

**CEDTEC**

**Curso Técnico em Automação e  
Controle de Processos**

**Módulo I - Básico**

**DESENHO TÉCNICO**

## SUMÁRIO

<b>UNIDADE 01 - DESENHO TÉCNICO</b> .....	<b>03</b>
1.1 - PAPEL - FORMATO (NB-8) .....	03
1.2 - CORTE DA FOLHA A0 .....	03
1.3 - LINHAS .....	05
1.4 - ESCALAS .....	05
1.5 - SÍMBOLOS CONVENCIONAIS DE SIMPLIFICAÇÃO .....	06
1.6 - DESENHO GEOMÉTRICO .....	07
1.7 - CONCORDÂNCIAS .....	08
1.7.1 - CONCORDÂNCIA DE ARCO COM RETA .....	08
1.7.2- CONCORDÂNCIA DE ARCO COM ARCO .....	09
<b>UNIDADE 02 - MÉTODOS DE REPRESENTAÇÃO DE OBJETOS NO PLANO</b> .....	<b>13</b>
2.1 - PROJEÇÃO .....	13
2.2 - PROJEÇÃO ORTOGONAL .....	15
<b>UNIDADE 03 - PROJEÇÃO AXONOMÉTRICA ORTOGONAL (PERSPECTIVA ISOMÉTRICA)</b> .....	<b>18</b>
3.1 - PERSPECTIVA ISOMÉTRICA DO CÍRCULO .....	20
<b>UNIDADE 04 - COTAGEM</b> .....	<b>46</b>
4.1 - LINHAS EMPREGADAS NA COTAGEM .....	46
4.2 - POSICIONAMENTO DAS COTAS .....	47
4.3 - COTAS AGRUPADAS .....	47
4.4 - COTAS EM ESPAÇOS LIMITADOS (COTAS PEQUENAS) .....	48
4.5 - COTAS DE ÂNGULOS E DE RAIOS .....	48
4.6 - COTAS DE CÍRCULOS .....	49
4.7 - O USO DOS EIXOS DE SIMETRIA .....	49
4.8 - COTAS EM PEÇAS IRREGULARES .....	49
4.9 - COTAGEM A PARTIR DE LINHA DE REFERÊNCIA .....	50
4.10 - COTAGEM DE FUROS (RETOS OU CIRCULARES) .....	50
4.11 - COTAS DE FURO PARA ENCAIXES .....	51
<b>UNIDADE 05 - CORTES</b> .....	<b>52</b>
5.1 - TIPOS DE CORTES .....	53
<b>UNIDADE 06 - VISTAS AUXILIARES</b> .....	<b>71</b>
6.1 - CORTE REBATIDO .....	73

<b>UNIDADE 07 - ROSCAS EXTERNAS E INTERNAS</b> .....	<b>75</b>
7.1 - ROSCAS EXTERNAS .....	75
7.2 - ROSCAS INTERNAS (SIMPLIFICADAS) .....	76
7.3 - DIMENSIONAMENTO DE ROSCAS .....	76
7.4 - ROSCA MÉTRICA NORMAL .....	77
<b>UNIDADE 08 - PARAFUSOS E PORCAS</b> .....	<b>79</b>
8.1 - PARAFUSO COM CABEÇA E PORCA HEXAGONAIS .....	79
8.2 - PARAFUSO COM CABEÇA E PORCA QUADRADOS .....	79
8.3 - PARAFUSO COM CABEÇA DE FENDA .....	80
8.4 - ARRUELAS .....	80
8.5 - ESPECIFICAÇÃO DE UM PARAFUSO .....	81
8.6 - PORCA BORBOLETA .....	82
<b>UNIDADE 09 - REBITES</b> .....	<b>86</b>
9.1 - DIMENSÕES MAIS COMUNS DOS REBITES DA CABEÇA REDONDA .....	87
9.2 - TIPOS DE APLICAÇÕES DE REBITES .....	87
9.3 - TIPOS DE UNIÕES DE CHAPAS REBITADAS .....	88
9.4 - REBITES DE ALUMÍNIO COM MANDRIL DE AÇO .....	90
<b>UNIDADE 10 - MOLAS</b> .....	<b>92</b>
10.1 - MOLAS DE TORÇÃO AGINDO À COMPRESSÃO .....	92
<b>UNIDADE 11 - POLIAS / EIXO / CORREIA / ÁRVORES / CHAVETAS</b> .....	<b>95</b>
11.1 - POLIAS .....	95
11.2 - EIXOS .....	102
11.3 - ÁRVORES .....	102
11.4 - CHAVETAS .....	102
<b>UNIDADE 12 - ANÉIS DE RETENÇÃO PARA EIXOS</b> .....	<b>109</b>
<b>UNIDADE 13 - MANCAIS / ROLAMENTOS</b> .....	<b>110</b>
<b>UNIDADE 14 - ELEMENTOS DE ENGRENAGENS</b> .....	<b>113</b>
14.1 - ENGRENAMENTOS .....	113
14.2 - RODAS DENTADAS .....	114
14.3 - ENGRENAGEM CILÍNDRICA DE DENTES RETOS .....	118
14.4 - ENGRENAGEM HELICOIDAL .....	120
<b>UNIDADE 15 - RUGOSIDADE</b> .....	<b>121</b>
15.1 - INDICAÇÃO DE ESTUDO DE SUPERFÍCIE .....	121
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>128</b>

## UNIDADE 01

### 1 - DESENHO TÉCNICO

Antes de iniciarmos o desenho com instrumentos, devemos conhecer algumas normas e recomendações da NB-8, para maior facilitação e desenvolvimento do mesmo.

Normas e recomendações

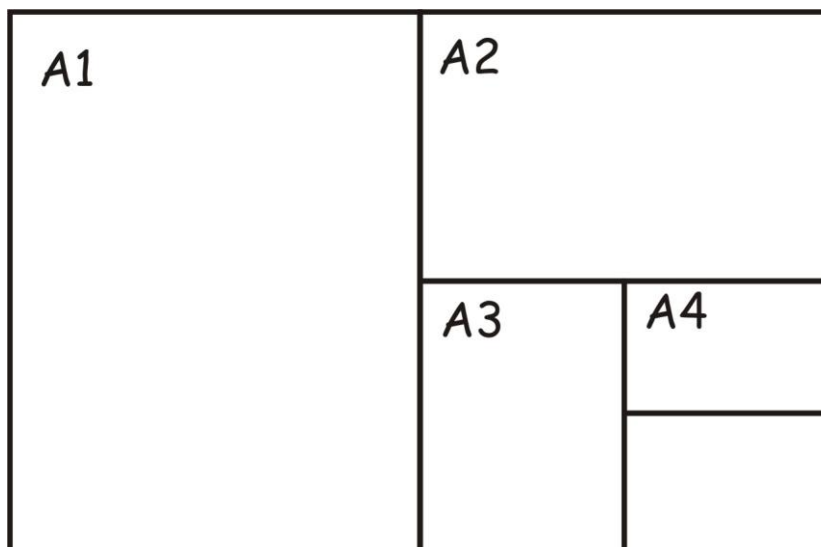
Formato de papéis/margens

#### 1.1 - PAPEL - FORMATO (NB-8)

Tabela 1.1

PAPEL - FORMATOS	
FORMATOS	DIMENSÕES DAS FOLHAS
A0	841x1189
A1	594x841
A2	420x594
A3	297x420
A4	210x297
A5	148x210
A6	105x148








#### 1.2 - CORTE DA FOLHA A0



### 1.3 - LINHAS

As linhas empregadas no desenho técnico dividem-se em três espessuras: grossas, média e fina. O emprego dos diferentes tipos de linhas deve obedecer a norma da ABNT (fig. abaixo).

Tabela 1.2 - Diferentes tipos de linhas

TIPO			EMPREGO
GROSSA	1		Aresta e contornos visíveis
	2		Linhas de corte
MÉDIA	3		Aresta e contornos visíveis
	4		Linha de ruptura curta
FINA	5		Linhas de cota e de extensão
			Hachuras
			Linhas de chamadas
	6		Eixos de simetria e linhas de centro posições extremas de peças móveis
	7		Linha de ruptura longa

Normas básicas para o traçado das linhas:

- 1 - Deve ser mantida a espessura da linha determinada.
- 2 - As linhas contínuas não devem ultrapassar e nem deixar de encontrar a outra linha contínua que lhe for perpendicular.



Figura 1

- 3 - As linhas tracejadas devem possuir seus traços aproximadamente iguais e equidistantes.



Figura 2

4 - Se duas ou mais linhas tracejada possuem um vértice comum, elas devem se encontrar nesse ponto. Caso não possuam um ponto em comum, devem ser interrompidas no cruzamento.

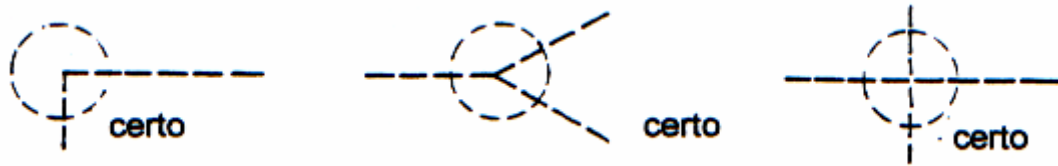


Figura 3

5 - Toda linha traço-ponto deve começar e terminar por uma reta



Figura 4

6 - Quando duas ou mais linhas paralelas estão próximas, devem ser evitados traços e espaços iguais lado a lado. Deve-se alterar ligeiramente esse posicionamento



Figura 5

7 - Se uma linha contínua for limite de uma tracejada, esta deve toca-la. No caso de cruzamento, a linha tracejada não toca na contínua.

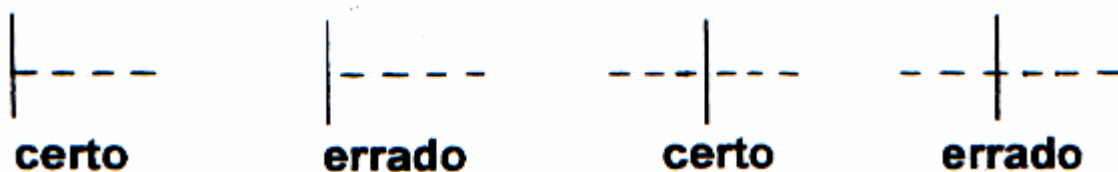


Figura 6

#### 1.4 - ESCALAS

O desenho de uma peça, por diversas razões, nem sempre poderá ser executado com as dimensões reais da mesma.

Tratando-se de uma peça grande, teremos de desenhá-la menor, conservando sua proporção, com igual redução em todas as medidas. Esta relação entre peça e desenho tem o nome de ESCALA e vai sempre indicada nos desenhos.

- a) Escala natural: se a peça for desenhada em suas próprias dimensões, a escala será natural ou escala 1:1 (1/1).

b) Escala de redução: para produzir o desenho de uma peça, conforme as normas técnicas recomendam as seguintes escalas de redução:

1:2	1:20	1:200
1:2,5	1:25	1:250
1:5	1:50	1:500
1:10	1:100	1:1000

c) Escala de ampliação: para ampliar pequenas peças de difíceis de interpretar e cotar na escala natural, empregaremos as escalas de ampliação:

2:1	100:1
5:1	200:1
10:1	500:1
20:1	1000:1

## 1.5 - SÍMBOLOS CONVENCIONAIS DE SIMPLIFICAÇÃO

### Sinais Indicativos de Diâmetro e Quadrado

As cotas de diâmetro e de lados de quadrados devem ser precedidas dos símbolos de  $\varnothing$  e  $\square$ , respectivamente, exceto nos casos em que o desenho esclarece, sem possibilidade de dúvidas, que o desenho representa um círculo ou um quadrado.

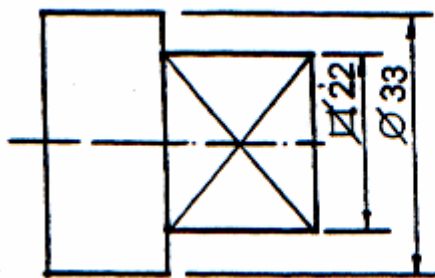


Figura 7

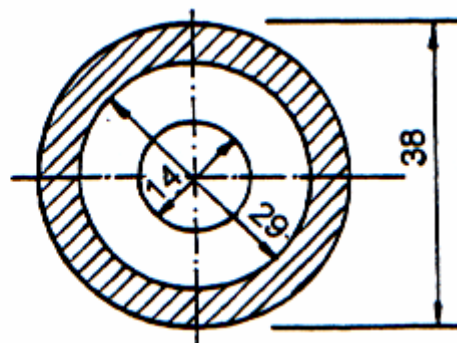


Figura 8

## 1.6 - DESENHO GEOMÉTRICO

O estudo de Desenho Geométrico terá como objetivo dar conhecimentos básicos, para aplicações posteriores, nas projeções de peças e conjuntos mecânicos, além de desenvolver, para os alunos que não estudaram desenho anteriormente, habilidades no manuseio dos materiais de desenho.

### 1.6.1 - Conceitos básicos

**Reta:** - Conjunto das posições de um ponto móvel.

**Uma reta:** - Por definição, não possui início e nem fim.

**Segmento de reta:** - Se marcamos em uma reta dois pontos A e B podemos dizer que o número finito de pontos existentes entre A e B é um segmento de reta.

**Semi-Reta:** - Se marcamos em uma reta um só ponto, ela ficará dividida em duas partes chamadas semi-retas.

**Ângulo:** - Espaço compreendido entre duas retas que se encontram em um ponto (vértice).

**Mediatriz:** - Reta que divide, passando pelo ponto médio, qualquer segmento de retas em duas partes iguais formando com esta um ângulo, igual a  $90^\circ$  (reto).

**Bissetriz:** - Reta que divide, passando pelo vértice, qualquer ângulo em dois ângulos iguais.

**Circunferência:** - Curva plana fechada onde todos seus pontos distam igualmente de um ponto chamado centro.

**Círculo:** - Conjunto de todos os pontos da circunferência e de todos os pontos interiores a ela.

**Raio:** - Segmento de reta cujos extremos são o centro de um ponto da circunferência.

**Diâmetro:** - Segmentos de reta, que passando pelo centro da circunferência, tem como extremos dois pontos da mesma. O diâmetro divide a circunferência em duas partes iguais e é o dobro do raio.

**Tangente:** - Reta que tem um só ponto de contato com a circunferência. A tangente é perpendicular ao raio no ponto da tangência.

**Secante:** - Reta que corta a circunferência, dividindo-a em duas partes quaisquer.

**Corda:** - Trecho da secante interior à circunferência. Segmento de reta que une dois pontos quaisquer da circunferência. Quando a corda passa pelo centro da circunferência, chama-se diâmetro.

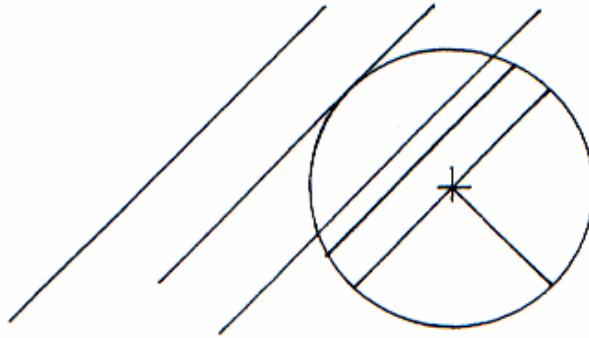
**Linha Horizontal:** - linha que acompanha a superfície da água em repouso. Sua denominação vem do horizonte, que é a linha que se vê em alto mar, que separa o céu da massa de água.

**Linha Vertical:** - Linha que acompanha a direção do fio a prumo.

**Paralela:** - Linha que em relação à outra, cai sobre ela sem se inclinar para lado nenhum, formando assim dois ângulos retos.

## EXERCÍCIO DE FIXAÇÃO

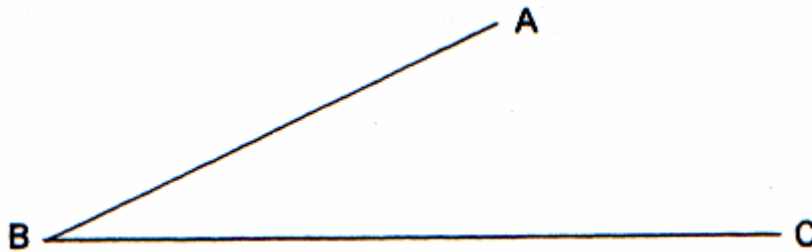
1 - No desenho abaixo, indique os elementos da circunferência.



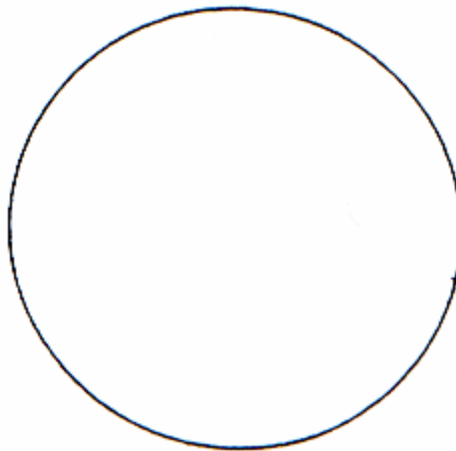
2 - Traçar a mediatriz do segmento da reta abaixo.



3 - Traçar a bissetriz do ângulo abaixo.



4 - Sabendo-se que toda mediatriz de qualquer corda passa pelo centro da circunferência, determinar o centro da circunferência abaixo.



## 1.7 - CONCORDÂNCIAS

### 1.7.1 - Concordância de arco com reta

Diz-se que um arco concorda com uma reta quando passa -se de um para o outro sem que haja quebra de continuidade. Onde termina o arco e começa a reta chama-se ponto de concordância.

Para que um arco concorde com uma reta é necessário que o centro do arco esteja marcado sobre uma perpendicular traçada a partir do ponto de concordância.

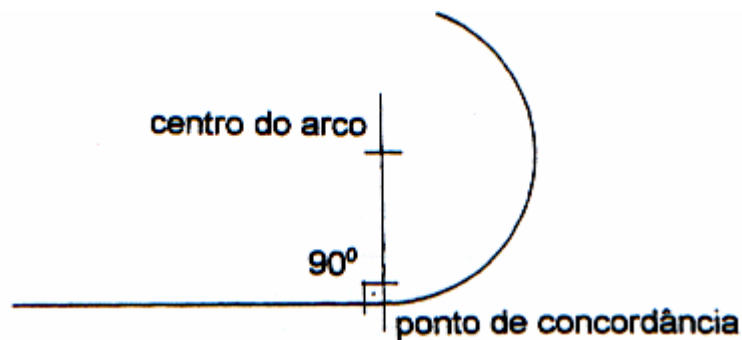


Figura 9

### 1.7.2 - Concordância de arco com arco

Diz-se que um arco concorda com outro arco quando passa-se de um para o outro sem que haja quebra de continuidade.

Para que um arco concorde com o outro é necessário que os seus centros e ponto de concordância estejam na mesma reta.

As concordâncias de arco com arco podem ser internas ou externas. São internas as concordâncias onde o ponto de concordância se encontra entre dois centros são externas as concordâncias onde o ponto de concordância se encontra fora dos dois centros.

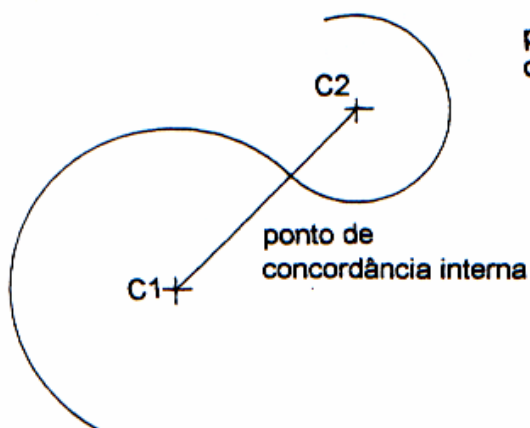


Figura 10

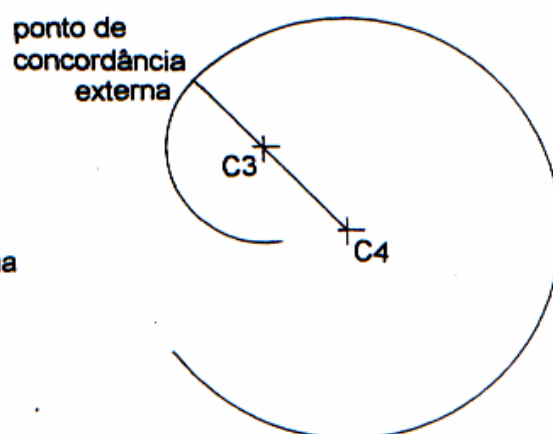


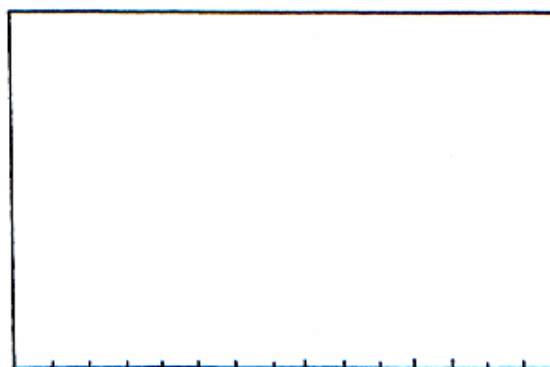
Figura 11

Traçar nos retângulos abaixo, as linhas pedidas em cada um deles.

Horizontais



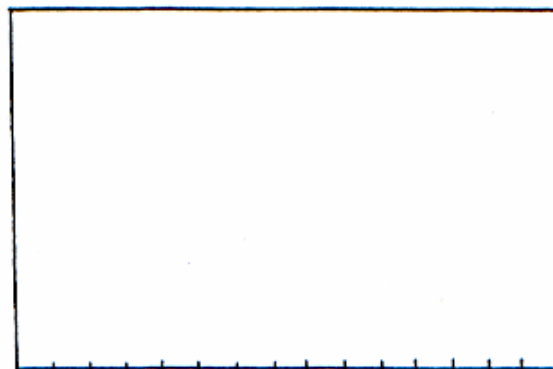
Verticais



30°



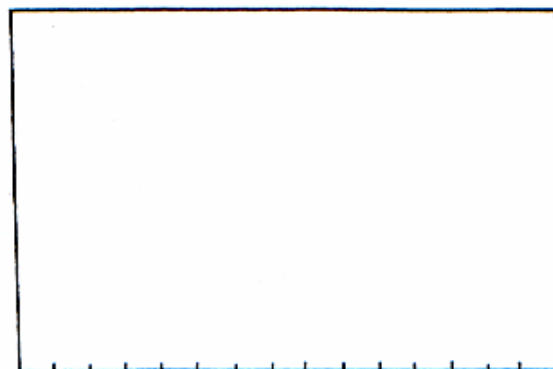
45°



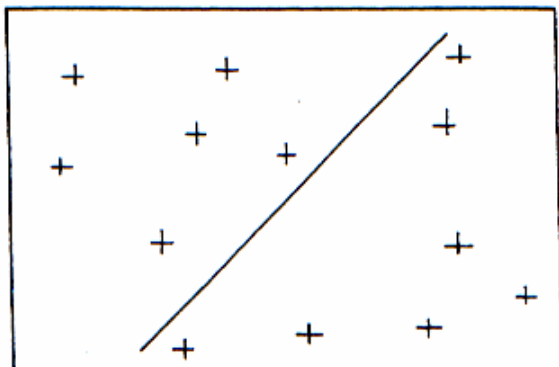
60°



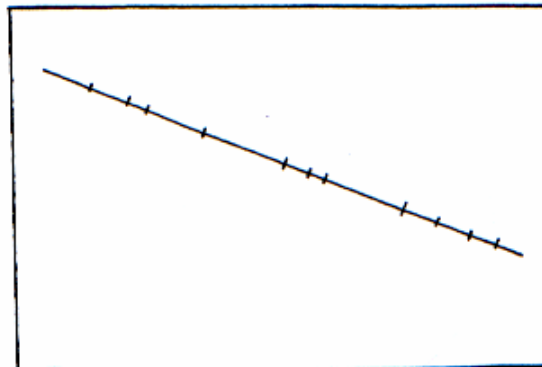
75°



Paralelas



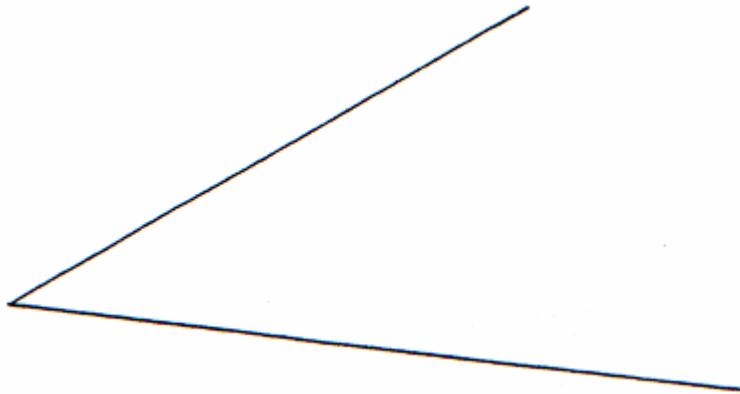
Perpendiculares



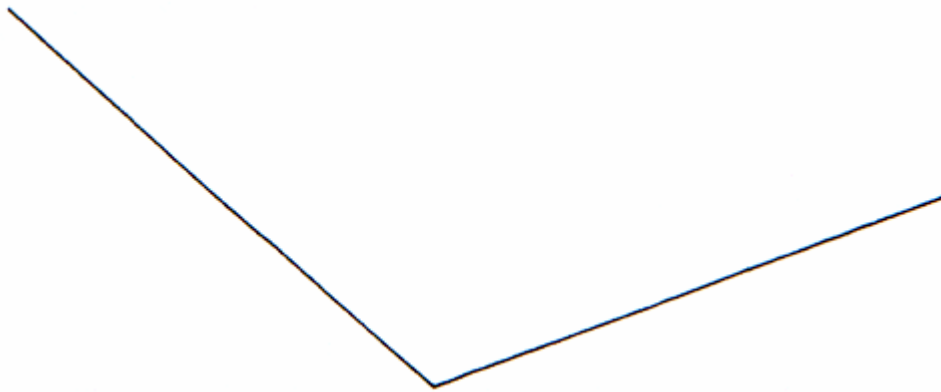
- Concordar na extremidade B, do segmento de reta  $\overline{AB}$ , um arco de circunferência de raio igual a 20mm.



- Concordar as retas abaixo, que formam entre si um ângulo menor que  $90^\circ$  (ângulo agudo), com um arco de circunferência de raio igual a 15mm.



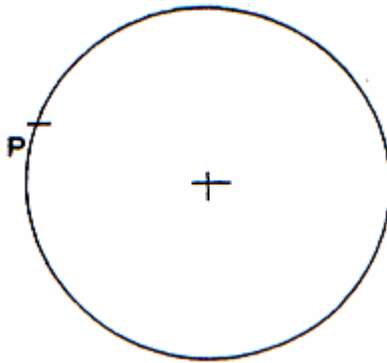
- Concordar as retas abaixo, que formam um ângulo entre si maior que  $90^\circ$  (ângulo obtuso), com um arco de circunferência de raio igual a 30mm.



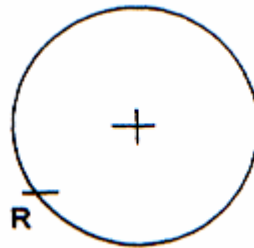
- Concordar as retas abaixo, que formam entre si um ângulo igual a  $90^\circ$  (ângulo reto), com um arco de circunferência de raio igual a 25mm.



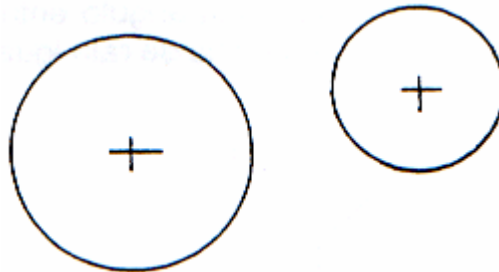
- Concordar internamente, no ponto P, marcado sobre a circunferência, um arco de raio igual a 15mm.



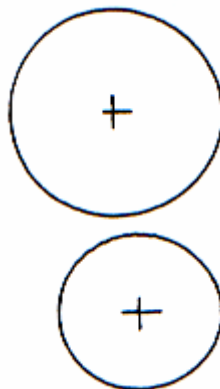
- Concordar externamente, no ponto R, marcado sobre a circunferência, um arco de raio igual a 60mm.



- Concordar internamente com as duas circunferências abaixo, um arco de raio de igual a 25mm.



- Concordar externamente com as duas circunferências abaixo, um arco de raio igual a 70mm.



## UNIDADE 02

### 2 - MÉTODOS DE REPRESENTAÇÃO DE OBJETOS NO PLANO

O objetivo da representação de objetos no plano é que o desenho e a interpretação de peças e conjuntos mecânicos, através de métodos sejam estabelecidos pela ABNT.

#### 2.1 - PROJEÇÃO

O problema fundamental que se apresenta ao desenhista é o de representar um objeto tridimensional em um plano com somente duas dimensões (folha de papel).

A operação geométrica projeção supõe a existência de um ponto, o centro de projeção, representando o observador, e um plano, onde se realiza a projeção. As retas que partem do centro de projeção (observador) e se dirigem para os diversos pontos do espaço a serem projetados (objeto), denominam-se **projetantes**.

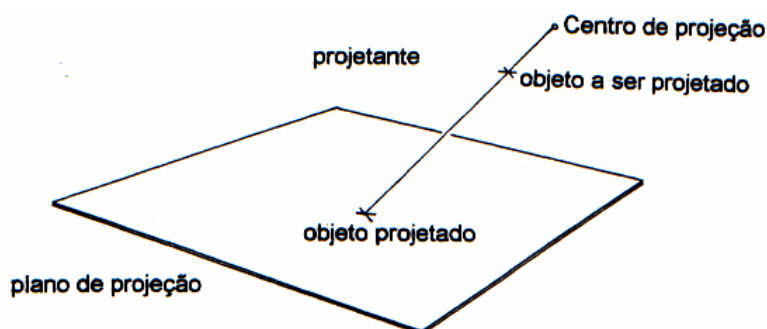


Figura 1

Os métodos de representação de um objeto em um plano são fundamentalmente três:

- a- Projeção ortogonal;
- b- Projeção axonométrica ortogonal e oblíqua;
- c- Perspectiva cônica.

Em desenho mecânico utilizam-se quase que sempre, as projeções ortogonais. Algumas vezes podem ser empregadas as projeções axonométricas. A perspectiva cônica não é, geralmente, aplicada ao desenho mecânico.

##### 2.1.1 - Projeção Ortogonal

O sólido a ser projetado tem contornos que são paralelos e perpendiculares ao plano de projeções. As projetantes são perpendiculares tanto ao sólido como ao plano. A superfície do sólido paralelo ao plano de projeções se reproduz em verdadeira grandeza.

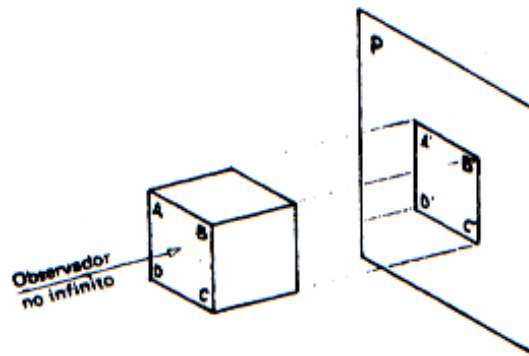


Figura 2

### 2.1.2 - Projeção axonométrica ortogonal

O sólido não possui contornos nem paralelos nem perpendiculares ao plano de projeções. As projetantes são perpendiculares ao plano de projeção e oblíquas em relação ao sólido.

As dimensões e ângulos existentes no sólido estão sujeitos à variações.

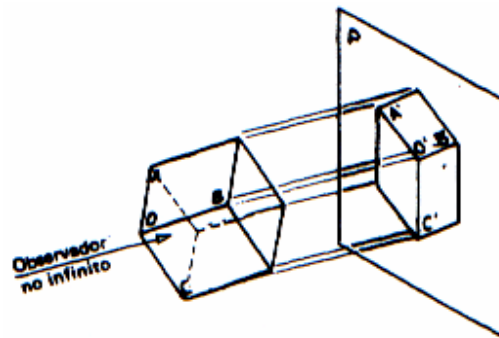


Figura 3

### 1.3 - Projeção axonométrica oblíqua

O sólido tem contornos que são paralelos e perpendiculares ao plano de projeções. As projetantes são oblíquas em relação ao plano de projeções. A superfície do sólido paralela ao plano de projeções se reproduz em verdadeira grandeza, as demais superfícies estão sujeitas a variações.

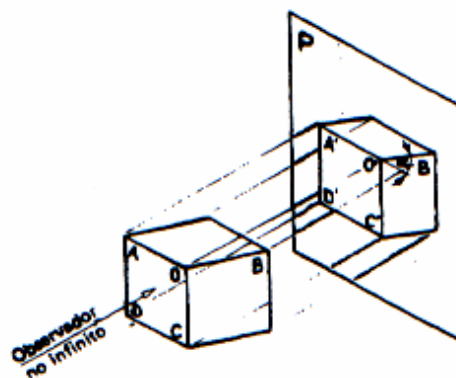


Figura 4

## 2.2 - PROJEÇÃO ORTOGONAL

Este método tem como objetivo mostrar as 3 dimensões de um objeto na sua forma exata.

Podemos obter até 6 (seis) vistas de um objeto, conforme ilustração abaixo.

O objeto é colocado no interior de um cubo oco e consideramos que cada parede do cubo é um plano de projeções (perpendiculares entre si). Faz-se cada parede uma projeção e planifica-se as paredes, de modo que a parede 1 coincida com o plano de desenho.

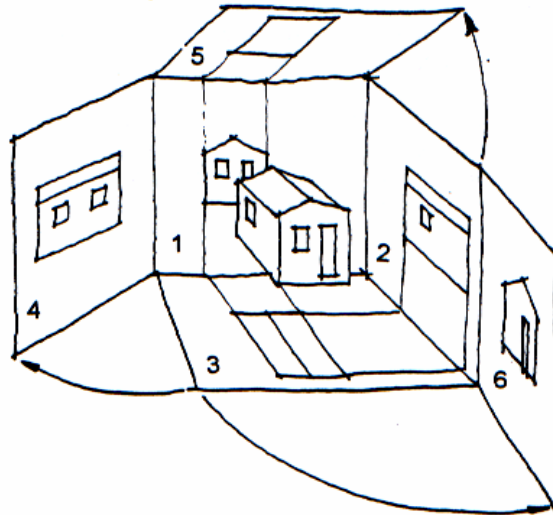


Figura 5

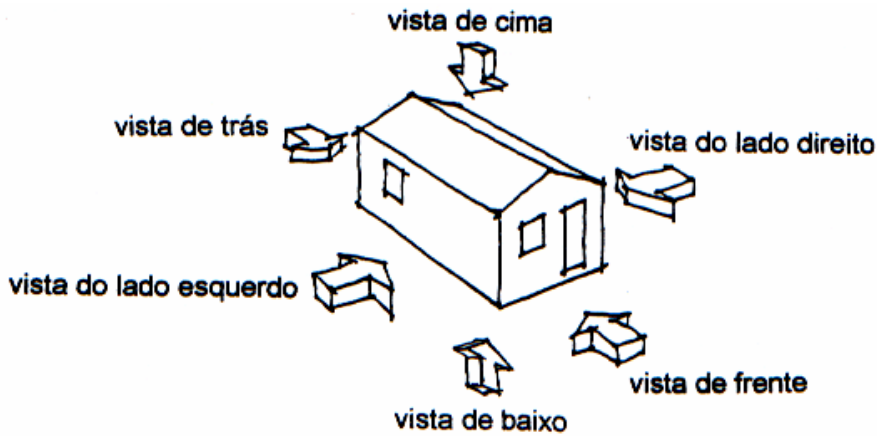


Figura 6

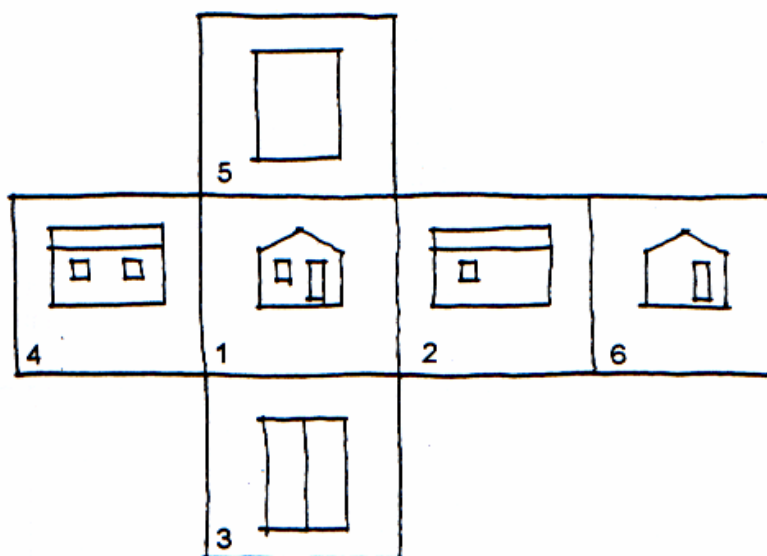


Figura 7

Em cada projeção, mostra-se apenas duas das três dimensões do mesmo, sendo preciso, portanto, para completa representação de suas três dimensões, a combinação de duas ou três projeções.

Usa-se como planos bases para projeções os planos 1, 2, e 3, respectivamente denominados de plano frontal, plano lateral (direito) e plano horizontal (interior). Assim feito, simplifica-se a projeção de um objeto em 3 projeções principais.

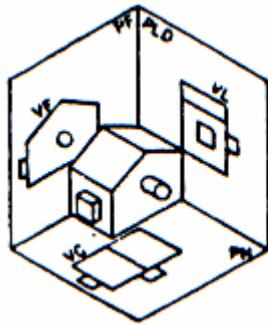


Figura 8

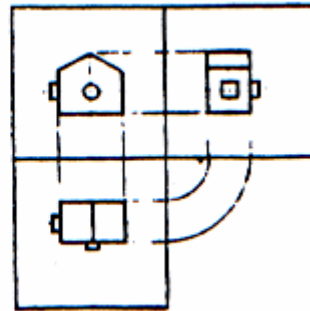


Figura 9

A projeção feita no plano frontal é considerada a principal vista (VISTA FRONTAL) e deve ser executada de forma que mostre a peça em sua posição de equilíbrio mais estável ou em sua posição de trabalho, deve ser a que melhor caracterize a peça, mostrando o maior número de detalhes.

Quando necessário para melhor compreensão, de detalhes importantes faremos uso das duas vistas laterais omitindo nas mesmas, as representações das arestas não visíveis.

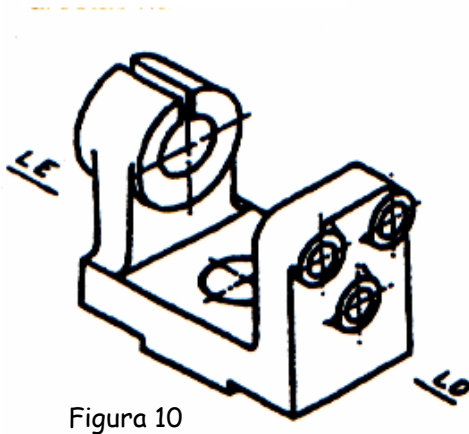


Figura 10

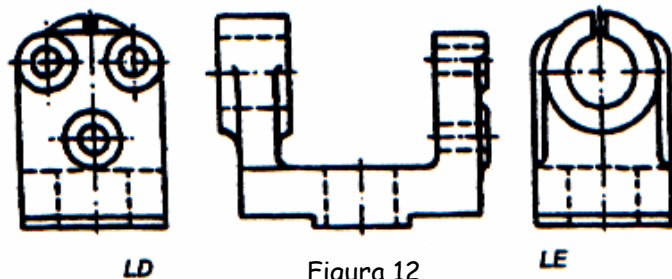


Figura 12

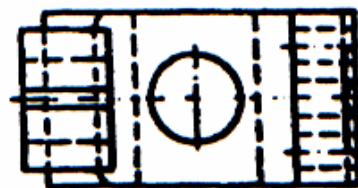


Figura 11

Em alguns casos, quando tivermos objetos formados por formas sólidas simples, podemos, eliminar uma ou mais vista desde que sejam utilizados símbolos em sua cotação.

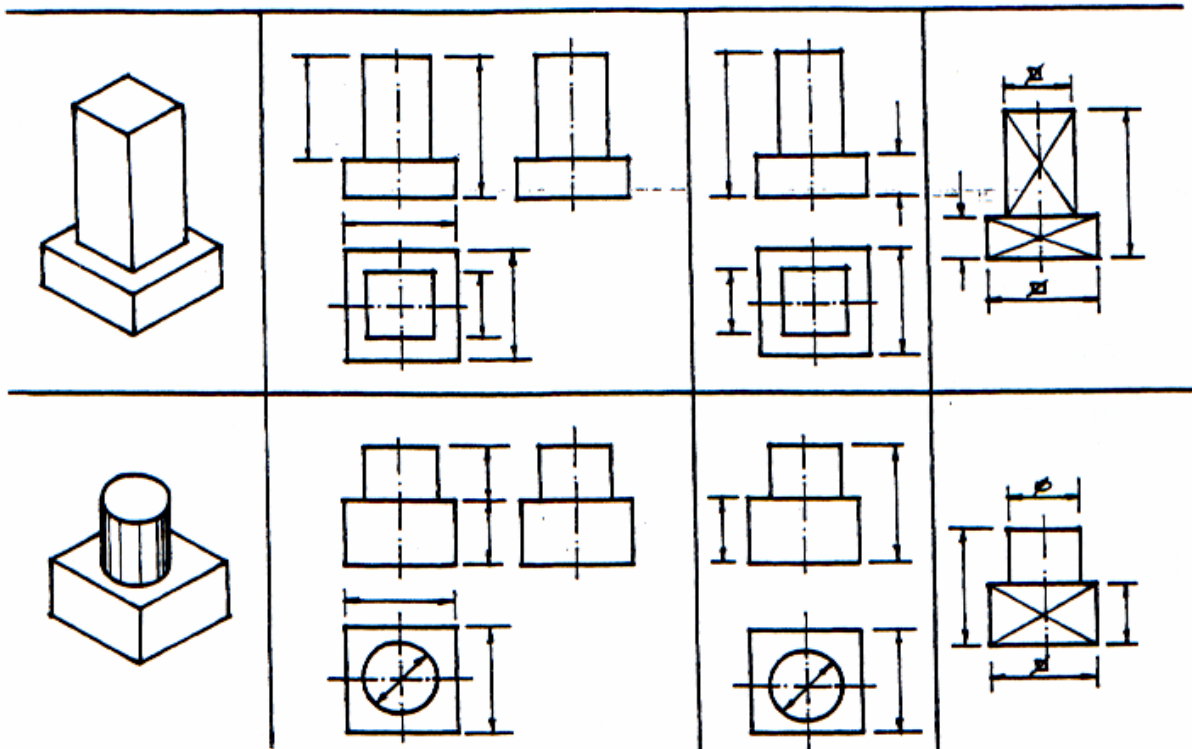


Figura 13

## UNIDADE 03

### 3 - PROJEÇÃO AXONOMÉTRICA ORTOGONAL (PERSPECTIVA ISOMÉTRICA)

Por este método representa-se as três dimensões do objeto em apenas uma única projeção em um único plano.

O método consiste em posicionar o objeto de forma que 3 de seus eixos ortogonais formem com o plano de projeções um mesmo ângulo. Com isto, esses três eixos projetam-se no plano formando entre si um mesmo ângulo e sofrendo uma mesma redução, que será desconsiderada.

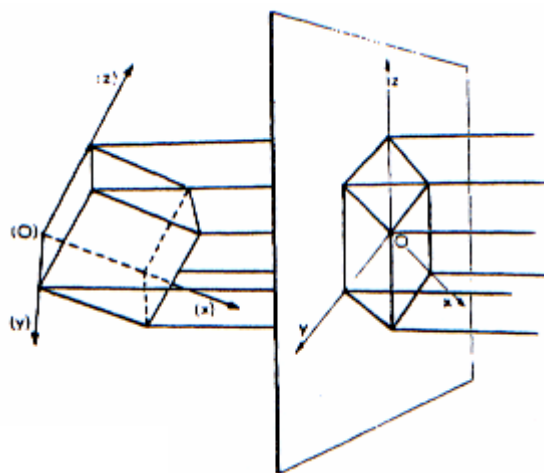


Figura 1

Exemplo de cubo de aresta = 20mm

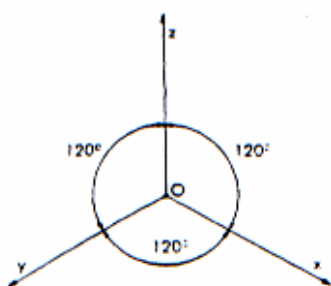


Figura 2

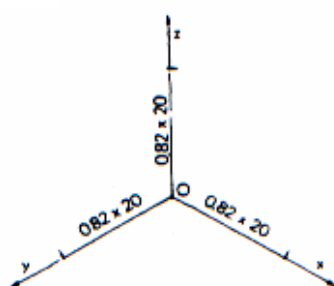


Figura 3

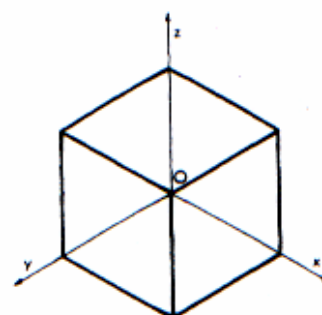


Figura 4

TRAÇADO DE UM SÓLIDO EM PERSPECTIVA ISOMÉTRICA, COM AUXÍLIO DE INSTRUMENTOS.

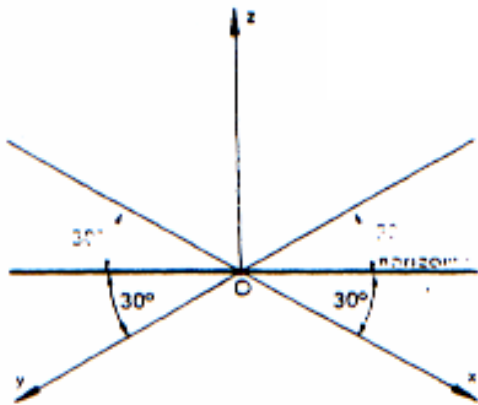


Figura 5

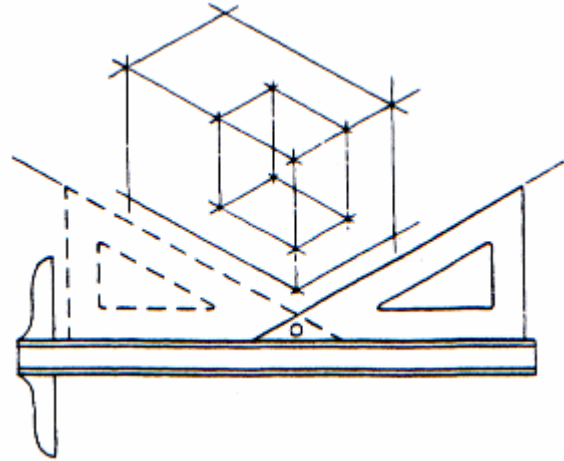


Figura 6

### 3.1 - PERSPECTIVA ISOMÉTRICA DO CÍRCULO

A perspectiva Isométrica do círculo oblíquo ao Plano é uma eclipse. Para as suas três posições fundamentais, isto é, inscrito em cada face do cubo isométrico, temos três eclipse iguais.

Em qualquer das três posições, o eixo maior da eclipse é exatamente o valor do diâmetro real do círculo (VG) e o menor corresponde a cerca de 0,577 do mesmo.

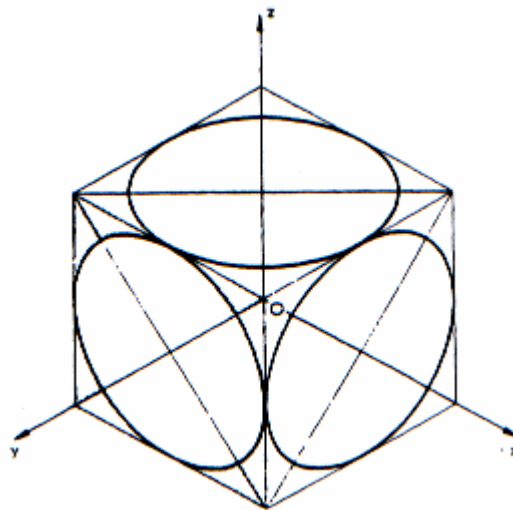


Figura 7

Como a construção da eclipse não pode ser executada pelos instrumentos usuais, apenas elipsógrafo, as normas recomendam que, em vez do traçado a mão livre, seja substituída a verdadeira eclipse por uma oval regular (ou falsas eclipse), desenhada a compasso. Aconselha-se método de 4 (quatro) centros de Steven, com o qual se obtém uma "eclipse" bastante aproximada da real.

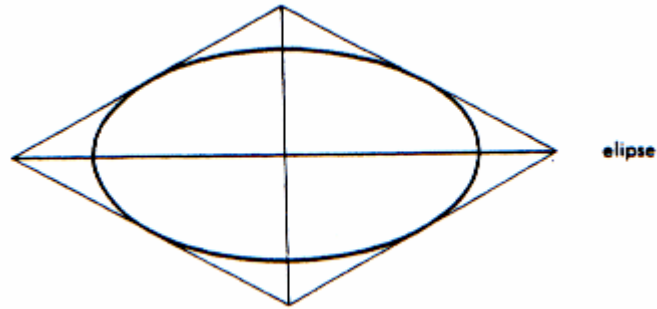


Figura 8

O processo gráfico pode ser encaminhado de duas maneiras:

PROCESSO 1: A partir do quadrado circunscrito, face do cubo isométrico; é o processo mais usado. O quadrado (A) (B) (C) (D), em perspectiva, é um losango  $A_1B_1C_1D_1$  de lados iguais a 0,82 do seu valor real:

1º Traçam-se as diagonais  $A_1C_1$  e  $B_1D_1$  que se cortam em  $O_1$ .

2º Por  $O_1$ , traçam-se  $M_1P_1$  paralela a  $A_1D_1$  e  $Q_1N_1$  paralela a  $A_1B_1$  ( $M_1N_1P_1$  e  $Q_1$ , pontos médios do lado do losango, são os pontos de tangência da eclipse):

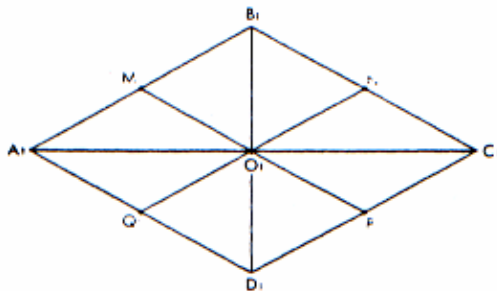


Figura 9

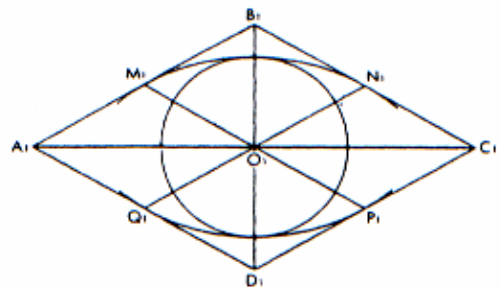


Figura 10

3º. Com o centro em  $D_1$  e raio  $D_1M_1$  traça-se o arco  $M_1N_1$ , da "eclipse", ultrapassando um pouco essas extremidades (idem, centro em  $B_1$  e raio  $B_1Q_1$ , etc.)

4º. O arco  $M_1N_1$  determina 1 sobre  $B_1D_1$

Centro em  $O_1$ , raio  $O_1 1$ , marcam-se os pontos 3 e 4 sobre a diagonal  $A_1C_1$ , que são o terceiro e quarto centros de curvatura da "eclipse".

5º. Partindo de  $B_1$  e  $D_1$ , traçam-se as semi retas  $B_1 3$  e  $B_1 4$ ;  $D_1$ , traçam-se as semi-retas  $B_1 3$  e  $B_1 4$ ,  $D_1 3$  e  $D_1 4$ , que determinam os pontos de concordância 5. com centro em 3, raio, 3-5, traça-se o pequeno arco que, após cortar a diagonal  $A_1$  e  $C_1$  ao encontrar a semi-reta  $B_1 3$  (ponto 6), concorda com o grande arco  $Q_1 P_1$ .

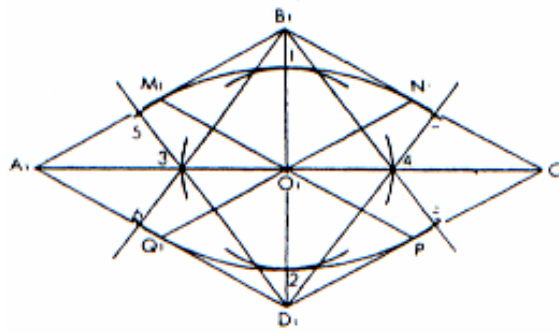


Figura 11

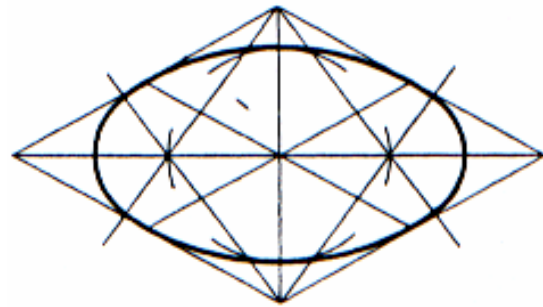


Figura 12

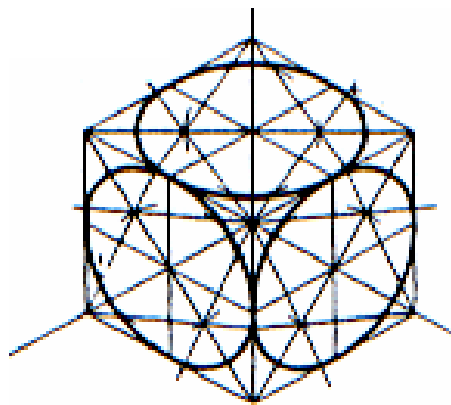
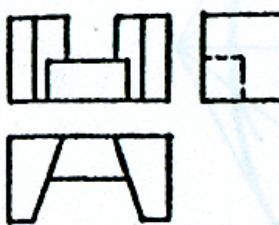
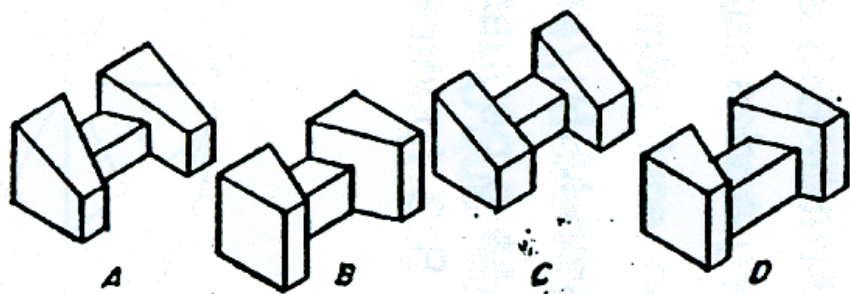
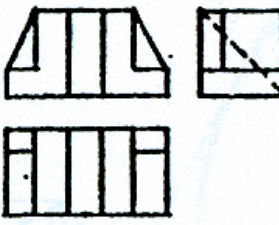
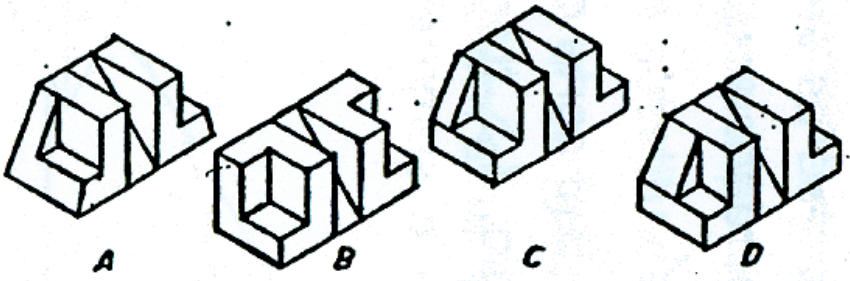
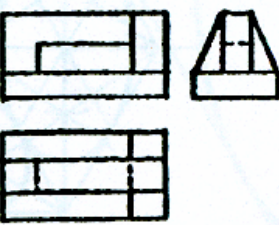
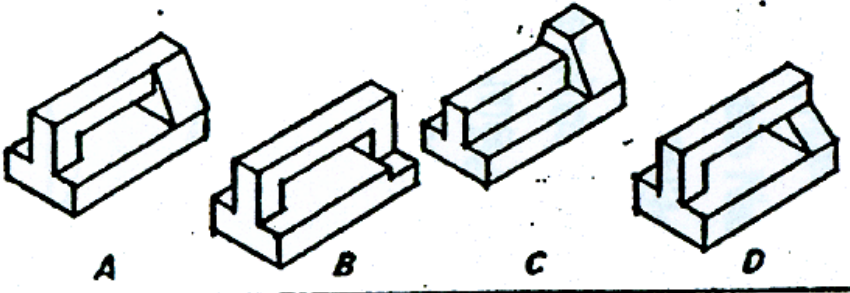
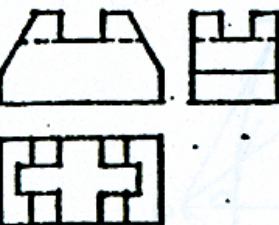
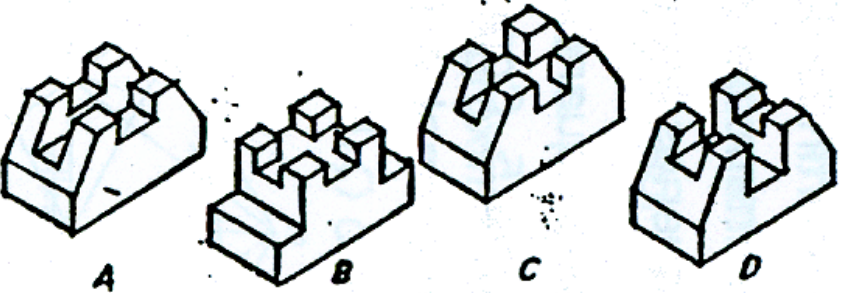
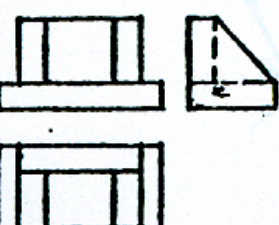
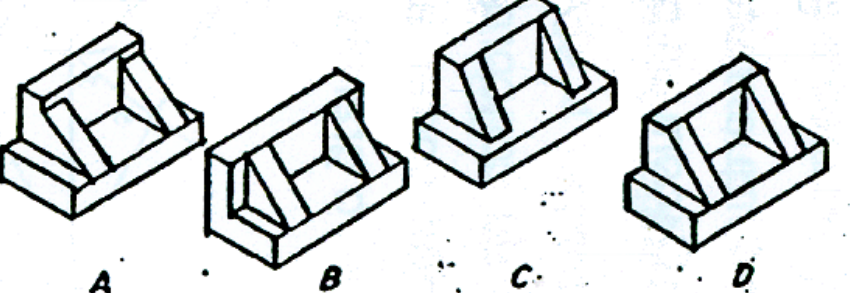
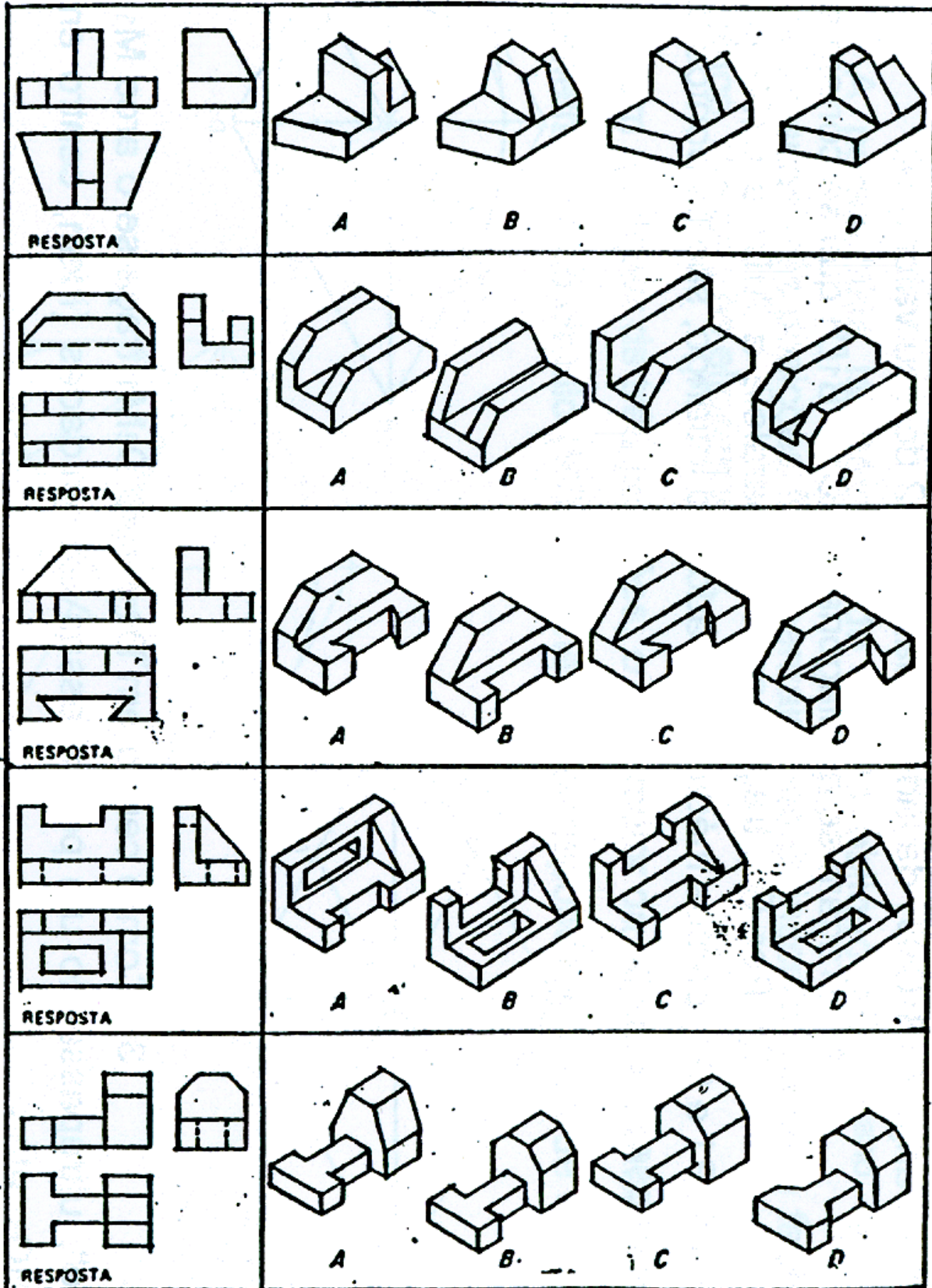


Figura 13

Escreva na resposta a letra correspondente à perspectiva correta.

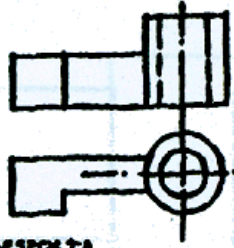
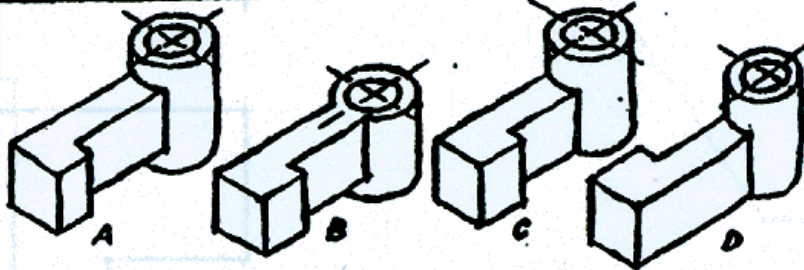
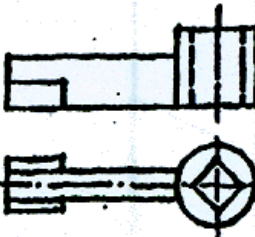
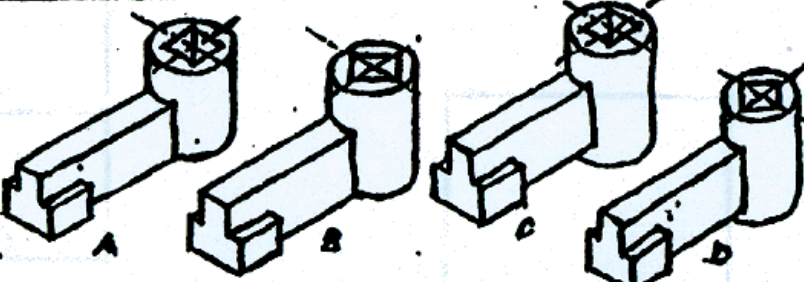
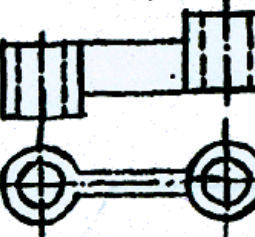
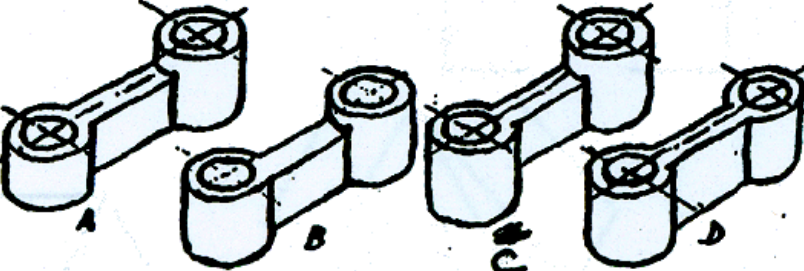
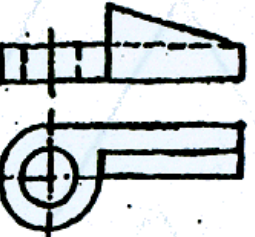
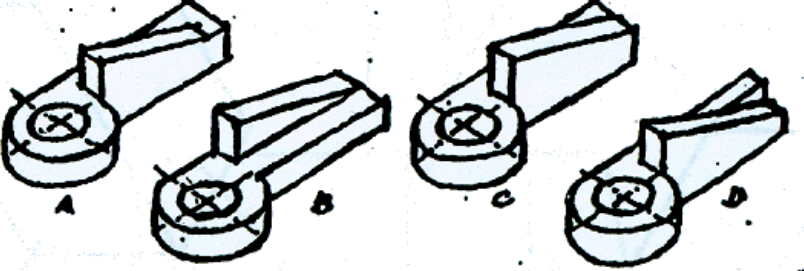
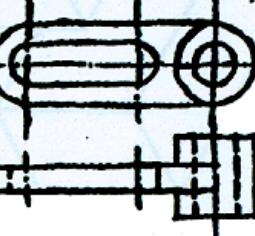
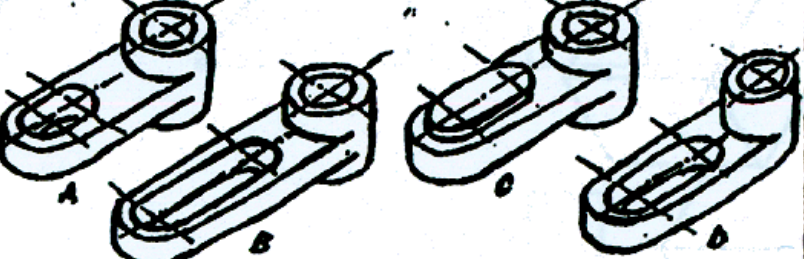
Obs.: Para cada projeção há as perspectivas, porém só uma é correta.

 <p>RESPOSTA</p>	 <p>A B C D</p>
 <p>RESPOSTA</p>	 <p>A B C D</p>
 <p>RESPOSTA</p>	 <p>A B C D</p>
 <p>RESPOSTA</p>	 <p>A B C D</p>
 <p>RESPOSTA</p>	 <p>A B C D</p>

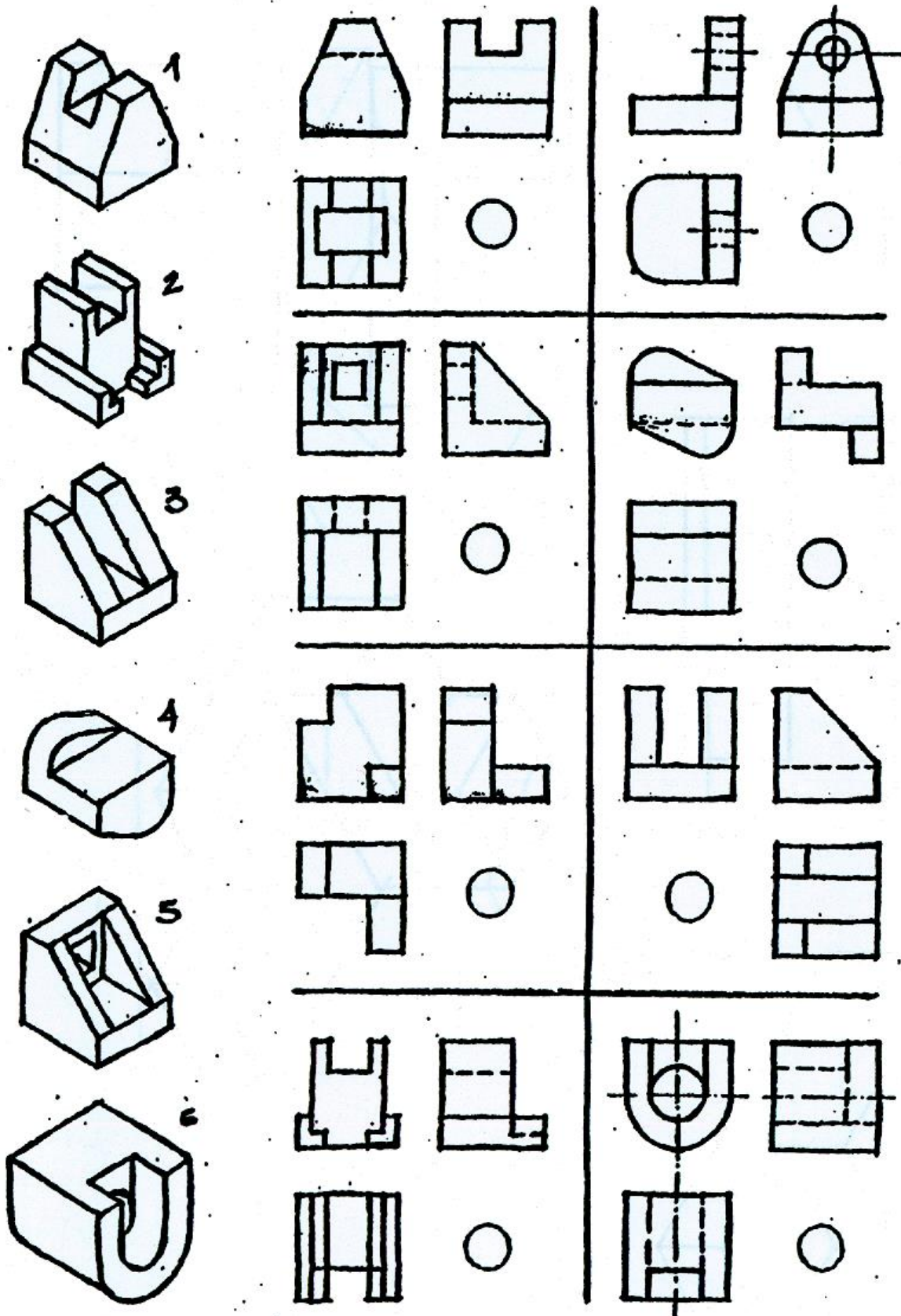


Escreva na resposta a letra correspondente à perspectiva correta.

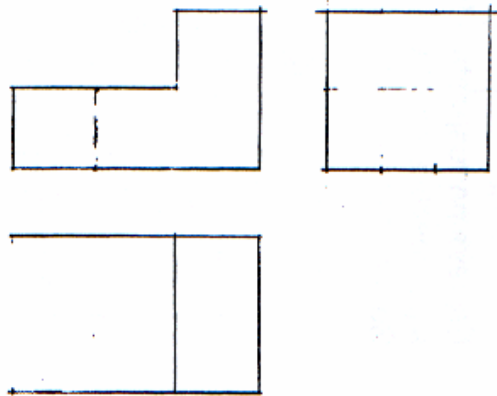
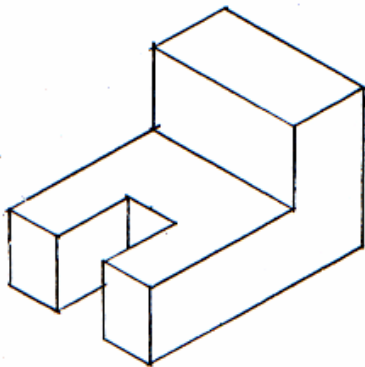
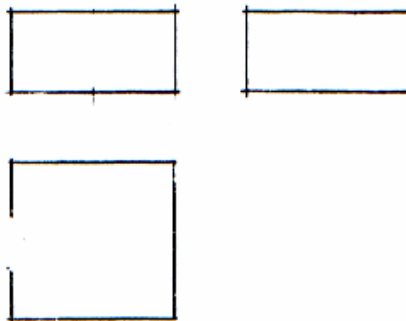
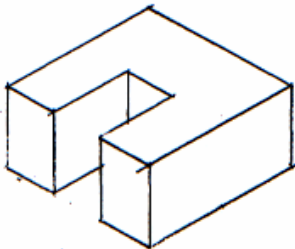
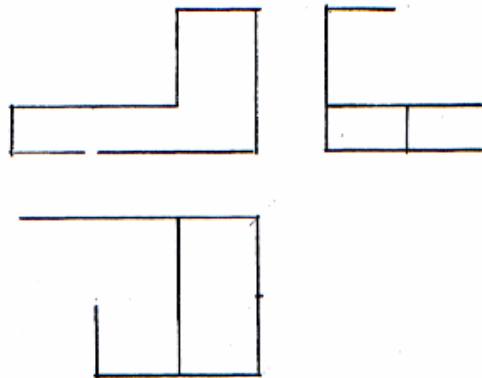
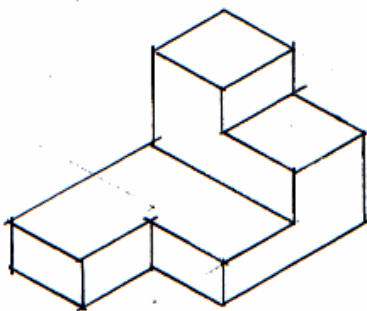
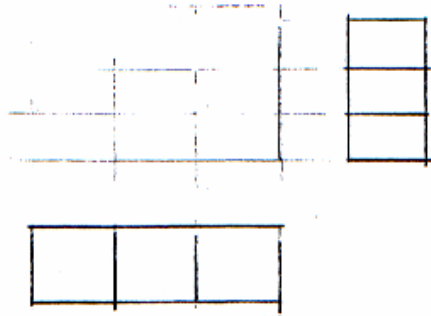
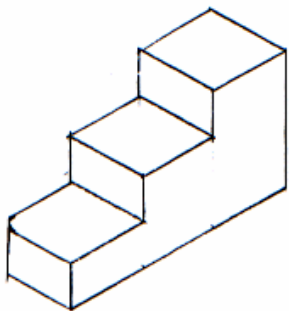
Só uma perspectiva é correta.

 <p>RESPOSTA</p>	
 <p>RESPOSTA</p>	
 <p>RESPOSTA</p>	
 <p>RESPOSTA</p>	
 <p>RESPOSTA</p>	

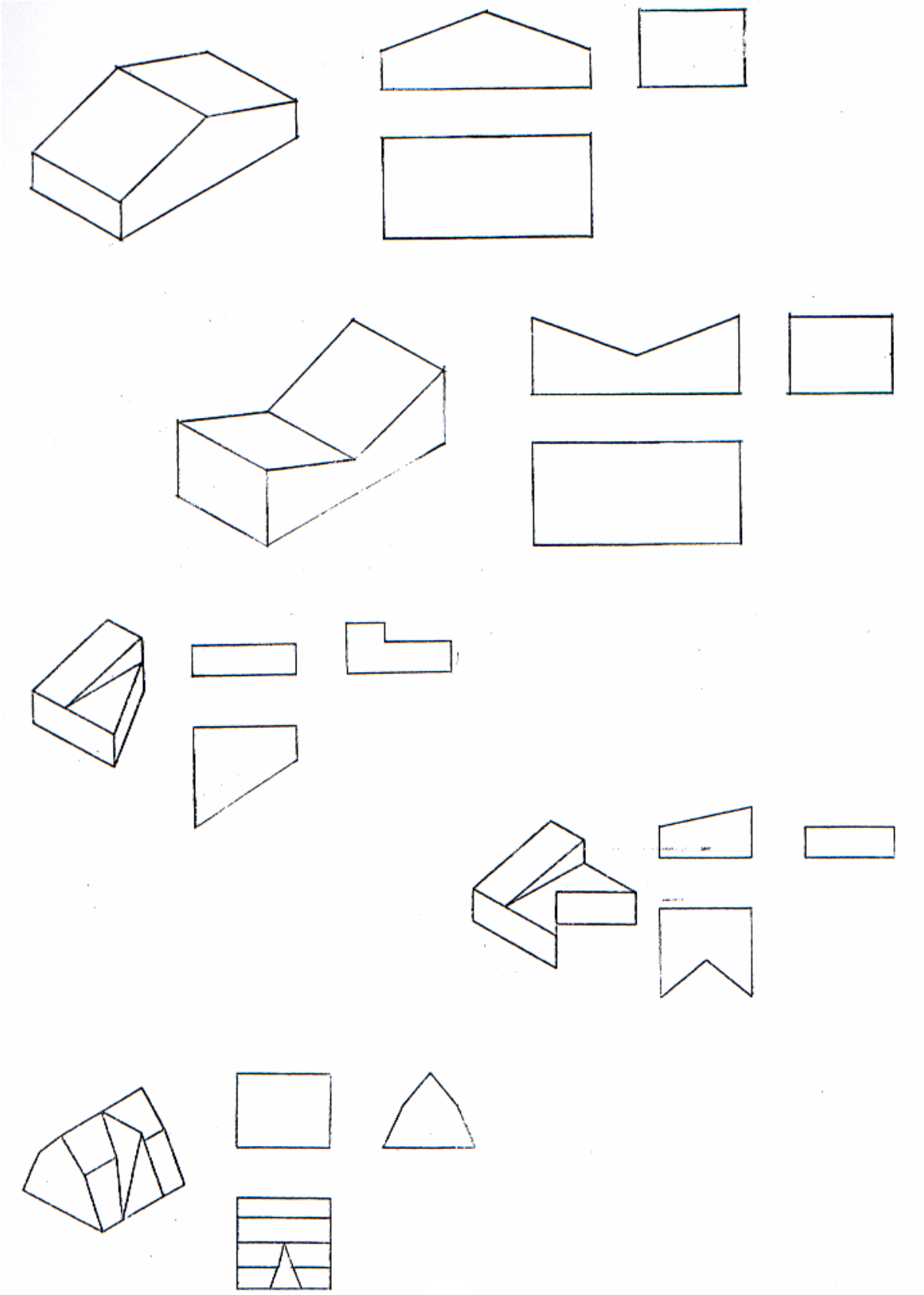
Identifique e numere as projeções correspondentes a cada peça apresentada em perspectiva.



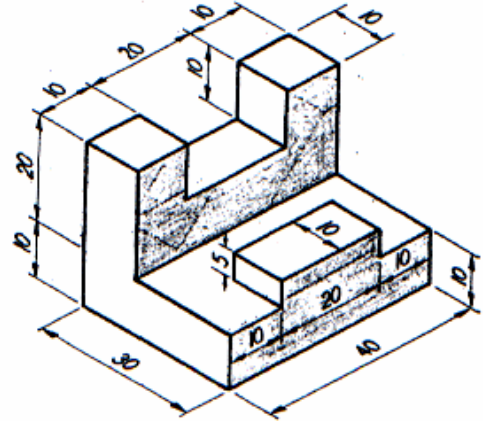
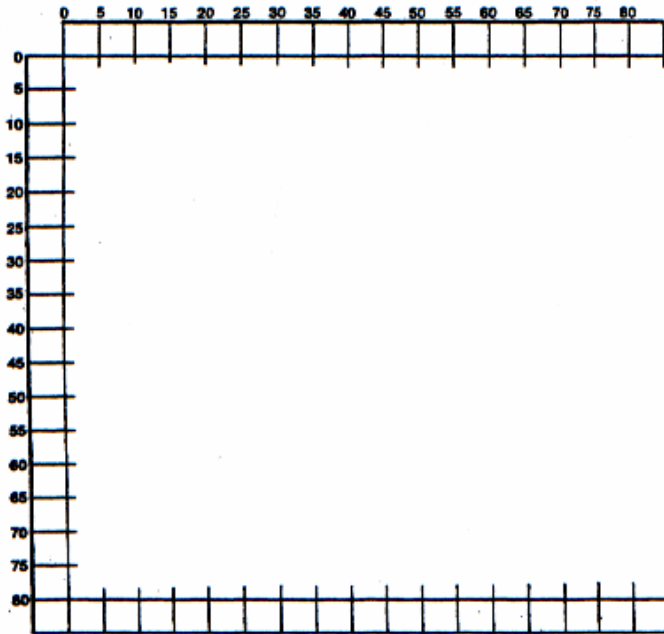
Nas vistas da peça abaixo, dadas em perspectiva, complete os elementos faltantes quando necessário.



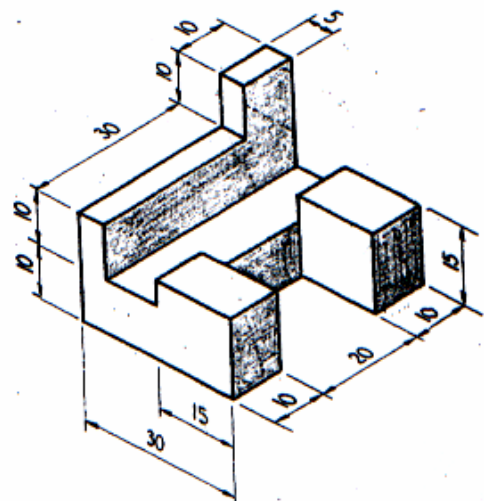
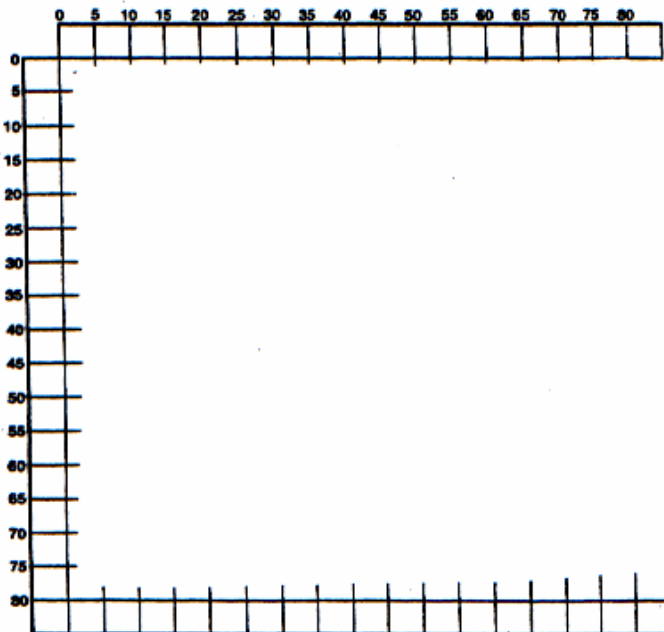
Nas vistas da peça abaixo, dadas em perspectiva, complete os elementos faltantes quando necessário.

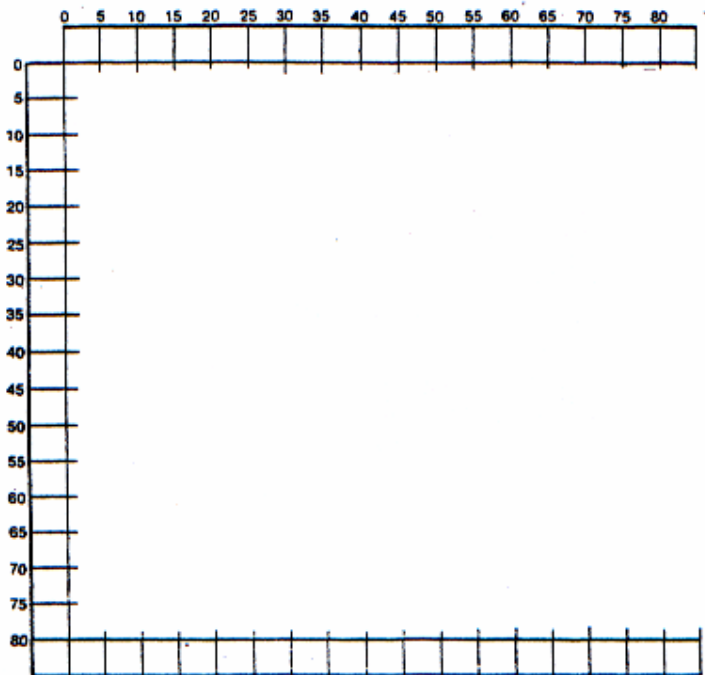
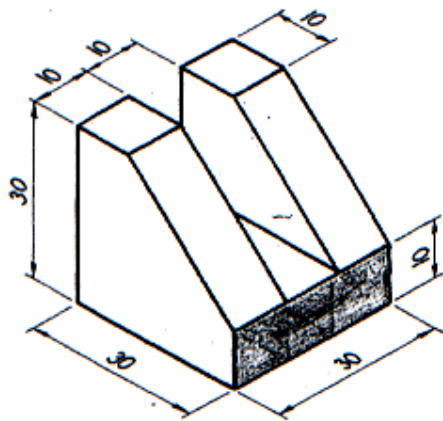


Baseado na modulação dada, desenhar, a mão livre, as três vistas principais das peças dadas em perspectiva.

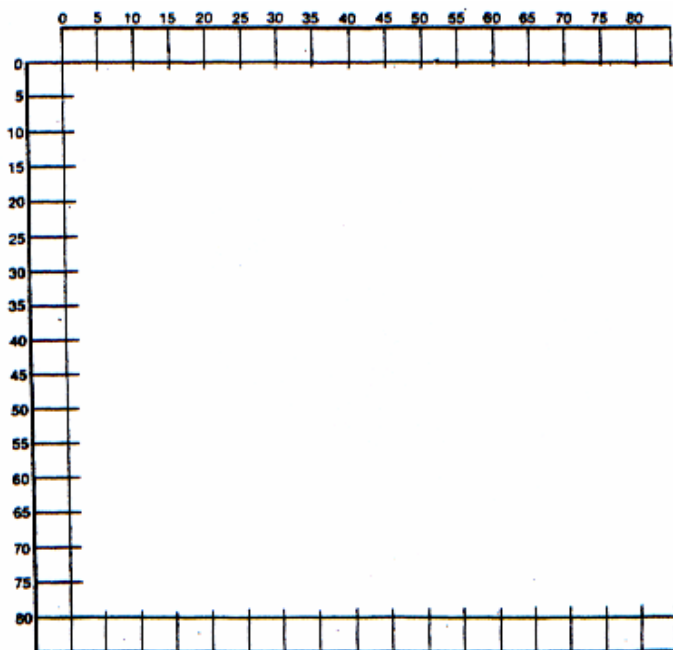
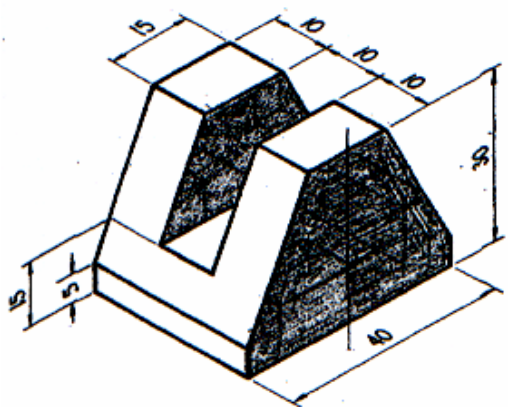


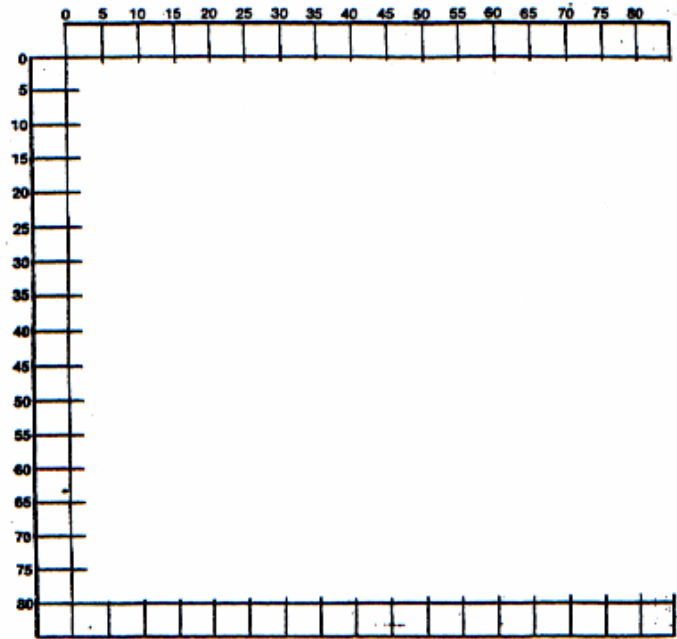
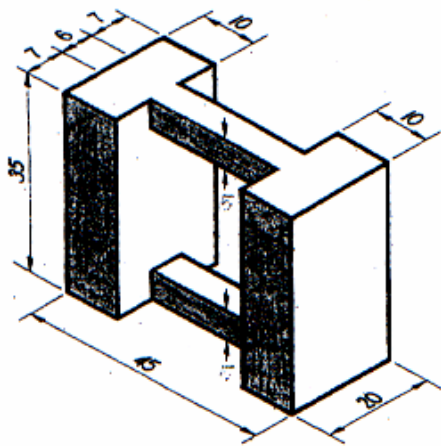
Idêntico ao anterior



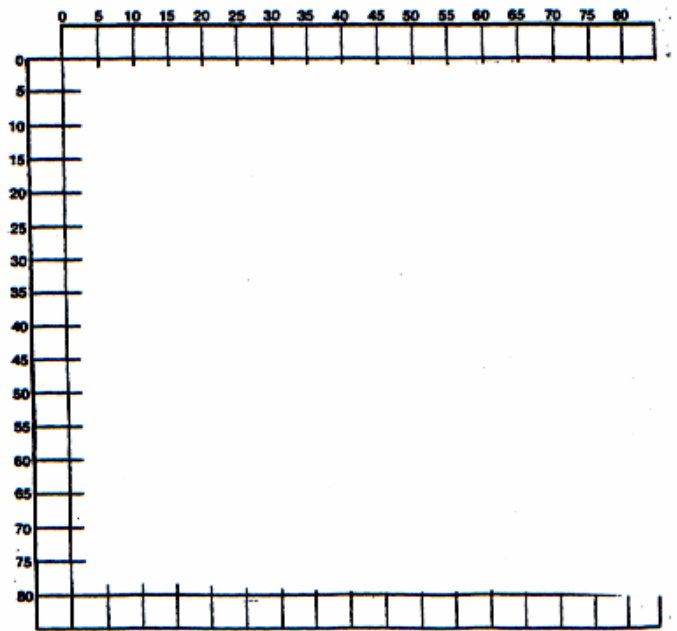
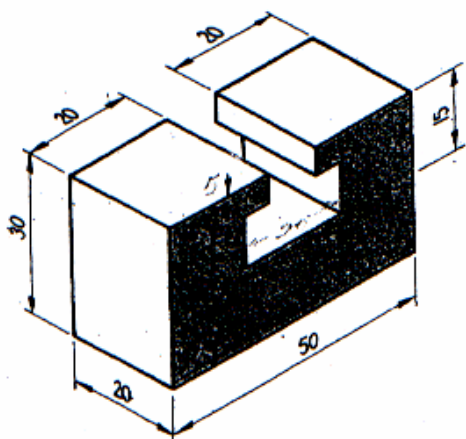


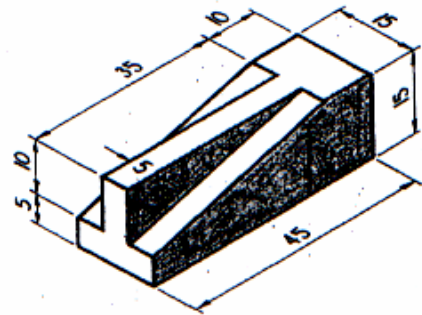
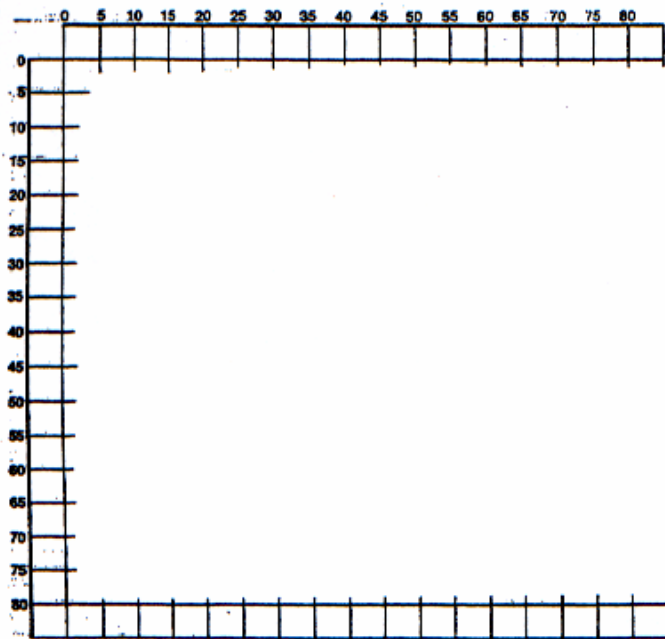
Idêntico ao anterior



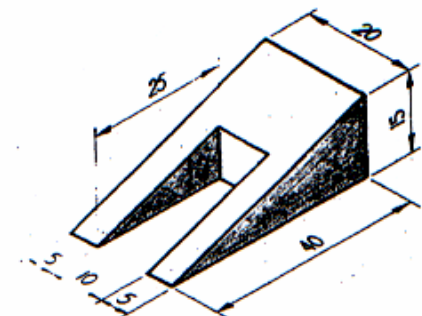
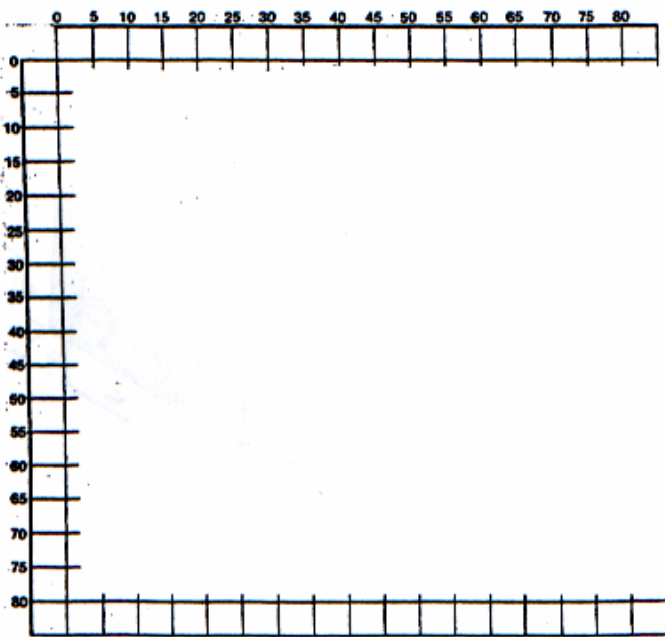


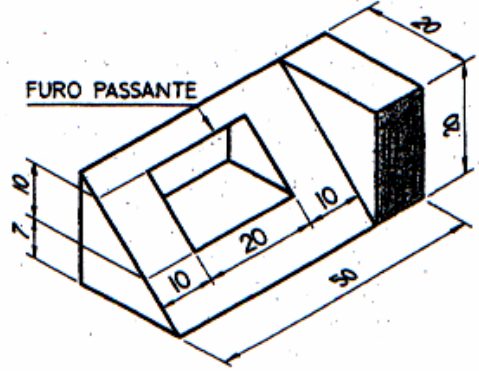
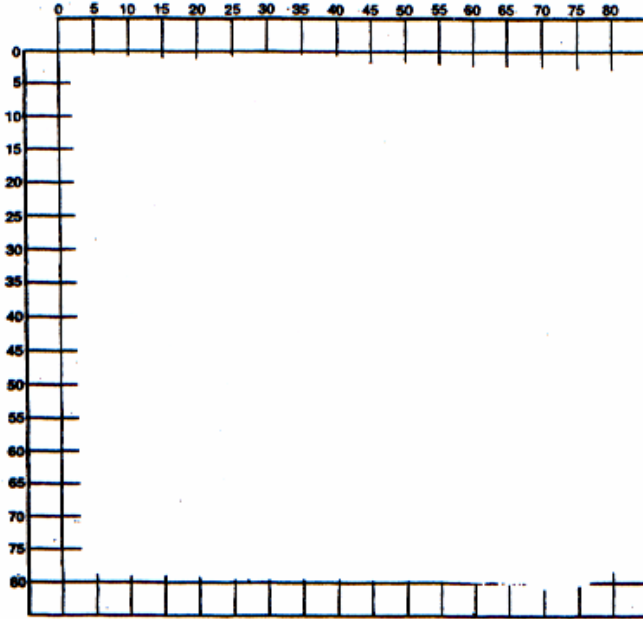
Idêntico ao anterior



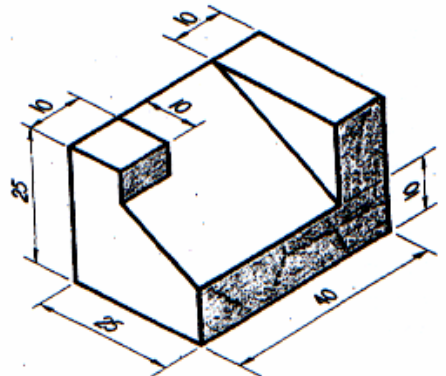
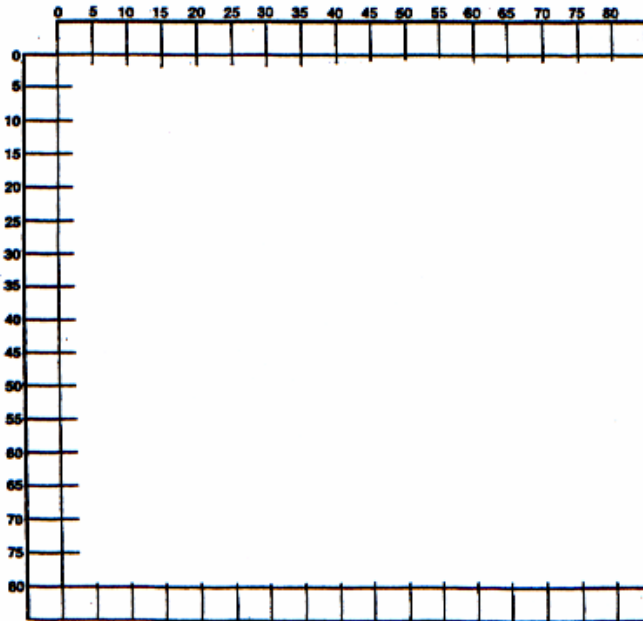


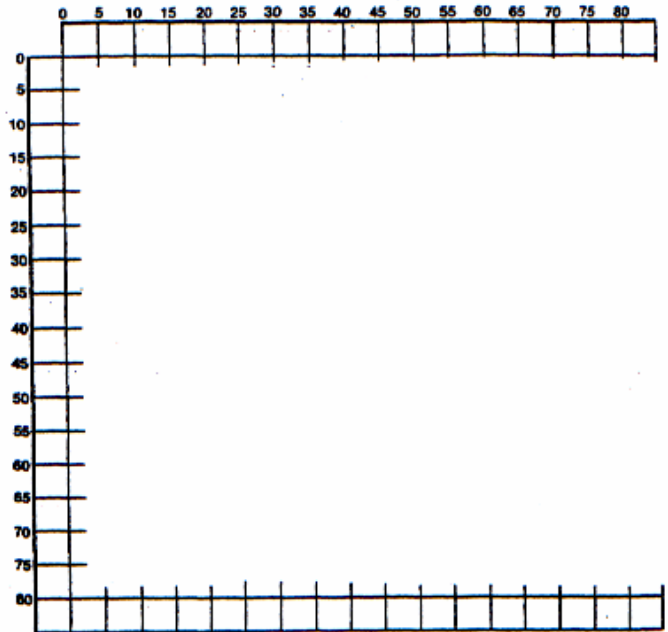
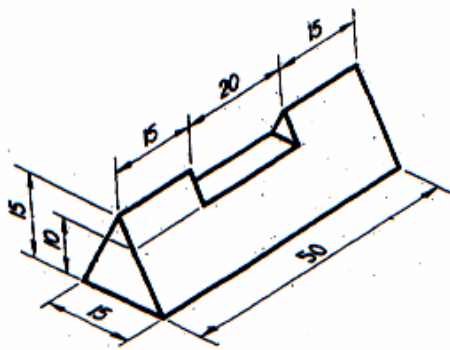
Idêntico ao anterior



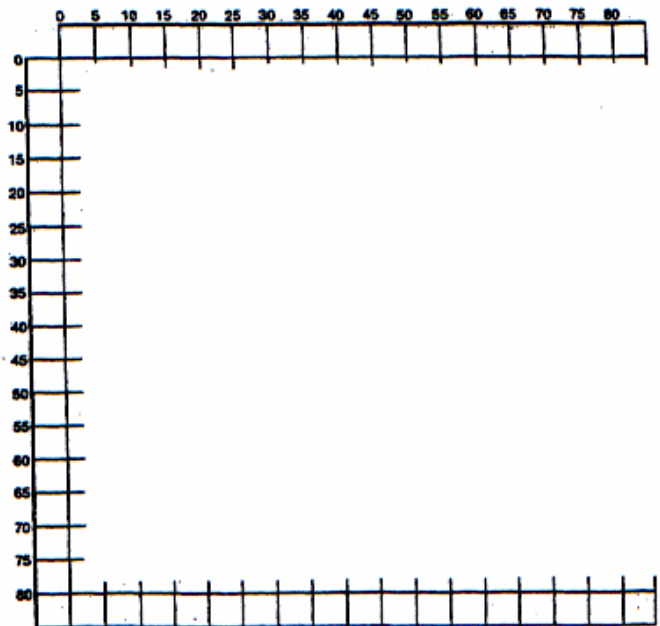
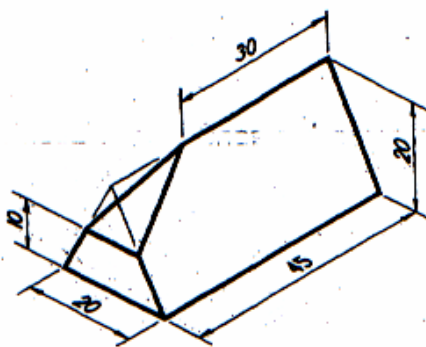


Idêntico ao anterior

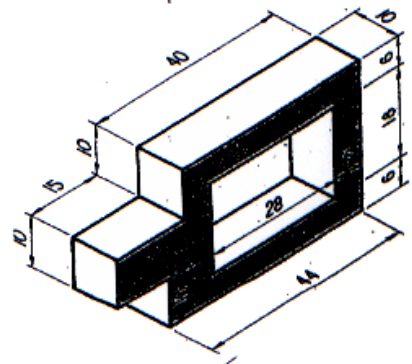
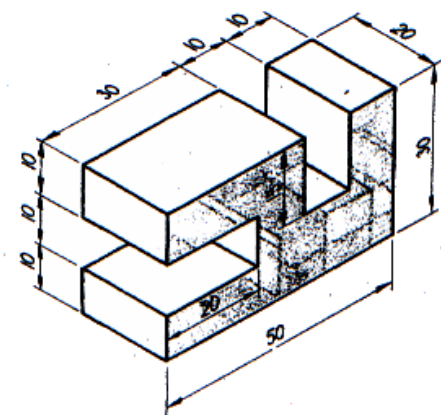
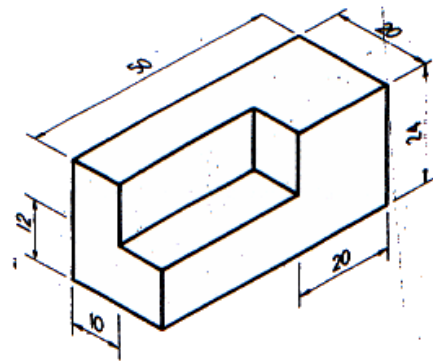


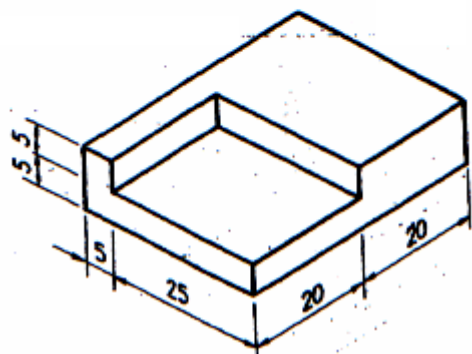
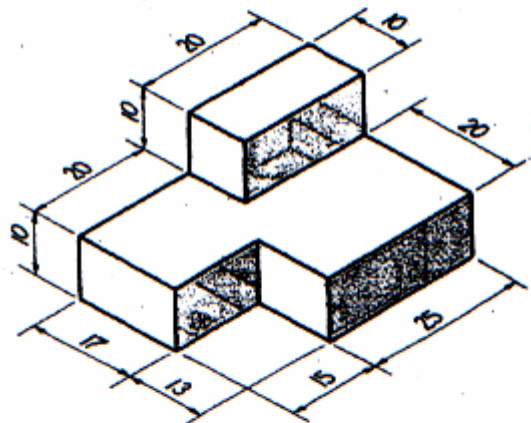
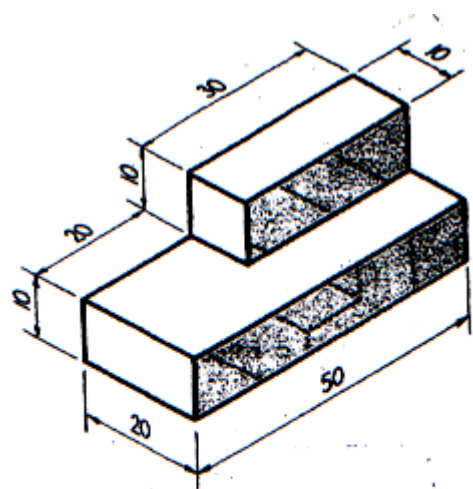


Idêntico ao anterior

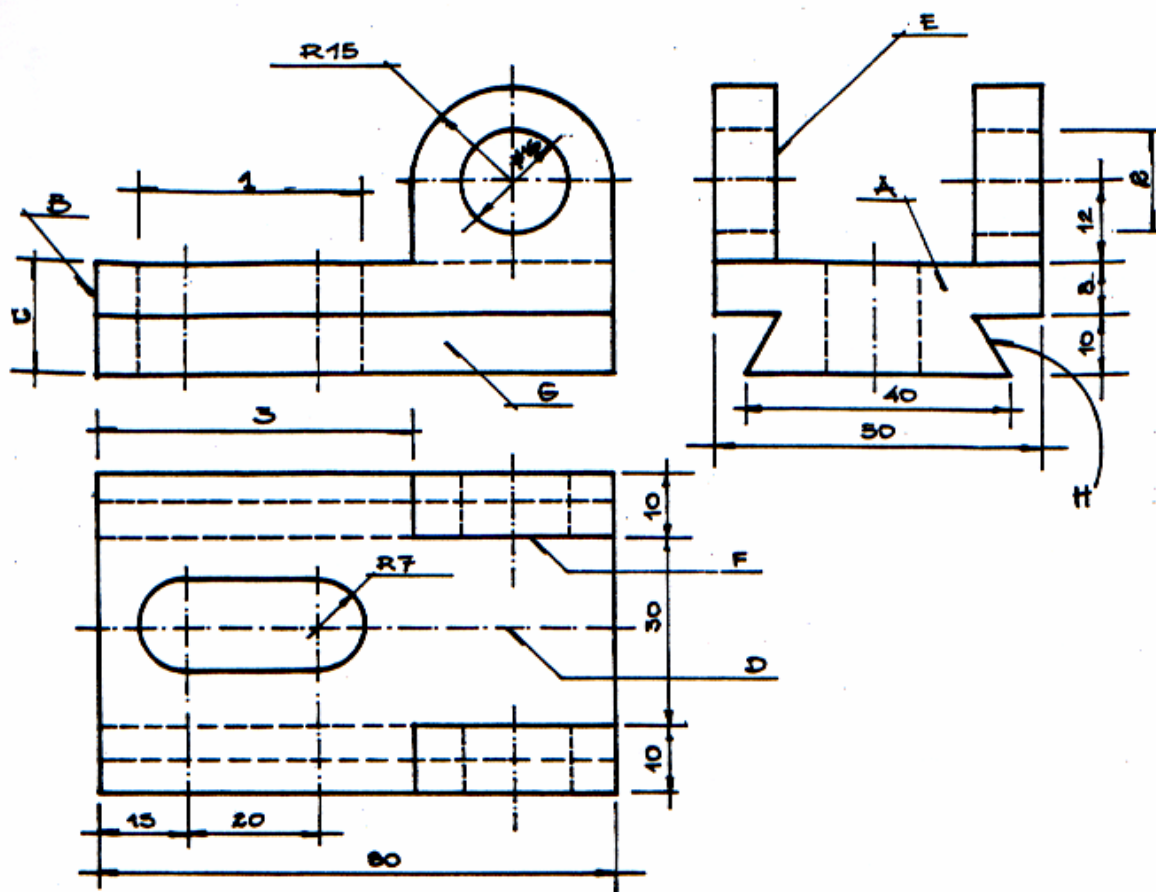


Desenhar, a mão livre, as três vistas principais das peças dadas em perspectivas.







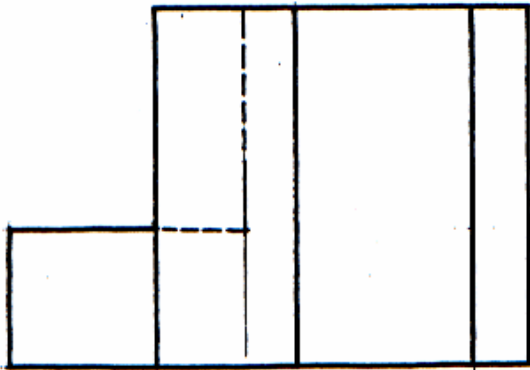


Analise as três vistas acima e as afirmativas abaixo.

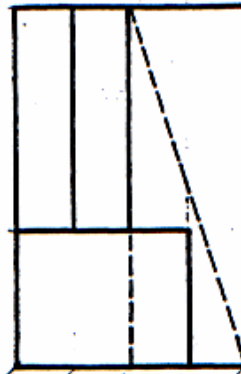
Coloque F se falso e V se verdadeiro nos espaços entre os parênteses.

- ( ) a linha E da lateral está representada na superior pela linha F.
- ( ) a medida 1 da frontal é de 36mm.
- ( ) a superfície A da lateral está representada na frontal pela linha B.
- ( ) a medida 2 da lateral é de 18 mm.
- ( ) a altura maior da peça é de 45mm.
- ( ) a medida 3 da superior é de 50mm.
- ( ) a linha D da superior está funcionando apenas como um eixo de simetria.
- ( ) a superfície G da frontal é representada na lateral pela linha H.

Vista frontal

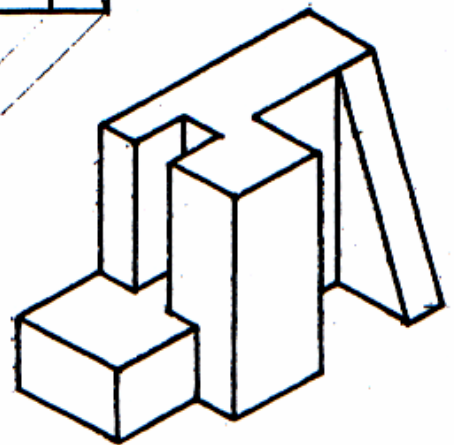


Vista lateral esquerda

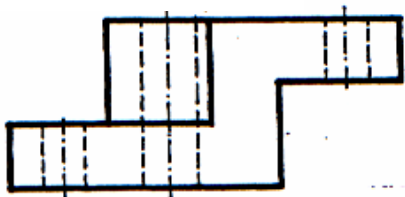


Vista superior

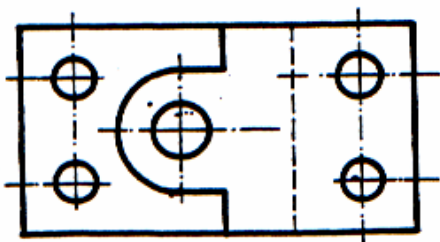
Desenhar a vista superior faltante



Vista frontal

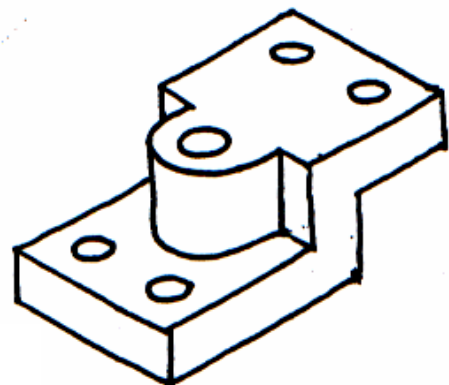


Vista lateral esquerda

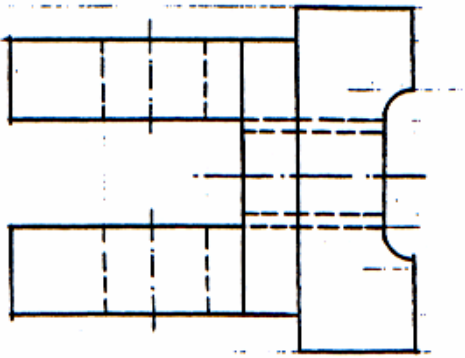


Vista superior

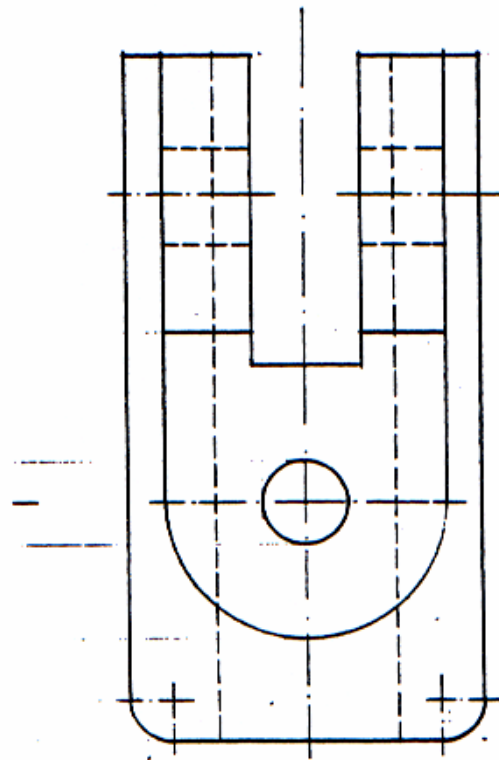
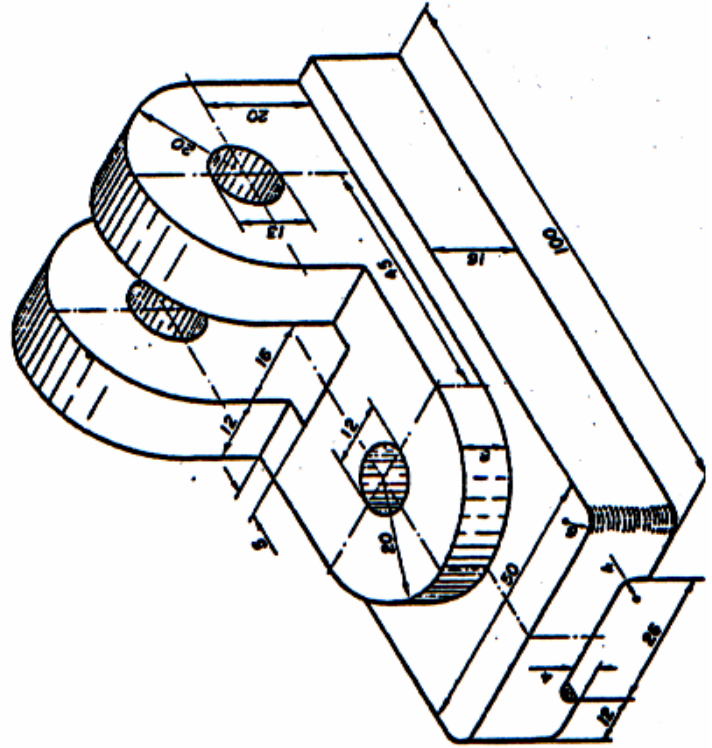
Desenhar a vista lateral esquerda faltante



Vista lateral frontal



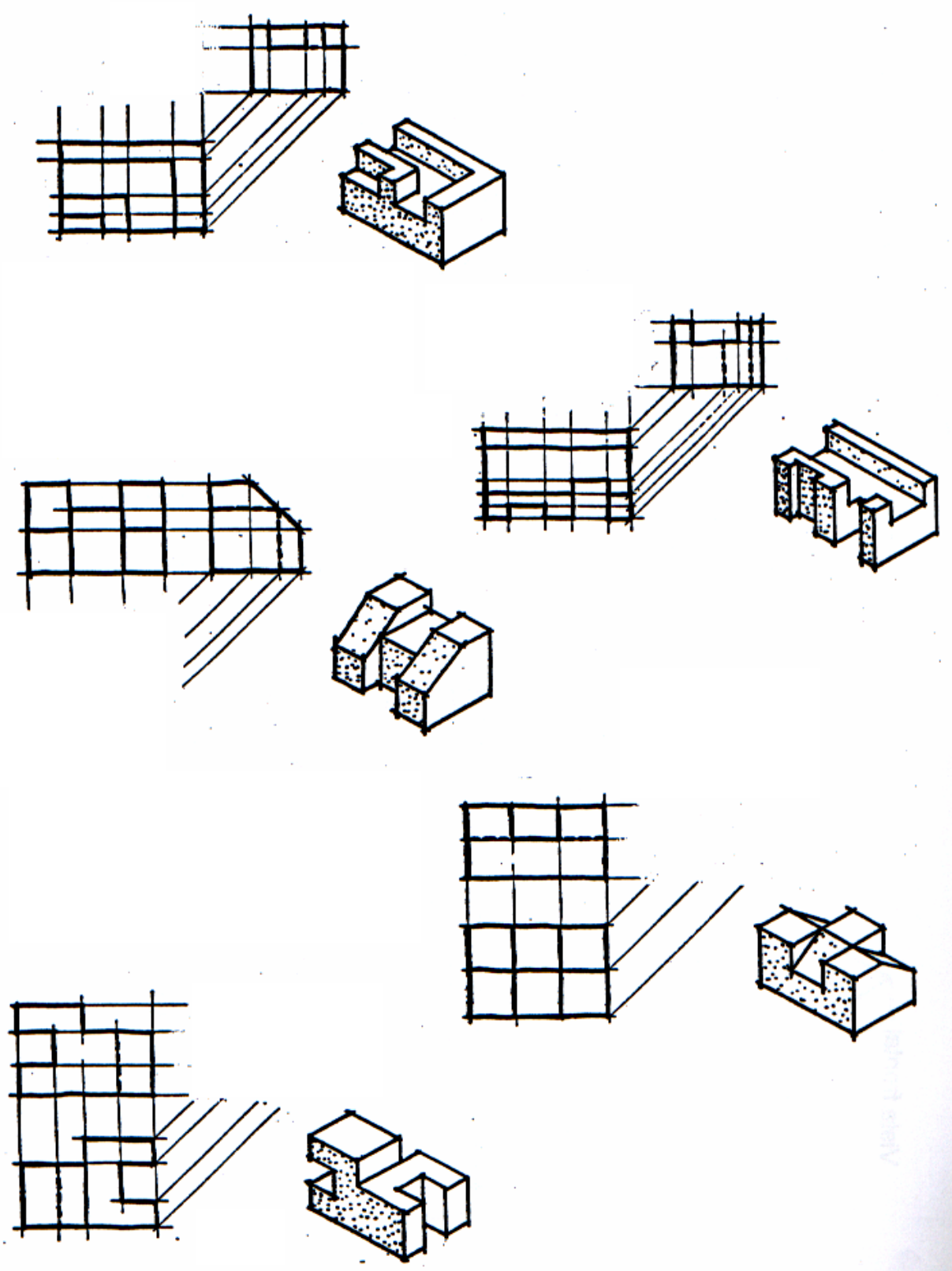
Vista lateral esquerda



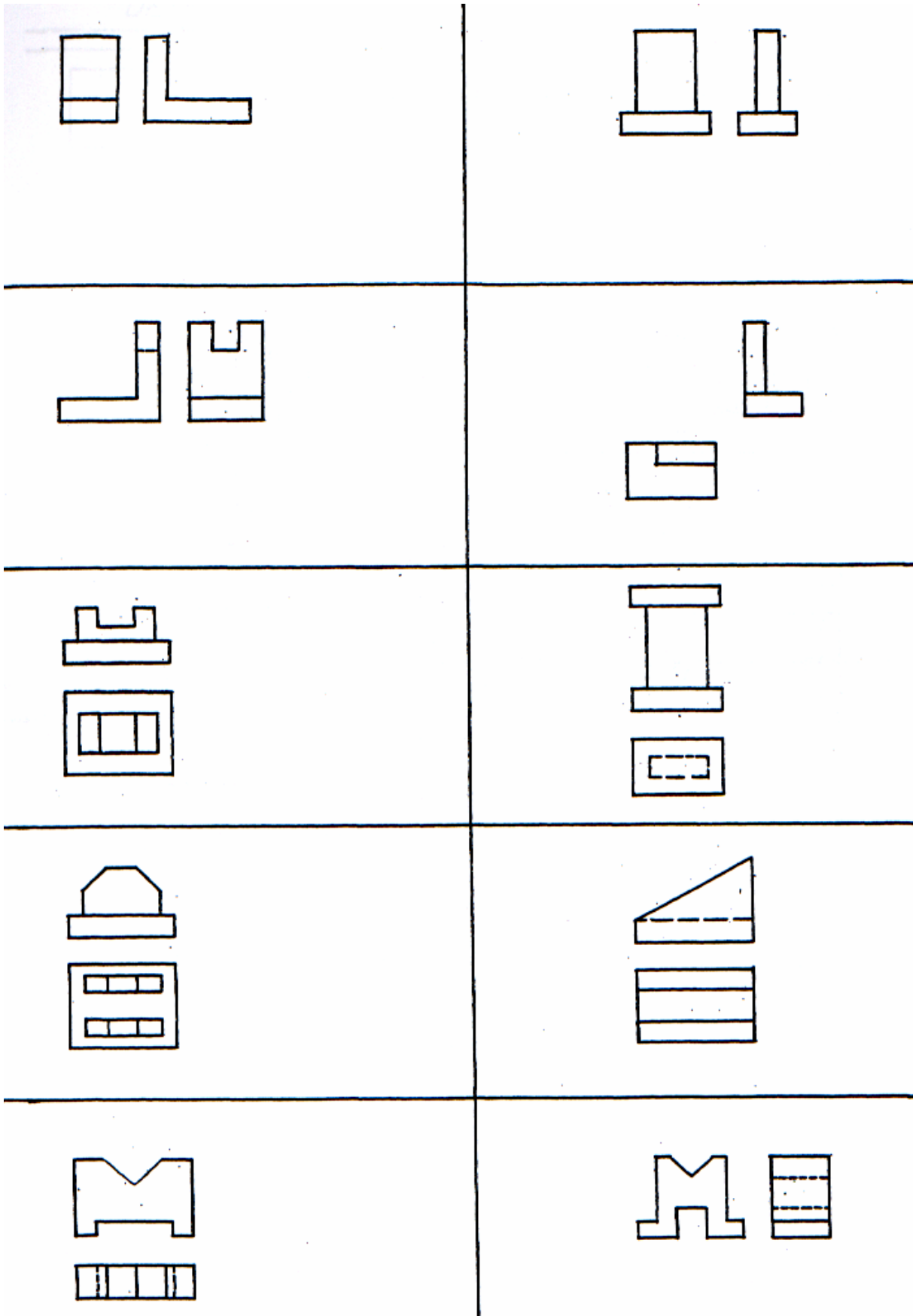
Vista superior

Desenhar a vista frontal faltante

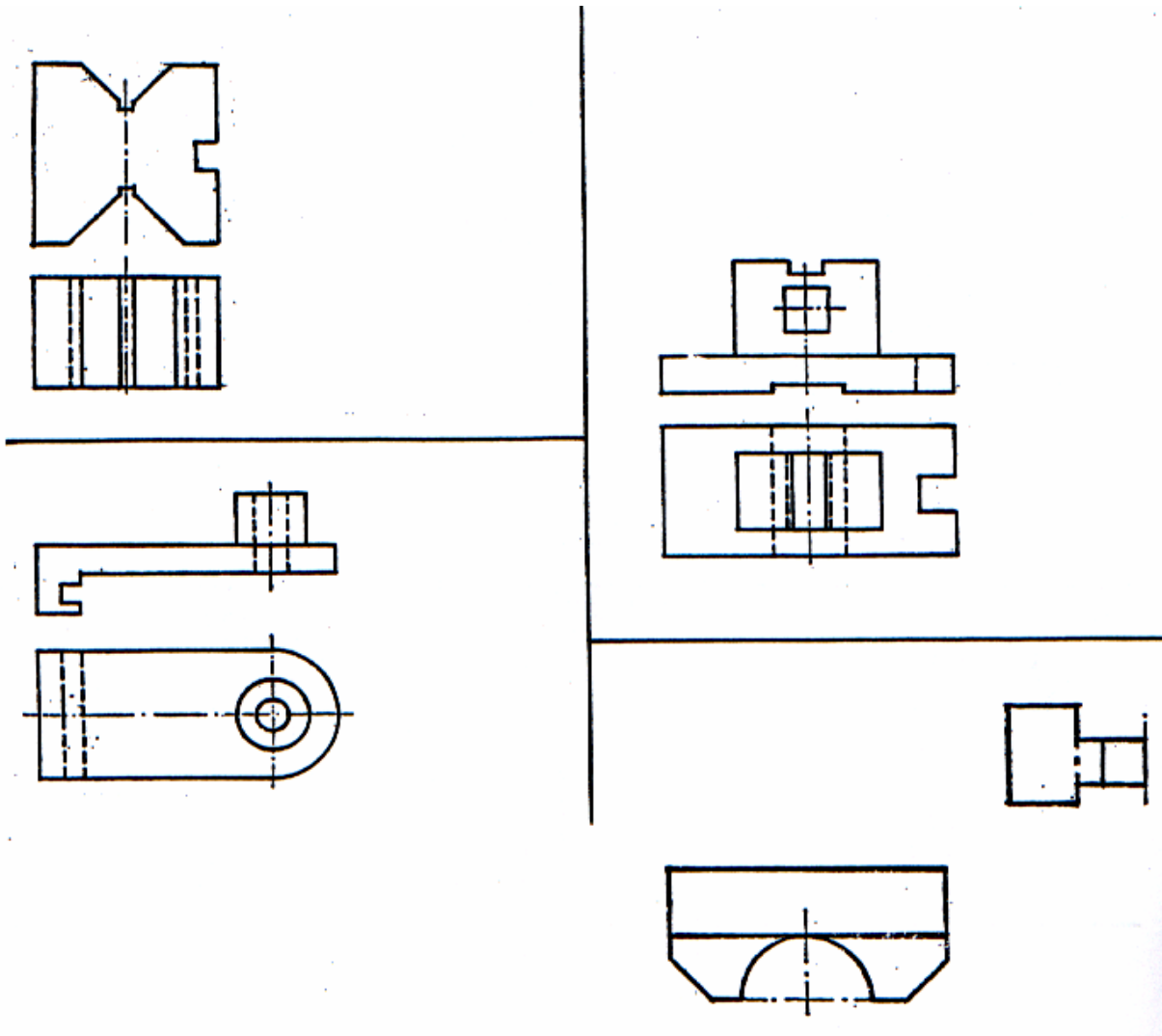
Desenhar a terceira vista faltante das peças abaixo.



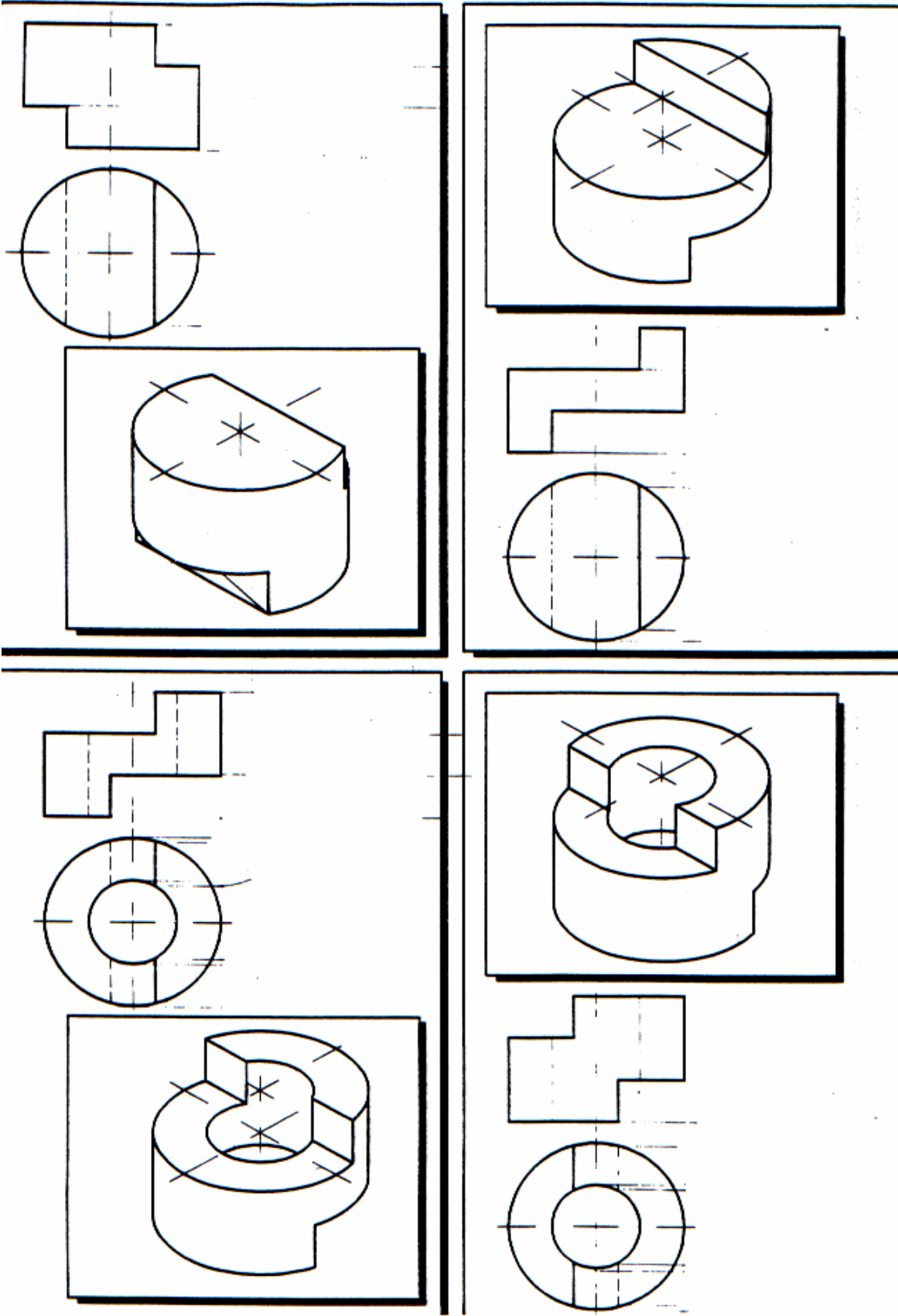
Dados duas vistas, desenhar a terceira vista faltante.



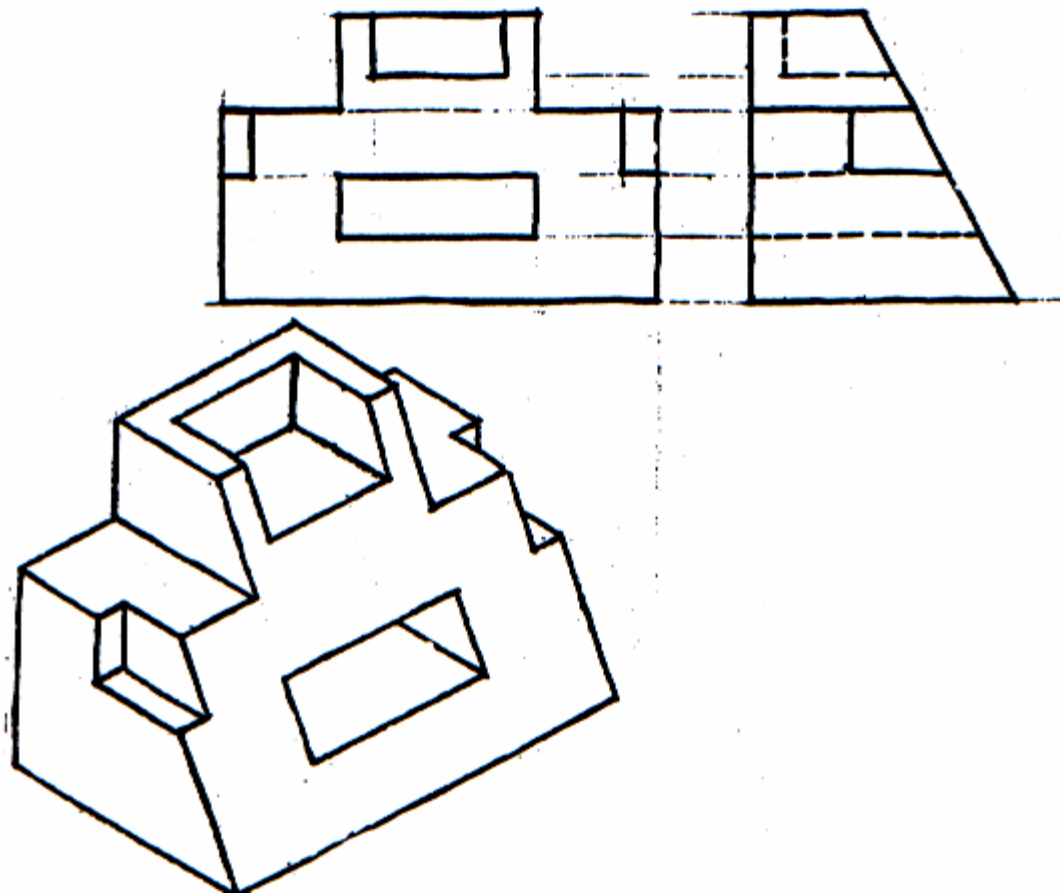
Dado duas vistas, desenhar a terceira faltante.



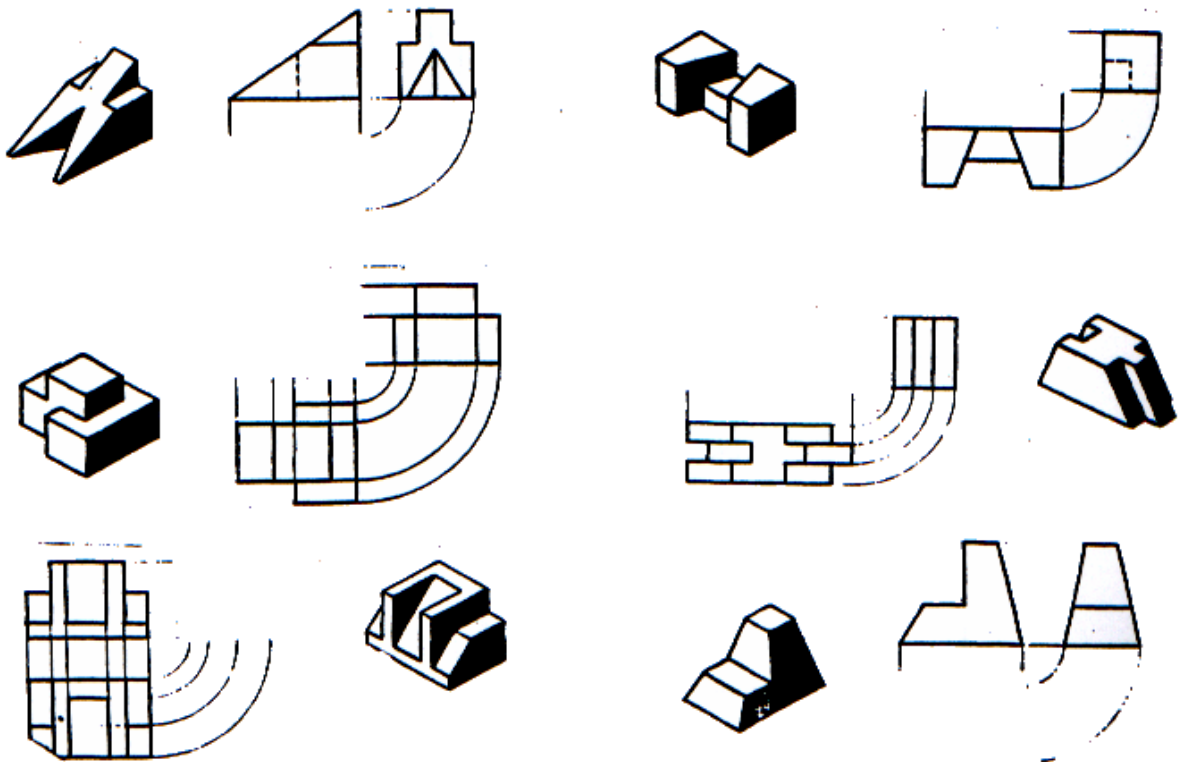
Desenhar as vistas faltantes



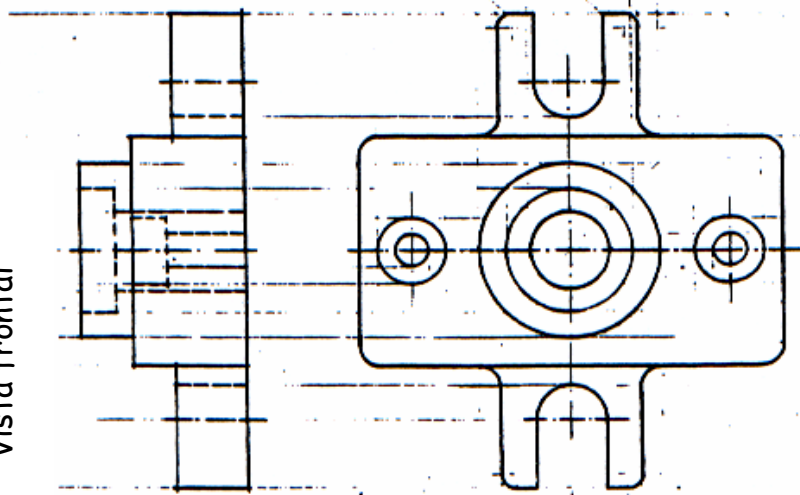
Desenhar, com instrumentos, a vista superior faltante abaixo.



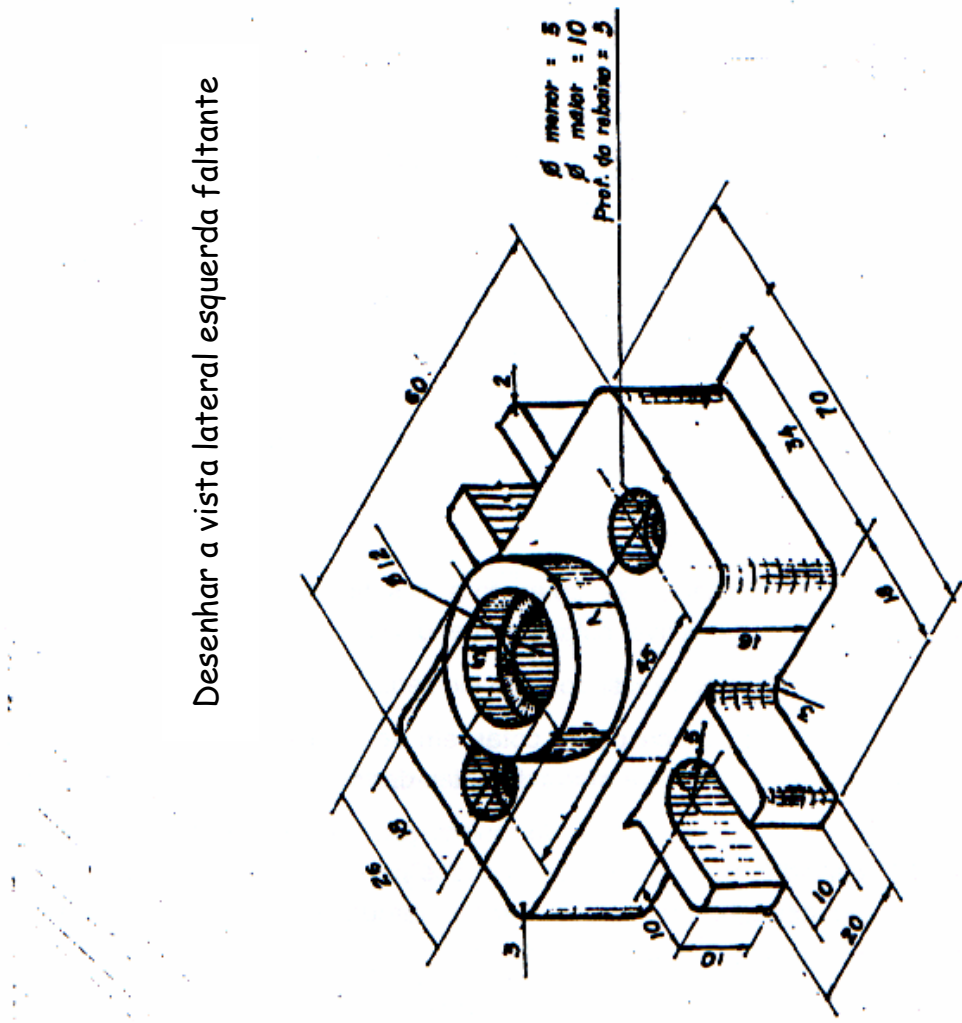
Desenhar, a mão livre, as vistas faltantes abaixo.



Vista frontal



Vista lateral esquerda



Desenhar a vista lateral esquerda faltante

Vista superior

## UNIDADE 04

### 4 - COTAGEM

Para se completar um desenho são necessárias às dimensões, sem o que o projeto fique incompleto e não poderá ser executado.

Uma cotação cuidadosa facilita a interpretação e, portanto convém seguir algumas regras simples, que são recomendadas na prática.

Quando se indicam as cotas de um desenho deve-se ter em mente o seguinte:

- Boa disposição, distribuindo de maneira clara as cotas pelo desenho;
- Usar linhas de chamada e de cotas com traços mais finos do que os do desenho;
- Indicar as cotas fora dos limites do desenho, evitando possíveis cotas no interior das figuras;
- Não repetir cotas já indicadas;
- Nos casos de cotas em seqüência, indicá-las de tal modo, que a cota menor seja marcada antes da maior, para evitar cruzamentos de linhas.

A título de orientação, os exemplos seguintes mostram alguns cuidados que podem ser tomados para que não ocorram mais riscos decorrentes de um desenho mal cotado, dando margem a dúvidas e confusões quando o projeto entrar no processo de fabricação.

#### 4.1 - LINHAS EMPREGADAS NA COTAGEM

A fig. 1 mostra que as linhas de cotas são traços mais finos que os de desenho do objeto e indicados de tal modo que as linhas de chamada não tocam o desenho.

Observar que a linha que dá a dimensão deve ter a cota sobre ela (fig 2). As cotas verticais ficam sempre indicadas para que sejam lidas pelo lado direito do desenhista. (fig. 3)

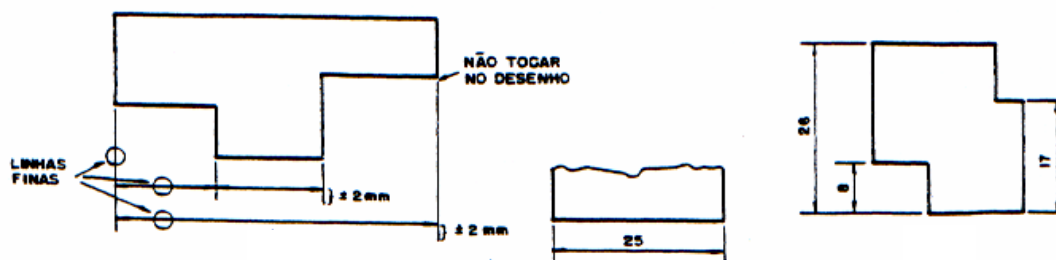


Figura 1

Figura 2

Figura 3

#### 4.2 - POSICIONAMENTO DAS COTAS

As cotas não devem ficar nem muito próximas, nem muito afastadas do desenho. Usar espaço para escrever o valor da cota (entre 7 a 15mm) (fig. 4).

Se várias cotas devem ser indicadas, dar espaçamento igual entre as linhas de cotas (fig.5).

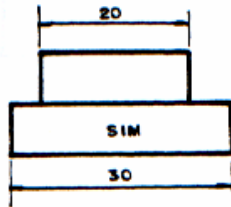


Figura 4

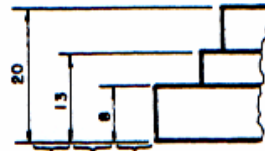
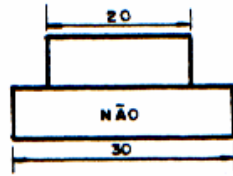
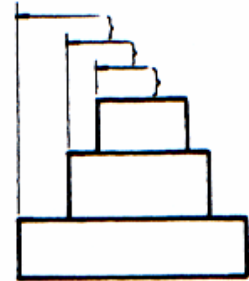


Figura 5



#### 4.3 - COTAS AGRUPADAS

Procurar indicar as cotas sobre a mesma direção (fig. 6). Indicar a cota menor antes da maior (fig.7)

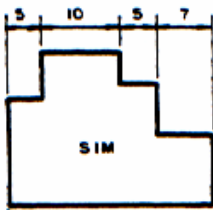


Figura 6

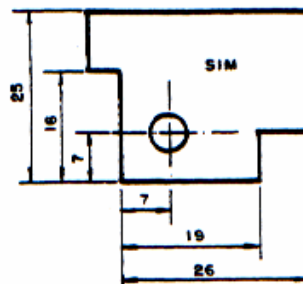
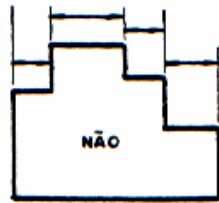
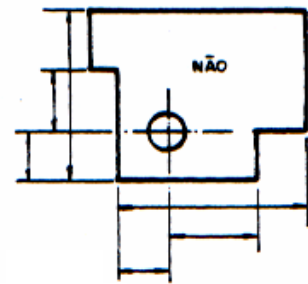


Figura 7



Indicar as cotas tanto quanto possível na parte externa da figura (fig.8). Cotas internas em últimos casos, para evitar linhas de chamada longas (fig. 9).

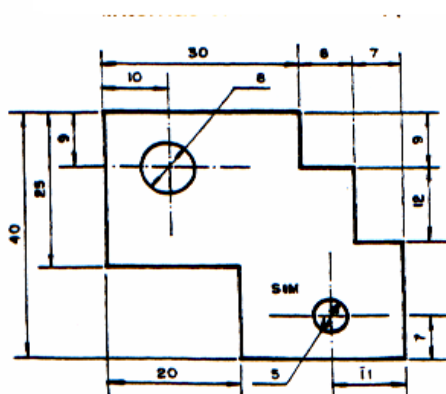


Figura 8

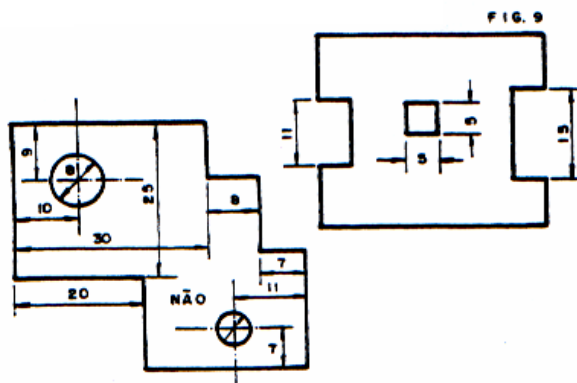


Figura 9

Para um grupo de cotas de dimensões paralelas, convém indicá-las defasadas e não uma sobre a outra (fig.10).

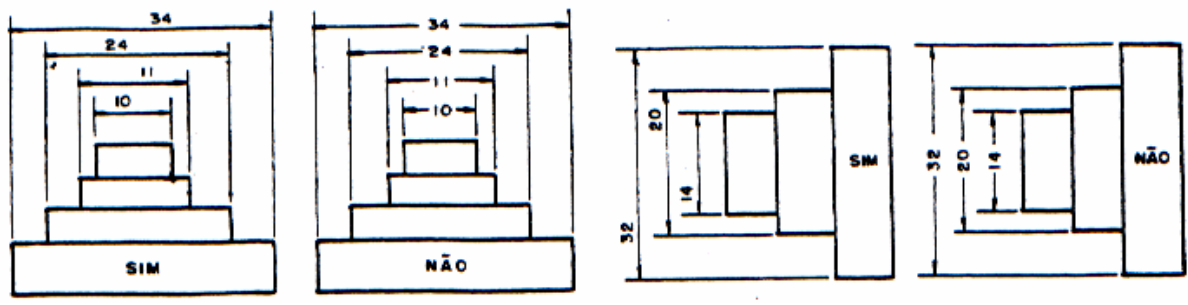


Figura 10

#### 4.4 - COTAS EM ESPAÇOS LIMITADOS (COTAS PEQUENAS).

A figura 11 exemplifica os casos.

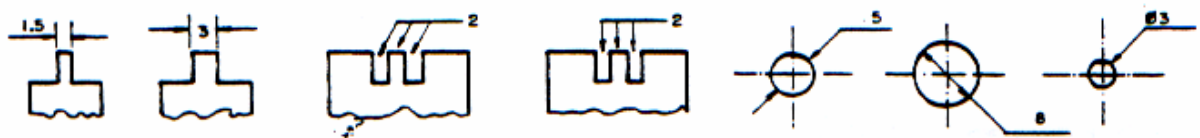


Figura 11

#### 4.5 - COTAS DE ÂNGULOS E DE RAIOS

Os ângulos são indicados ou por duas lineares (fig.12) ou por uma medida linear com o valor do ângulo (fig. 13). Na fig. 14 outras formas de indicação de ângulos.

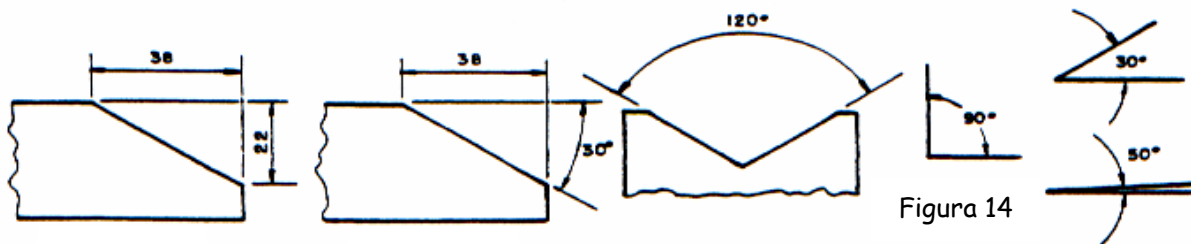


Figura 12

Figura 13

Figura 14

Os arcos são cotados pelo valor do seu raio, podendo ou não constar a letra R junto com a cota (fig.15).

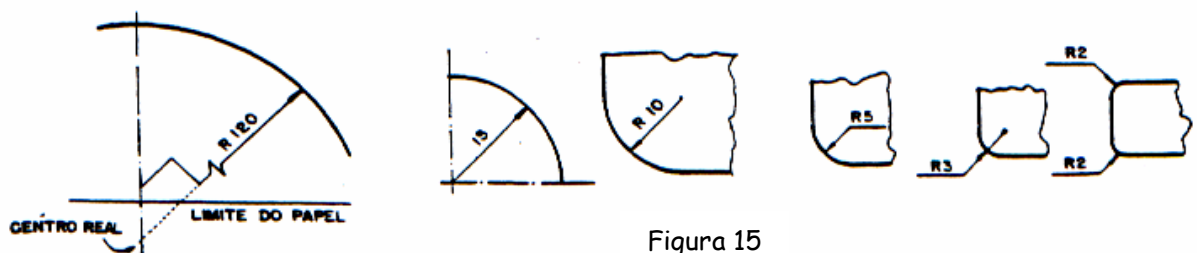
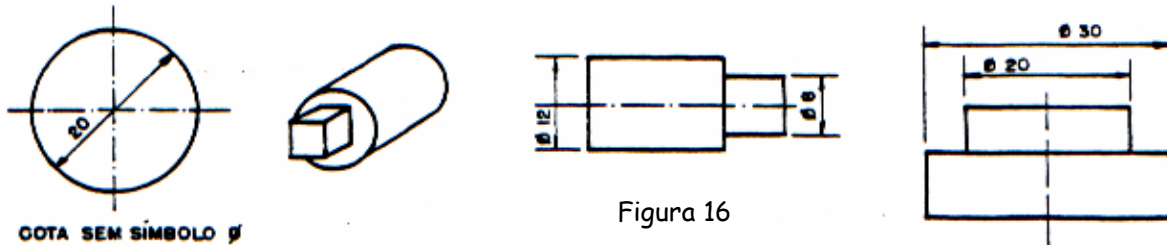


Figura 15

#### 4.6 - COTAS DE CÍRCULOS

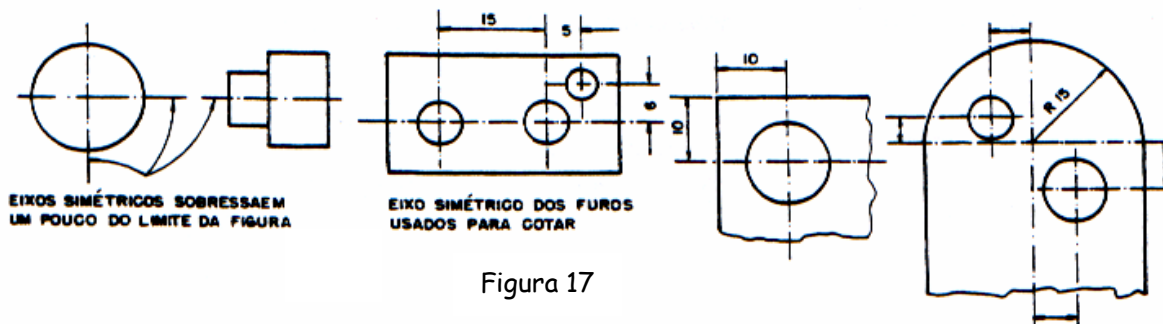
Quando a forma geométrica não define o círculo diretamente a cota do diâmetro leva símbolo  $\varnothing$  e quadrado o símbolo (fig. 16).



#### 4.7 - O USO DOS EIXOS DE SIMETRIA

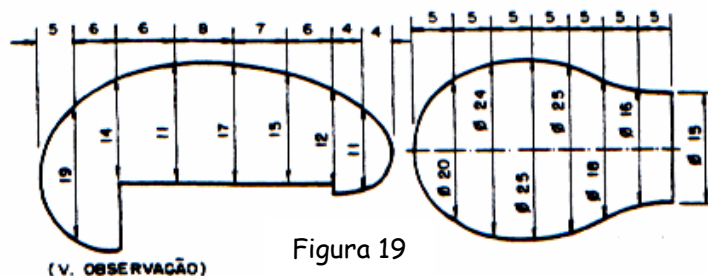
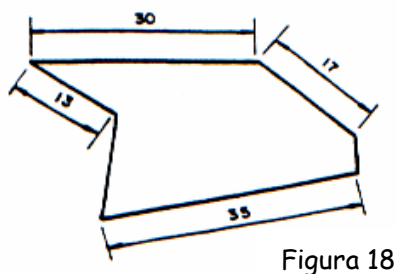
Toda fig. simétrica leva uma linha traço-ponto feita com traço fino.

Quando necessário pode ser usada como linha de cota (fig. 17).



#### 4.8 - COTAS EM PEÇAS IRREGULARES

Se a peça tiver contornos definidos por retas, indicar as cotas conforme fig. 18. Se a peça tem formas de curvas irregulares, uma cotagem por coordenadas é de boa prática (fig. 19).



Obs: Peças de formas irregulares compostas por arcos de círculos são cotadas também pelos raios dos arcos e suas coordenadas (fig. 20 e 21).

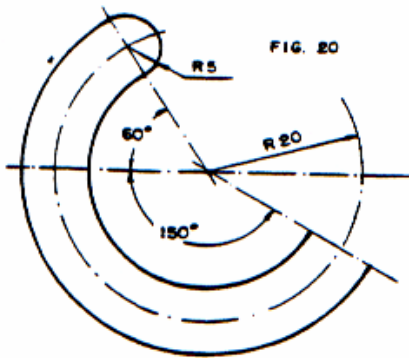


FIG. 20

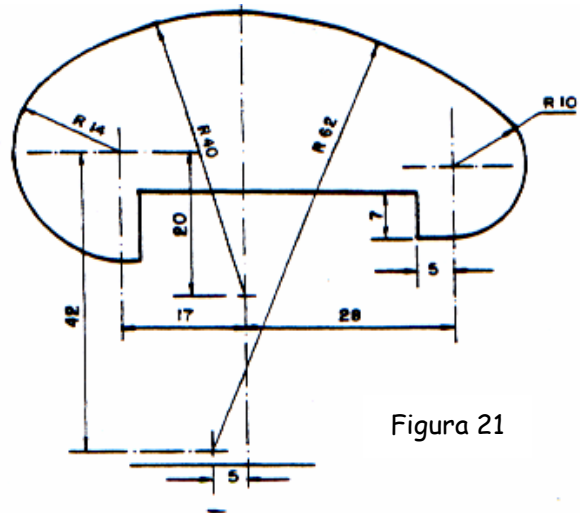


Figura 21

#### 4.9 - COTAGEM A PARTIR DE LINHA DE REFERÊNCIA

Quando necessário às cotas são marcadas a partir de uma "linha base" ou então de uma "linha central". A fig. 22 mostra exemplos com linha base e linha central.

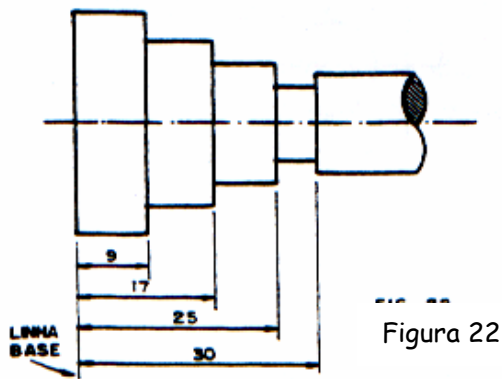
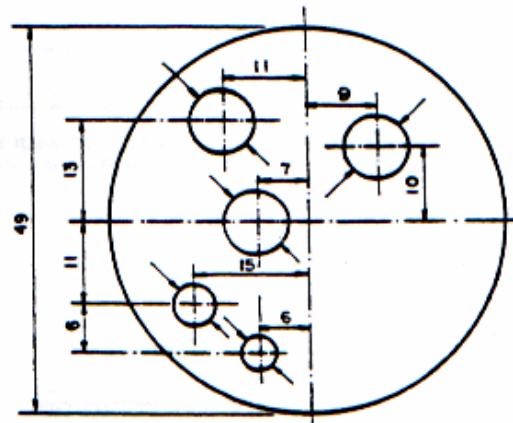


Figura 22



#### 4.10 - COTAGEM DE FUROS (RETOS OU CIRCULARES).

A figura 23 exemplifica os casos.

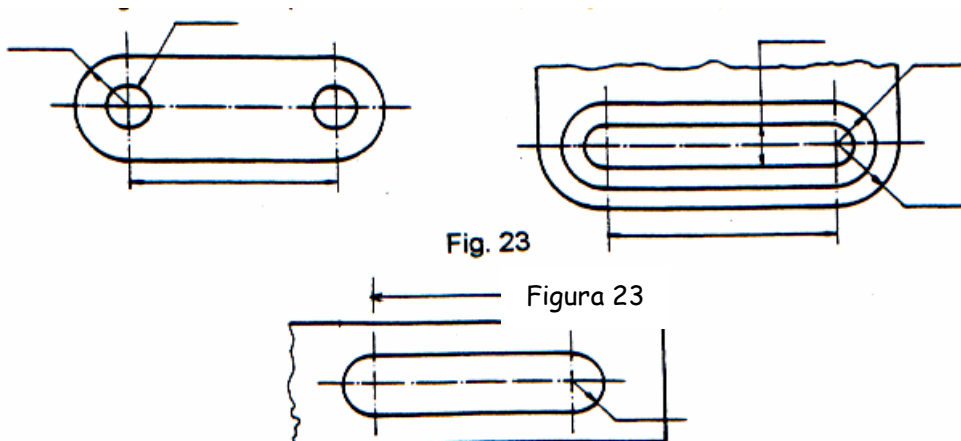


Fig. 23

Figura 23

#### 4.11 - COTAS DE FURO PARA ENCAIXES

São os casos de componentes (parafuso, pinos, etc.) que devem ficar com a cabeça embutida em outras peças. Nestes casos, os furos de encaixe são cotados por meio de diâmetro, do ângulo e pelas profundidades das partes encaixadas. A fig. 24 mostra os exemplos mais frequentes.

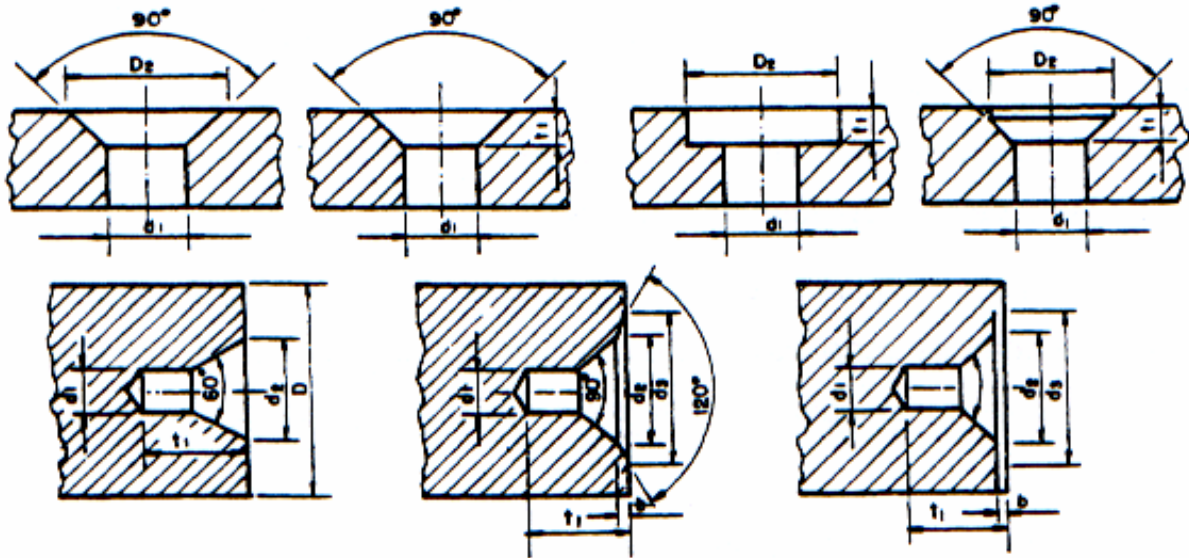
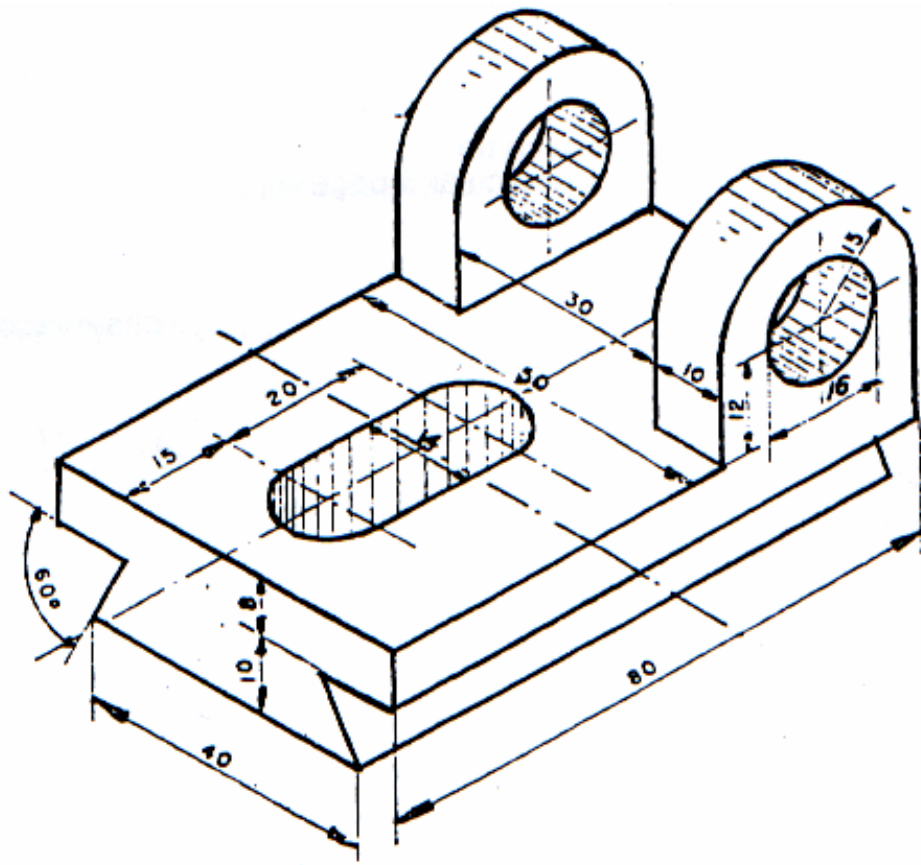


Figura 24

Dado a perspectiva isométrica ao lado, desenhar, na escala 1:1, as vistas frontal, superior e lateral esquerda da peça, cotar as vistas.



## UNIDADE 05

### 5 - CORTES

Tem como objetivo representar de modo claro os detalhes internos nos desenhos de peças ou conjuntos.

Em desenhos de conjuntos ainda ressaltam a posição das peças que o constituem.

Podem ainda indicar o material de que é feita a peça, além de facilitar a colocação de cotas relativas aos detalhes internos.

Os cortes são obtidos quando se supõe a peça cortada por um plano secante, convenientemente escolhido, e removida a parte interposta entre o plano secante e o observador.

Obs: Embora admitindo-se que uma parte de peça tenha sido retirada, nas demais vistas a peça é representada inteira.

A posição do plano secante é indicada por uma linha traço-ponto grossa, chamada linha de corte. Nos extremos da linha são colocadas setas que indicarão o sentido de observação do corte e em que plano será projetado o mesmo.

Colocando - se ao lado de setas letras maiúsculas para a identificação dos cortes.

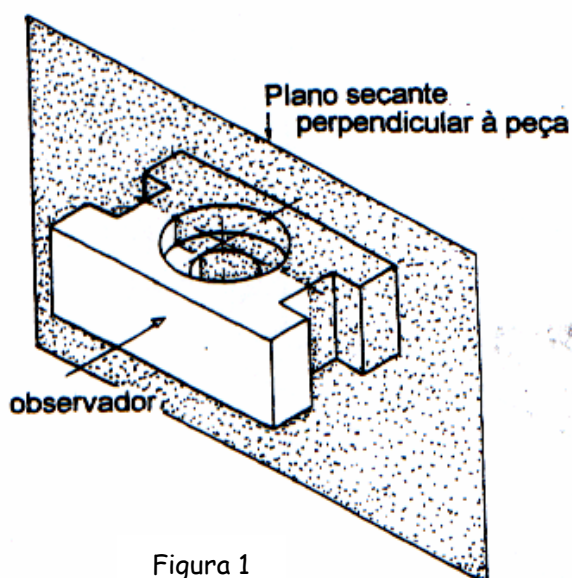


Figura 1

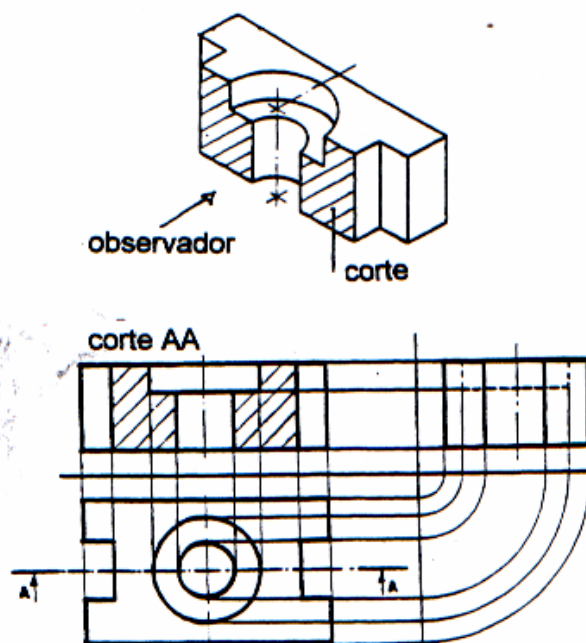


Figura 2

## 5.1 - TIPOS DE CORTES

Os cortes variam em relação aos limites e extensão do plano de cortes (total, meio-corte, parcial) ou em relação ao nº de planos que passará portanto de uma só vez a peça(em desvio, rebatido).

- Em relação aos limites e extensão

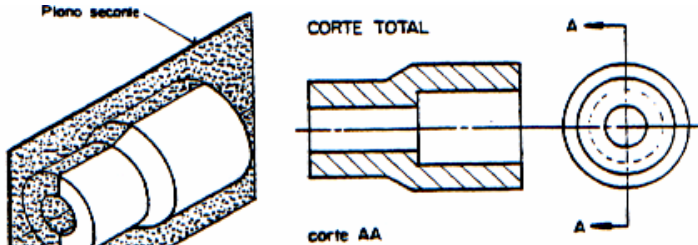


Figura 3

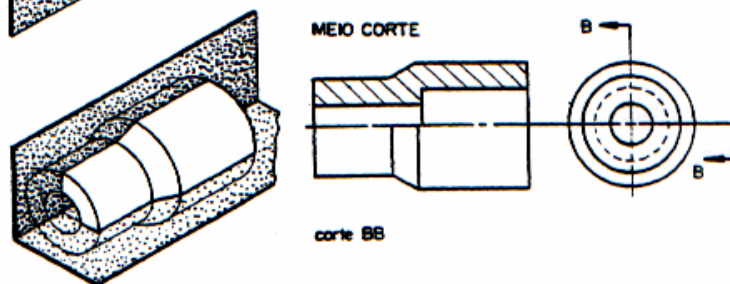


Figura 4

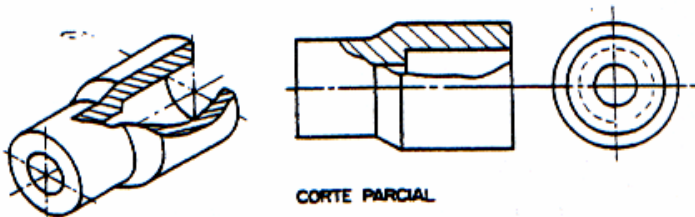


Figura 5

- Em relação ao número de planos.

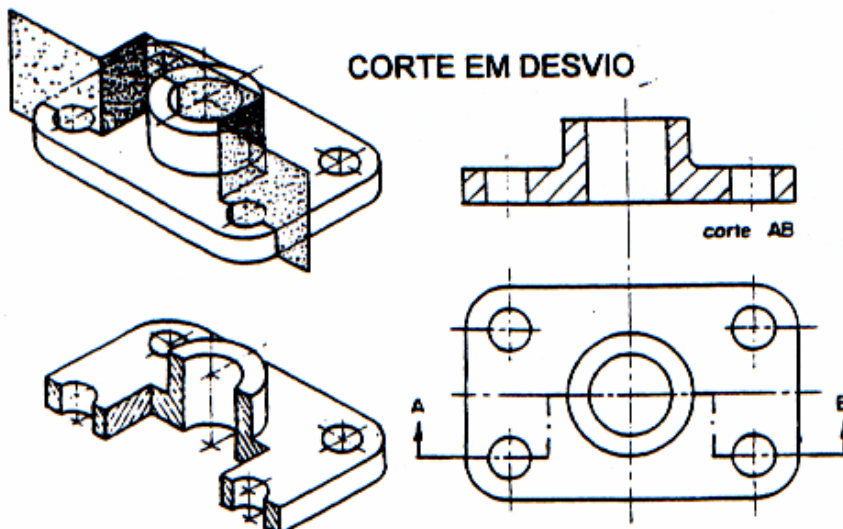
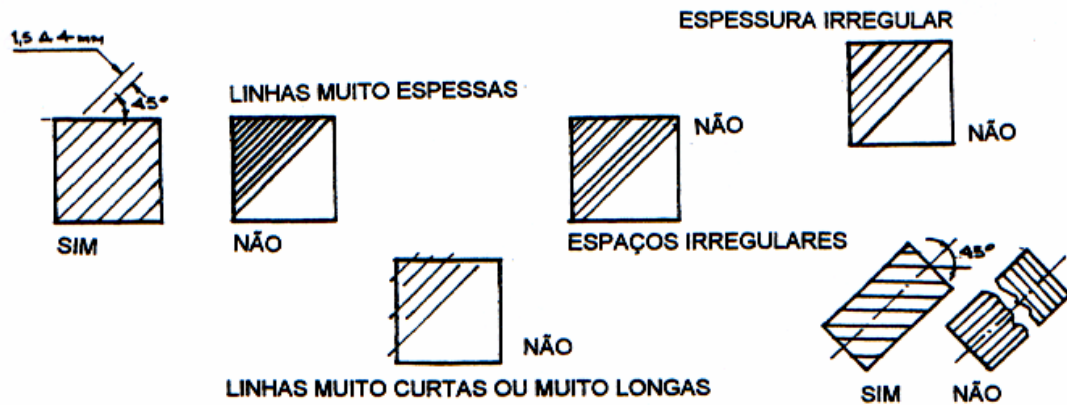
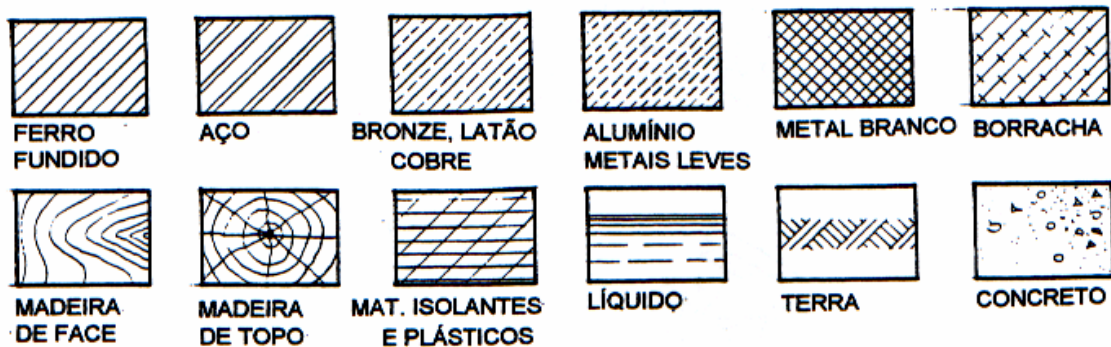


Figura 6

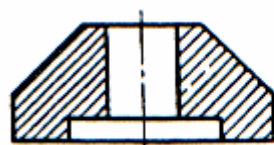
Destaca-se a superfície cortada por meio de hachuras, que são representadas por linhas finas, inclinadas a  $45^\circ$  em relação à base e igualmente espaçadas para se obter um desenho uniforme.



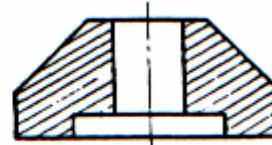
As hachuras variam de acordo com o material (ABNT).



As hachuras podem tomar outra direção ( $\neq 45^\circ$ ) quando houver necessidade de evitar seu paralelismo com o contorno do corte.

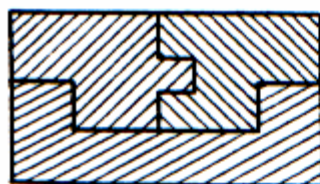


Não aconselhável  
Figura 7

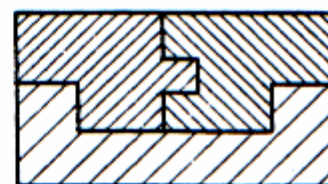


Aconselhável  
Figura 8

As peças adjacentes devem figurar com hachuras diferindo pela direção ou pelo afastamento.

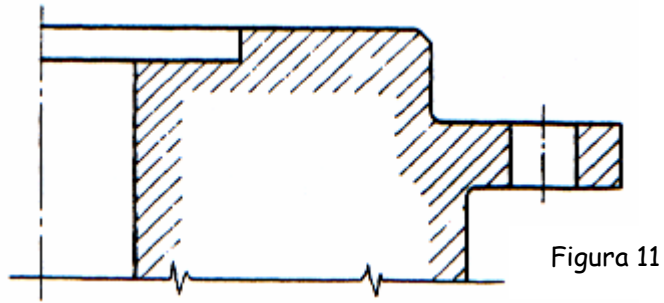


Menos aconselhável  
Figura 9

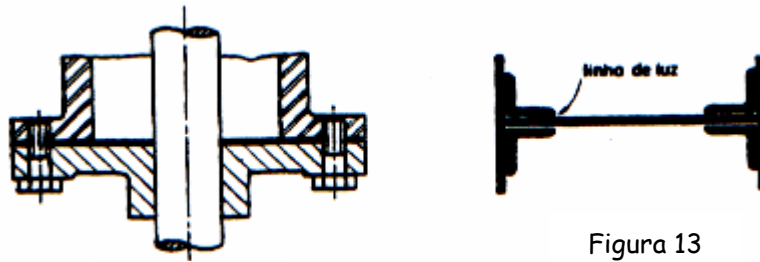


Mais aconselhável  
Figura 10

Sendo a área a hachura muito grande, pode-se limitar o hachurado à vizinhança do contorno, deixando a parte central em branco.



Surgindo uma seção delgada, em vez de hachurada, ela pode ser enegrecida.



Nas áreas hachuradas não se devem representar arestas não visíveis, executando-se os casos especiais em que se requer maior clareza.

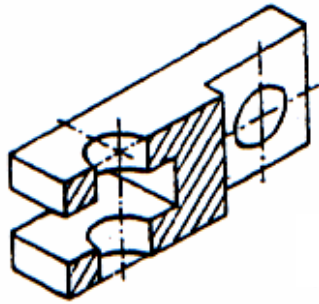
### 5.1.2 - Corte Total

É quando a peça é cortada imaginariamente em toda a sua extensão.

Pode ser: Longitudinal (quando projetado no plano frontal);

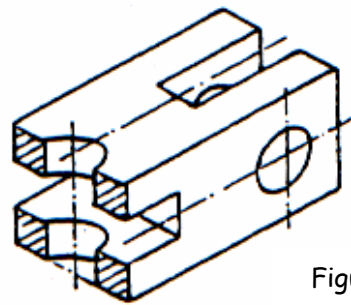
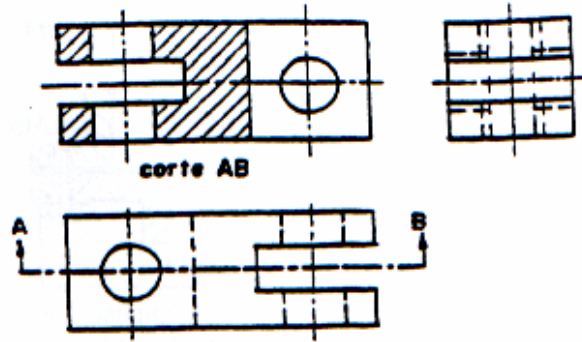
Transversal (quando projetado no plano lateral);

Horizontal (quando projetado no plano horizontal).



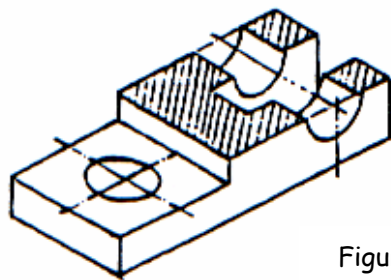
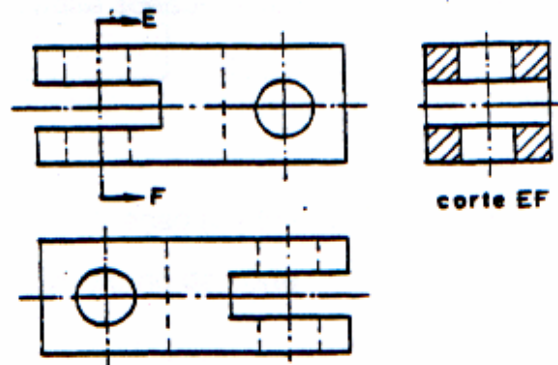
LONGITUDINAL

Figura 14



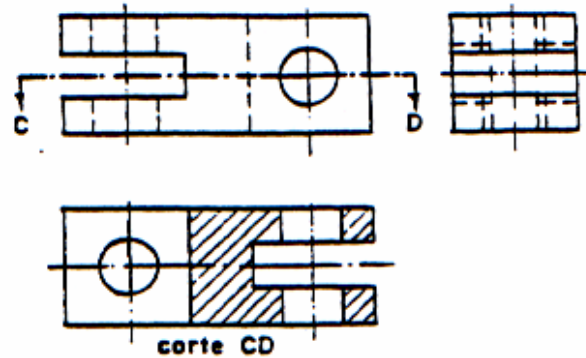
TRANSVERSAL

Figura 15



HORIZONTAL

Figura 16



### 5.1.3 - Meio Corte

Utilizado quando uma peça é simétrica, não havendo necessidade de um corte total. Metade da peça é representada cortada e a outra metade em vista, omitindo os detalhes não visíveis.

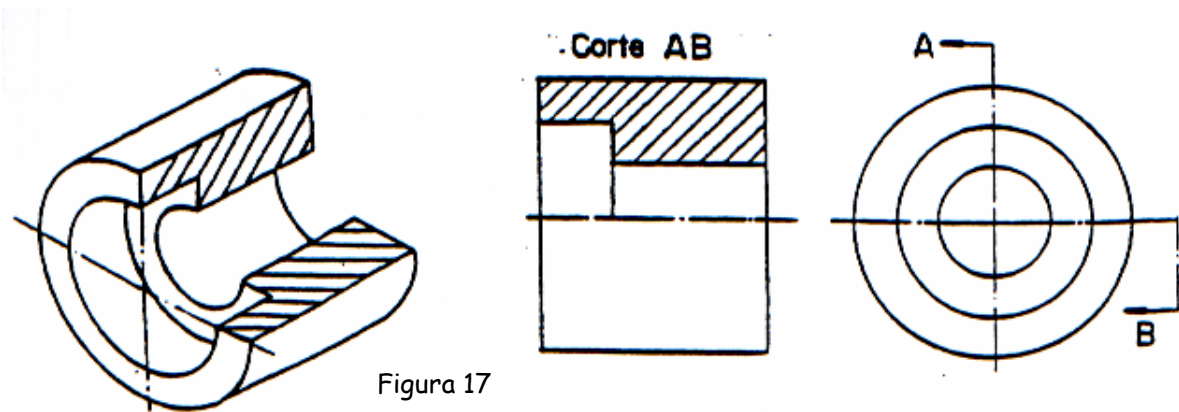


Figura 17

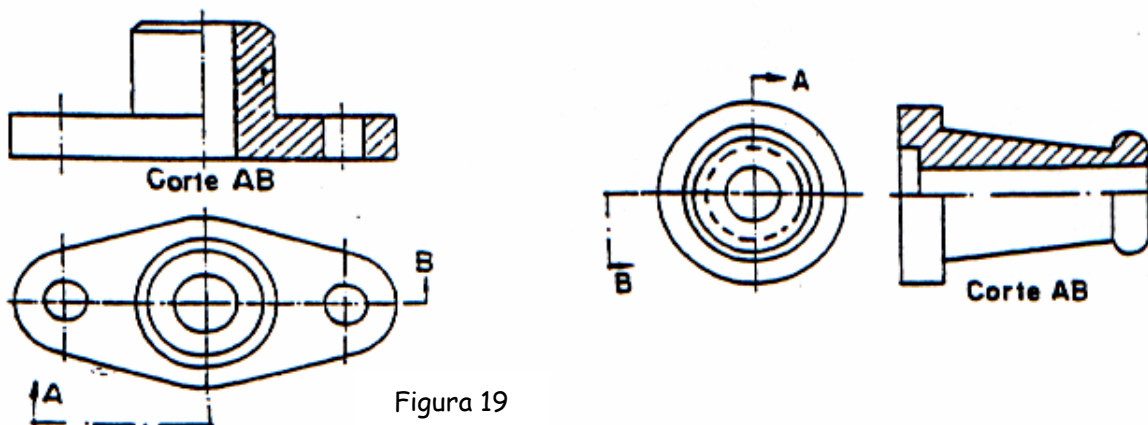


Figura 19

#### 5.1.4 - Corte Parcial

Aplica-se quando se quer mostrar apenas uma parte da peça, limitando-se o plano de corte por uma linha de ruptura (sinuosa) e pelo contorno da peça. Os detalhes não visíveis, em áreas não atingidas pelo corte parcial, são representada.

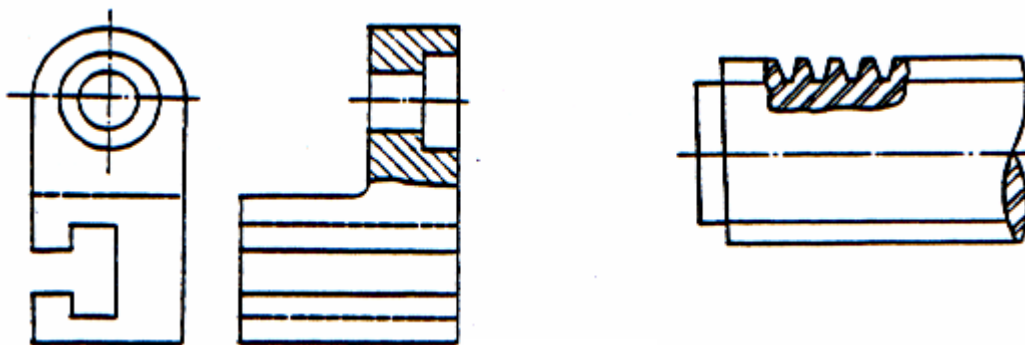
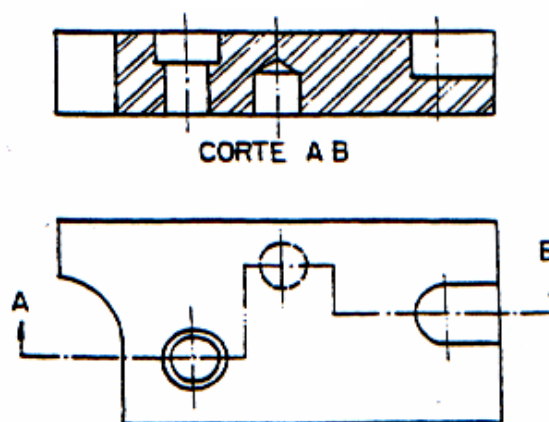
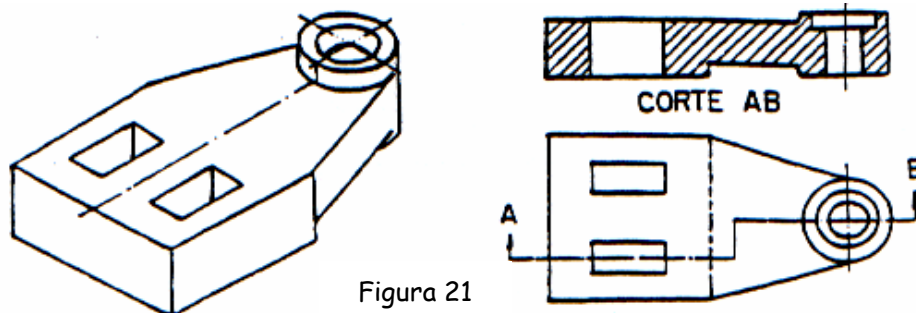


Figura 20

### 5.1.5 - Corte em Adesivo

Utilizados em peças onde os detalhes a serem mostrados não estão em um mesmo plano. Passe-se mais de um plano, desviando-se (perpendicularmente) Para passar em todos os detalhes.

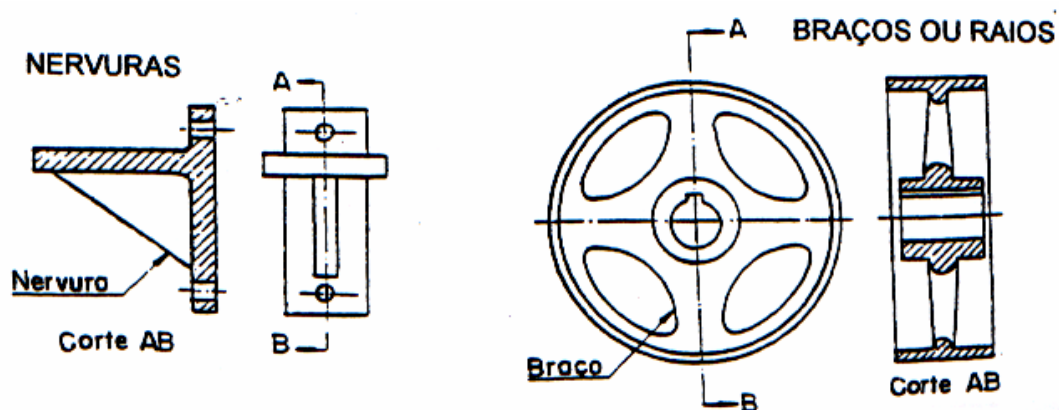
As arestas formadas pelos desvios dos planos de corte não são representadas na vista hachurada, conforme exemplo.



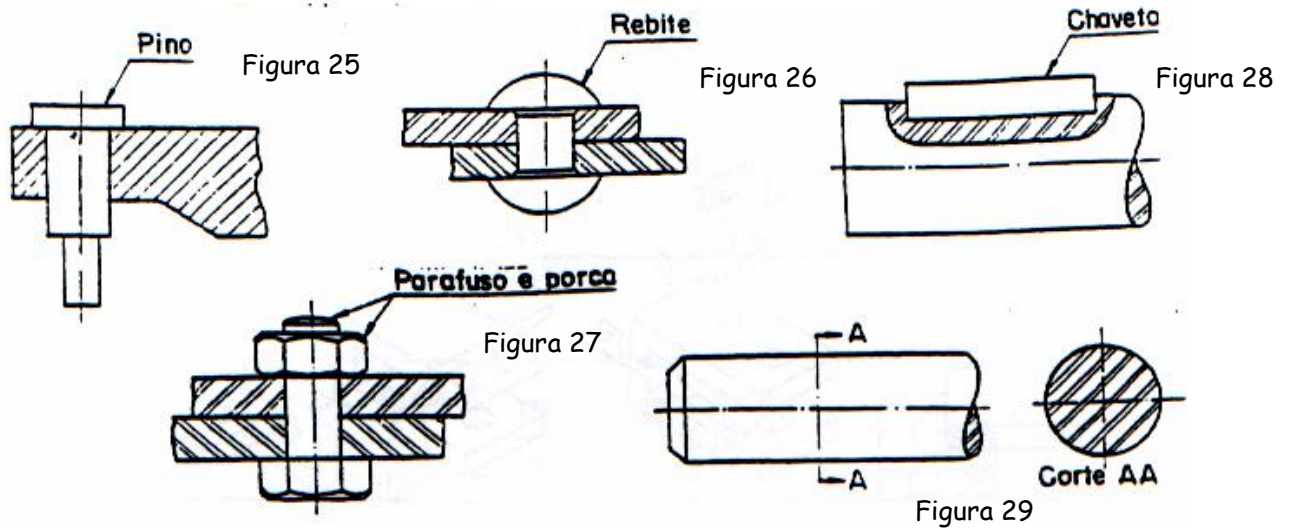
### 5.1.6 - Omissão de Cortes

Convencionalmente, há elementos que não são hachurados quando cortados longitudinalmente.

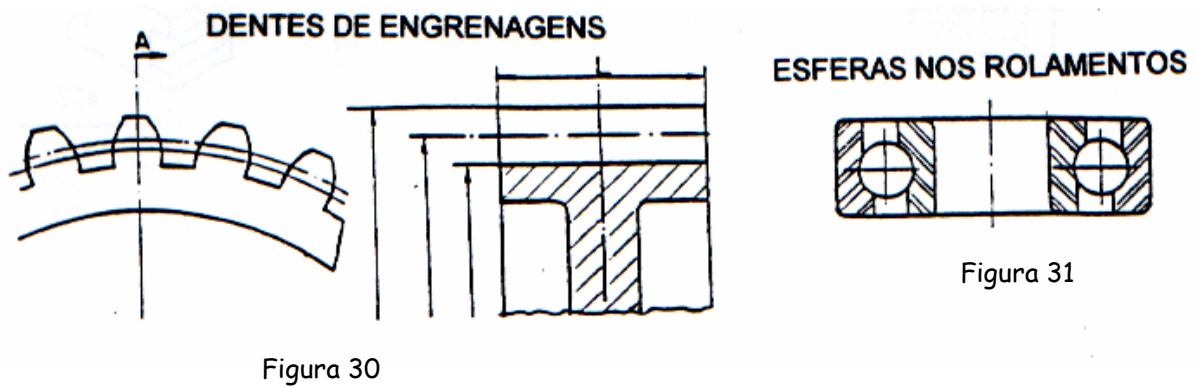
Nas peças são os seguintes:



Nos desenhos de conjunto: Eixos, pinos, rebite, chavetas, parafusos e porcas.

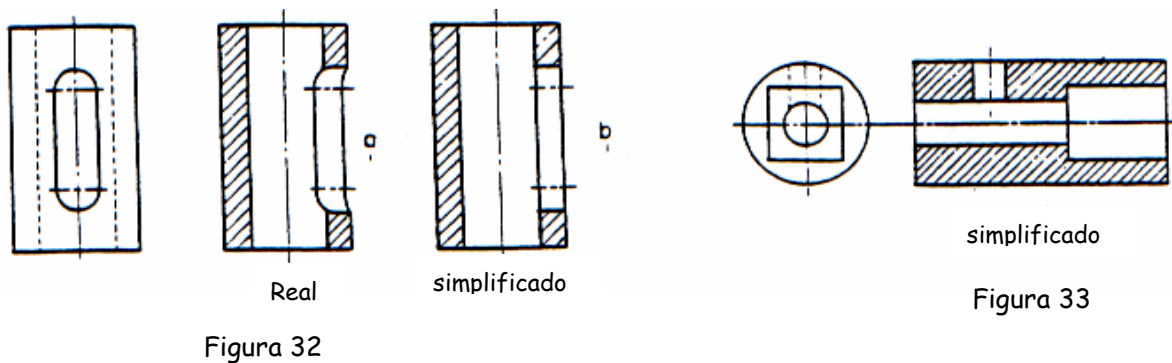


Nos elementos de máquina: dentes de engrenagens e esferas nos rolamentos.

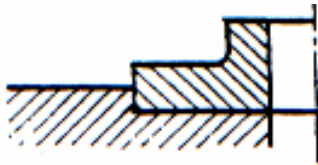


### Recomendações e conselho

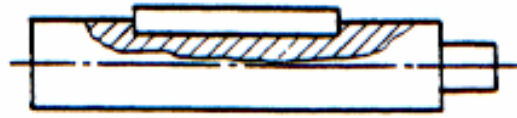
As inspeções onde intervêm corpos redondos podem ser representadas como em a, preferindo-se entretanto a representação simplificada b.



Para peças representadas em corte (a) com hachuras não devem ser usadas linhas de ruptura, com exceção dos cortes parciais (b).



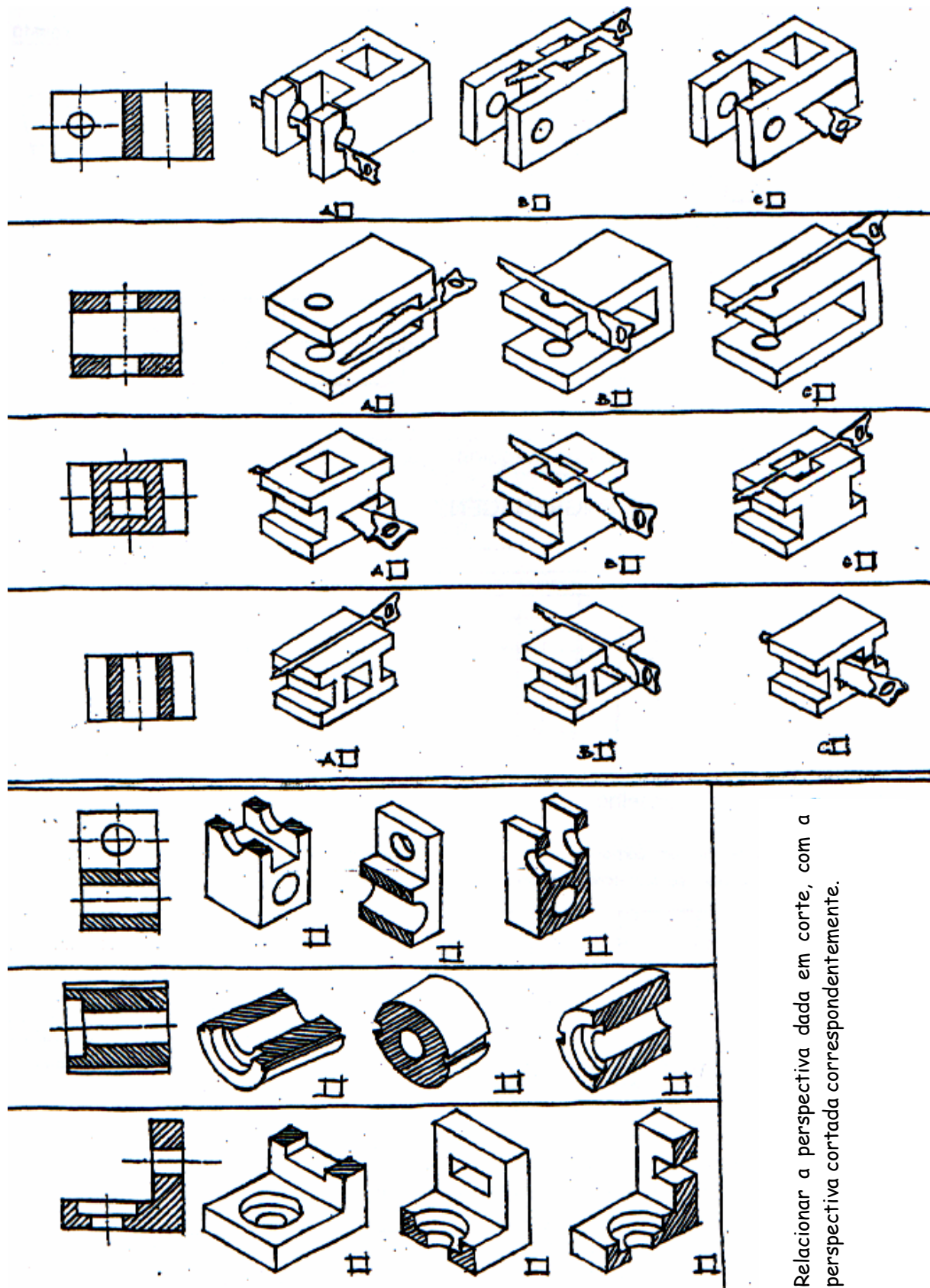
a



b

Figura 34

Relacionar a perspectiva dada, com o serrote indicando o plano de corte, com vista em corte correspondente.



Relacionar a perspectiva dada em corte, com a perspectiva cortada correspondentemente.

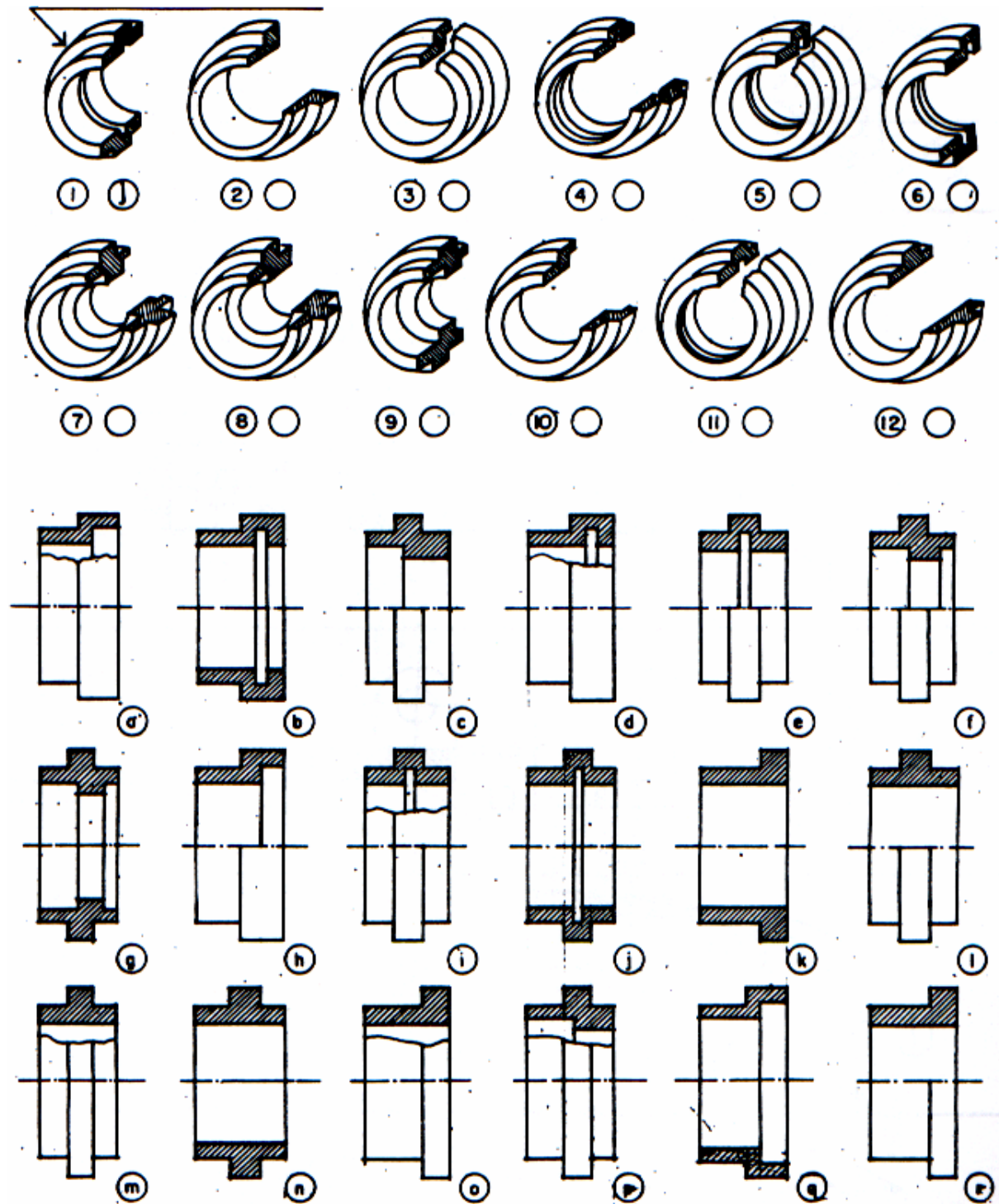
Relacionar a perspectiva dada, com o serrote indicando o plano de corte, com a vista correspondente.

Diagram illustrating the relationship between a perspective view of a mechanical part and its corresponding orthographic views (front, top, and side views) for six different cutting planes. Each row shows a perspective view on the left, followed by three orthographic views with a cutting plane symbol (a square with a diagonal line) indicating the plane of section.

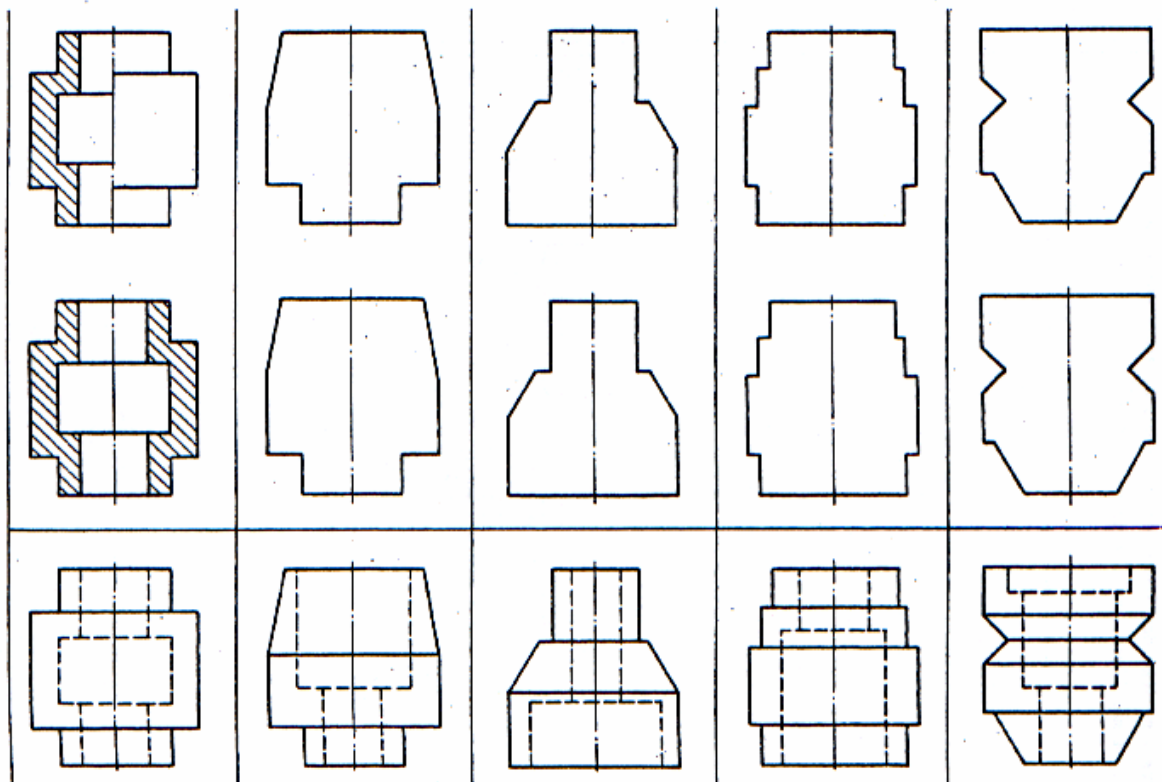
- Row 1:** Perspective view of a part with a central hole and a protrusion. The cutting plane is vertical, parallel to the front face.
- Row 2:** Perspective view of a part with a central hole and a protrusion. The cutting plane is vertical, parallel to the top face.
- Row 3:** Perspective view of a part with a central hole and a protrusion. The cutting plane is vertical, parallel to the side face.
- Row 4:** Perspective view of a part with a central hole and a protrusion. The cutting plane is horizontal, parallel to the top face.
- Row 5:** Perspective view of a part with a central hole and a protrusion. The cutting plane is horizontal, parallel to the front face.
- Row 6:** Perspective view of a part with a central hole and a protrusion. The cutting plane is horizontal, parallel to the side face.

Escreva dentro do círculo, a letra indicada em cada projeção ortogonal correspondente a perspectiva.

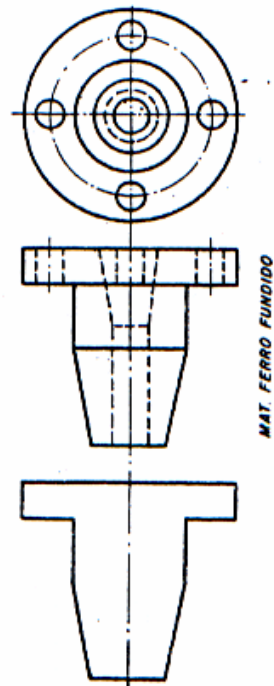
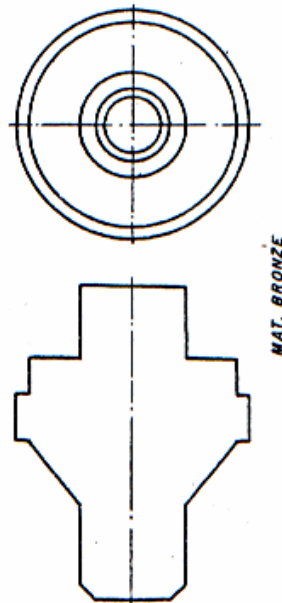
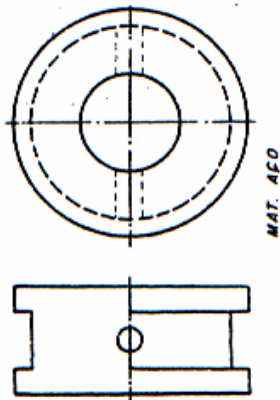
VEJA O EXEMPLO



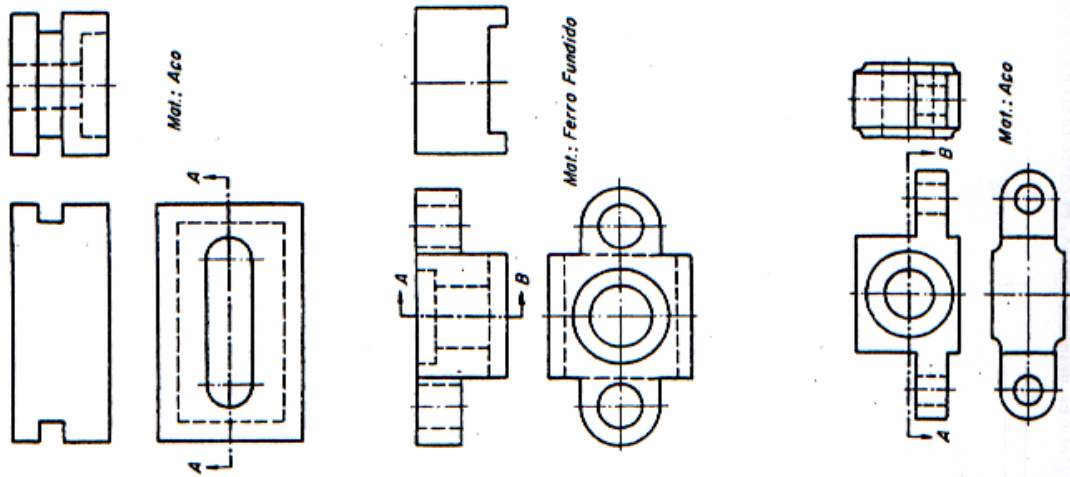
1 - Complete os desenhos abaixo, em corte total e meio corte, conforme o exemplo.



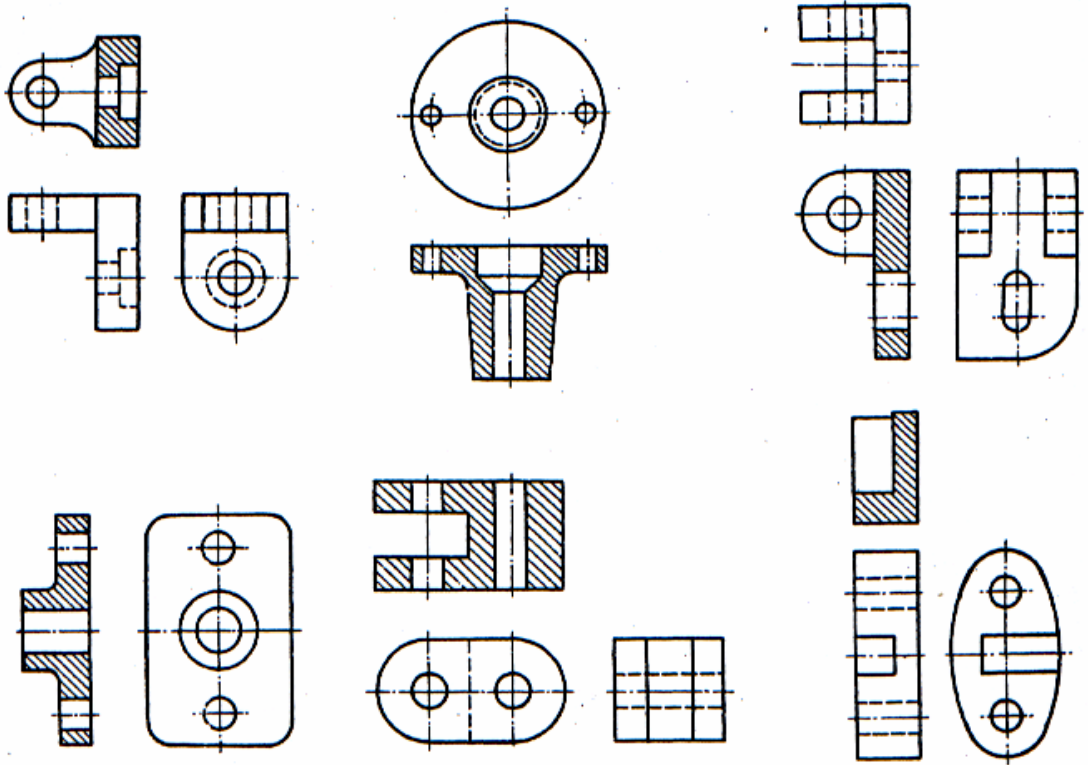
1 - Complete, à mão livre, os desenhos abaixo, aplicando meio corte.

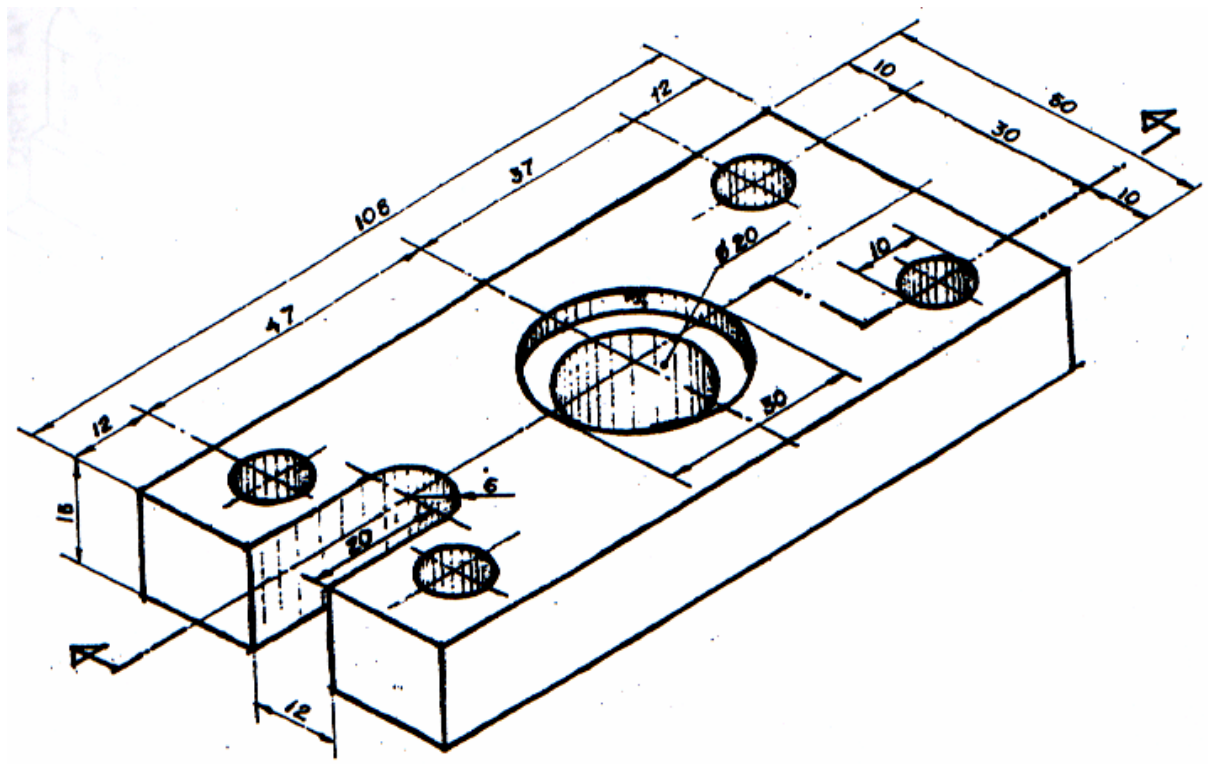


3 - Observe a posição das linhas de corte nos desenhos abaixo e complete as vistas, à mão livre, representando os cortes indicados.

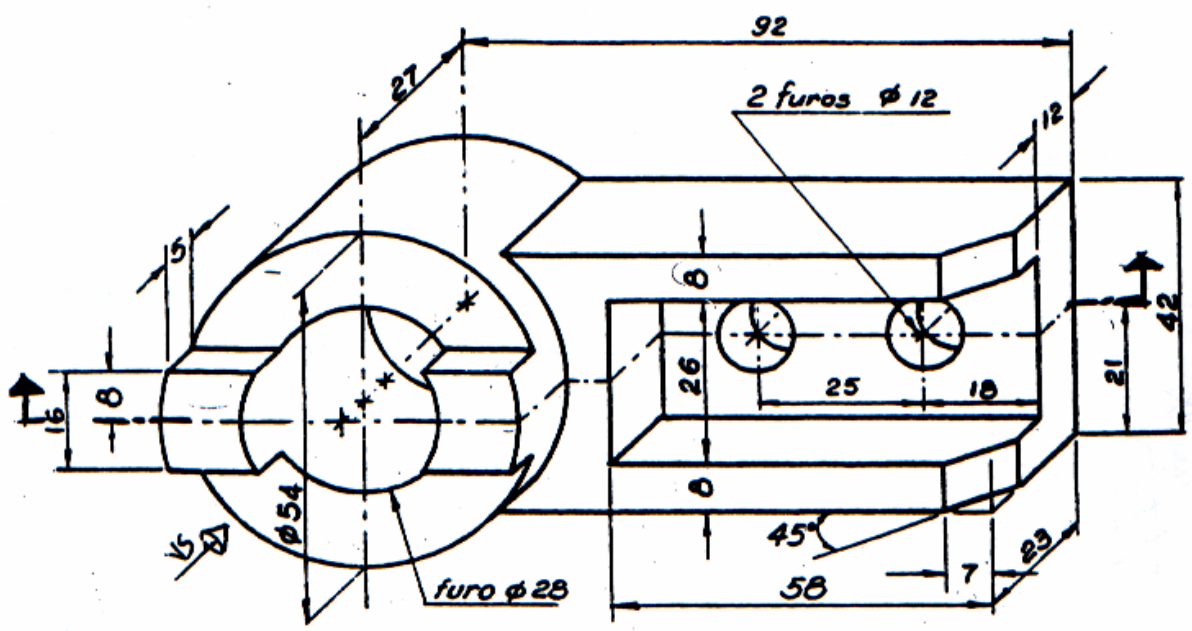


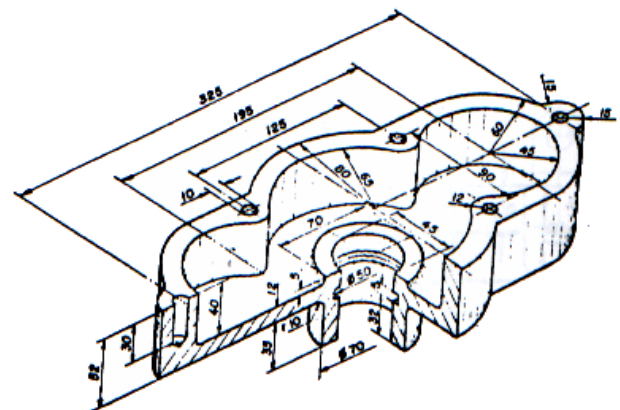
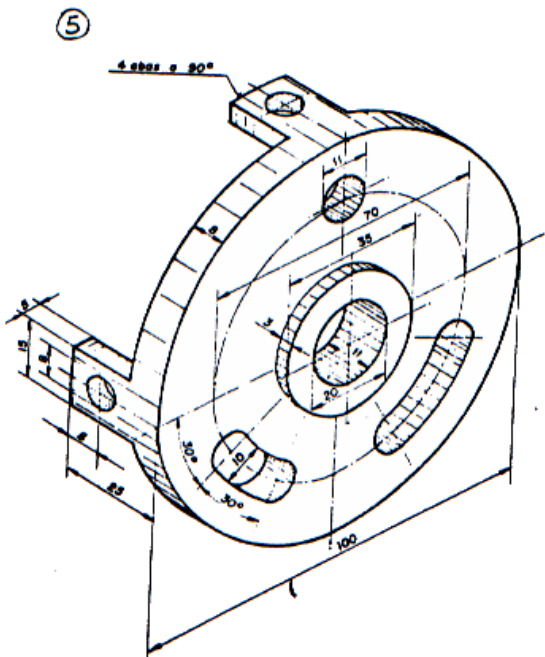
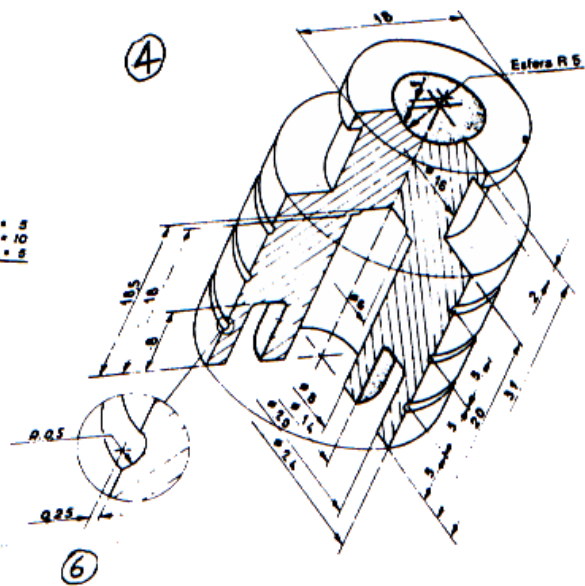
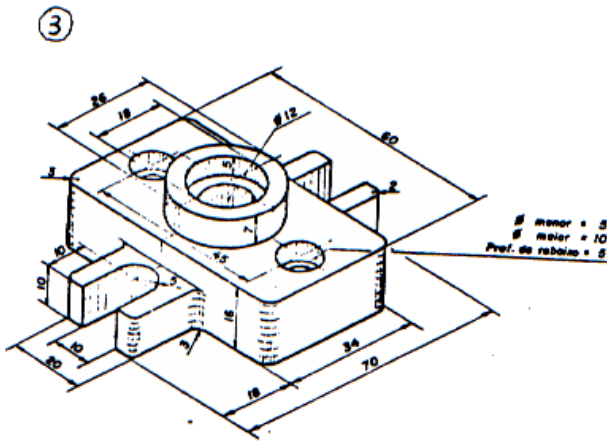
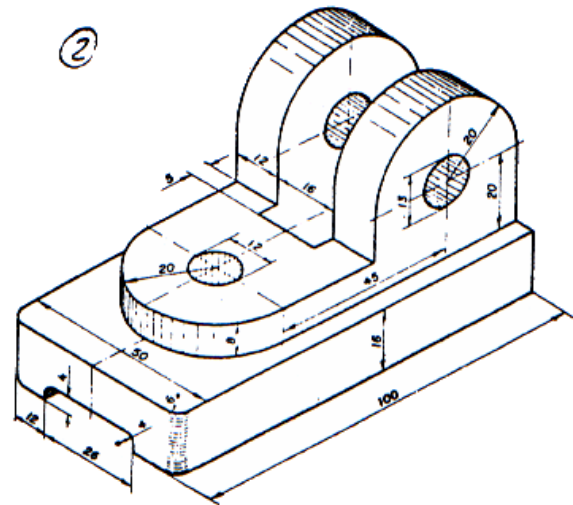
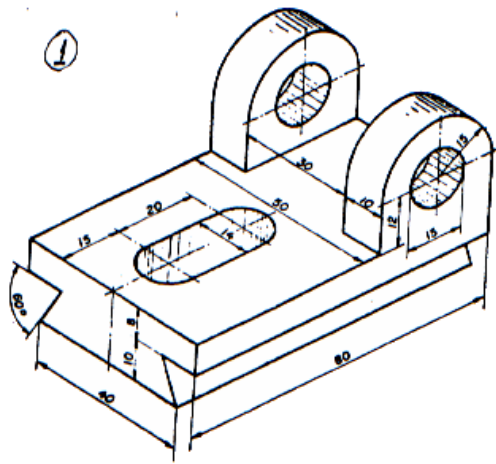
4 - Trace as linhas de corte, nas projeções abaixo, considerando os cortes efetuados.

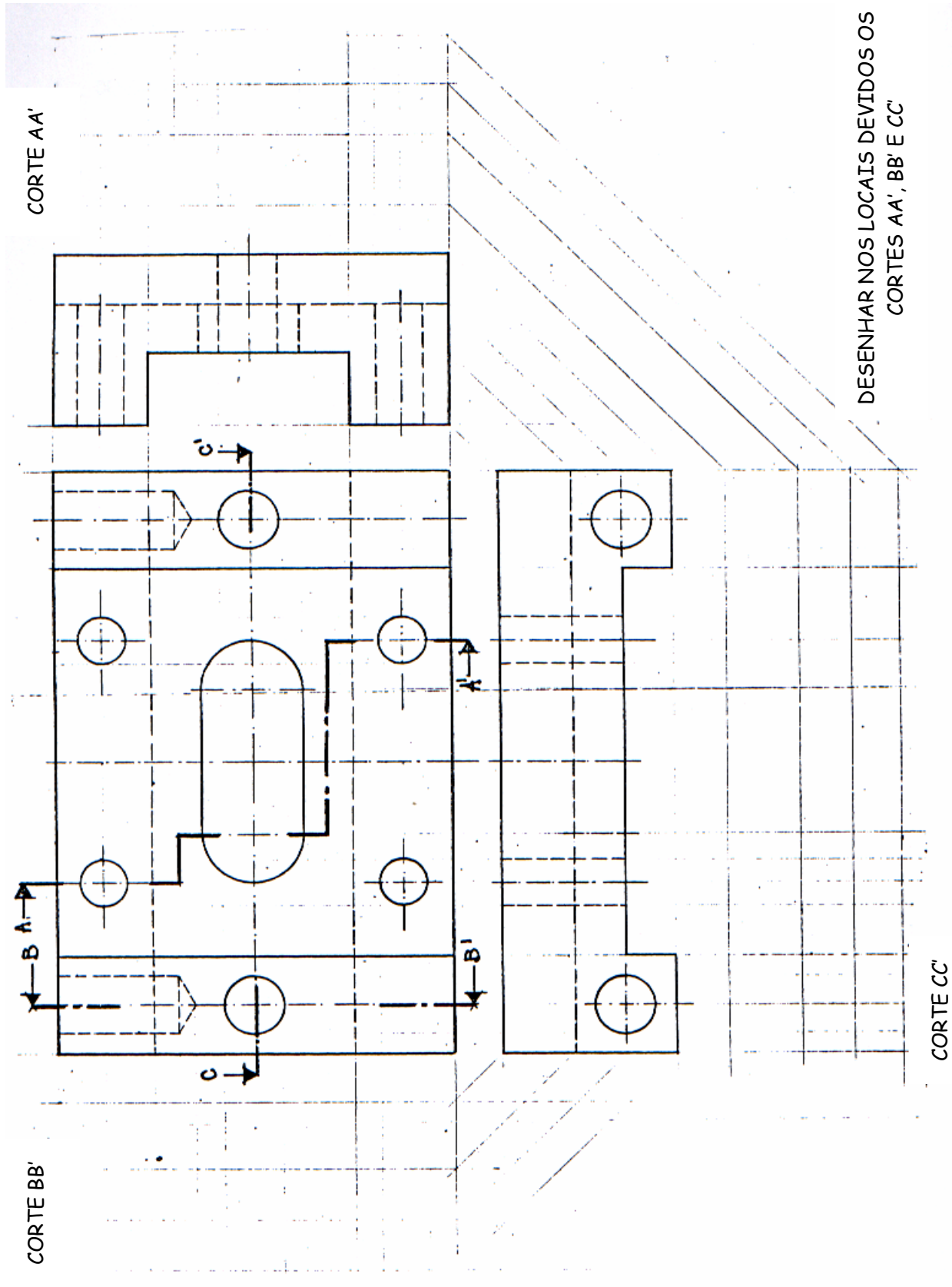




Desenhar a vista superior e os cortes indicados. Usar instrumentos escala 1:1 e cotar o necessário para execução das mesmas.







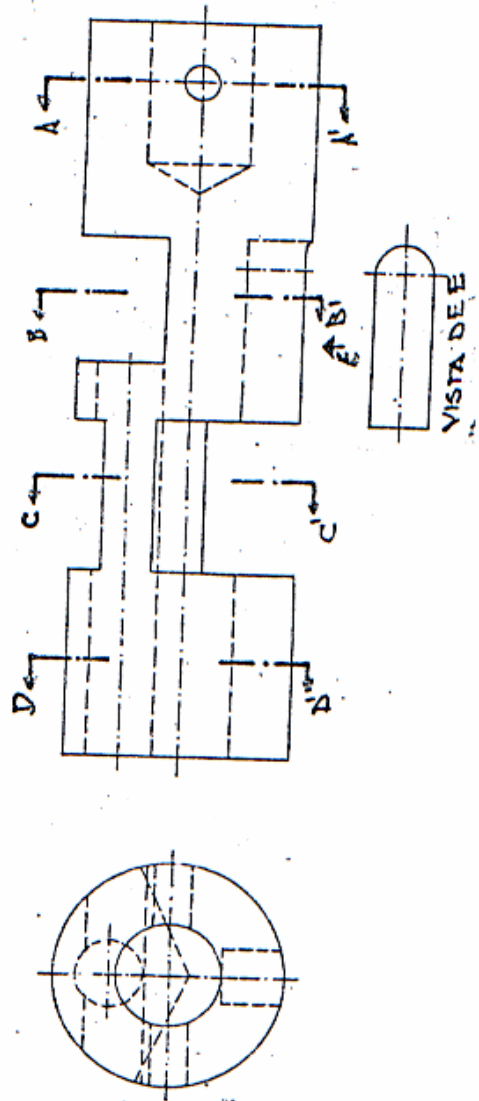
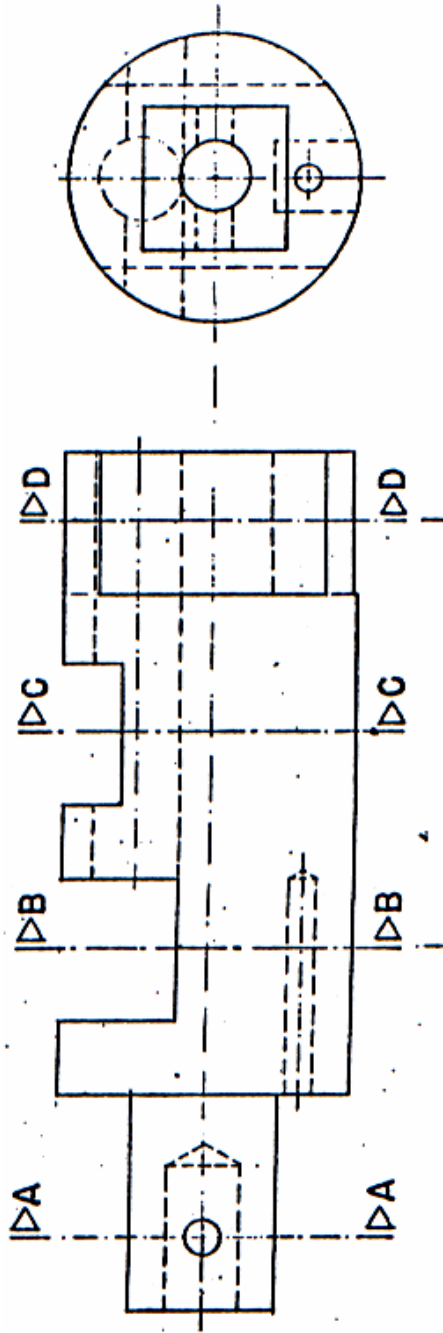
CORTE AA'

CORTE BB'

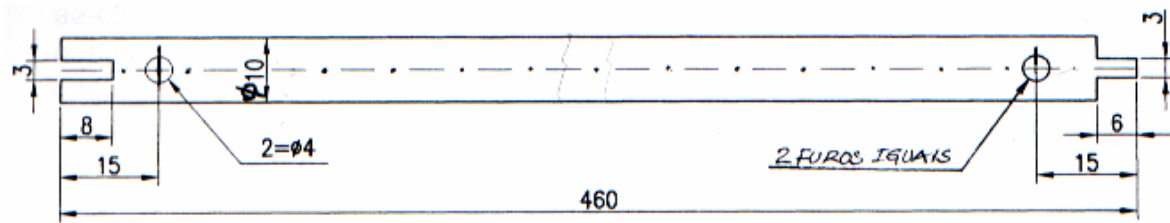
DESENHAR NOS LOCAIS DEVIDOS OS  
CORTES AA', BB' E CC'

CORTE CC'

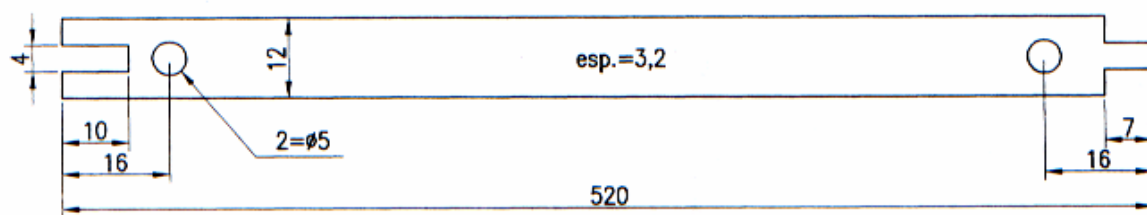
DESENHAS AS SEÇÕES AA', BB', CC', DD'.



1 - Desenhar usando ruptura.



2 - Desenhar usando ruptura.



## UNIDADE 06

### 6 - VISTAS AUXILIARES

Quando um objeto tiver uma superfície não paralela a nenhum dos planos principais de projeção (frontal, lateral e horizontal), essa superfície não se projetará em sua verdadeira forma. Obtém-se uma projeção real criando-se um plano paralelo a essa superfície, que estará perpendicular, a um oblíquo em relação aos outros dois planos. Ao projetarmos esses objetos sobre esse plano auxiliar, a superfície inclinada aparecerá em sua verdadeira forma, mas as outras formas ficarão deformadas, o que é solucionado pela omissão desses trechos deformados.

As figuras abaixo mostram as vistas frontal, superior e lateral direita de um bloco. A superfície "ABCD" não se projeta em sua verdadeira forma nos planos horizontal ou lateral, isso só acontece quando a mesma se projeta em um plano que lhe é paralelo, perpendicular ao plano central e oblíquo em relação aos outros dois planos.

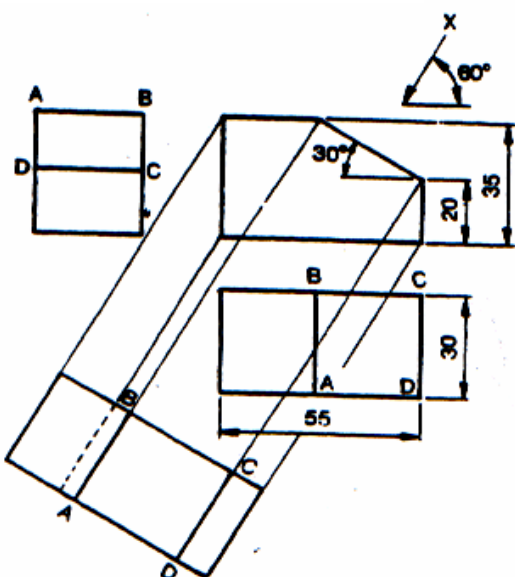


Figura 1

Os exemplos abaixo mostram desenhos de peças com aplicação de vistas auxiliares.

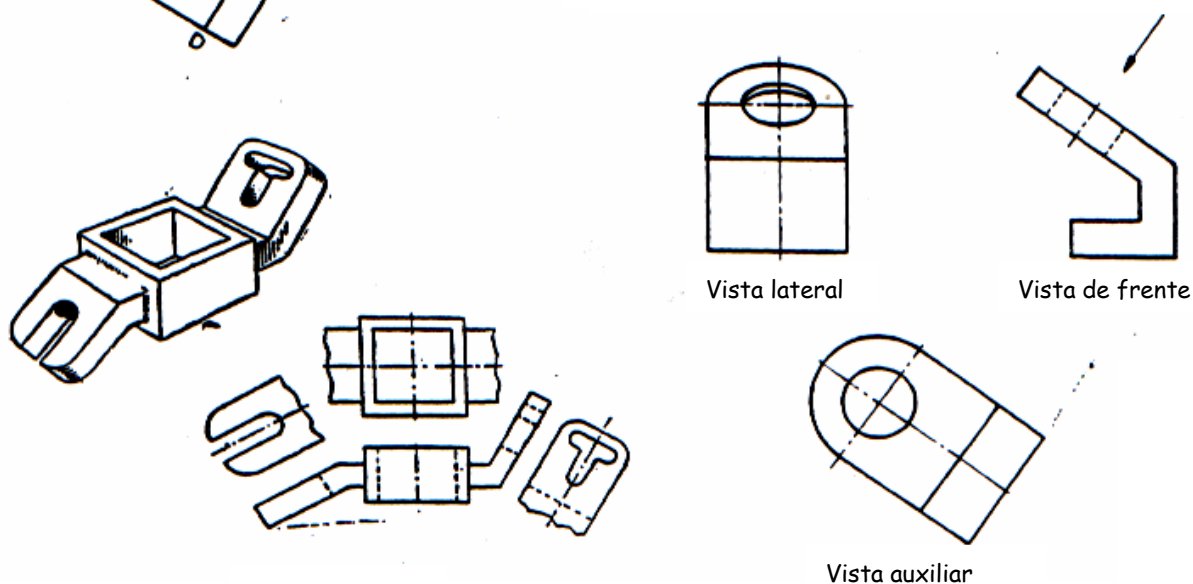


Figura 2



## 6.1 - CORTE REBATIDO

Peças em partes em ângulo tendo como elemento, de união um elemento cilíndrico, ou peças cilíndricas compostas de elementos diversos não alinhados, podem ter suas projeções simplificadas, violando-se as normas de projeções, para se ter melhor representação do objeto.

Corta-se uma parte da peça segundo um plano paralelo a um dos planos principais de projeções (plano frontal, lateral ou horizontal) até a parte central da peça. Neste ponto desvia-se o plano cortante (ângulo  $\neq 90^\circ$ ) de forma que corte os elementos desalinhados. O plano cortante inclinado sofrerá um rebatimento até se tornar paralelo ao plano principal de projeções, mostrando assim, as partes cortadas em suas verdadeiras grandezas.

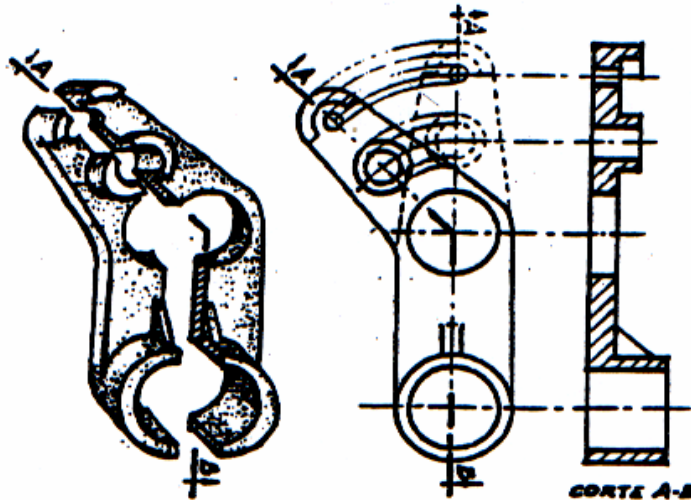
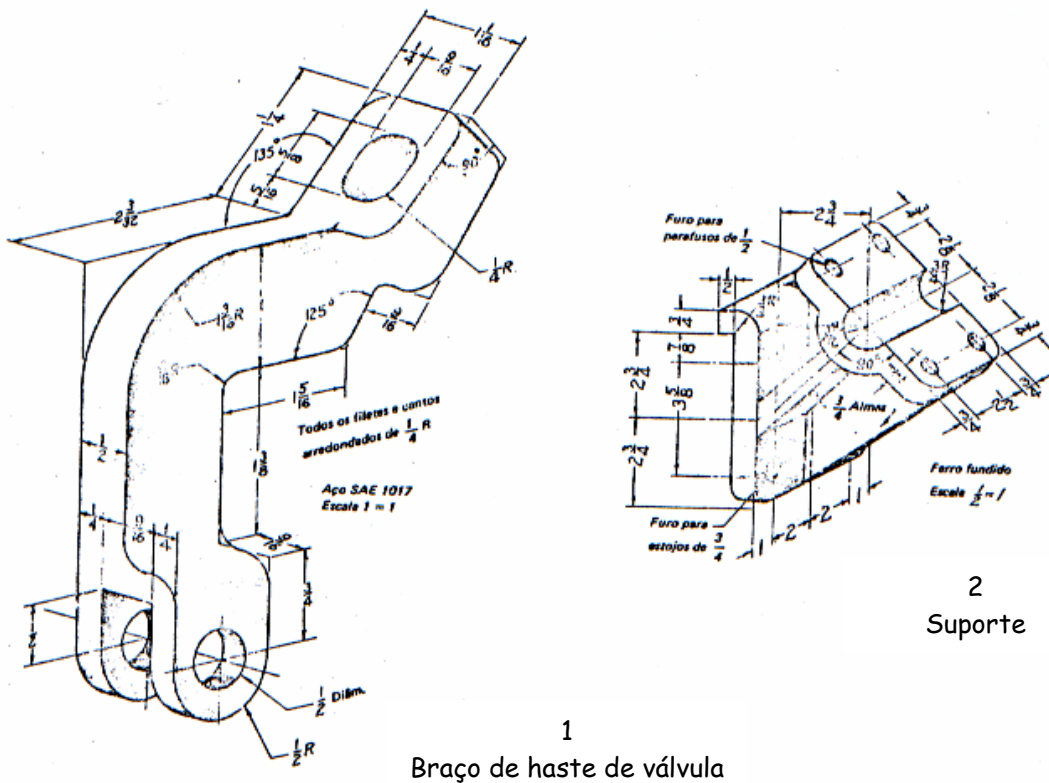


Figura 3



1  
Braço de haste de válvula

2  
Suporte



## UNIDADE 07

### 7 - ROSCAS EXTERNAS E INTERNAS

As roscas têm a função de assegurar a união de duas ou mais peças e ao mesmo tempo permitir que seja essa união desfeita com facilidade, sem causar danos as partes unidas.

As roscas podem ser externas ou internas.

Nos desenhos, a representação deve ser como se segue:

#### 7.1 - ROSCAS EXTERNAS

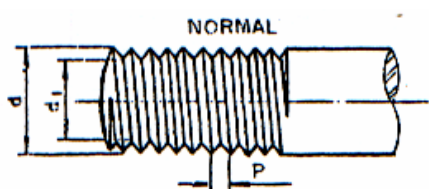


Figura 1

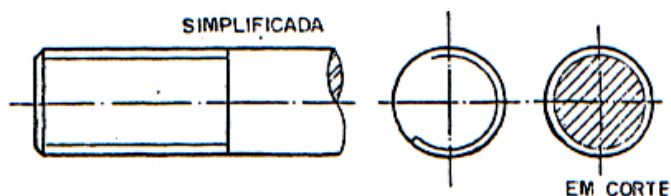


Figura 2

$d$  = Diâmetro Nominal

$d_1$  = Diâmetro do Núcleo

$p$  = passo

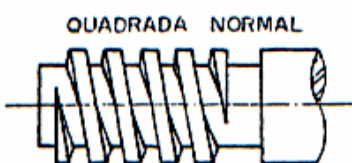


Figura 3

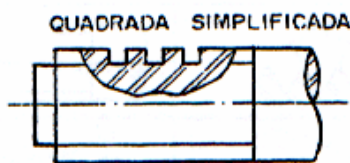


Figura 4

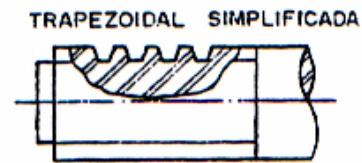


Figura 5

## 7.2 - ROSCAS INTERNAS (SIMPLIFICADAS)

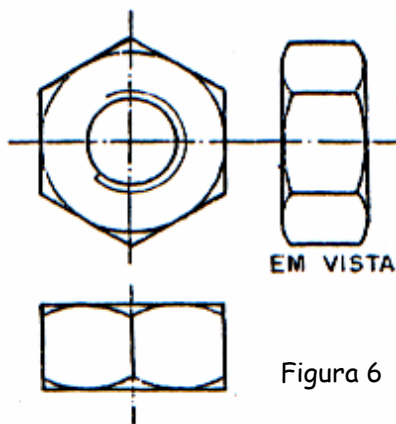


Figura 6

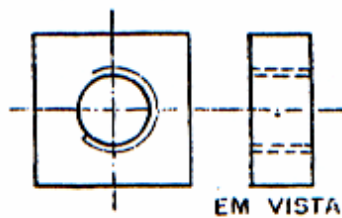


Figura 7

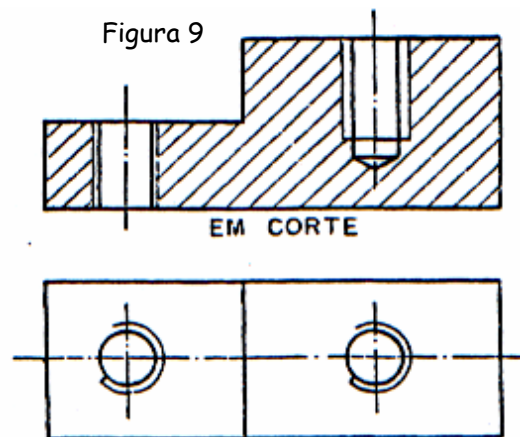


Figura 9

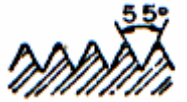
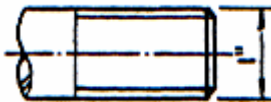


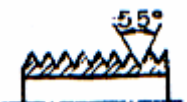
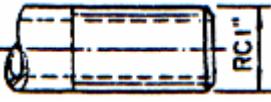

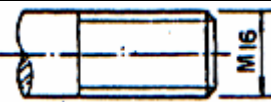
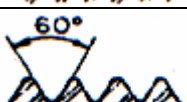
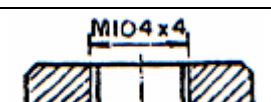
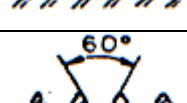
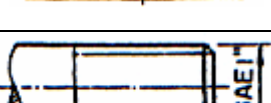
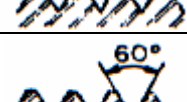
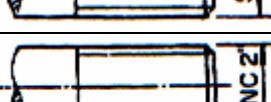
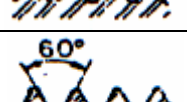
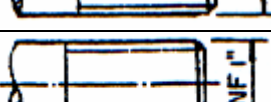

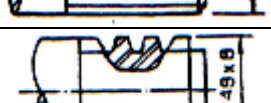
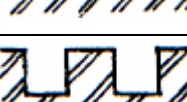



Figura 8

## 7.3 - DIMENSIONAMENTO DE ROSCAS

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

Tabela 7.1 - Dimensionamento de roscas

ROSCAS	SIMB.	PERFIL	INDICAÇÃO	OBSERVAÇÃO
WHITWORTH NORMAL				Rosca normal de 1" neste caso dispensa o símbolo (W)
WHITWORTH FINA	W			Rosca de diâmetro externo de 84mm e passo de 1/16"
WHITWORTH PARA CANOS	RC			Rosca aberta no diâmetro externo de um tubo cujo furo é de 1"
MÉTRICA	M			Rosca métrica normal com 16mm de diâmetro
MÉTRICA FINA	M			Rosca métrica fina cujo parafuso tem 104mm de diâmetro externo e passo de 4mm
SAE PARA AUTOMÓVEIS	SAE			Rosca num parafuso de 1" de diâmetro externo.
AMERICAN NATIONAL COARSE	NC			Rosca de um parafuso de 2" de diâmetro externo.
AMERICAN NATIONAL FINE	NF			Rosca num parafuso de 1" de diâmetro externo.
TRAPEZOIDAL	Tr			Rosca trapezoidal de 8mm de passo num parafuso de 48mm de diâmetro.
QUADRADA	QUAD			Rosca quadrada com 6mm de passo num parafuso de 30mm de diâmetro.

Os exemplos do quadro referem-se à roscas com filetes de uma só entrada e à direita. Quando tiverem mais de uma entrada ou forem à esquerda escrever-se-á da seguinte forma:

W84 x 1/16 esq.

Tr 48 x 8 esq.

M 80 esq.

RC 1" esq.

#### 7.4 - ROSCA MÉTRICA NORMAL

$$\begin{aligned}
 H &= 0,66603 P \\
 h_3 &= 0,61343 P \\
 r &= H/60,14434 P \\
 H_1 &= 0,54127 P \\
 D_2 &= D - 0,64953 P \\
 D_3 &= D - 2H_3 \\
 D_1 &= D - 2H_1
 \end{aligned}$$

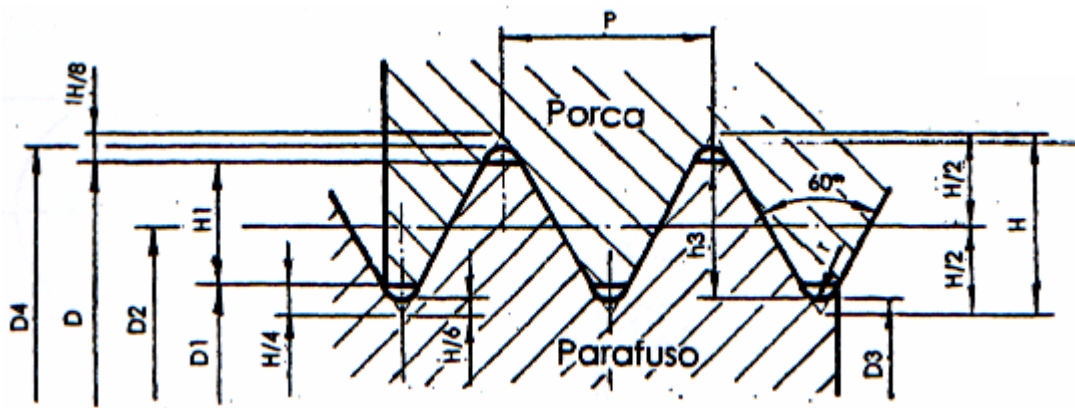


Tabela 7.2

D	P	PARAFUSO		PORCA	
		D3	ÁREA	D4	D1
6	1	4,59	16,57	6,11	4,70
7	1	5,59	24,57	7,11	5,70
8	1,25	6,24	30,69	8,14	6,38
9	1,25	7,24	41,18	9,14	7,38
10	1,5	7,89	48,88	10,16	8,05
12	1,75	9,54	71,44	12,19	9,73
14	2	11,19	98,26	14,22	11,40
16	2	13,19	137	16,22	13,40
18	2,5	14,48	165	18,27	14,75
20	2,5	16,48	213	20,27	16,75
22	2,5	18,48	268	22,27	18,75
24	3	19,78	307	24,32	20,10
27	3	22,78	407	27,32	23,10
30	3,5	25,07	494	30,38	25,45
33	3,5	28,07	619	33,38	28,45
36	4	30,37	724	36,43	30,80
39	4	33,37	875	39,43	33,80
42	4,5	35,67	999	42,49	36,15
45	4,5	38,67	1174	45,49	39,15
48	5	40,96	1318	48,54	41,50
52	5	44,96	1588	52,54	45,50
56	5,5	48,26	1829	56,60	48,86
60	5,5	52,26	2145	60,60	52,86
64	6	55,56	2424	64,65	58,21
68	6	59,56	2786	68,65	60,21
72	6	63,56	3173	72,65	64,21
76	6	67,56	3584	76,65	65,21
80	6	71,56	4021	80,65	72,21

## UNIDADE 08

### 8 - PARAFUSOS E PORCAS

#### 8.1 - PARAFUSO COM CABEÇA E PORCA HEXAGONAIS

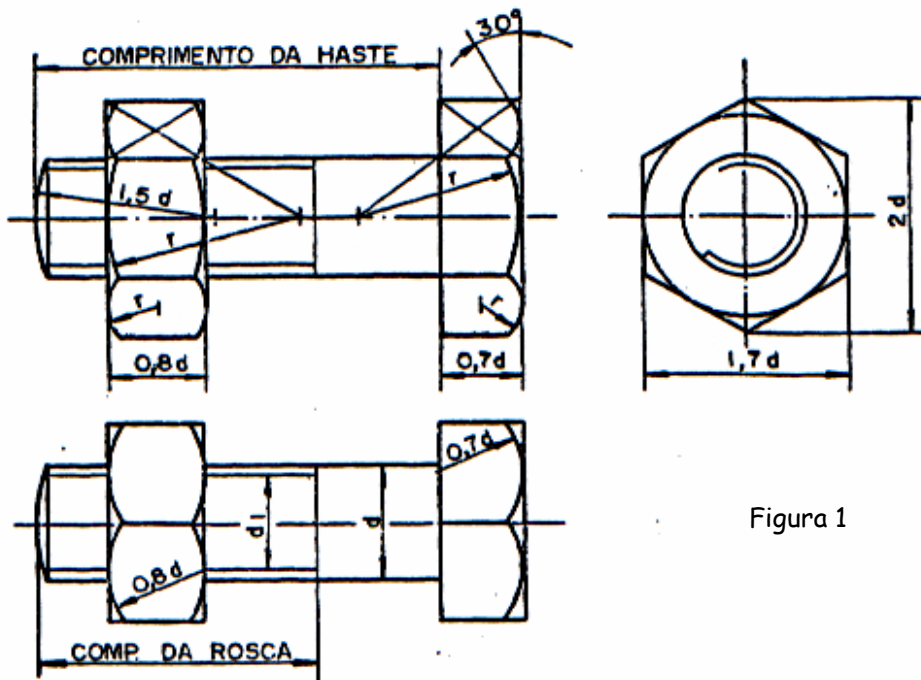


Figura 1

#### 8.2 - PARAFUSO COM CABEÇA E PORCA QUADRADOS

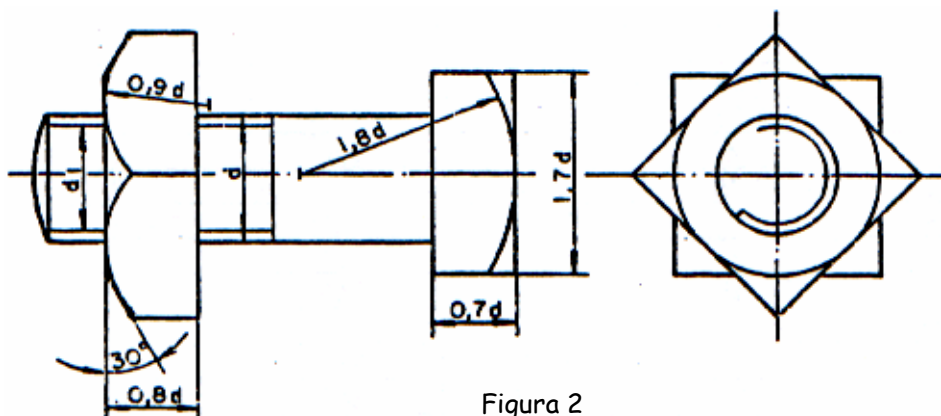
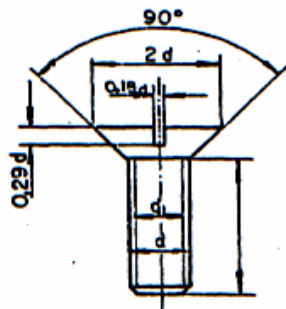


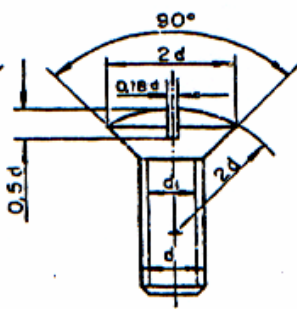
Figura 2

### 8.3 - PARAFUSO DE CABEÇA DE FENDA



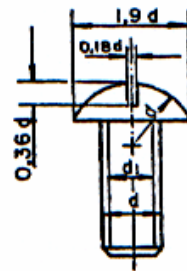
ESCAREADA CHATA

Figura 3



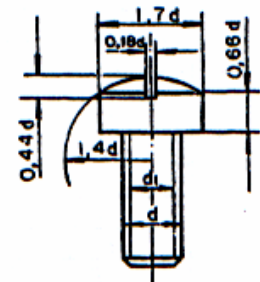
ESCAREADA BOLEDADA

Figura 4



REDONDA

Figura 5



CILÍNDRICA BOLEADA

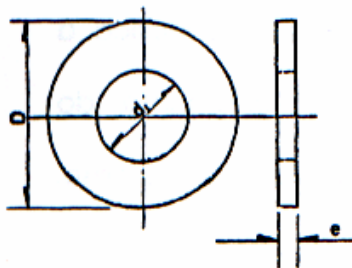
Figura 6

Nota: As linhas representativas do fundo do filete da rosca são desenhadas com traço cheio de espessura fina.

### 8.4 - ARRUELAS

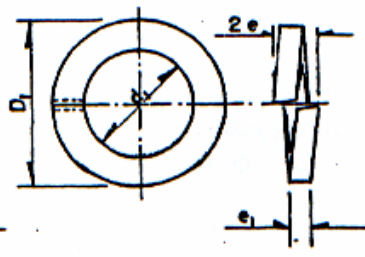
Arruelas são pequenos discos furados, permitindo a passagem, seja de um parafuso, pino ou eixo, que se interpõe, entre a porca e a peça a ser fixada.

As arruelas classificam-se em:



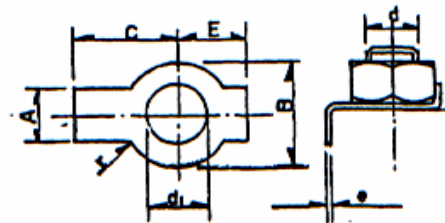
PLANA

Figura 7



DE PRESSÃO

Figura 8



DE SEGURANÇA

Figura 9

Tabela 8.1

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

### 8.5 - ESPECIFICAÇÃO DE UM PARAFUSO

Parafuso sextavado - M 16 X 1,5 X 40 DIN 960 mg 8G

**Parafuso sextavado** = denominação da peça.

**M 16 X 1,,5** = rosca numérica fina, diâmetro da rosca 16, passo 1,5.

**40** = comprimento do corpo, em milímetros, incluindo a extremidade em chanfro e boleado.

**DIN 960** = designação da folha DIN que especifica a forma e medidas do parafuso.

**mg** = letras para designar o acabamento do parafuso (mg = mittelgrob = semigrosseiro).

**8 G** = Símbolo para indicação do material; no caso, para o aço.

Tabela 8.2 - Natureza da superfície (DIN 267)

Acabamento	Natureza da Superfície			
	Parafuso		Porca	
M (médio)	Roscas e todas as superfícies.	▽▽	Rosca, todas as superfícies e diâmetro do núcleo.	▽▽
	Também os extremos boleados	▽	Diâmetro do núcleo	~
Mg (semi-grosseiro)	Rosca, corpo e superfície de apoio.	▽▽	Rosca e superfície frontais.	▽▽
	Todas as demais superfícies.	~	Superfícies laterais e diâmetro do núcleo.	~
G (grosseiro)	Flancos dos filetes e diâmetro do núcleo.	▽	Flancos dos filetes e diâmetro exterior da rosca.	▽
	Diâmetro exterior da rosca de todas as superfícies.	~	Diâmetro do núcleo e as demais superfícies.	~

Tabela 8.3 - Símbolos dos materiais (DIN 267)

Símbolos		4A	4D	4P	4S	5D	5S	6D	6S	6G	8G	10K	12K
Ensaio de Tração	Resistência à tração $T_b$ kg/mm <sup>2</sup>	34	34..	..55	40	50..	..70	60	...	80	80	100	120
	Limite de alongamento $T_s$ kg/mm <sup>2</sup> $\geq$	42			55						100	120	140
	Alongamento à ruptura $\alpha$ 5% $\geq$	20	21	21	32	28	40	36	48	54	64	90	108
		30	25	-	14	22	10	18	8	12	12	8	8

### 8.6 - PORCA BORBOLETA

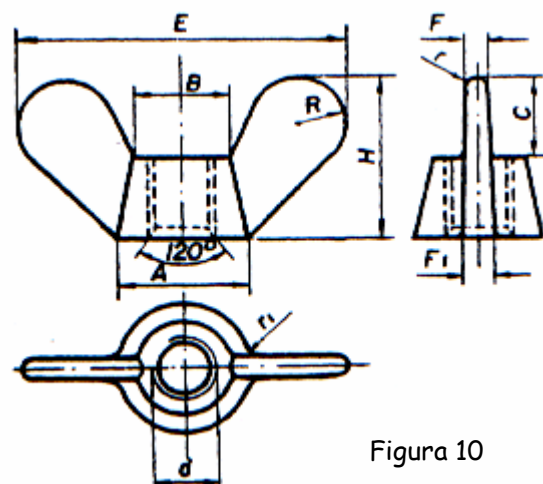


Figura 10

Tabela 8.4

d	A	B	C	E	F	F1	H	R	r	r1
1/4"	12	10	8	32	2,5	3	16	3	1,25	3
5/16"	16	12	10	40	3	4	20	6	1,5	4
3/8"	20	16	12	50	4	5	25	8	2	5
7/16"	23	19	14	64	5	6	32	10	2,5	6
1/2"	23	19	14	64	5	6	32	10	2,5	6
5/8"	28	22	16	72	6	7	36	11	3	7
3/4"	36	28	20	90	7	9	40	14	3,5	8
7/8"	40	32	22	100	8	10	50	16	4	9
1"	45	36	24	112	9	11	56	18	4,5	10

### CONTRAPINO

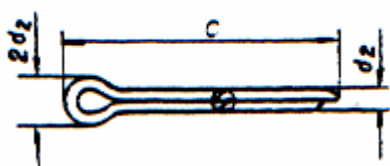


Figura 11

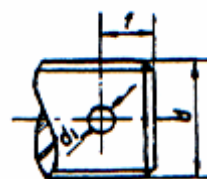


Figura 12

Tabela 8.5

d	3	4	5	6	8	10	12	14-16	18	20	22	24	27	30	33	36	39
$d_1$	1,2	1,4		2		2,5		3,5		5		6		7			
$d_2$	0,8	1		1,5		2		3		4		5		6			
$C$	10	12	15	20	25	30	35	40	45	50	50	55	60	65	70	75	80
F mínima	1	2		2,5		3		4,5		6		7,5		9			

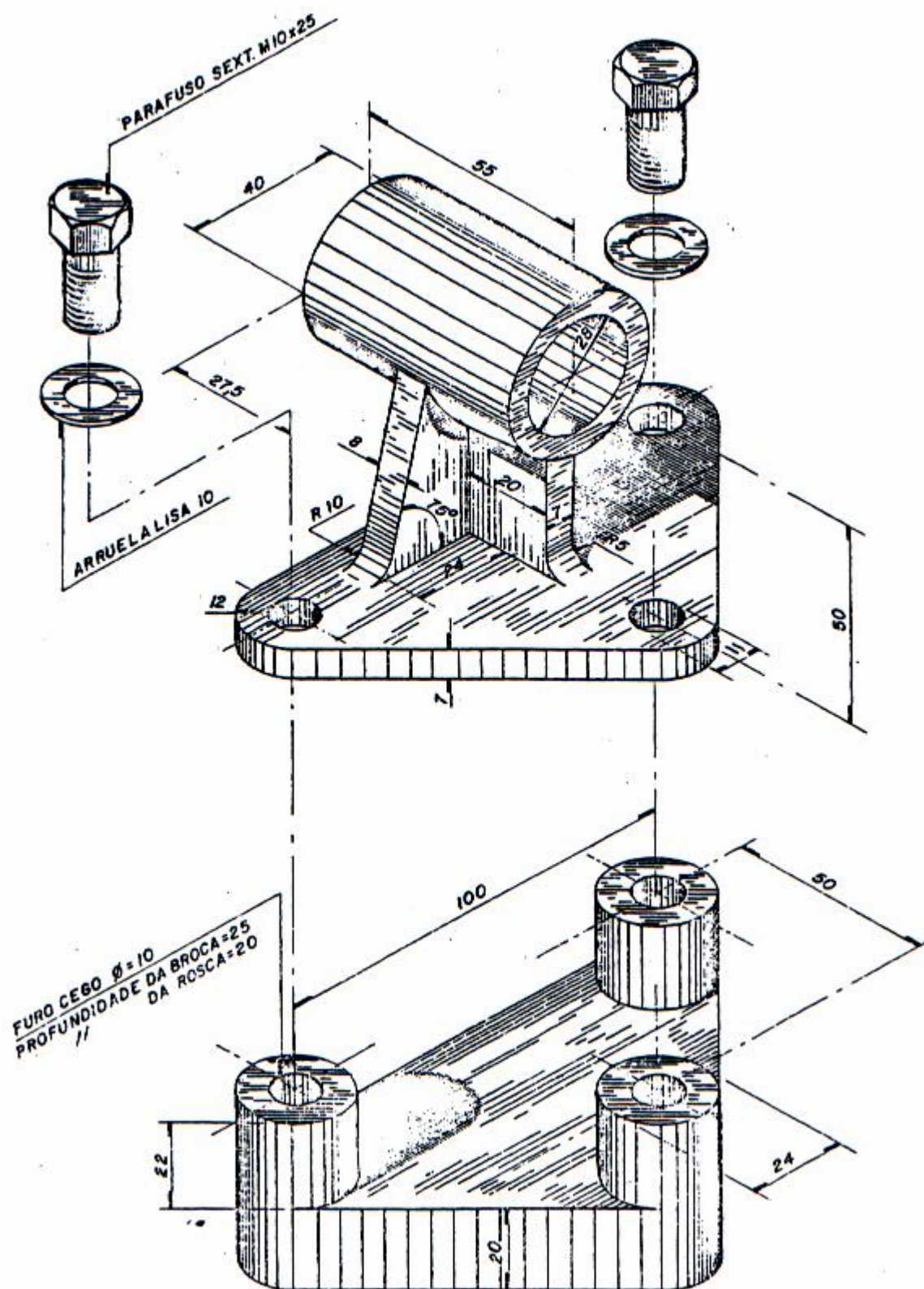
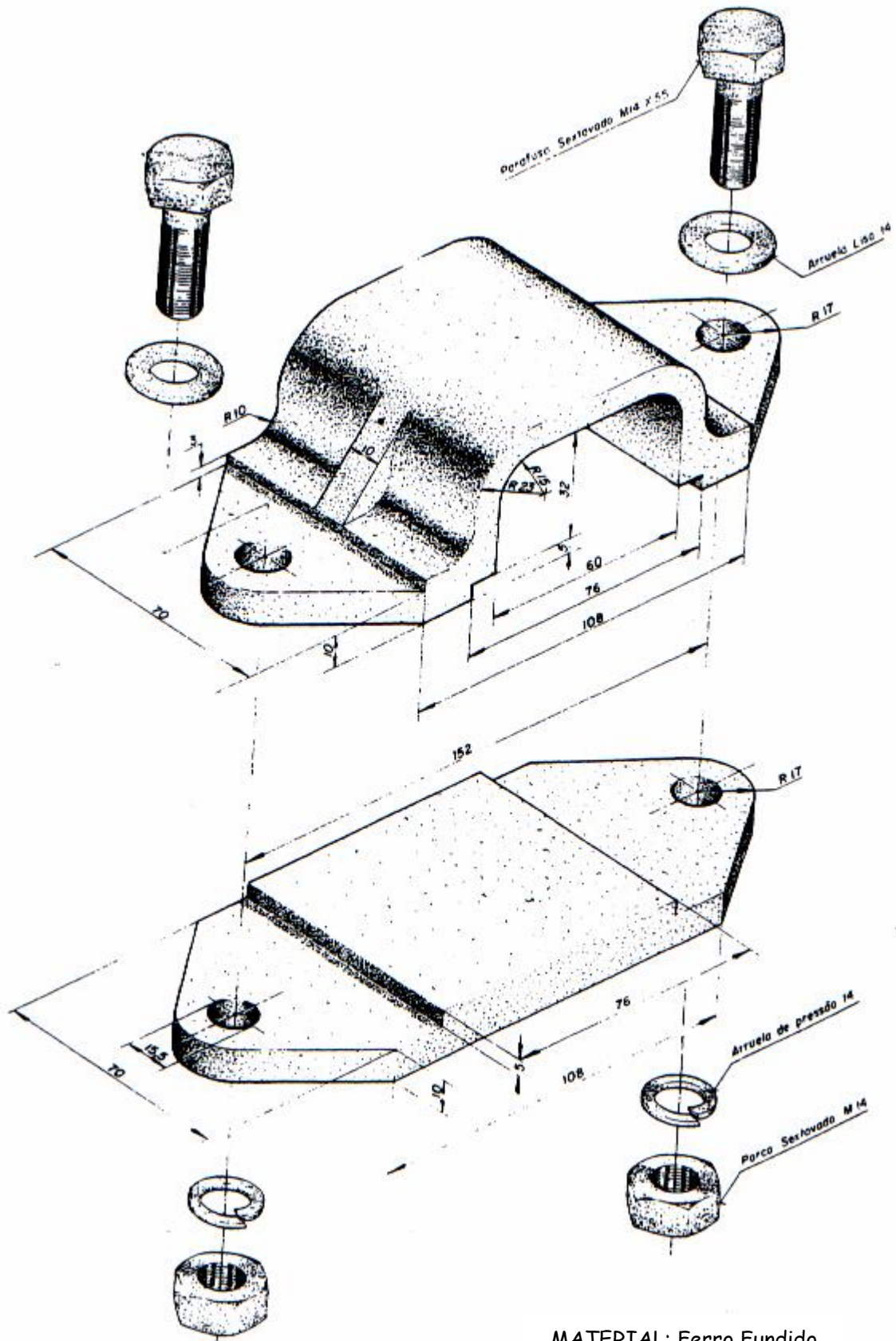


Figura 13



MATERIAL: Ferro Fundido

Figura 14

## UNIDADE 09

### 9 - REBITES

São elementos de união permanente entre duas peças, onde não se admite solda.

Os rebites são introduzidos a quente ou a frio, em orifícios abertos previamente nas peças a unir, e bate-se a parte que sobressai das peças até formar a segunda cabeça, que prende as duas peças.

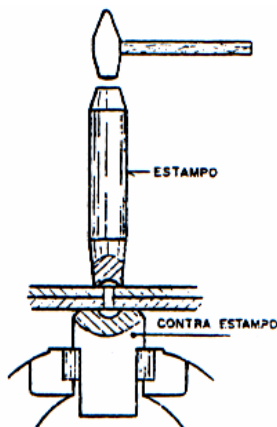


Figura 1

As principais dimensões dos rebites são o diâmetro e o comprimento do corpo do mesmo.

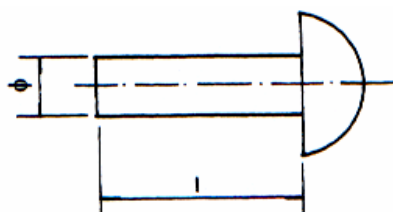


Figura 2

Os tipos mais comuns de rebite de cabeça são os de cabeça redonda, tronco-cônica, escareada plana e escareada ovalizada (ABNT EB - 48/R).

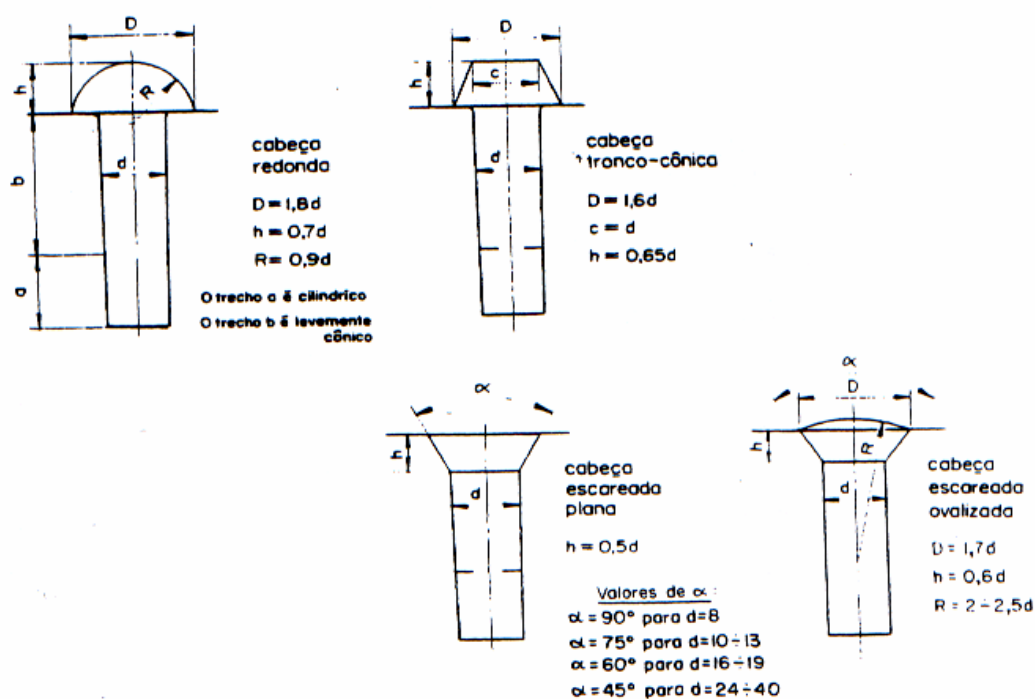


Figura 3

Os diâmetros dos rebites são calculados por fórmulas, que nos dão um valor equivalente ao diâmetro do rebite já colocado.

Obs: os furos nas peças a rebitar devem ter diâmetro pouco maior que o do rebite.

O comprimento dos rebites será em função das espessuras das peças a serem unidas, devendo ser calculado de modo que ultrapasse uma porção suficiente, que possa ser rebitado e formar a segunda cabeça (aproximadamente uma vez e meia o diâmetro do rebite).

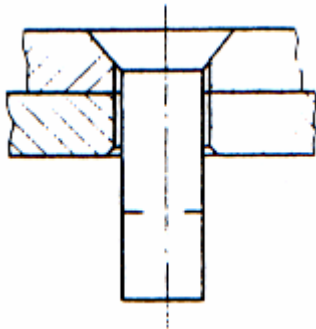


Figura 4

### 9.1 - DIMENSÕES MAIS COMUNS DOS REBITES DA CABEÇA REDONDA

Tabela 9.1

<b>d</b>	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37	40	43
<b>a</b>	6,5	8,5	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
<b>b</b>	16	21	26	30	34	40	45	50	55	60	64	69

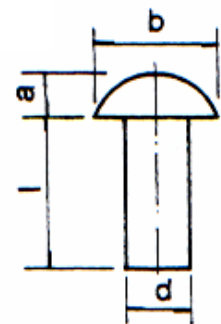


Figura 5

### 9.2 - TIPOS DE APLICAÇÕES DE REBITES

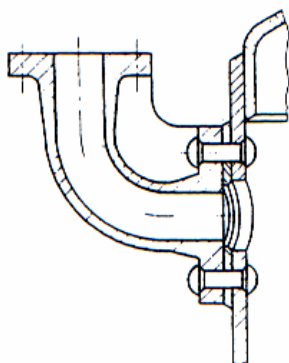


Figura 6

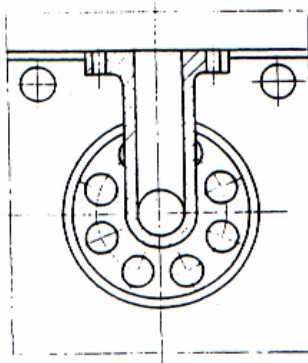


Figura 7

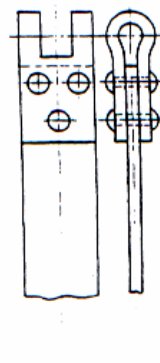


Figura 8

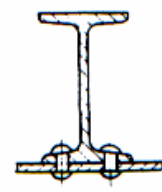
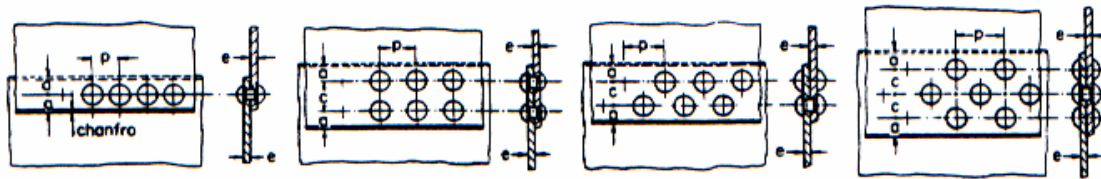


Figura 9

### 9.3 - TIPOS DE UNIÕES DE CHAPAS REBITADAS

#### POR SOBREPOSIÇÃO



**Simple**  
 $d = 7\sqrt{e} - 4$   
 $p = 2d + 8$   
 $a = 1,5d$

**Duplo c/ rebites em paralelo**  
 $d = 7\sqrt{e} - 4$   
 $p = 2,6d + 10$   
 $a = 1,5d$   
 $c = 0,8p$

**Duplo c/ rebites à Zig-zag**  
 $d = 7\sqrt{e} - 4$   
 $p = 2,6d + 15$   
 $a = 1,5d$   
 $c = 0,6p$

**Triplo**  
 $d = 7\sqrt{e} - 4$   
 $p = 3d + 22$   
 $a = 1,5d$   
 $c = 0,5p$

#### POR SIMPLES COBREJUNTA

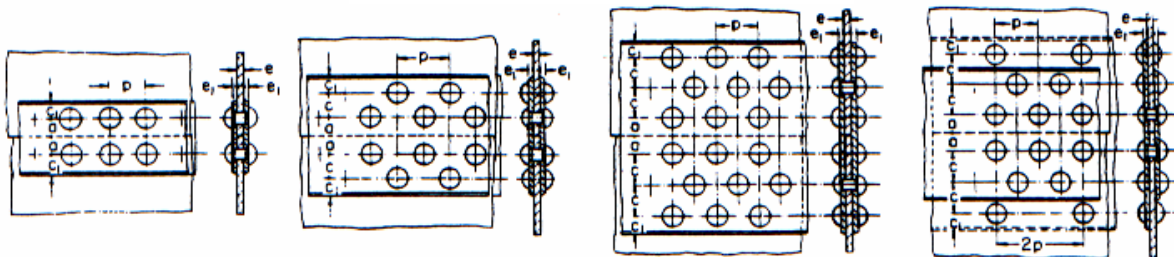


**SIMPLES**

**DUPLA**

**TRIPLA**

#### POR DUPLA COBREJUNTA



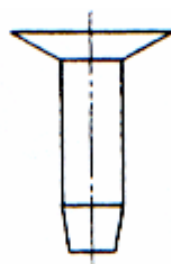
**Simple**  
 $d = 7\sqrt{e} - 5$   
 $p = 2,6d + 10$   
 $a = 1,5d$   
 $c_1 = 1,35d = 0,9a$   
 $e_1 = (0,6 \div 0,7)e$

**Duplo**  
 $d = 7\sqrt{e} - 6$   
 $p = 3,5d + 15$   
 $a = 1,5d$   
 $c = 0,5p$   
 $c_1 = 1,35d = 0,9a$   
 $e_1 = (0,6 \div 0,7)e$

**Tripla**  
 $d = 7\sqrt{e} - 7$   
 $p = 3d + 10$   
 $a = 1,5d$   
 $c = 0,75p$   
 $c_1 = 1,35d = 0,9a$   
 $e_1 = (0,6 + 0,7)e$

**Tripla incompleta**  
 $d = 7\sqrt{e} - 8$   
 $p = 3d + 7$   
 $a = 1,5d$   
 $c = 0,66p$   
 $c_1 = 1,35d = 0,9a$   
 $e_1 = (0,6 \div 0,7)e$

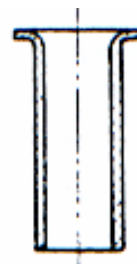
Os rebites especiais são calculados e dimensionados de acordo com tabelas de cada tipo e fabricante.



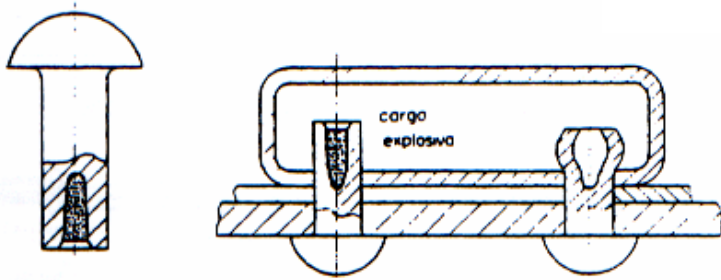
**Rebite para correia**  
 Figura 10



**Rebite macho e fêmea**  
 Figura 11



**Rebite furado**  
 Figura 12



Rebite com  
carga explosiva  
Figura 13

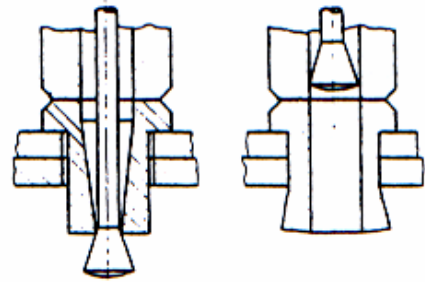


Figura 15

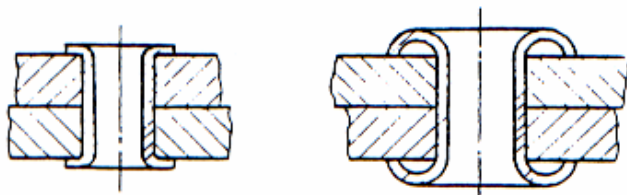


Figura 14

Os rebites MITTO montam chapas e perfis em metal, materiais plásticos ou contraplacas sobre chapas ou perfis abertos e tubulares.

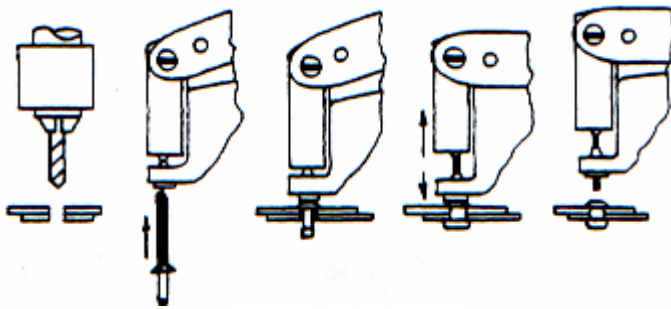
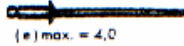
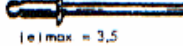
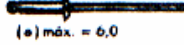
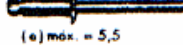
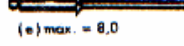
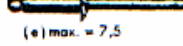
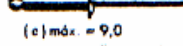

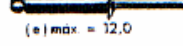

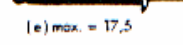
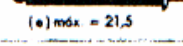


Figura 16

### 9.4 - REBITES DE ALUMÍNIO COM MANDRIL DE AÇO

Os rebites se apresentam no tamanho natural.

Medidas em milímetros.

COMPRIMENTO NOMINAL (L)	Ø NOMINAL (D)	2,4	3,2	4,0
	Ø FURO (df)	2,5	3,3	4,1
6		(e) máx. = 4,0		(e) máx. = 3,0
8		(e) máx. = 6,0		(e) máx. = 5,0
10		(e) máx. = 8,0		(e) máx. = 7,0
12				
15				(e) máx. = 11,5
18				(e) máx. = 14,5
21				(e) máx. = 17,0
25				(e) máx. = 21,0
30				
35				
40				

Exemplo para encomenda: **Rebite Mitto 4,0 x 12**



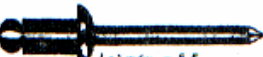

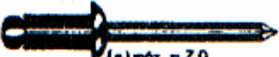














\* (e) máx. = 8,5 - Especifica que para o "Rebite Mitto 4,0 x 12", em uso normal, a espessura máxima recomendada a ser rebitada é de 8,5 mm.



4,8  
4,9

6,2  
6,3

Ø NOMINAL (D)  
Ø FURO (df)

			6	
			8	
(e) máx. = 4,5			10	
				
(e) máx. = 6,5	(e) máx. = 5,5			
				
(e) máx. = 8,0	(e) máx. = 7,0			
			15	
(e) máx. = 11,0	(e) máx. = 10,0		18	
			21	
(e) máx. = 14,0	(e) máx. = 13,0		25	
			30	
(e) máx. = 16,5	(e) máx. = 15,5		35	
			40	
(e) máx. = 20,5	(e) máx. = 19,5			
				
(e) máx. = 25,5	(e) máx. = 24,0			
				
(e) máx. = 30,0	(e) máx. = 29,0			
				
	(e) máx. = 34,0			

COMPRIMENTO NOMINAL (L)

Diâmetro de 4.8 e 6.2 em qualquer comprimento.

Também fabricados com aba larga (AL)



Tabela 10.1 - Características da Mola

CARACTERÍSTICAS DA MOLA			Tol
Diâmetro do fio	d	mm	±
Diâmetro interno	D <sub>i</sub>	mm	±
Diâmetro externo	D <sub>e</sub>	mm	±
Diâmetro médio	D <sub>m</sub>	mm	±
Nº espirais úteis	N <sub>u</sub>		
Nº espirais inativas		Normalmente 2 x 3/4 = 1,5	
Nº total de espirais	n		
Comprimento livre	l <sub>o</sub>	mm	
Flexibilidade		mm/kgf	
Sentido da hélice			
Indicar somente o diâmetro que interessa			

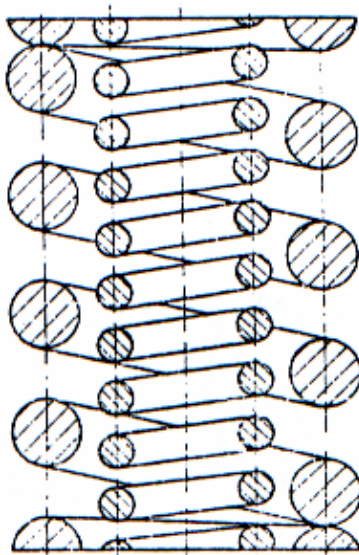


Figura 4 - Mola composta

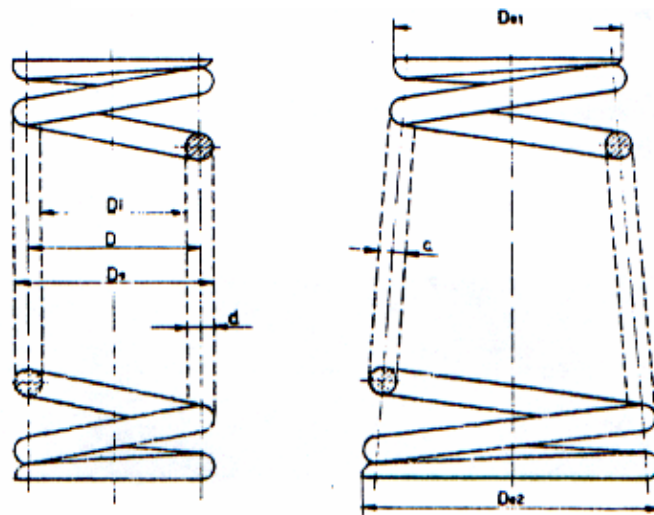


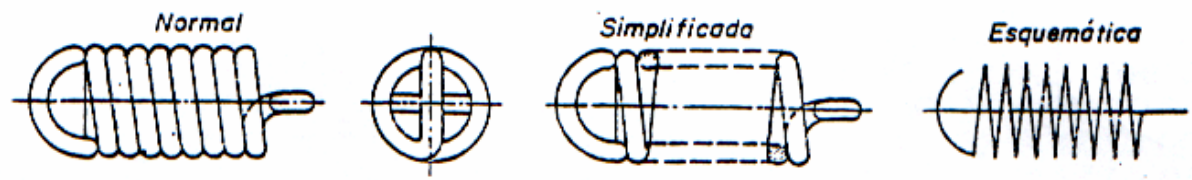
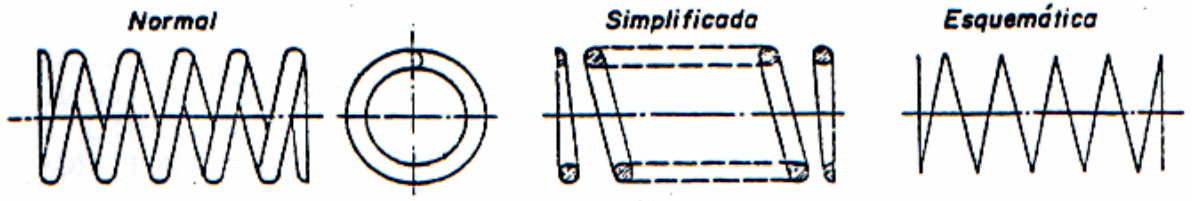
Figura 5 - Representação simplificada segundo as normas DIN: a) mola cilíndrica; b) mola cônica.

3- Desenhar, à mão livre, a mola com as especificações abaixo:

Ø Fio \_\_\_\_\_ 4  
 Ø Externo \_\_\_\_\_ 65  
 Comprimento \_\_\_\_\_ 85  
 Nº espirais totais \_\_\_\_\_ 8  
 Sentido hélice \_\_\_\_\_ direita  
 Acabamento \_\_\_\_\_ galvanizado  
 Carga nominal \_\_\_\_\_ 45 kgf  
 Carga máxima \_\_\_\_\_ 85 Kgf

MEDIDA DE CARGA

Kgf	mm
0	- 128,0
20	- 124,9
40	- 121,9
60	- 118,9
80	- 116,0



## UNIDADE 11

### 11 - POLIAS / EIXO / CORREIA / ÁRVORES / CHAVETAS

#### 11.1 - POLIAS

São elementos de máquinas utilizados para transmitir movimento de rotação entre dois eixos, com auxílio de correias.

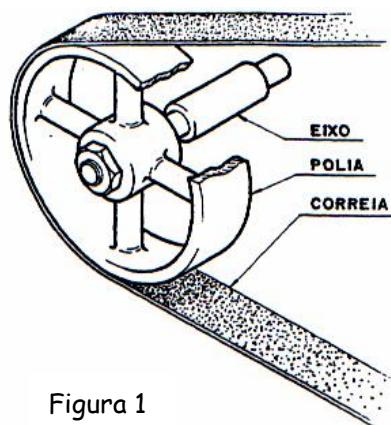


Figura 1

A transmissão se efetua em função do atrito entre as correias e as polias, de modo que a polia motriz, ao girar arrasta a correia, e, esta, a polia acionada. Para tanto, é preciso criar um atrito suficiente para transmitir uma força tangencial sem escorregamento de uma polia para outra.

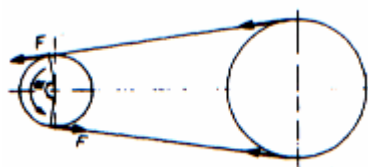


Figura 2

As polias são rodas geralmente fundidas, e são formadas fundamentalmente por três partes: aro, alma e cubo.

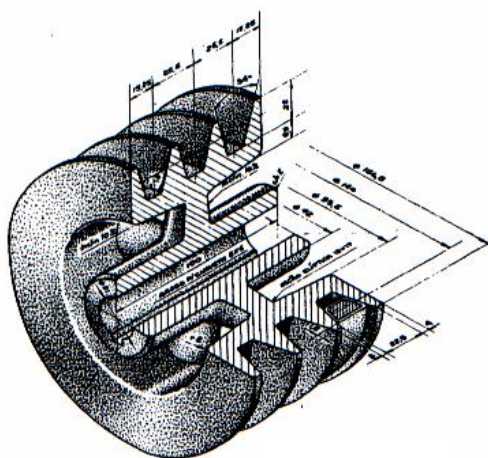


Figura 3

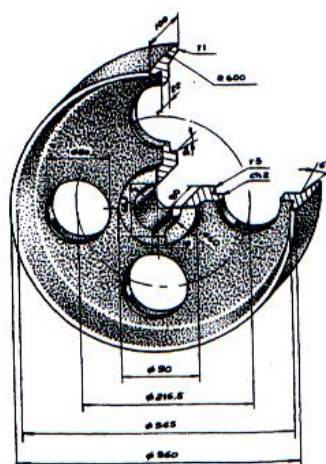


Figura 4

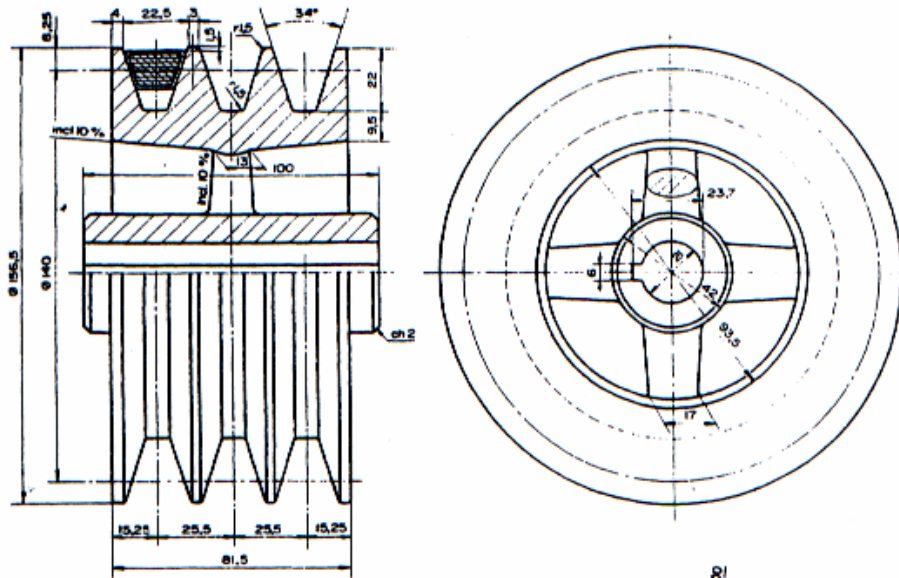


Figura 5

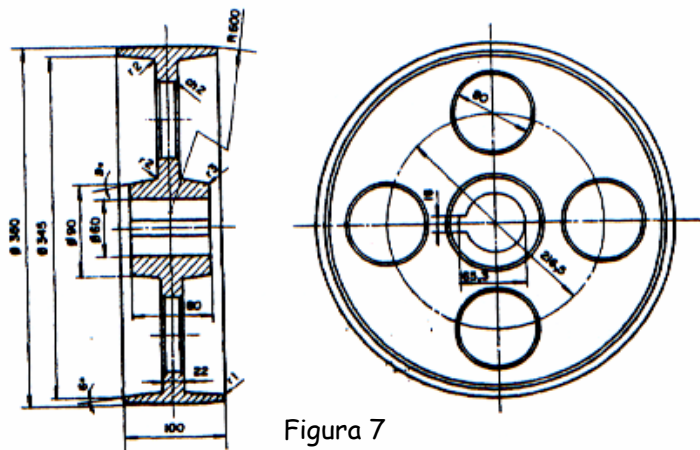


Figura 7

O aro é onde se alojará a correia, podendo ser plano (correias planas) ou em canais (correias em V). O cubo é o elemento cilíndrico central da roda que receberá o eixo. A alma é por onde se faz a ligação entre o cubo e o aro, podendo ser maciça ou raída.

No dimensionamento das polias, leva-se em conta o deslizamento que há das correias, em função do pouco atrito entre a correia e polia, em função da diminuição ou aumento da tensão ao passar a correia de uma polia para à outra,

Em função do pouco contato da correia em relação à polia e em função da velocidade linear da correia.

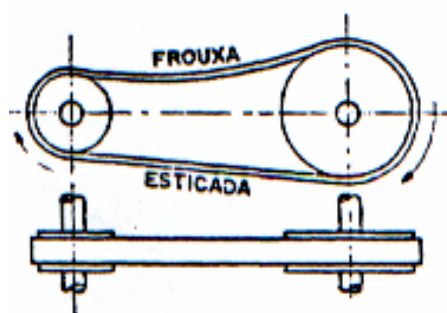


Figura 8

Em função da relação de transmissão de velocidade teremos a polia conduzida com diâmetro maior ou menor em relação do diâmetro da polia condutora. Se quisermos maior transmissão de velocidade, a polia conduzida deverá ter um diâmetro menor, caso contrário,... o contrário.

O sentido de rotação a ser transmitido definirá se teremos correia reta ou correia cruzada.

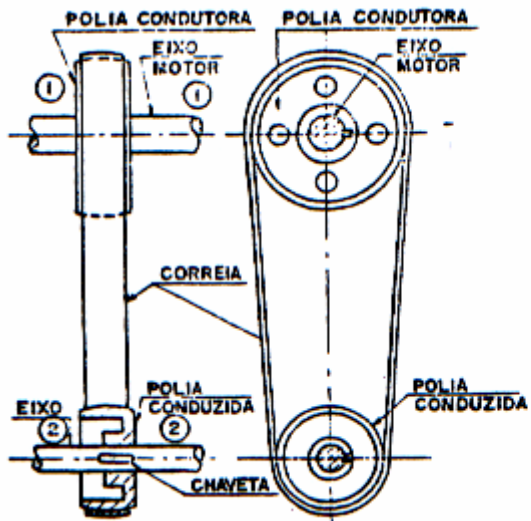


Figura 9

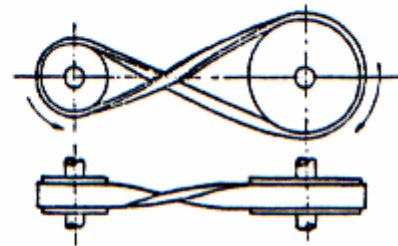


Figura 10

Abaixo, representação em meia vista de vários tipos de polias e alguns modelos de correias.

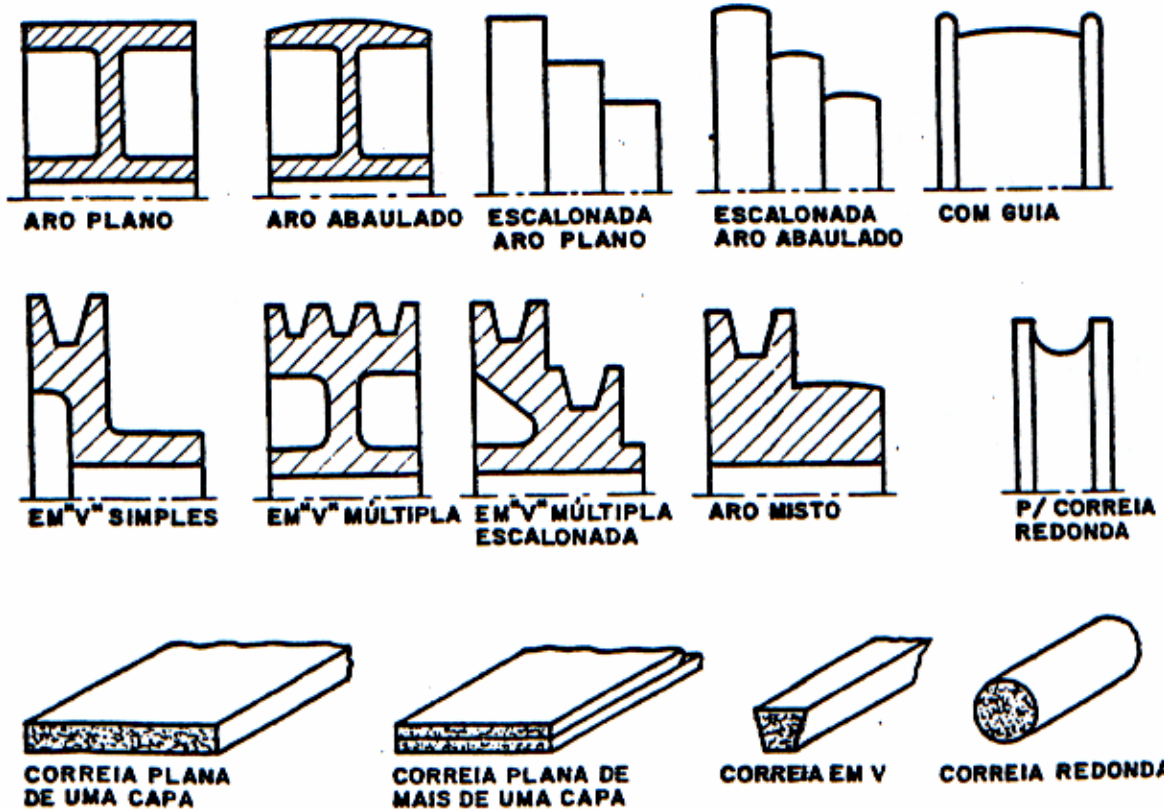


Figura 10

O uso das polias em V vem merecendo preferência em certos tipos de transmissão, por não ter praticamente nenhum deslizamento, possibilitar maior aumento ou redução de rotações que as correias planas, uso de polias bem próximas e não haver ruídos e choques devido a não existência de emendas em seu perímetro.



Figura 11

As correias em V são inteiriças e feitas de vários modos e medidas, permitindo escolher-se o tipo mais apropriado para o uso específico. São feitas de cordões longitudinais de tecidos, dentro de um corpo de borracha recoberto por um tecido protetor, cujo conjunto forma uma seção trapezoidal e cuja base maior está na parte externa da correia.

A montagem das correias é feita em polias apropriadas, para que as mesmas se ajustem a elas, podendo se montar varias correias paralelas em cada jogo de polias, devido à precisão das medidas de fabricação e à elasticidade, que compensa as pequenas diferenças que possam existir. Por sua forma essas correias produzem um efeito de cunha nos canais das polias, produzindo assim uma forte pressão superficial.

Dado a forma da superfície de contato entre as correias trapezoidais e suas polias, os cálculos referentes aos diâmetros das polias e comprimento das correias devem ser feitos referindo-se à leitura média do perfil da correia (diâmetro nominal, primitivo ou pitch).

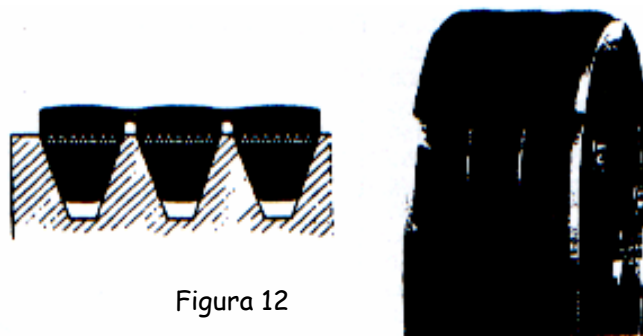


Figura 12

O cálculo das correias (Dimensões e Quantidades) e das polis são dados em catálogos fornecidos pelos fabricantes dessas correias.

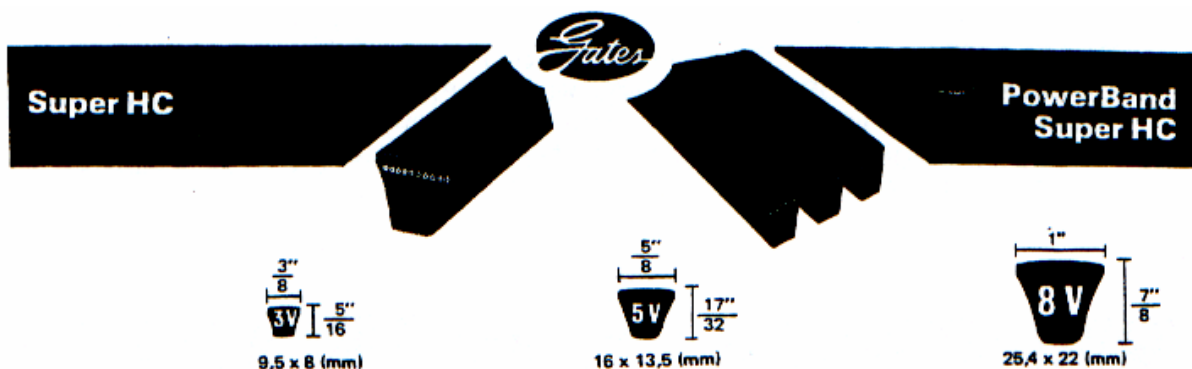


Figura 13

Abaixo, as dimensões normalizadas mais comuns das correias em V, tabela para determinação dos ângulos e dimensões dos canais correspondentes a essas mesmas correias.

Tabela 11.1

circunferência externa		3V	5V	8V
Pol	mm			
25	635	3V250		
26 1/2	675	3V265		
28	710	3V280		
30	760	3V300		
31 1/2	800	3V315		
33 1/2	850	3V335		
35 1/2	900	3V355		
37 1/2	955	3V375		
40	1015	3V400		
42 1/2	1080	3V425		
45	1145	3V450		
47 1/2	1205	3V475		
50	1270	3V500	5V500	
53	1345	3V530	5V530	
56	1420	3V560	5V560	
60	1525	3V600	5V600	
63	1600	3V630	5V630	
67	1700	3V670	5V670	
71	1805	3V710	5V710	
75	1905	3V750	5V750	
80	2030	3V800	5V800	
85	2160	3V850	5V850	
90	2285	3V900	5V900	
95	2415	3V950	5V950	
100	2540	3V1000	5V1000	8V1000
106	2690	3V1060	5V1060	8V1060
112	2845	3V1120	5V1120	8V1120
118	2995	3V1180	5V1180	8V1180
125	3175	3V1250	5V1250	8V1250
132	3355	3V1320	5V1320	8V1320
140	3555	3V1400	5V1400	8V1400
150	3810		5V1500	8V1500
160	4065		5V1600	8V1600
170	4320		5V1700	8V1700
180	4570		5V1800	8V1800
190	4825		5V1900	8V1900
200	5080		5V2000	8V2000
212	5385		5V2120	8V2120
224	5690		5V2240	8V2240
236	5995		5V2360	8V2360
250	6350		5V2500	8V2500
265	6730		5V2650	8V2650
280	7110		5V2800	8V2800
300	7620		5V3000	8V3000
315	8000		5V3150	8V3150
335	8510		5V3350	8V3350
355	9017		5V3550	8V3550
375	9525			8V3750
400	10160			8V4000
425	10795			8V4250
450	11430			8V4500
475	12065			8V4750
500	12700			8V5000
560	14225			8V5600

Nota: Os desenhos dos perfis não estão em escala.

As correias Powerband, indicadas especialmente para transmissões sujeita a cargas de choque, constituem-se de duas ou mais correias (perfis) interligadas por uma banda resistente e flexível que formam uma única peça.

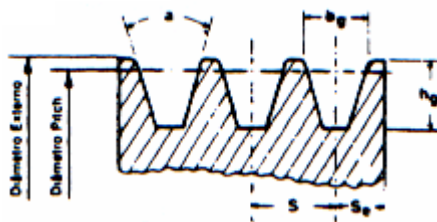


Figura 14

Tabela 11.2 - Especificações para polias Super HC e Powerband Super HC

Perfil	Diâmetro externo	$a$ $\pm 0,25^\circ$	$b_g^\circ$ $\pm 0,13$	$h_g^\circ$ Min.	Nominal (DE - DP)	$S^\circ$ $\pm 0,4$	$Se^\circ$
3v	Até 90	36			1,27	10,3	+2
	De 90 a 150	38	8,89	8,6			9
	De 150 a 305	40					-1
	Acima de 305	42					
5v	Até 250	38			2,54	17,5	+3
	De 250 a 405	40	15,24	15,0			13
	Acima de 405	42					-1
8v	Até 400	38			5,08	28,6	+6
	De 400 a 560	40	25,40	25,1			19
	Acima de 560	42					-2

\* Medidas em milímetros

A somatória das tolerâncias da medida S para todos os canais em quaisquer polias não deve exceder em  $\pm 0,8\text{mm}$ .

Nota: as correias Powerband não devem ser utilizadas em polias do tipo "canais profundos".

Simples informação: a Gates não fabrica e nem vende polias.

As correias Powerband Gates foram desenvolvidas para trabalharem perfeitamente em polias standard de acordo com as Normas Internacionais RMA e MPTA.

Tabela 11.3

Número de correntes por transmissão X N° de conjuntos de Powerband									
Corr.	Cjtos.	Corr.	Cjtos.	Corr.	Cjtos.	Corr.	Cjtos.	Corr.	Cjtos.
2	2	5	5	8	4,4	11	4,3,4	14	5,4,5
3	3	6	3,3	9	5,4	12	4,4,4	15	5,5,5
4	4	7	3,4	10	5,5	13	4,5,4	16	4,4,4,4

As Correias Super HC, Powerband Super HC representam redução de peso, espaço e economia.

Exemplo: Exaustor de Caldeira:

Motor: 250 HP

RPM do Motor: 1200

RPM do Exaustor 900

16 a 24 hs diárias de serviço.

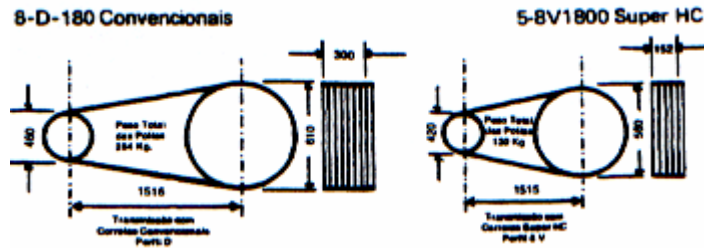


Figura 15

Figura 16

Abaixo, as dimensões normalizadas mais comuns das correias em V, figura e tabela para determinação dos ângulos e dimensões dos canais correspondentes a essas mesmas correias.

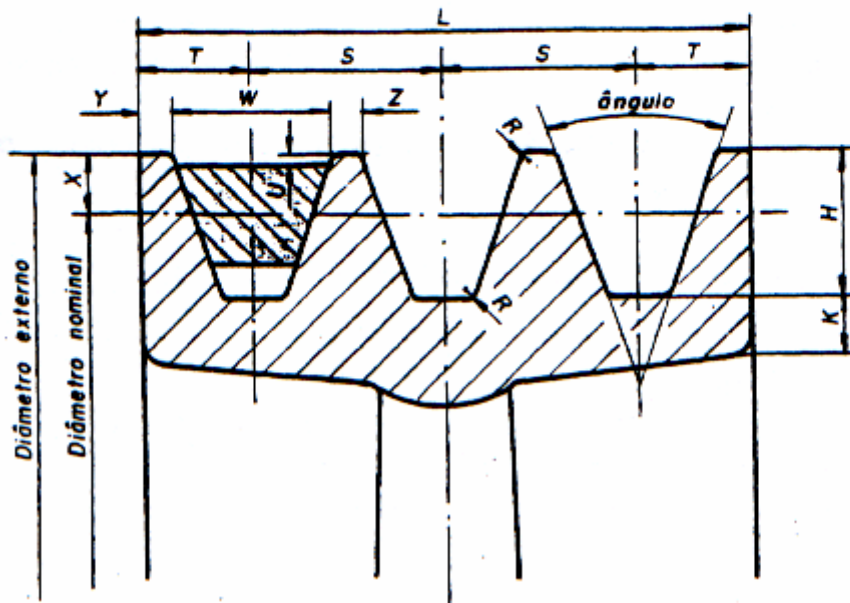
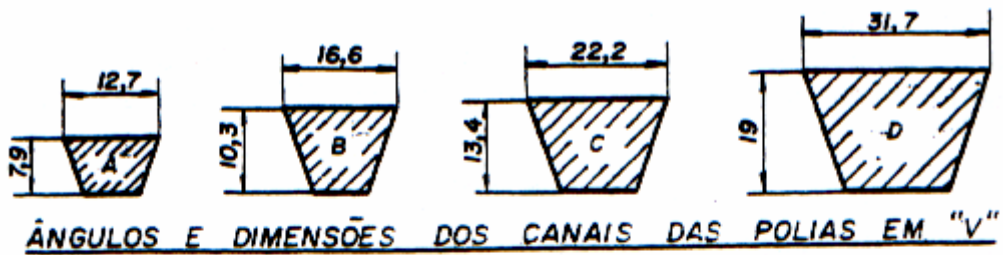


Figura 17

Tabela 11.4

DIMENSÕES NORMAIS DAS POLIAS DE MÚLTIPLOS CANAIS											
Perfil padrão da correia	Diâmetro externo da polia	Ângulo do canal	Medidas em milímetros								
			T	S	W	Y	Z	H	K	U=R	X
A	75 a 170	34°	9,50	1,50	1,30	3	2	13	5	1,0	5
	acima de 170	38°									
B	de 130 a 240	34°	11,5	19	17	3	2	17	6,5	1,0	6,25
	acima de 240	38°									
C	de 200 a 350	34°	15,25	25,5	22,5	4	3	22	9,5	1,5	8,25
	acima de 350	38°									
D	de 300 a 450	34°	22	36,5	32	6	4,5	28	12,5	1,5	11
	acima de 450	38°									
E	de 485 a 630	34°	27,25	44,5	38,5	8	6	33	16	1,5	13
	acima de 630	38°									

## 11.2 - EIXOS

Elementos rotativos ou estacionários que estão sujeitos a cargas de torção.

Podem ser fixos, servindo de suporte a peças que giram sobre eles; de rotação, girando com as peças em movimento de uma máquina; de manivela, dispostos de tal modo que servem de manivela para uma ou mais bielas.

## 11.3 - ÁRVORES

Elementos geralmente cilíndricos, rotativos, que recebem potencia de um motor e a transmitem a diversas máquinas, através de elementos montados ao longo do seu comprimento, como polias, volantes, rodas dentadas e outros.

## 11.4 - CHAVETAS

São pequenas travas que prendem peças cilíndricas, com polias, volantes, rodas dentadas, etc, a um eixo. As peças são encaixadas de tal modo que possam ser desmontadas ao se extrair a chaveta. As chavetas são consideradas elementos de união não permanente.

Transmitem movimento de rotação entre as duas peças unidas por elas, ficando parte dentro de cada peça.

### 11.4.1 - Execução do rasgo de chaveta no eixo

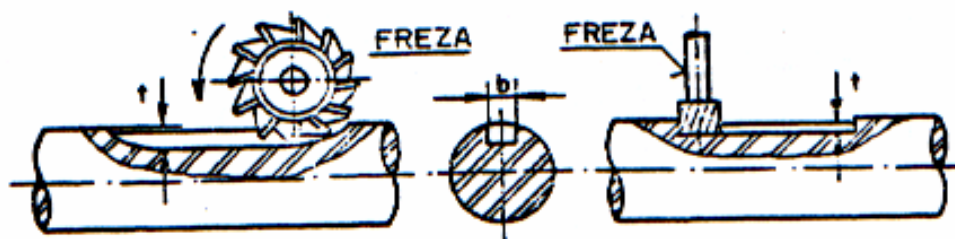


Figura 18

As chavetas classificam-se em longitudinais e transversais. Entre as longitudinais, que são dispostas no sentido axial e as mais empregadas, temos as chavetas retangulares (ou quadradas) planas ou inclinadas, usadas na transmissão de grandes potencias e as chavetas de WOODRUFF (meia lua ou de disco) usadas para eixo de pequenos diâmetros.

#### 11.4.2 - Fixação cubo-eixo com chaveta plana

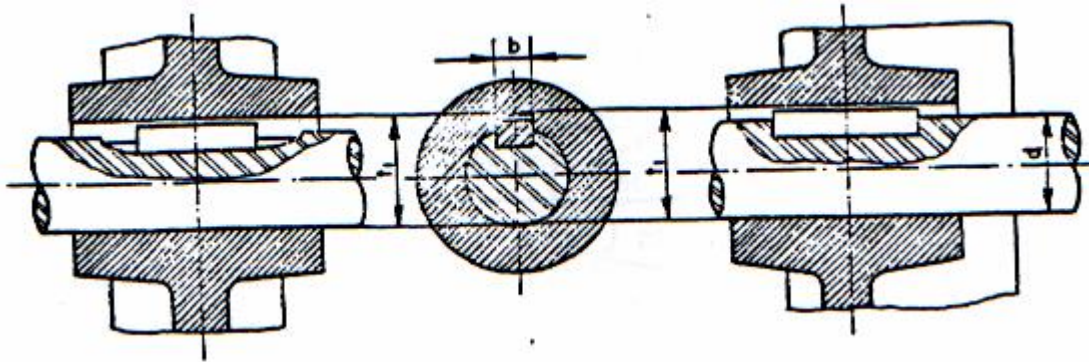


Figura 19

#### 11.4.3 - Fixação cubo-eixo com chaveta inclinada

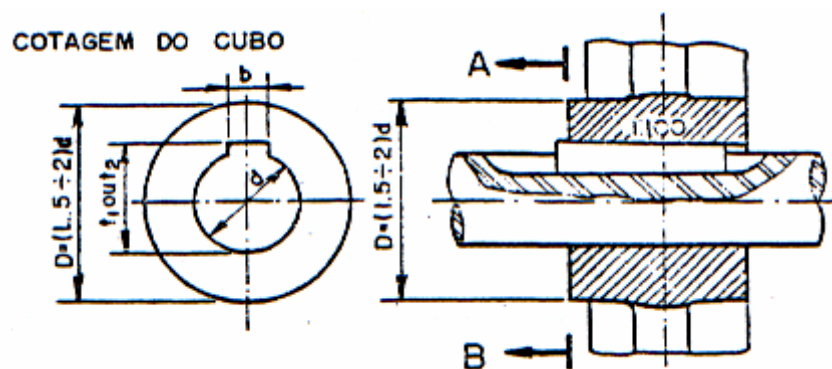


Figura 20

As chavetas transversais são usadas quando os elementos unidos estão sujeitos a esforços de compressão e tração. Funcionam como uma cunha que atravessa ambas as peças, são largas e de pouca espessura.

Quando a força que deve resistir à união for pequena, as chavetas transversais serão substituídas por pinos passantes, cilíndricos ou cônicos, que têm a mesma função das chavetas, com menor resistência, mas mais fáceis de executar e ajustar.

#### 11.4.4 - Chaveta retangular plana embutida

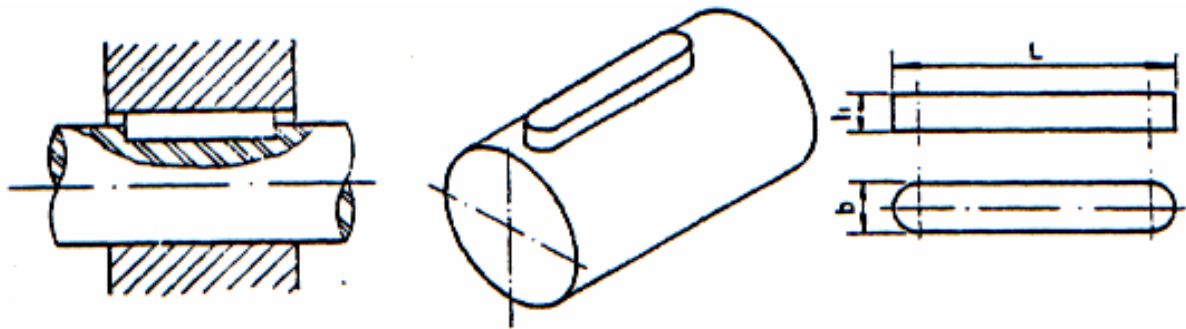


Figura 21

#### 11.4.5 - Chaveta retangular plana não embutida

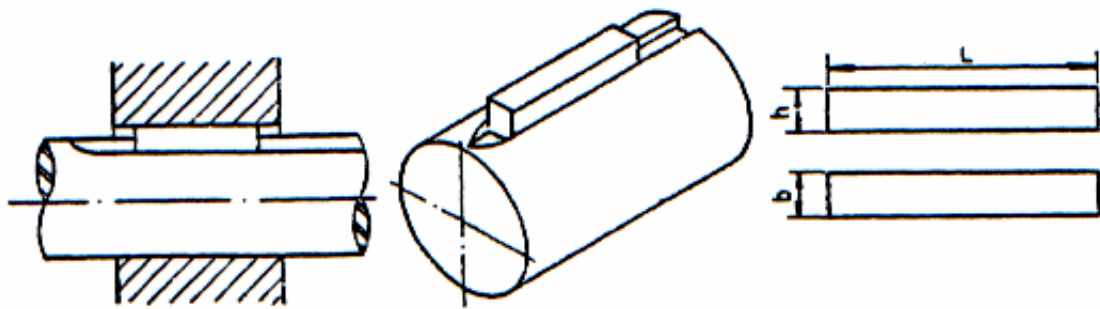


Figura 22

#### 11.4.6 - Chaveta de Woodruff

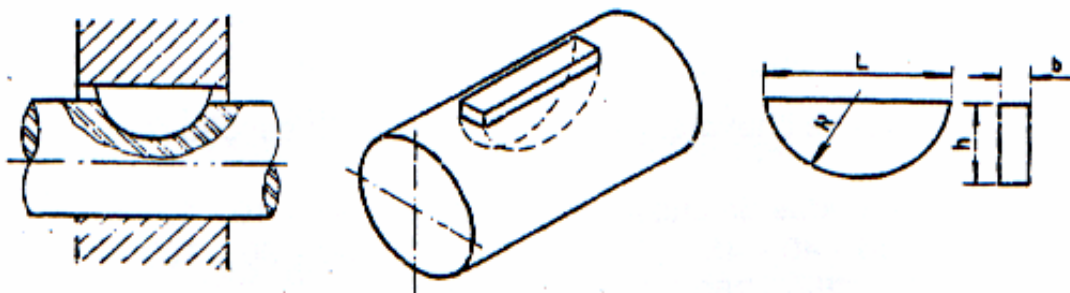


Figura 23

### 11.4.7 - Chavetas paralelas, retangulares ou quadradas

#### DIMENSÕES E TOLERÂNCIAS DAS CHAVETAS

Conforme ABNT - PB - 122

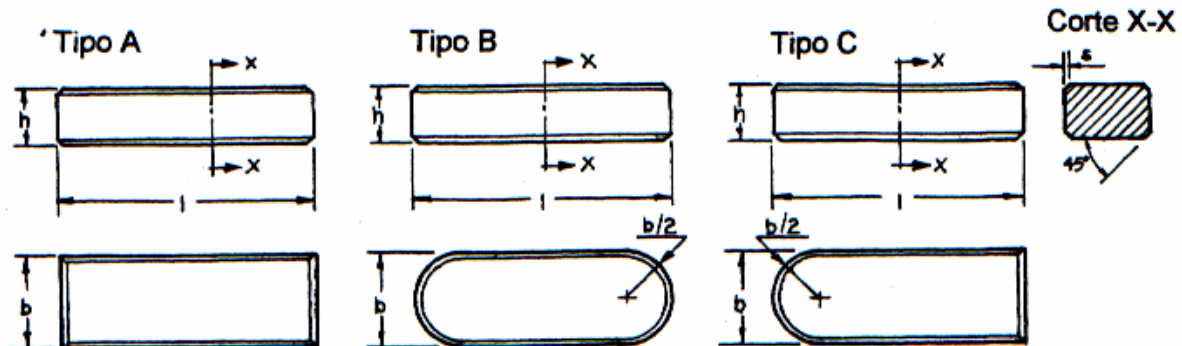


Figura 24

Tabela 11.5

Largura $b$		Altura $h$ 1)		Chanfro $s$		Campo de Comprimento 2)	
Nominal	Afastamentos	Nominal	Afastamentos	Mín.	Máx.		
2	0	2	0	0,18	0,25	6	20
3	-0,025	3	-0,025	0,16	0,25	6	36
4	0	4	0	0,16	0,25	8	45
5	-0,030	5	-0,030	0,25	0,40	10	56
6	-0,030	6	-0,030	0,25	0,40	14	70
8	0	7	0	0,25	0,40	18	90
10	-0,036	8	0	0,40	0,60	22	110
12	0	8	0	0,40	0,60	26	140
14	0	9	-0,080	0,40	0,60	30	160
16	-0,043	10	-0,080	0,40	0,60	45	180
18	-0,043	11	-0,080	0,40	0,60	50	200
20	0	12	0	0,60	0,80	56	220
22	0	14	0	0,60	0,80	63	250
25	-0,052	14	-0,110	0,60	0,80	70	280
28	-0,052	16	-0,110	0,60	0,80	80	320
32	0	18	-0,110	0,60	0,80	90	360
36	0	20	-0,110	1,00	1,20	100	400
40	0	22	0	1,00	1,20	—	—
45	-0,062	25	-0,130	1,00	1,20	—	—
50	-0,062	28	-0,130	1,00	1,20	—	—
56	0	32	0	1,60	2,00	—	—
63	0	32	0	1,60	2,00	—	—
70	-0,074	36	0	1,60	2,00	—	—
80	-0,074	40	-0,160	2,50	3,00	—	—
90	0	45	-0,160	2,50	3,00	—	—
100	-0,087	50	-0,160	2,50	3,00	—	—

1) Tolerância de altura da chaveta: secção quadrada  $h9$ ; secção retangular  $h11$ .

2) Comprimentos preferidos de chavetas (em mm): 6 - 8 - 10 - 12 - 14 - 16 - 18 - 20 - 22 - 25 - 28 - 32 - 36 - 40 - 45 - 56 - 63 - 70 - 80 - 90 - 100 - 110 - 125 - 140 - 160 - 180 - 200 - 220 - 250 - 280 - 320 - 360 e 400.

### 11.4.8 - Chavetas paralelas, retangulares ou quadradas

#### DIMENSÕES E TOLERÂNCIAS DAS CANALETAS

Conforme ABNT - PB - 122

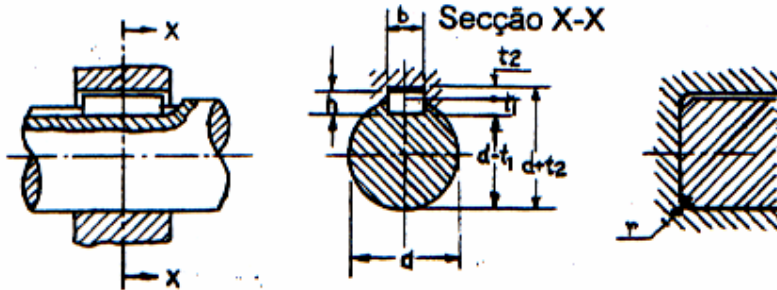


Figura 25

Tabela 11.6

Dimensões em mm

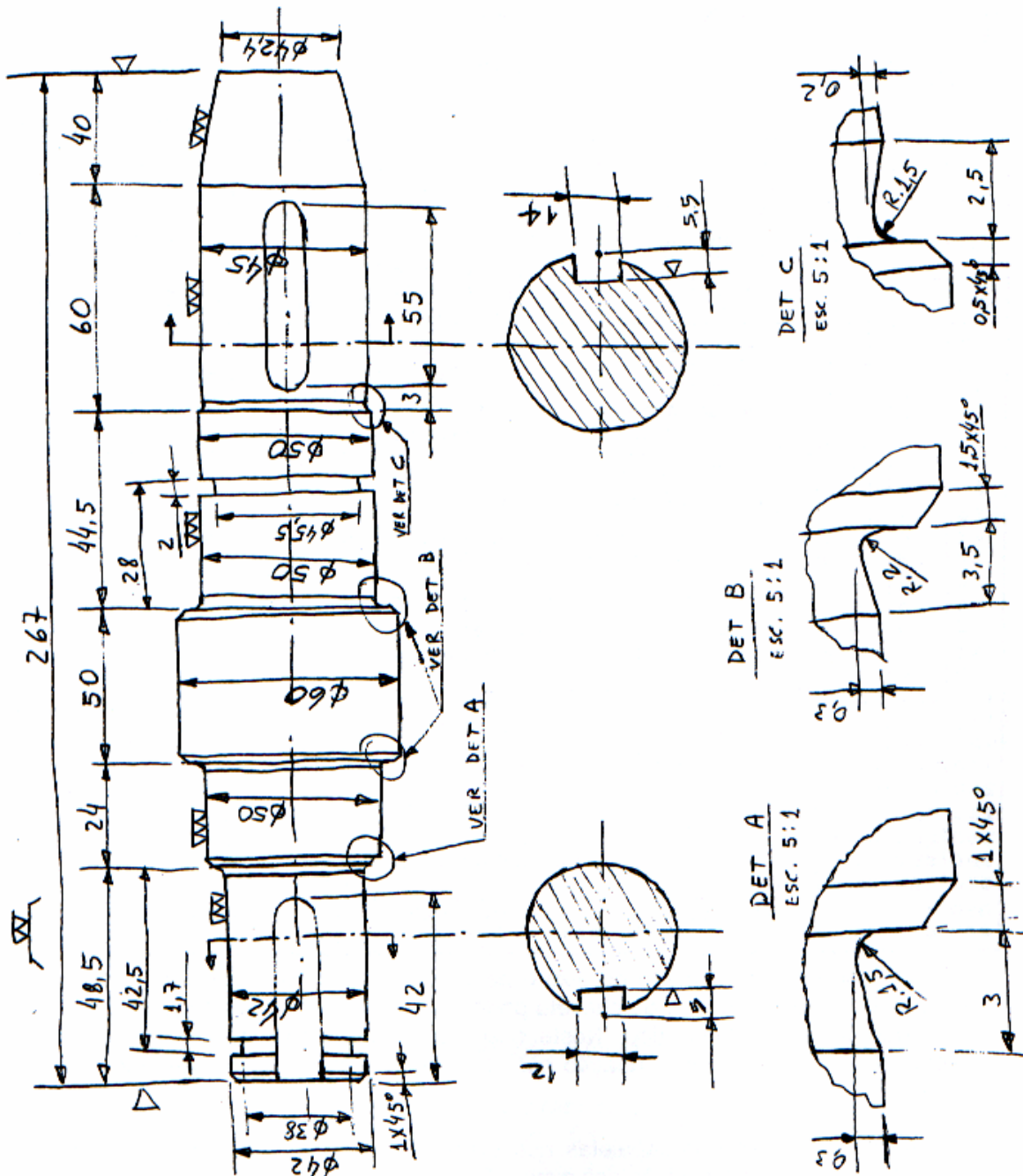
Eixo		Chaveta	Canaletas										Raio r	
Diâmetro d	Seccão b x h		Nominal	Largura					Profundidade					
				Afastamentos					Eixo t <sub>1</sub>		Cubo t <sub>2</sub>			
de	até			ajuste no Eixo H9	ajuste no Cubo D10	ajuste no Eixo N9	ajuste no Cubo JS9	ajuste c/ interferên- cia no eixo no cubo P9	Nom.	Afasta- mentos	Nom.	Afasta- mentos	Máx.	Mín.
6	8	2x2	2	+0,025	+0,060	-0,004	+0,012	-0,006	1,2		1		0,16	0,08
8	10	3x3	3	0	+0,020	-0,029	-0,013	-0,031	1,8		1,4		0,16	0,08
10	12	4x4	4						2,5	+0,1	1,8	+0,1	0,16	0,08
12	17	5x5	5	+0,030	+0,078	0	+0,015	-0,012	3,0	0	2,3	0	0,25	0,16
17	22	6x6	6	0	+0,030	-0,030	-0,015	-0,042	3,5		2,8		0,25	0,16
22	30	8x7	8	+0,036	+0,098	0	+0,018	-0,015	4,0		3,3		0,25	0,16
30	38	10x8	10	0	+0,040	-0,036	-0,018	-0,051	5,0		3,3		0,40	0,25
38	44	12x8	12						5,0		3,3		0,40	0,25
44	50	14x9	14	+0,043	+0,120	0	+0,021	-0,018	5,5		3,8		0,40	0,25
50	58	16x10	16	0	+0,050	-0,043	-0,022	-0,061	6,0		4,3		0,40	0,25
58	65	18x11	18						7,0	+0,2	4,4	+0,2	0,40	0,25
65	75	20x12	20						7,5	0	4,9	0	0,60	0,40
75	85	22x14	22	+0,052	+0,149	0	+0,026	-0,022	9,0		5,4		0,60	0,40
85	95	25x14	25	0	+0,065	-0,052	-0,026	-0,074	9,0		5,4		0,60	0,40
95	110	28x16	28						10,0		6,4		0,60	0,40
110	130	32x18	32						11,0		7,0		0,60	0,40
130	150	36x20	36						12,0		8,4		1,00	0,70
150	170	40x22	40	+0,062	+0,180	0	+0,031	-0,026	13,0		9,4		1,00	0,70
170	200	45x25	45	0	+0,080	-0,062	-0,031	-0,088	15,0		10,5		1,00	0,70
200	230	50x28	50						17,0		11,4		1,00	0,70
230	260	56x32	56						20,0		12,4		1,60	1,20
260	290	63x32	63	+0,074	+0,220	0	+0,037	-0,032	20,0	+0,3	12,4	+0,3	1,60	1,20
290	330	70x36	70	0	+0,100	-0,074	-0,037	-0,106	22,0	0	14,4	0	1,60	1,20
330	380	80x40	80						25,0		15,4		2,50	2,00
380	440	90x45	90	+0,087	+0,260	0	+0,043	-0,037	28,0		17,4		2,50	2,00
440	500	100x50	100	0	+0,120	-0,087	-0,044	-0,124	31,0		19,5		2,50	2,00

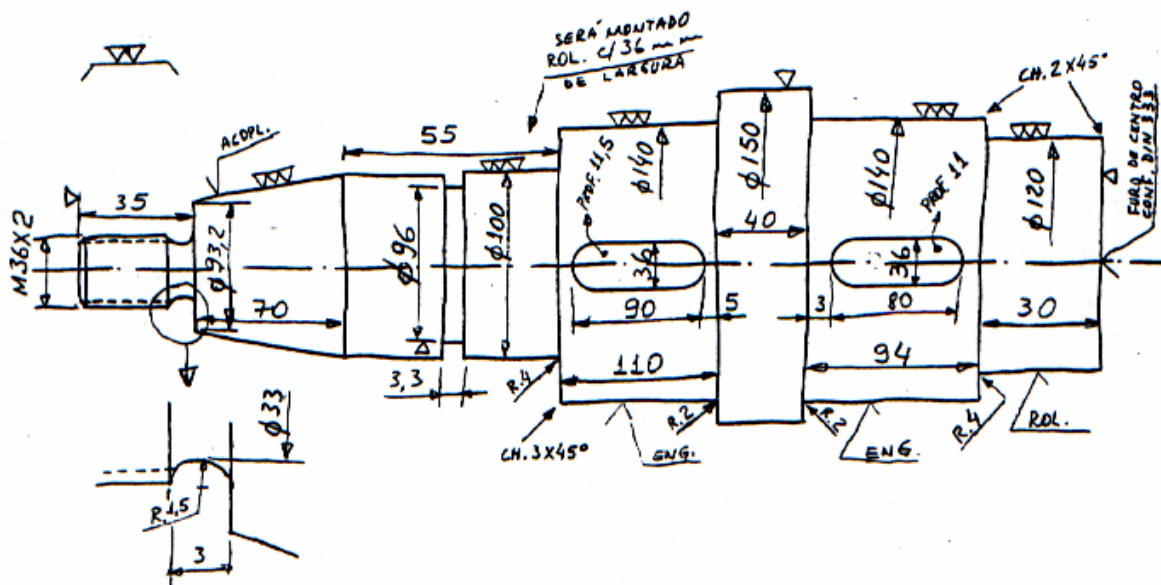
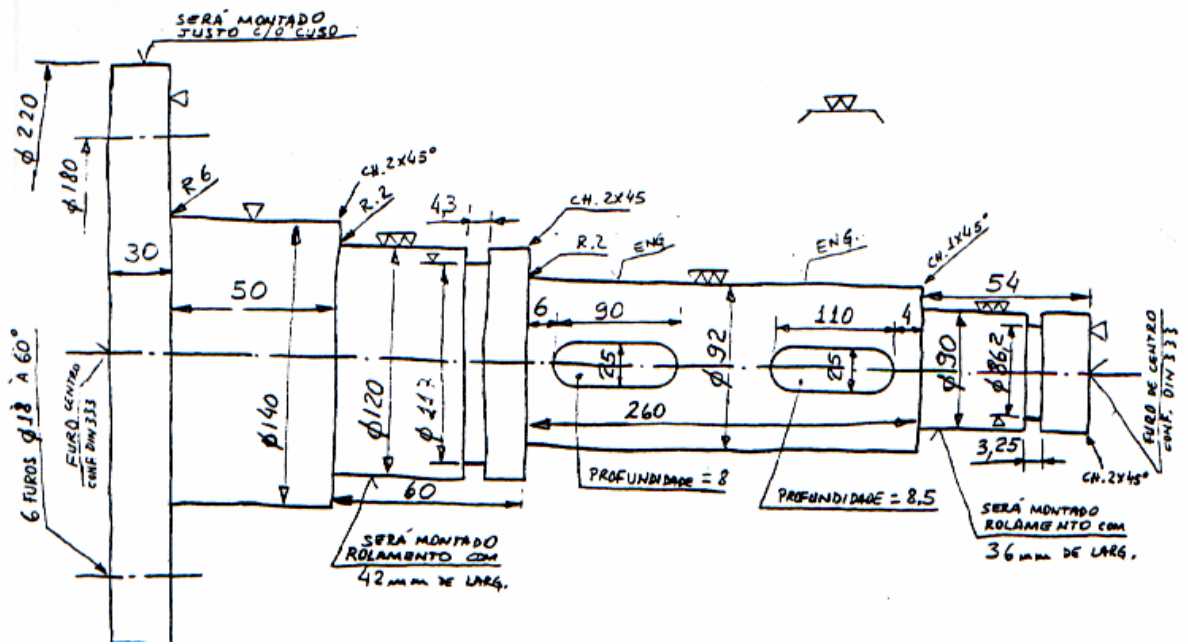
1. A relação entre o diâmetro do eixo da secção da chaveta aplica-se para uso normal. Uma secção menor da chaveta pode ser usada quando é adequada para o momento de força transmitido. Neste caso as profundidades  $t_1$  e  $t_2$  devem ser recalculadas, para manter a relação  $h/2$ . Uma secção maior não deve ser usada.

2. As profundidades das canaletas nos eixos e nos cubos deve ser obtida por medição direta ou por medição das dimensões  $(d - t_1)$  e  $(d + t_2)$ .

Baseado em um levantamento, onde um eixo foi desenhado a mão livre, desenhá-lo com instrumentos, em uma folha formato A3, usando as escalas indicadas.

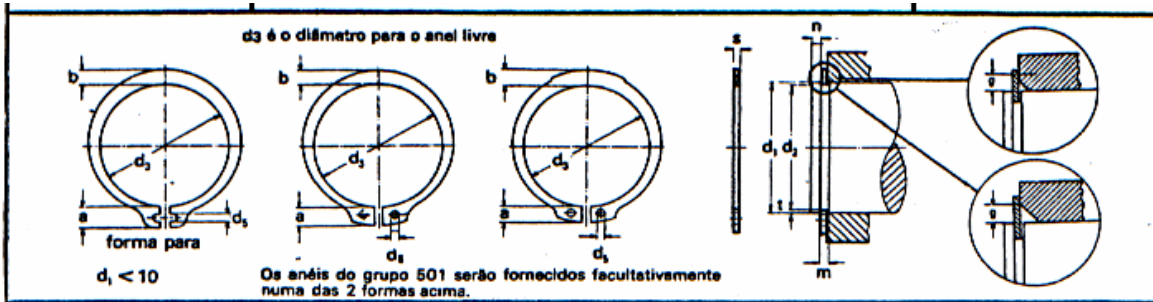
Obs.: Quando não houver indicação de escala, usar escala real (1:1)





# UNIDADE 12

## 12 - ANÉIS DE RETENÇÃO PARA EIXOS



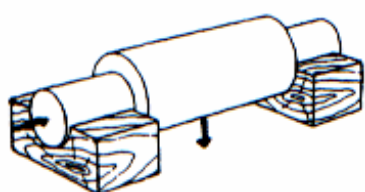
d <sub>1</sub>	ANEL				RANHURA				DADOS COMPLEMENTARES							Código RENO para encomenda				
	s	d <sub>3</sub>	Tol.	Peso	d <sub>2</sub>	Tol.	m	t	a	P <sub>N</sub>	P <sub>R</sub>	P <sub>Rg</sub>	F <sub>N</sub>	K	n. máx.					
	h 11			Kg/1000					mm.	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(mm <sup>2</sup> )	(Kg/mm)	RPM					
3	0,40	2,7		1,9	0,8	1,0	0,017	2,8	-0,04	0,50	0,10	0,3	15	47	0,9	206	360000	501.003		
4	0,40	3,7	+0,04	2,2	0,9	1,0	0,022	3,8	-0,04	0,90	0,10	0,3	20	50	0,8	30	1,3	193	211000	501.004
5	0,60	4,7	-0,15	2,5	1,1	1,0	0,066	4,8	-0,04	0,70	0,10	0,3	28	190	0,4	130	1,5	738	154000	501.005
6	0,70	5,6		2,7	1,3	1,2	0,084	5,7	-0,04	0,80	0,15	0,5	46	340	0,5	210	2,8	1040	114000	501.006
7	0,80	6,5	+0,06	3,1	1,4	1,2	0,121	6,7	-0,06	0,90	0,15	0,5	54	515	0,5	290	3,2	1475	121000	501.007
8	0,80	7,4	-0,18	3,2	1,5	1,2	0,158	7,6	-0,06	0,90	0,20	0,6	81	520	0,5	290	4,9	1420	96000	501.008
9	1,00	8,4		3,5	1,7	1,2	0,300	8,5	-0,06	1,10	0,20	0,6	92	1110	0,5	610	5,5	3000	85000	501.009
10	1,00	9,3		3,3	1,8	1,5	0,340	9,6	-0,11	1,10	0,20	0,6	101	1060	1,0	340	6,2	2820	84000	501.010
11	1,00	10,2		3,3	1,8	1,5	0,410	10,6	-0,11	1,10	0,25	0,8	140	1010	1,0	310	8,4	2610	70000	501.011
12	1,00	11,0		3,3	1,8	1,7	0,500	11,5	-0,11	1,10	0,25	0,8	153	960	1,0	300	9,2	2400	75000	501.012
13	1,00	11,9		3,4	2,0	1,7	0,530	12,4	-0,11	1,10	0,30	0,9	200	940	1,0	290	11,9	2320	66000	501.013
14	1,20	12,8		3,5	2,1	1,7	0,640	13,4	-0,11	1,10	0,30	0,9	218	950	1,0	295	12,9	2290	58000	501.014
15	1,00	13,8	+0,10	3,6	2,2	1,7	0,670	14,3	-0,11	1,10	0,35	1,1	266	915	1,0	285	16,1	2160	50000	501.015
16	1,00	14,7	-0,36	3,7	2,2	1,7	0,700	15,2	-0,11	1,10	0,40	1,2	326	910	1,0	295	19,6	2100	45000	501.016
17	1,00	15,7		3,8	2,3	1,7	0,820	16,2	-0,11	1,10	0,40	1,2	346	960	1,0	300	20,8	2160	41000	501.017
18	1,20	16,5		3,9	2,4	2,0	1,110	17,0	-0,11	1,30	0,50	1,5	458	1700	1,5	375	27,5	3710	39000	501.018
19	1,20	17,5		3,9	2,5	2,0	1,220	18,0	-0,11	1,30	0,50	1,5	484	1700	1,5	380	29,1	3640	35000	501.019
20	1,20	18,5		4,0	2,6	2,0	1,300	19,0	-0,15	1,30	0,50	1,5	506	1710	1,5	385	30,6	3630	32000	501.020
21	1,20	19,5	+0,13	4,1	2,7	2,0	1,420	20,0	-0,15	1,30	0,50	1,5	536	1680	1,5	375	32,2	3540	29000	501.021
22	1,20	20,5	-0,42	4,2	2,8	2,0	1,500	21,0	-0,15	1,30	0,50	1,5	565	1690	1,5	380	33,8	3540	27000	501.022
23	1,20	21,5		4,3	2,9	2,0	1,630	22,0	-0,15	1,30	0,50	1,5	590	1660	1,5	380	35,4	3470	25000	501.023
24	1,20	22,2		4,4	3,0	2,0	1,770	22,9	-0,21	1,30	0,55	1,7	675	1810	1,5	365	40,5	3340	27000	501.024
25	1,20	23,2		4,4	3,0	2,0	1,900	23,9	-0,21	1,30	0,55	1,7	705	1820	1,5	370	42,3	3340	25000	501.025
26	1,20	24,2		4,5	3,1	2,0	1,960	24,9	-0,21	1,30	0,55	1,7	734	1810	1,5	370	44,0	3290	24000	501.026
27	1,20	24,9	+0,21	4,6	3,1	2,0	2,080	25,6	-0,21	1,30	0,70	2,1	963	1640	1,5	380	57,8	3340	22500	501.027
28	1,50	26,9	-0,42	4,7	3,2	2,0	2,920	26,6	-0,21	1,60	0,70	2,1	1000	3210	1,5	750	60	6900	21200	501.028
29	1,50	26,9		4,8	3,4	2,0	3,200	27,6	-0,21	1,60	0,70	2,1	1037	3180	1,5	745	62	6400	20000	501.029
30	1,50	27,9		4,8	3,5	2,0	3,320	28,6	-0,21	1,60	0,70	2,1	1073	3210	1,5	755	64	6240	18500	501.030
31	1,50	28,6		5,1	3,5	2,5	3,450	29,3	-0,21	1,60	0,85	2,6	1342	3150	2,0	560	81	6280	17800	501.031
32	1,50	29,6		5,2	3,6	2,5	3,540	30,3	-0,25	1,60	0,85	2,6	1385	3120	2,0	555	83	6180	16900	501.032
33	1,50	30,5		5,2	3,7	2,5	3,690	31,3	-0,25	1,80	0,85	2,6	1430	3160	2,0	565	86	6220	17400	501.033
34	1,50	31,5	+0,25	5,4	3,8	2,5	3,800	32,3	-0,25	1,80	0,85	2,6	1472	3130	2,0	560	88	6130	16100	501.034
35	1,50	32,2		5,6	3,9	2,5	4,000	33,0	-0,25	1,80	1,00	3,0	1780	3080	2,0	555	107	6010	15500	501.035
36	1,75	33,2	-0,50	5,6	4,0	2,5	5,000	34,0	-0,25	1,85	1,00	3,0	1833	4940	2,0	900	110	9580	14500	501.036
37	1,75	34,2		5,7	4,1	2,5	5,370	35,0	-0,25	1,85	1,00	3,0	1880	5000	2,0	915	113	9640	14100	501.037
38	1,75	35,2		5,8	4,2	2,5	5,620	36,0	-0,25	1,85	1,00	3,0	1930	4950	2,0	910	116	9500	13600	501.038
39	1,75	36,0		5,9	4,3	2,5	5,850	37,0	-0,25	1,85	1,00	3,0	1990	4960	2,0	925	119	9520	14500	501.039
40	1,75	36,9		6,0	4,4	2,5	6,030	37,5	-0,25	1,85	1,25	3,8	2530	5100	2,0	950	152	3700	14300	501.040
41	1,75	37,5		6,2	4,5	2,5	6,215	38,5	-0,25	1,85	1,25	3,8	2600	5010	2,0	940	156	9450	13500	501.041
42	1,75	38,5		6,5	4,5	2,5	6,500	39,5	-0,25	1,85	1,25	3,8	2670	5000	2,0	945	160	9370	13000	501.042
44	1,75	40,5		6,6	4,6	2,5	7,000	41,5	-0,25	1,85	1,25	3,8	2800	4850	2,0	920	168	9070	11800	501.044
45	1,75	41,5	+0,39	6,7	4,7	2,5	7,500	42,5	-0,25	1,85	1,25	3,8	2860	4900	2,0	935	172	9100	11400	501.045
46	1,75	42,5	-0,78	6,7	4,8	2,5	7,800	43,5	-0,25	1,85	1,25	3,8	2940	4890	2,0	940	177	9230	10900	501.046
47	1,75	43,5		6,8	4,9	2,5	8,000	44,5	-0,25	1,85	1,25	3,8	3000	4950	2,0	965	180	9070	10500	501.047
48	1,75	44,5		6,9	5,0	2,5	7,900	45,5	-0,25	1,85	1,25	3,8	3070	4940	2,0	955	184	9000	10300	501.048
50	2,00	45,8		6,9	5,1	2,5	10,20	47,0	-0,25	2,15	1,50	4,5	3800	7330	2,0	1440	228	13330	10500	501.050
52	2,00	47,8		7,0	5,2	2,5	11,10	49,0	-0,25	2,15	1,50	4,5	3970	7310	2,5	1150	238	13310	9850	501.062
54	2,00	49,8		7,1	5,3	2,5	11,30	51,0	-0,30	2,15	1,50	4,5	4120	7120	2,5	1130	247	12970	9340	501.054
56	2,00	50,8		7,2	5,4	2,5	11,40	52,0	-0,30	2,15	1,50	4,5	4200	7140	2,5	1140	252	13010	8980	501.055
58	2,00	51,8		7,3	5,5	2,5	11,80	53,0	-0,30	2,15	1,50	4,5	4280	7080	2,5	1135	257	12920	8670	501.056
57	2,00	52,8		7,3	5,5	2,5	12,20	54,0	-0,30	2,15	1,50	4,5	4370	7090	2,5	1145	262	12880	8320	501.057
58	2,00	53,8		7,3	5,8	2,5	12,60	55,0	-0,30	2,15	1,50	4,5	4430	7110	2,5	1150	266	12920	8200	501.058
60	2,00	56,8		7,4	5,8	2,5	12,90	57,0	-0,30	2,15	1,50	4,5	4600	6920	2,5	1130	276	12640	7820	501.060
62	2,00	57,8		7,5	6,0	2,5	14,30	60,0	-0,30	2,15	1,50	4,5	4750	6930	2,5	1145	285	12620	7240	501.062
63	2,00	58,8		7,6	6,2	2,5	15,90	60,0	-0,30	2,15	1,50	4,5	4830	7020	2,5	1160	290	12670	7050	501.063
66	2,50	60,8	+0,46	7,8	6,3	3,0	18,20	62,0	-0,30	2,65	1,50	4,5	4980	13560	2,5	2270	299	24500	6640	501.065
67	2,50	62,5	-0,92	7,9	6,4	3,0	20,30	64,0	-0,30	2,65										

## UNIDADE 13

### 13 - MANCAIS / ROLAMENTOS

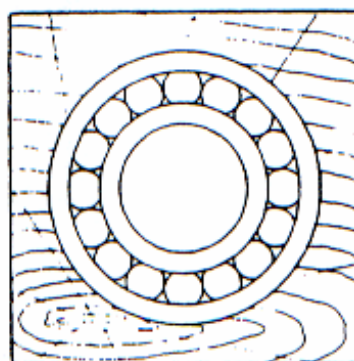
Elementos que apóiam componentes de máquinas que giram em relação a outro.

Quando o movimento entre os elementos se efetua por deslizamento, temos os mancais de deslizamento, e quando são incorporados aos mancais, acessórios (esferas ou rolos) com a finalidade de as peças rolarem entre si, temos os mancais de rolamento.



mancal de deslizamento

Figura 1



mancal de rolamento

Figura 2

Nos mancais de deslizamento o eixo desliza sobre um material macio (bronze, latão, outros).

Os mancais de rolamento, ou simplesmente rolamentos, são em geral constituídos por anéis (interno e externo), corpos rolantes e gaiola, que unidos em trabalho diminuem ao máximo os atritos entre as superfícies dos eixos e apoios.

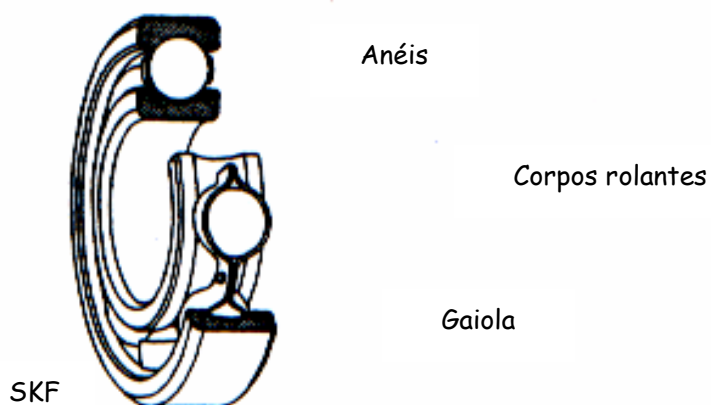
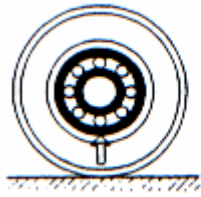


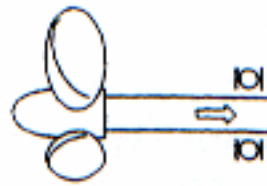
Figura 3

Em função da direção da carga que irá apoiar os rolamentos são classificados em rolamentos radiais ou rolamentos axiais.



Rolamento radial

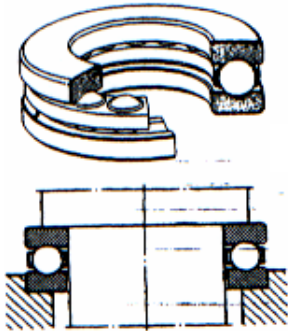
Figura 4



Rolamento axial

Figura 5

Em função do corpo rolante são classificados em rolamentos de esferas, ou rolamento e rolos.



Rolamento axial de esferas

Figura 6



Rolamento de rolos cilíndricos

Figura 7

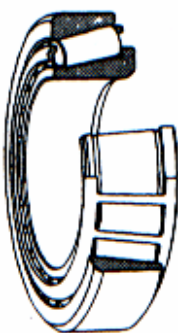


Figura 8

Rolamento de rolos cônicos



Rolamento de agulhas

Figura 9

Os rolamentos (mancais de rolamento) quando comparados aos mancais de deslizamento apresentam as seguintes vantagens:

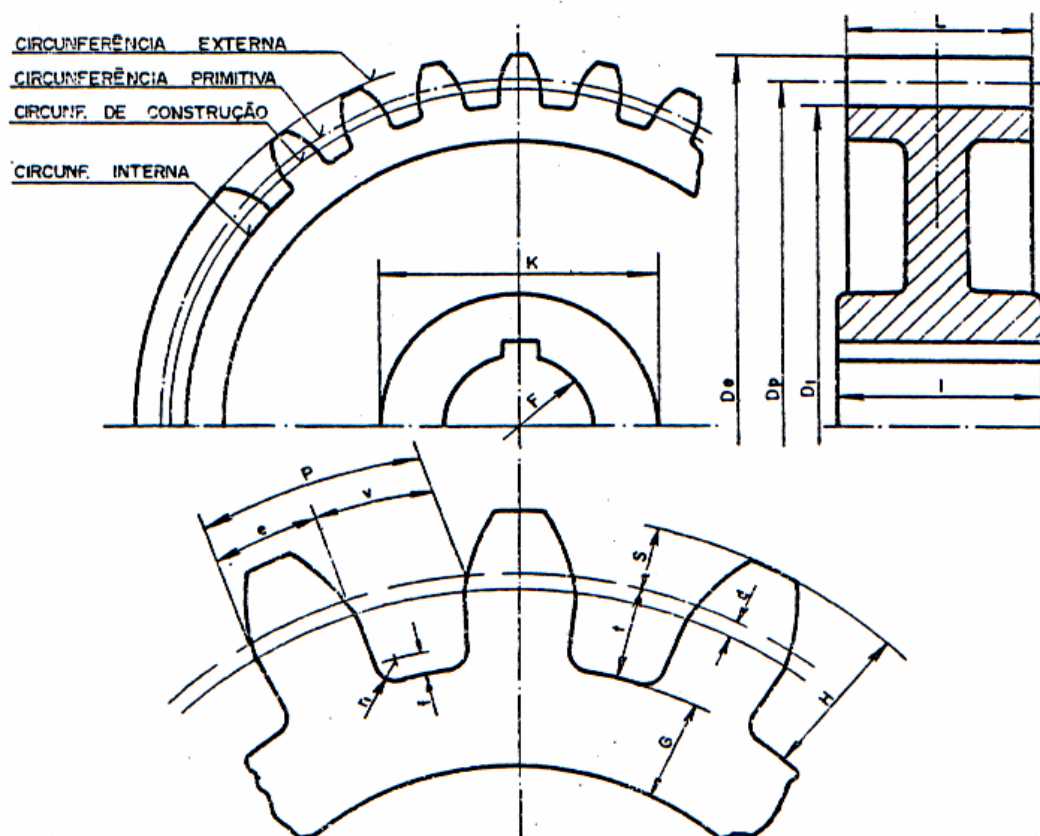
- (1) O atrito de partida e a diferença com o atrito dinâmico são pequenos;
- (2) Com a avançada padronização internacional são intercambiáveis e possibilitam a utilização pela substituição simples;
- (3) Possibilitam a simplificação da configuração dos conjugados, facilitando a manutenção e a inspeção;
- (4) Em geral, podem apoiar simultaneamente a carga radial e a carga axial;
- (5) A utilização em altas e baixas temperaturas é relativamente facilitada;
- (6) Permitem a utilização com folga negativa (condição de pré-carga) para aumentar a rigidez.

## UNIDADE 14

### 14 - ENGRENAGENS

#### 14.1 - ENGRENAMENTOS

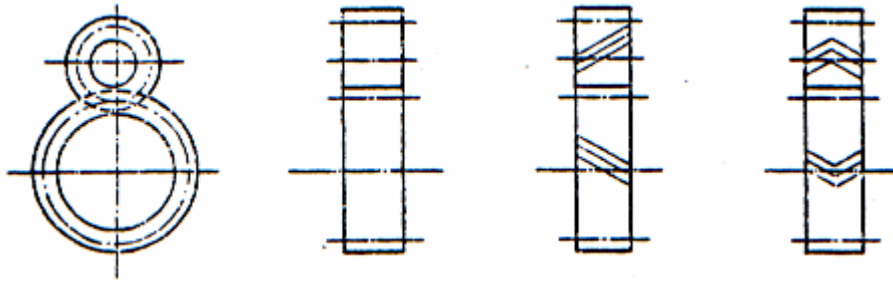
As engrenagens são formadas por rodas dentadas. Constituem um meio importante de transmissão de movimentos de rotação, entre dois eixos, de um modo direto de transmissão de movimentos de rotação, entre dois eixos, de um modo direto e exato, sem deslizamento. As engrenagens mais usuais são: cilíndricas paralelas, cônicas, helicoidais e helicoidal sem-fim.



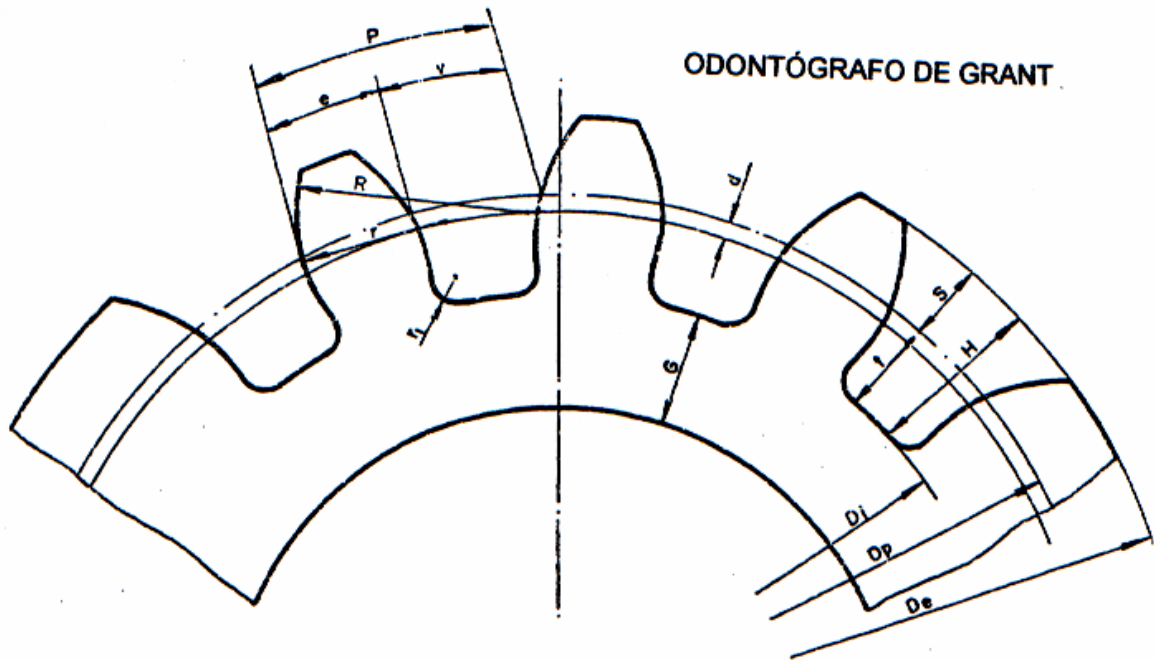
#### NOMENCLATURA DOS ELEMENTOS DAS ENGRENAGENS

De - DIÂMETRO EXTERNO	H - ALTURA DO DENTE
Dp - DIÂMETRO PRIMITIVO	P - PASSO
Di - DIÂMETRO INTERNO	G - COROA DA ENGRENAGEM
M - MÓDULO	f - FOLGA
Z ou N - NÚMERO DE DENTES	R <sub>i</sub> - ARREDONDAMENTO
e - ESPESSURA DO DENTE	d - DISTÂNCIA ENTRE A CIRCUNFERÊNCIA PRIMITIVA E A DE CONSTRUÇÃO.
v - VÃO DO DENTE	F - DIÂMETRO DO FURO PARA O EIXO
s - CABEÇA DO DENTE	K - DIÂMETRO DO CUBO
t - PÉ DO DENTE	l - LARGURA DO CUBO
L - LARGURA DO DENTE	
H - ALTURA DO DENTE	

## 14.2 - RODAS DENTADAS



	PERSPECTIVA	ESQUEMÁTICA	SIMPLIFICADA	SIMBÓLICA
Engrenagens cilíndricas				
Engrenagens Helicoidais				
Engrenagens cônicas				
Eng. e parf. sem fim				



ODONTÓGRAFO DE GRANT

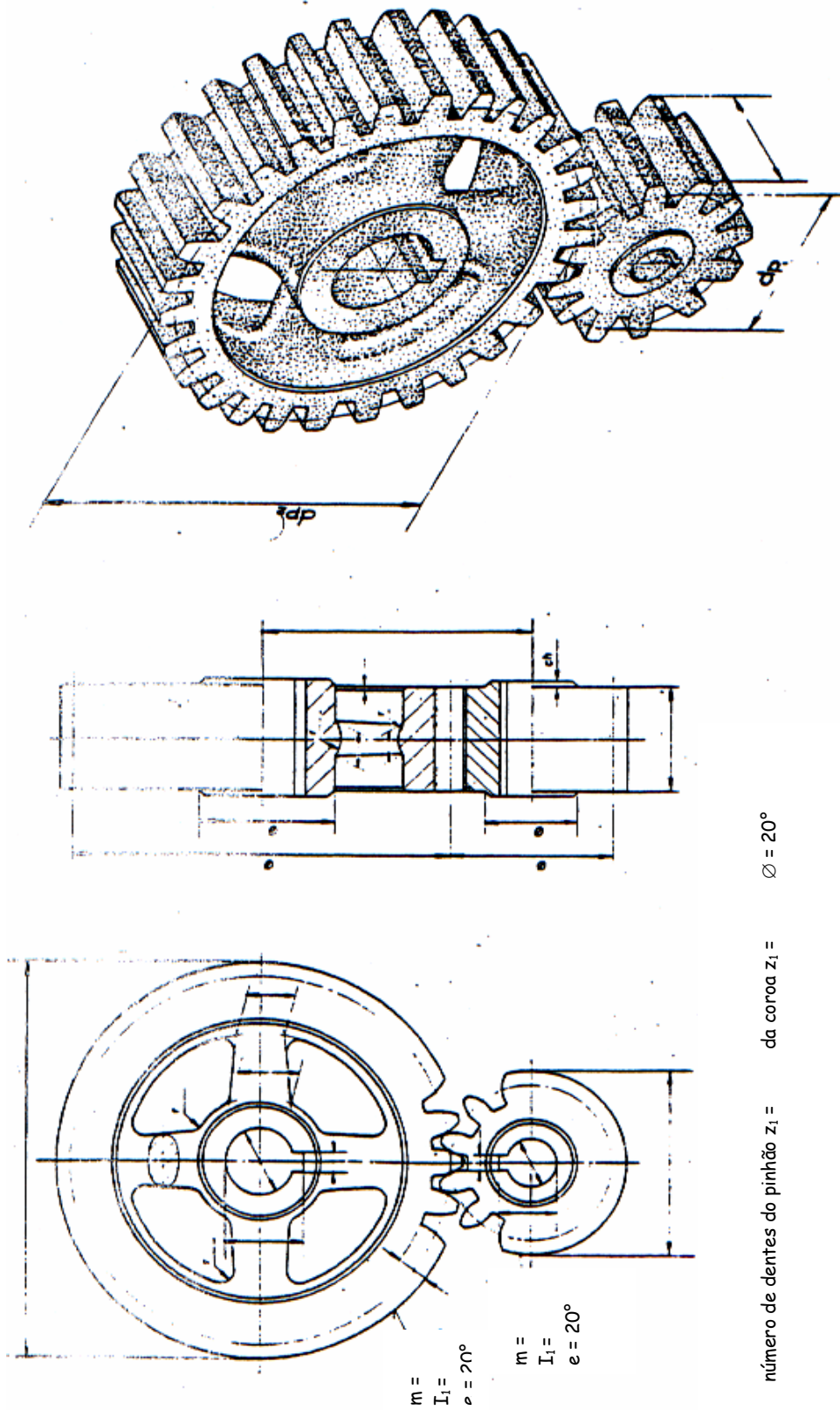
FÓRMULAS

$D_p = M \times N \text{ OU } Z$	$e = \frac{P}{2}$	$d = \frac{D_p}{60}$
$S = M$	$v = \frac{P}{2}$	$K = F \times 2$
$r = M \times 1,17$	$r_1 = M \times 0,17$	$D_e = M(N + 2)$
$H = M \times 2,17$	$G = \frac{P}{2}$	$D_i = M(N - 2,34)$
$P = M \times \pi$	$L = 6 \text{ a } 8 \times M$	$M = \frac{D_e}{N + 2}$

NOTA - PARA AS ENGENRAGENS FRESADAS, A ESPESSURA E O VÃO DOS DENTES, SE FAZ IGUAL AO PASSO DIVIDIDO POR 2 ( $\frac{P}{2}$ ). PORÉM NAS ENGENRAGENS FUNDIDAS SE FAZ A ESPESSURA  $e = \frac{19}{40} \times P$ , O VÃO  $v = \frac{21}{40} \times P$ .

ODONTÓGRAFO DE GRANT

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



$m =$   
 $I_1 =$   
 $e = 20^\circ$   
 $m =$   
 $I_1 =$   
 $e = 20^\circ$

**DADOS**

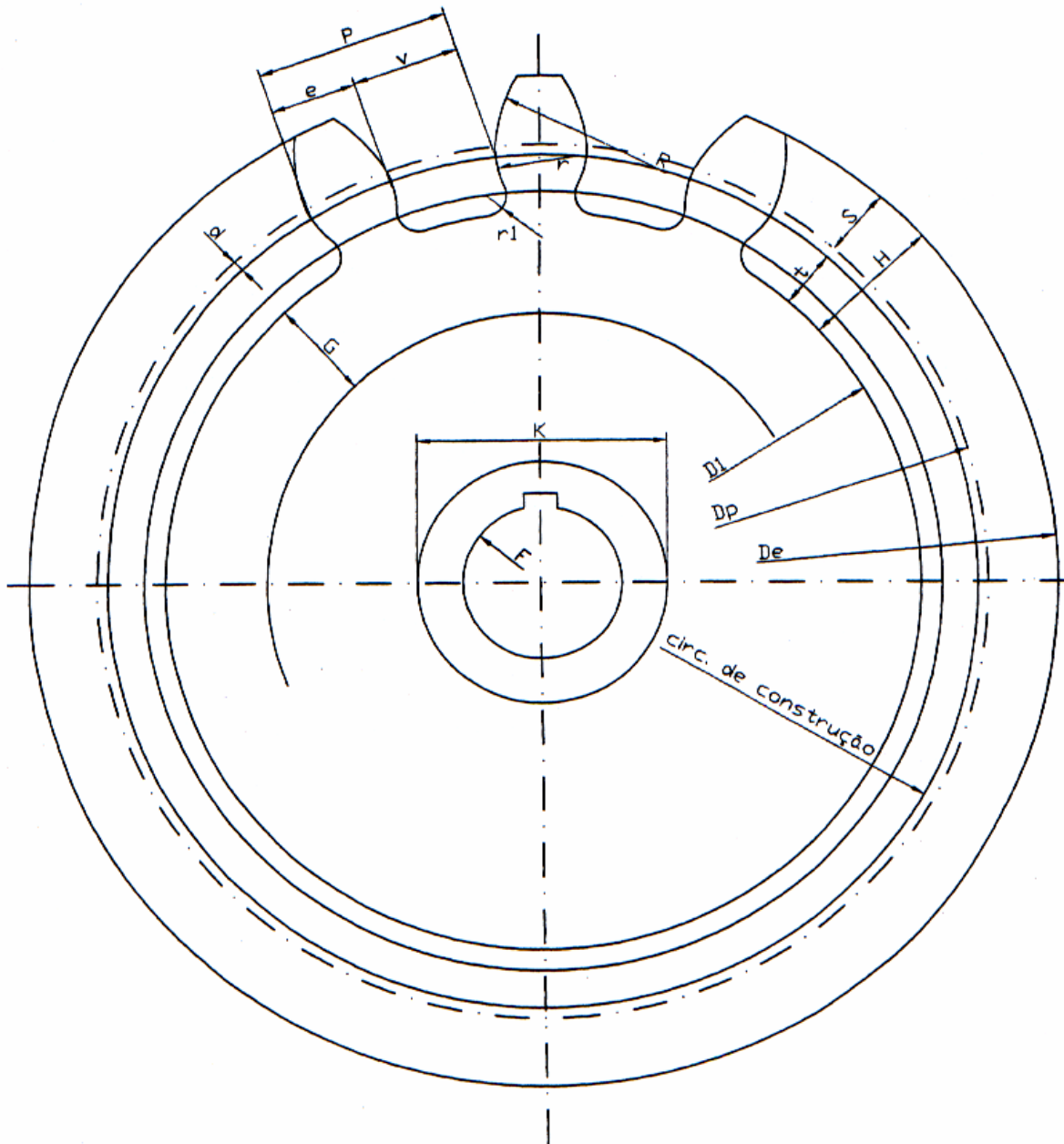
módulo  $m =$  número de dentes do pinhão  $z_1 =$  da coroa  $z_2 =$   $\varnothing = 20^\circ$

**CÁLCULOS PARA O DESENHO**

- Diâmetro primitivo do pinhão  $dp_1 = mz_1 =$
- Diâmetro primitivo da coroa  $dp_2 = mz_2 =$
- Cabeça do dente  $0 = m =$
- Pé do dente  $b =$
- Comprimento do dente  $l =$

**ENGRENAGENS CILÍNDRICAS**

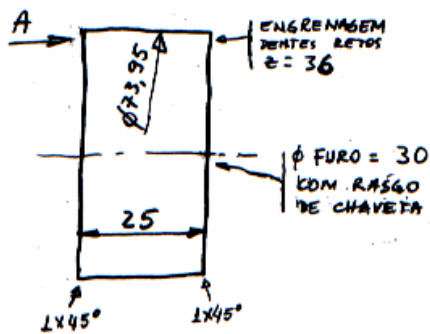
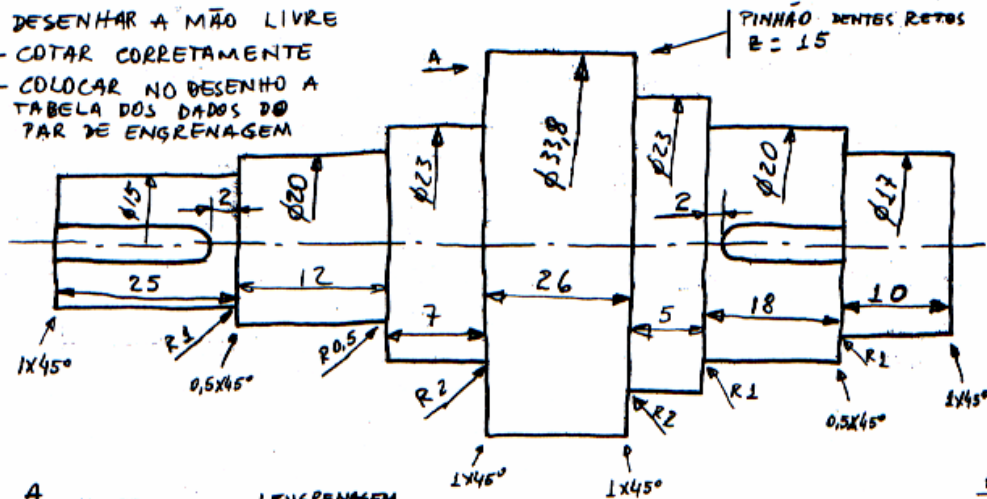
**DENTES RETOS**



ODONTÓGRAFO DE GRANT: ENG. FRONTAL DENTES RETOS

De= 192mm	e= 19mm	$\Psi = 3 \times 3 \text{ mm}$
Dp= 166mm	d= 2,76 $\approx$ 3,0mm	G= 19mm
N= 14 DENTES	linha de construção	f= 0,17x12=2,04mm
M= 12 = S cab. dente	R= 33mm (arredondamento)	t= 9,42mm
H= 26mm	$\Psi = 16\text{mm}$	K= do cubo
		L= larg. do dente
		F= do furo
		l= larg. do cubo

- 1- DESENHAR A MÃO LIVRE
- 2- COTAR CORRETAMENTE
- 3- COLOCAR NO DESENHO A TABELA DOS DADOS DO PAR DE ENGENHAGEM



FORMULAS:

$$h = 2,167.m$$

$$P = \pi.m$$

$$d_p = Z.m + 2x.m$$

DISTANCIA ENTRE CENTROS  $d = 50$

### 14.3 - ENGRENAGEM CILÍNDRICA DE DENTES RETOS

#### RELAÇÕES BÁSICAS:

$$a = m$$

$$b = 1,167 m$$

$$h = a + b$$

$$p = \pi \cdot m$$

$$dp = z \cdot m + 2 \cdot x \cdot m$$

$$d = \frac{dp_1 + dp_2}{2}$$

#### ONDE:

m - módulo

a - cabeça do dente

h - altura do dente

p - passo

dp - diâmetro primitivo

x - fator de correção

d - distância entre centros

#### Exercícios:

##### Dados Medidos

1)  $z_1 = 12$      $z_2 = 54$

$de = 42$      $DE = 168$

$h = 6,6$

$p = 9,5$

$d = 99$

2)  $z_1 = 15$      $z_2 = 47$

$de = 69,7$      $DE = 195,8$

$h = 8,8$

$p = 12,7$

$d = 125$

3)  $z_1 = 13$      $z_2 = 46$

$de = 89,7$      $DE = 283,9$

$h = 13,3$

$p = 19$

$d = 175$

Com base nos dados medidos em cada par de engrenagens, (1-pinhão, 2-engrenagem), obter os dados pedidos na tabela abaixo, usando as relações básicas.

Tipo	
Pinhão	Engrenagem
$Z_1 =$	$Z_2 =$
$dp =$	$Dp =$
$m =$	
$h =$	
$P =$	
$d =$	
(ângulo de pressão)	$\alpha =$
(ângulo de hélice)	$\beta =$
Sentido hélice =	Sentido hélice
$x \cdot m =$	$x \cdot m$

## 14.4 - ENGRENAGEM HELICOIDAL

### RELAÇÕES BÁSICAS

$$h = 2,167 \cdot m$$

$$P = \pi \cdot m$$

$$dp = Z_1 \cdot ma + 2 \cdot x \cdot m$$

$$ma = \frac{m}{\cos \beta}$$

Exercícios:

1)  $Z_1 = 15$     $Z_2 = 34$

$de = 50,3$     $De = 99,7$

$h = 5,5$

$p = 8$

$d = 70$

$\beta = 26^\circ 30'$

$\cos \beta = 0,89428$

2)  $Z_1 = 28$     $Z_2 = 40$

$de = 107$     $De = 147$

$p = 11$

$h = 7,7$

$d = 120$

$\beta = 11^\circ 45'$

$\cos \beta = 0,979045$

3)  $Z_1 = 23$     $Z_2 = 66$

$de = 84$     $De = 229$

$h = 7$

$p = 10,2$

$d = 150$

$\beta = 15^\circ 40'$

$\cos \beta = 0,962849$

3)  $Z_1 = 28$     $Z_2 = 60$

$de = 35,9$     $De = 111$

$h = 3,7$

$p = 5,6$

$d = 70$

$\beta = 12^\circ 50'$

$\cos \beta = 0,97502$

Obtenção correta do ângulo de hélice:

1º Caso: Quando existe correção em apenas 1 das 2 engrenagens que formam o par, pega-se o  $\emptyset$  primitivo daquela que não tem correção, e com base nele chega-se ao módulo aparente ( $ma$ ) e chega-se ao  $\cos \beta$  e chega-se ângulo  $\beta$ .

2º Caso: Quando não existe correção ou quando a correção é nula, ou seja, positiva numa e negativa na outra porém de mesmo valor, pode-se obter o ângulo a partir da fórmula da distância entre centros:

$$d = \frac{dp}{2} + \frac{DP}{2} = \frac{Z_1 \cdot ma}{2} + \frac{Z_2 \cdot ma}{2} = \frac{(Z_1 + Z_2) ma}{2} \therefore$$

$$\therefore ma = \frac{2d}{Z_1 + Z_2}$$

## UNIDADE 15

### 15 - RUGOSIDADE

#### 15.1 - INDICAÇÃO DE ESTUDO DE SUPERFÍCIE

O desenho técnico, além de mostrar as formas e as dimensões das peças, precisa conter outras informações é a indicação dos estados das superfícies das peças.

##### **Acabamento**

Acabamento é o grau de rugosidade observado na superfície da peça. As superfícies apresentam-se sob diversos aspectos, a saber: em bruto, desbastadas, alisadas e polidas.

**Superfície em bruto** é aquela que não é usinada, mas limpa com a eliminação de rebarbas e saliências.

**Superfície desbastada** é aquela em que os sulcos deixados pela ferramenta são bastante visíveis, ou seja, a rugosidade é facilmente percebida.

**Superfície alisada** é aquela em que os sulcos deixados pela ferramenta são poucos visíveis, sendo a rugosidade pouco percebida.

**Superfície polida** é aquela em que os sulcos deixados pela ferramenta são imperceptíveis, sendo a rugosidade detectada somente por meio de aparelhos.

Os graus de acabamento das superfícies são representados pelos símbolos indicativos de rugosidade da superfície, normalizados pela norma **NBR 8404** da **ABNT**, baseada na norma **ISO 1302**.

Os graus de acabamento são obtidos por diversos processos de trabalho e dependem das modalidades de operações e das características dos materiais adotados.

##### **Rugosidade**

Com a evolução tecnológica houve a necessidade de se aprimorarem as indicações dos graus de acabamento de superfícies. Com a criação de aparelhos capazes de medir a rugosidade superficial em um (micrometro;  $\mu\text{m} = 0,001\text{mm}$ ), as indicações dos acabamentos de superfícies passaram a ser representadas por classes de rugosidade.

Rugosidades são erros microgeométricos existentes nas superfícies das peças.

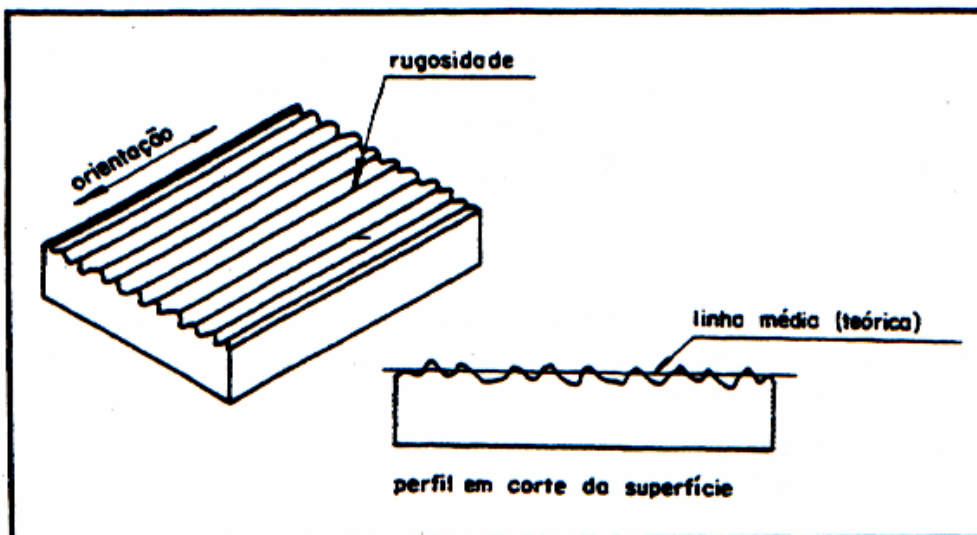


Figura 1

A norma **ABNT NBR 8404** normaliza a indicação do estado de superfície em desenho técnico por meio de símbolos.

Tabela 15.1 - Símbolo sem indicação de rugosidade

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

Tabela 15.2 - Símbolos com indicação da característica principal da rugosidade  $R_a$

Símbolo			Significado
A remoção do material			
É facultativa	É exigida	Não é permitida	
			Superfície com uma rugosidade de um valor máximo: $R_a = 3,2\mu\text{m}$

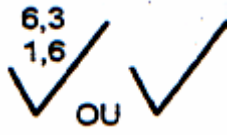
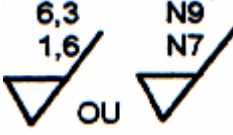
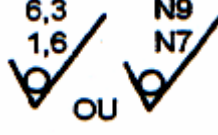
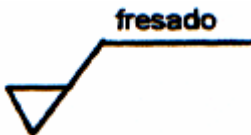
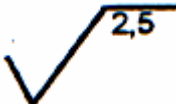
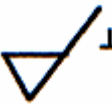
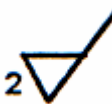
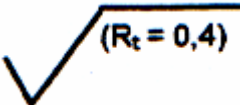
			Superfície com uma rugosidade de um valor:  Máximo: $R_a = 6,3\mu\text{m}$ Mínimo: $R_a = 1,6\mu\text{m}$
---	---	--	--

Tabela 15.3 - Símbolos com indicações complementares

Estes símbolos podem ser combinados entre si ou com os símbolos apropriados.

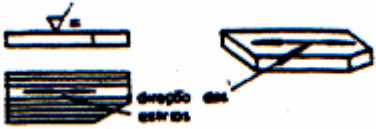
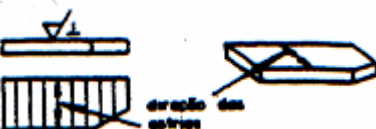
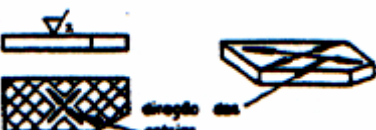
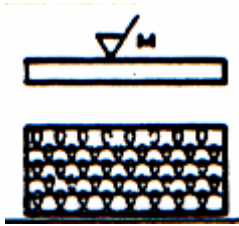
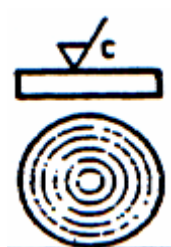
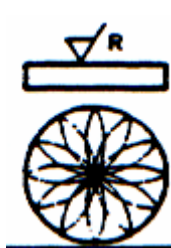
Símbolo	Significado
	Processo de fabricação: fresar
	Comprimento de amostragem: 2,5 mm
	Direção das estrias: perpendicular ao plano de projeção da vista.
	Sobremetal para usinagem: 2 mm
	Indicação (entre parênteses) de um outro parâmetro de rugosidade diferente de $R_a$ , por exemplo $R_t = 0,4\mu\text{m}$

### Símbolos para direção das estrias

Quando houver necessidade de definir a direção das estrias, isto é, a direção predominante das irregularidades da superfície, deve ser utilizado um símbolo adicional ao símbolo do estado de superfície.

A tabela seguinte caracteriza as direções das estrias e os símbolos correspondentes

Tabela 15.4 - Símbolos para direção das estrias

Símbolo	Interpretação
=	Paralela ao plano de projeção da vista sobre o qual o símbolo é aplicado. 
⊥	Perpendicular ao plano de projeção da vista sobre o qual o símbolo é aplicado. 
X	Cruzadas em duas direções oblíquas em relação ao plano de projeção da vista sobre o qual o símbolo é aplicado. 
M	Muitas direções. 
C	Aproximadamente central em relação ao ponto médio da superfície ao qual o símbolo é referido. 
R	Aproximadamente radial em relação ao ponto médio da superfície ao qual o símbolo é referido. 

A ABNT adota o desvio médio aritmético ( $R_a$ ) para determinar os valores da rugosidade, que são representados por classes de rugosidade N1 a N2, correspondendo cada classe a valor máximo em  $\mu\text{m}$ , como se observa na tabela seguinte.

Tabela15.6 - Característica da rugosidade  $R_a$

Classe da rugosidade	Desvio médio aritmético ( $R_a$ )
N 12	50
N 11	25
N 10	12,5
N 9	6,3
N 8	3,2
N 7	1,6
N 6	0,8
N 5	0,4
N 4	0,2
N 3	0,1
N 2	0,05
N 1	0,025

Exemplo de aplicação

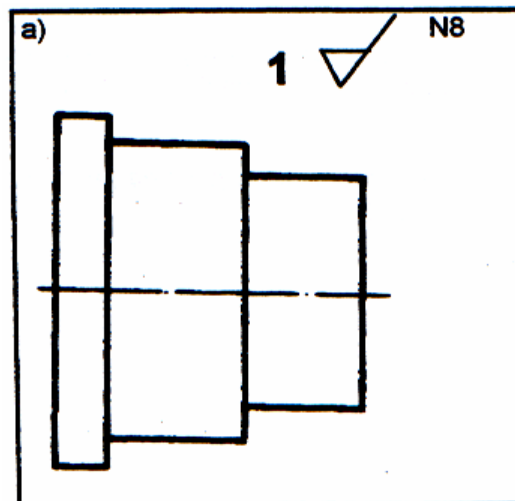


Figura 2

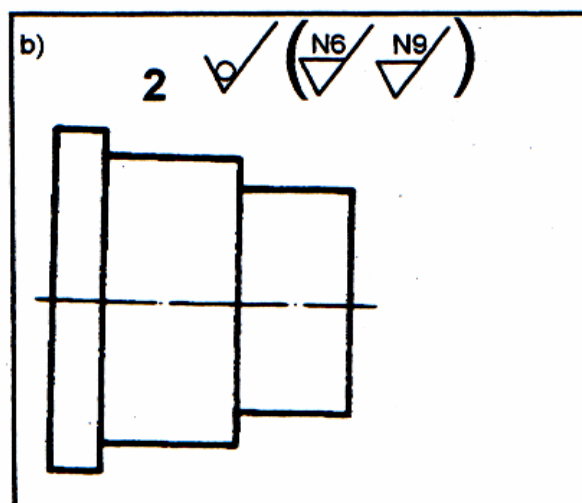


Figura 3

### Interpretação do exemplo a

1 é o número da peça.



, ao lado do número da peça, representa o acabamento geral, com retirada de material, válido para todas as superfícies.

N8 indica que a rugosidade máxima permitida do acabamento é de  $3,2\mu\text{m}$  ( $0,0032\text{mm}$ ).

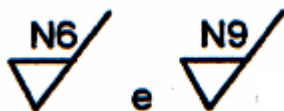
### Interpretação do exemplo b

2 é o número da peça.



: o acabamento geral não deve ser indicado nas superfícies.

O símbolo significa que a peça deve manter-se sem a retirada de material.



dentro dos parênteses devem ser indicados nas respectivas superfícies.

N6 corresponde a um desvio aritmético máximo de  $0,8\mu\text{m}$  ( $0,0008\text{mm}$ ) e N9 corresponde a um desvio aritmético máximo de  $6,3\mu\text{m}$  ( $0,0063\text{mm}$ ).

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

Se necessário, o símbolo pode ser interligado por meio de uma linha de indicação.



Figura 4

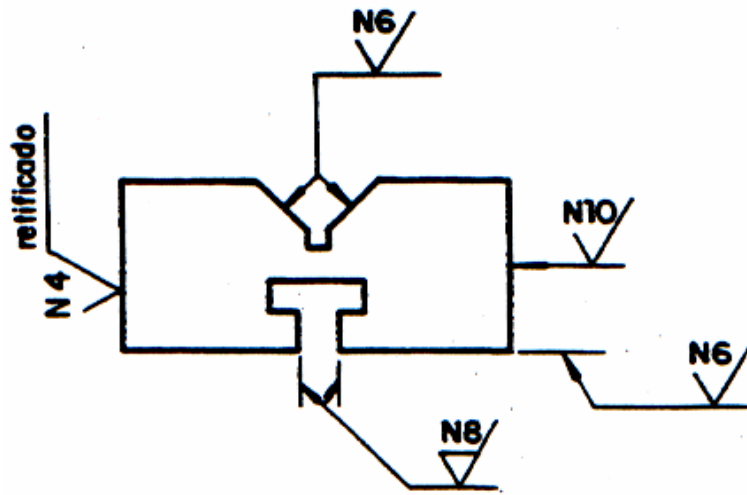


Figura 5

O símbolo deve ser indicado uma vez para cada superfície e, se possível, na vista que leva a cota ou representa a superfície.

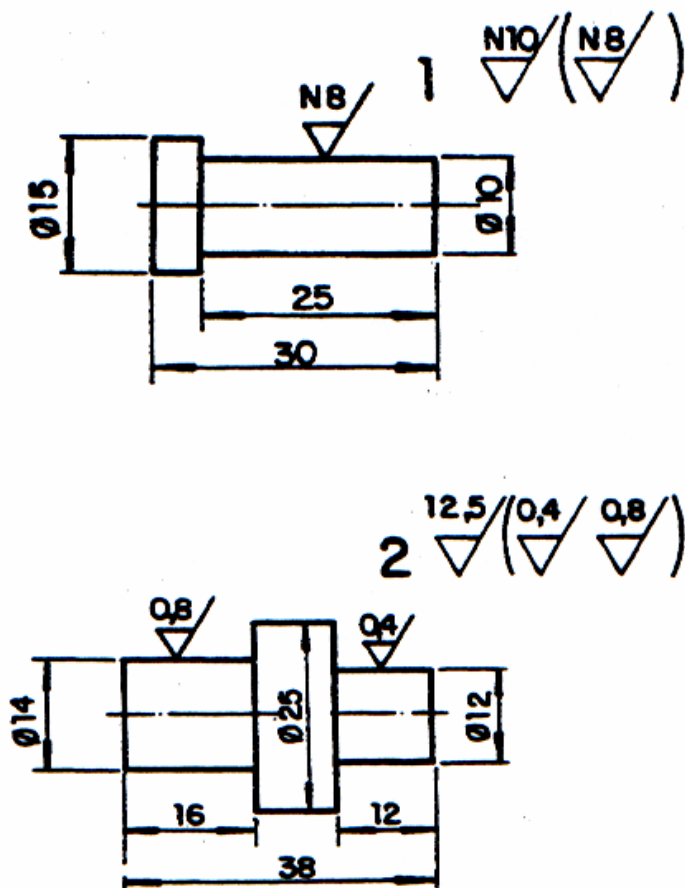


Figura 6

## **BIBLIOGRAFIA**

DEHMLOW, Martin. Desenho Mecânico. Vol. 1. São Paulo: EPU.1974.

DEHMLOW, Martin. Desenho Mecânico. Vol. 2. São Paulo: EPU.1974.

DEHMLOW, Martin. Desenho Mecânico. Vol. 3. São Paulo: EPU.1974.

DEHMLOW, Martin. Desenho Mecânico. Vol. 4. São Paulo: EPU.1974.

SOARES, Adilson Pedrosa; OLIVEIRA, Sebastião de. Apostila CEFETES. Desenho Técnico I e II. CEFETES. 2003.

TELECURSO 2000. Mecânica: Leitura e interpretação de desenho técnico mecânico. Vol. 1. São Paulo: Editora Globo. 2000.

TELECURSO 2000. Mecânica: Leitura e interpretação de desenho técnico mecânico. Vol. 2. São Paulo: Editora Globo. 2000.