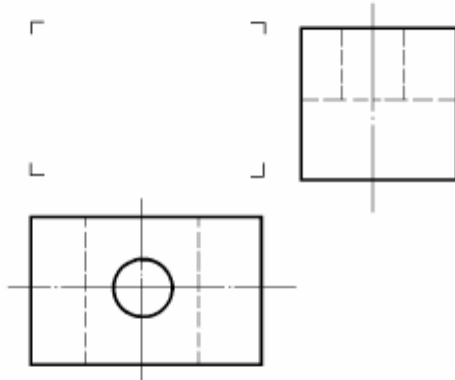
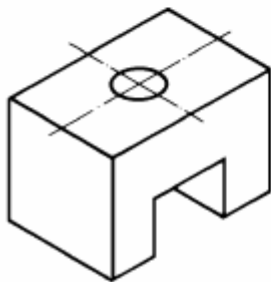
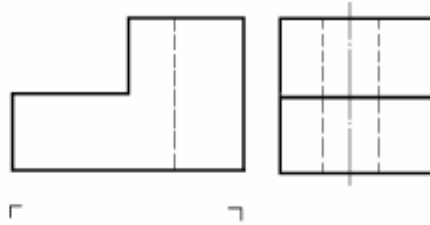
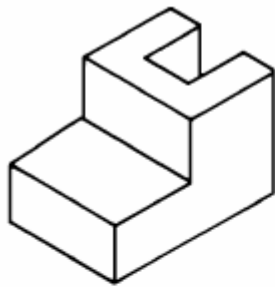
Complete as projeções.



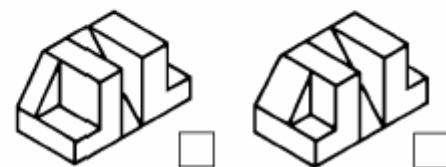
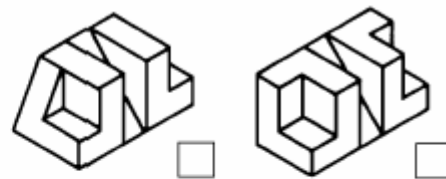
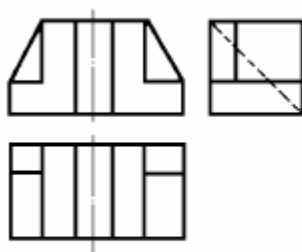
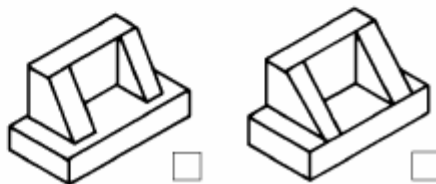
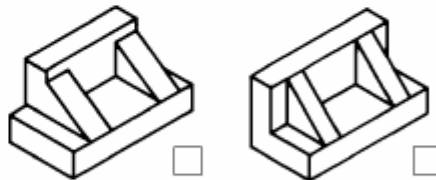
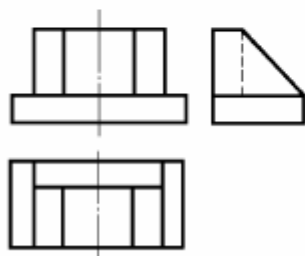
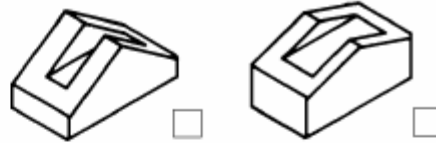
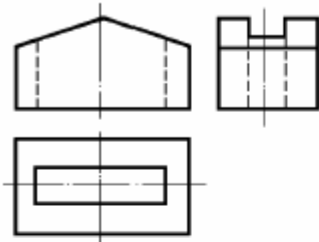





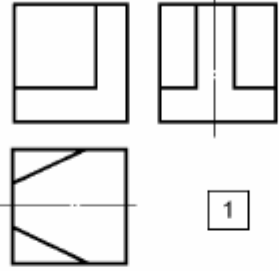
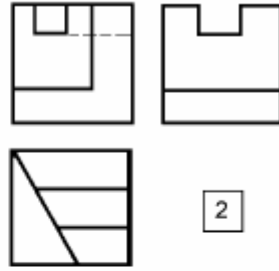
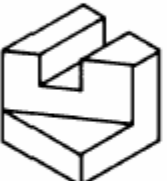
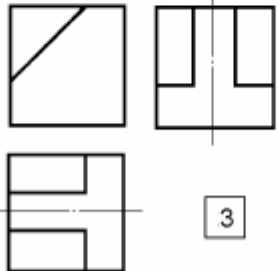
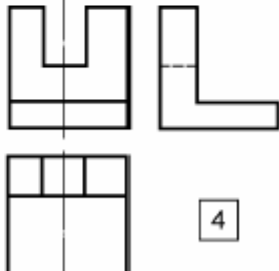

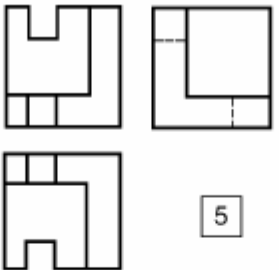
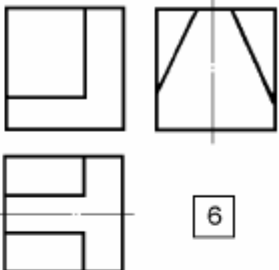

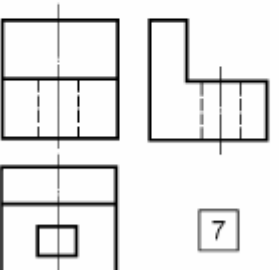
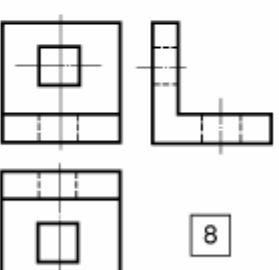
Desenhe a vista que falta.



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

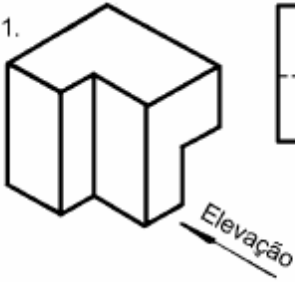
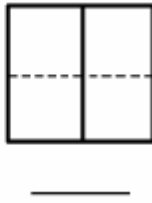
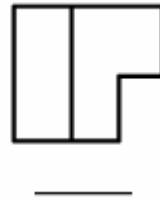
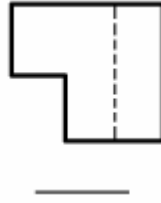
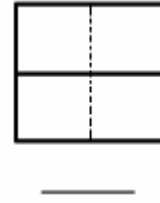
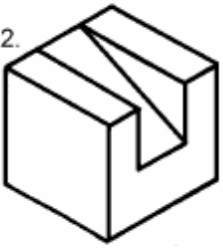



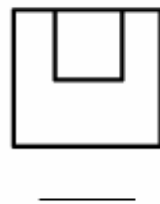
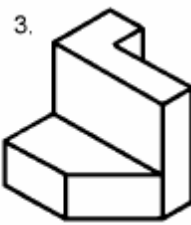
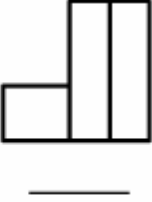
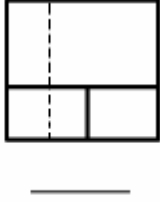

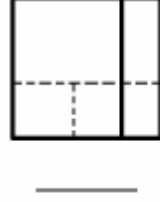

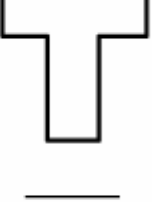

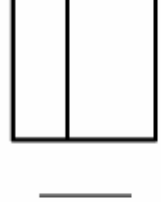



Anote embaixo de cada perspectiva o número correspondente às suas projeções.

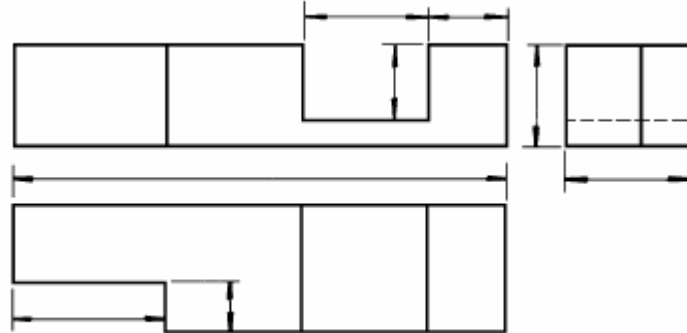
	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>		

Analise as perspectivas e identifique as projeções, escrevendo nas linhas correspondentes:

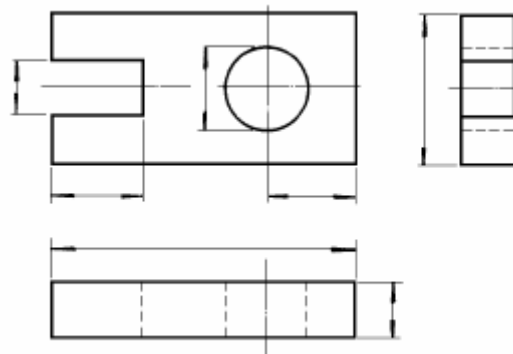
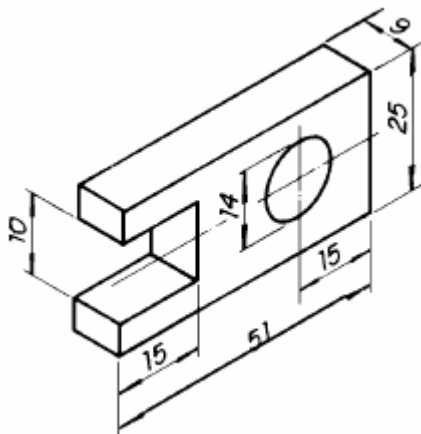
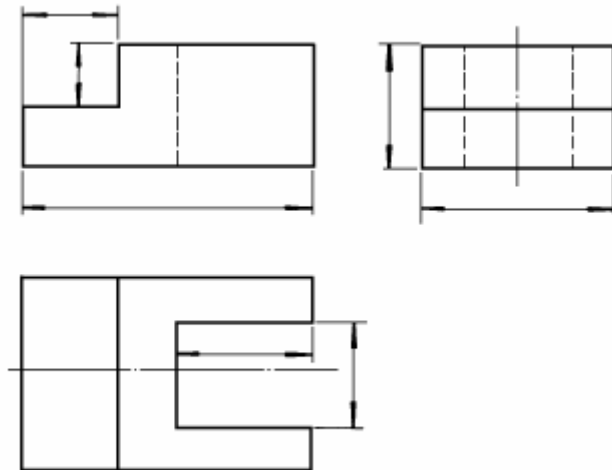
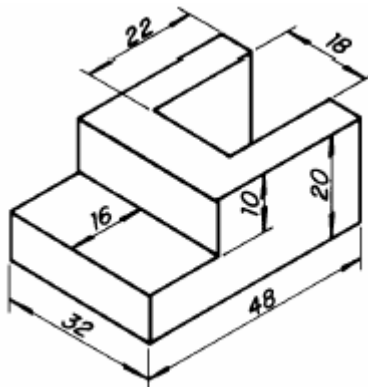
- F** para *vista frontal*
- S** para *vista superior*
- LE** para *vista lateral esquerda*
- LD** para *vista lateral direita*

1.		 _____	 _____	 _____	 _____
2.		 _____	 _____	 _____	 _____
3.		 _____	 _____	 _____	 _____
4.		 _____	 _____	 _____	 _____

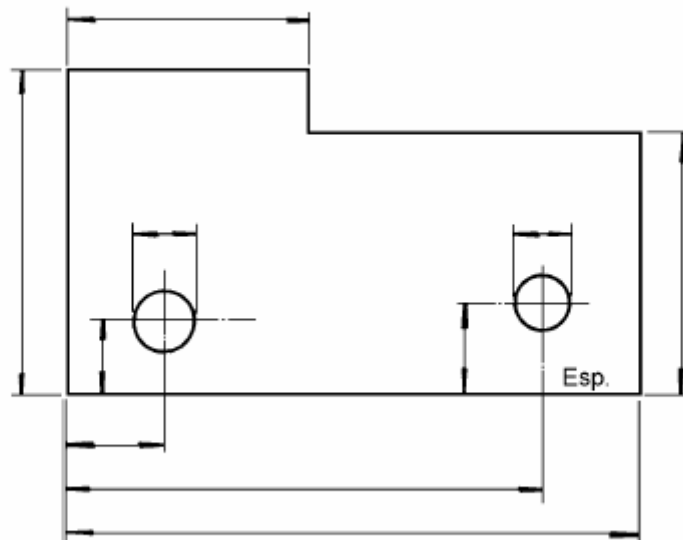
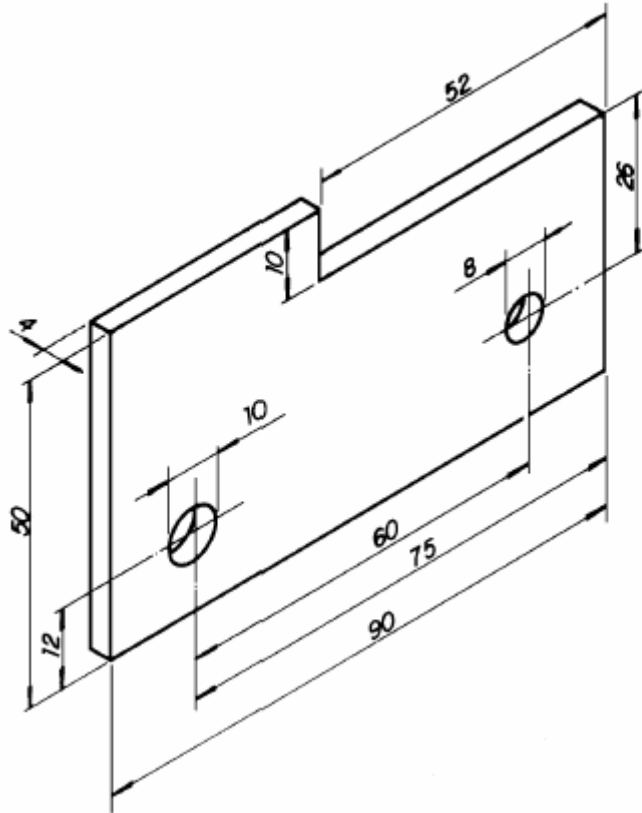
Faça a cotação tomando as medidas no desenho.



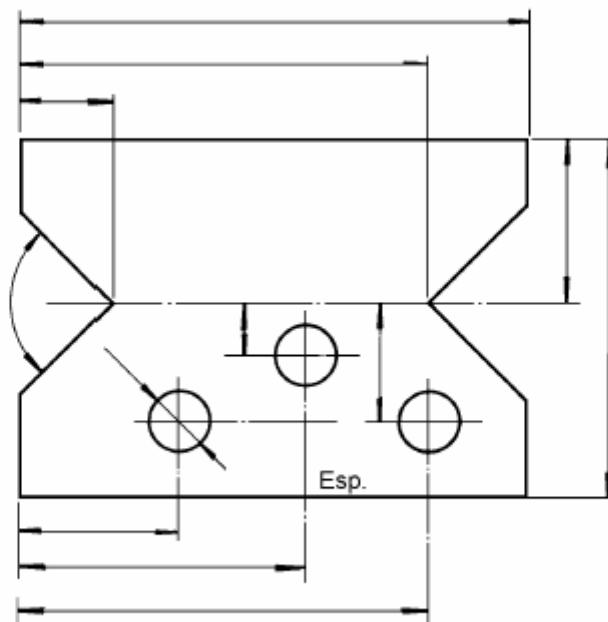
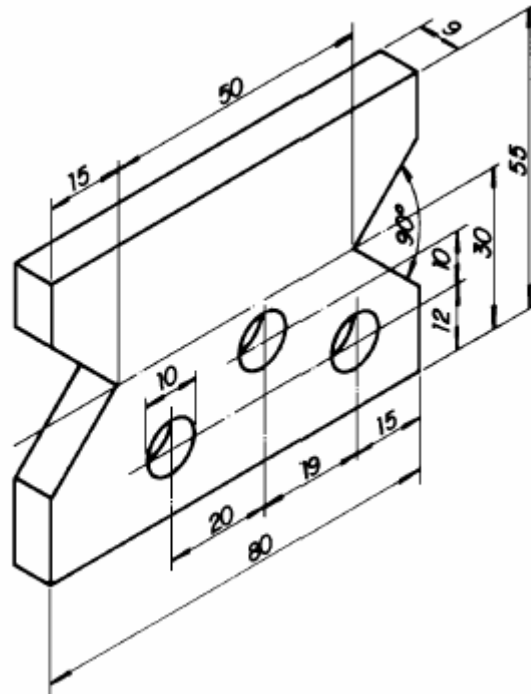
Observe as perspectivas e escreva as cotas nas projeções.



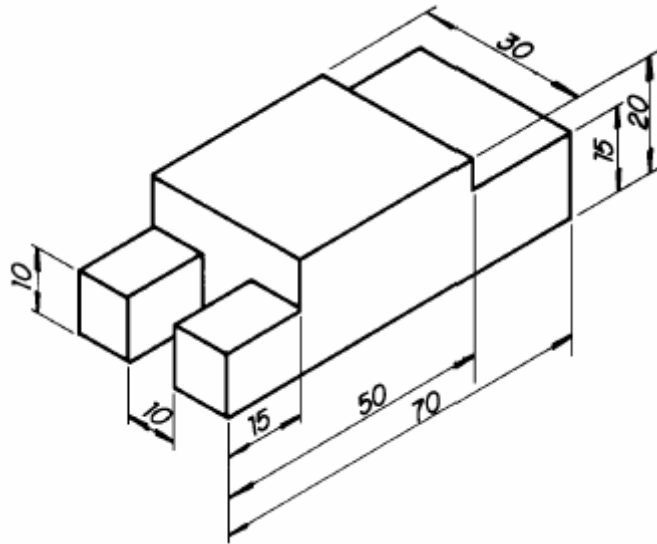
Analise as perspectivas, calcule as cotas e coloque-as nas projeções.



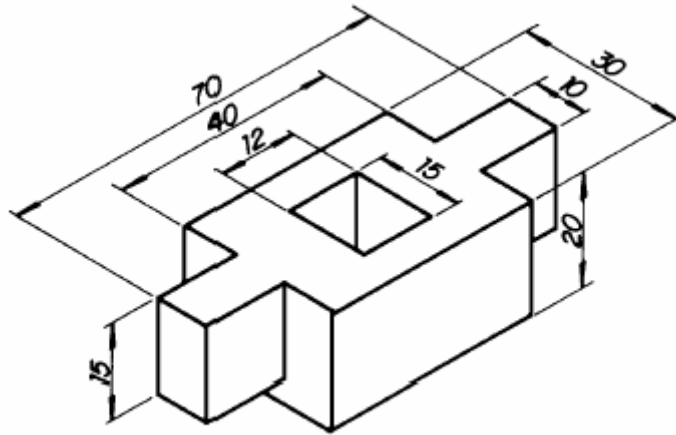
Analise as perspectivas, calcule as cotas e coloque-as nas projeções.



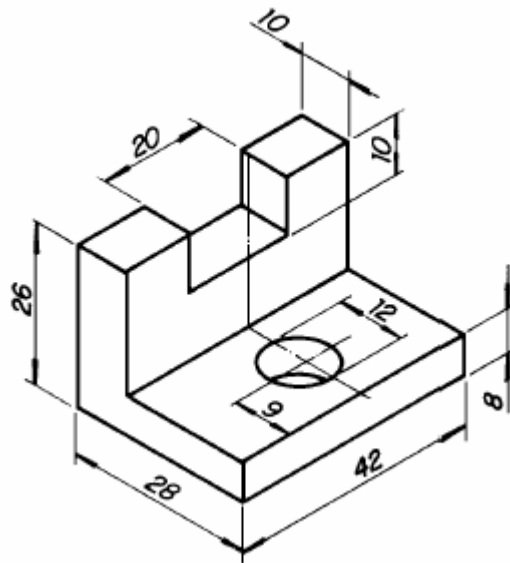
Desenhe as projeções na escala 1:1 e faça a cotação.



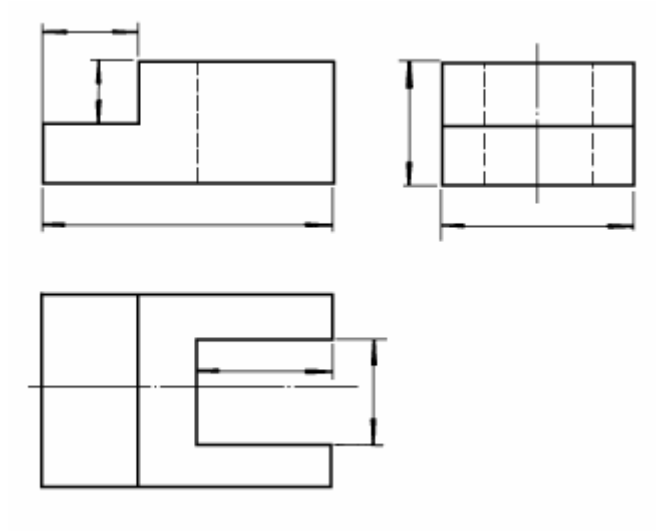
Desenhe as projeções na escala 1:1 e faça a cotação.



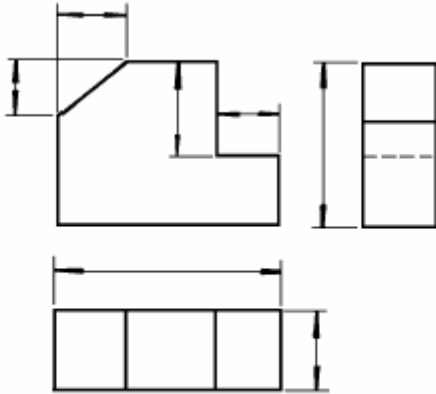
Desenhe as projeções na escala 1:1 e faça a cotação.



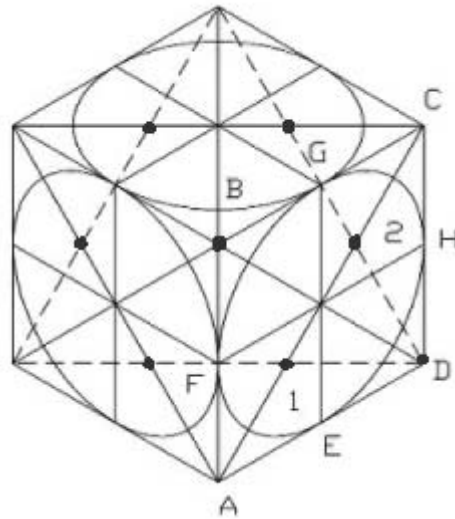
Tire as medidas, coloque-as nas cotas e faça a perspectiva isométrica na escala 2:1.



Tire as medidas, coloque-as nas cotas e faça a perspectiva isométrica e a perspectiva cavaleira da peça abaixo, na escala 2:1.



Desenhe a perspectiva isométrica de um cubo cujo lado $a = 80$, e faça o traçado da elipse isométrica em cada uma de suas faces, conforme a figura abaixo.



Desenhe a perspectiva cavaleira (45°) de um cubo cujo lado $a = 100$, e faça o traçado da elipse nas faces superior e lateral, conforme a figura abaixo.

