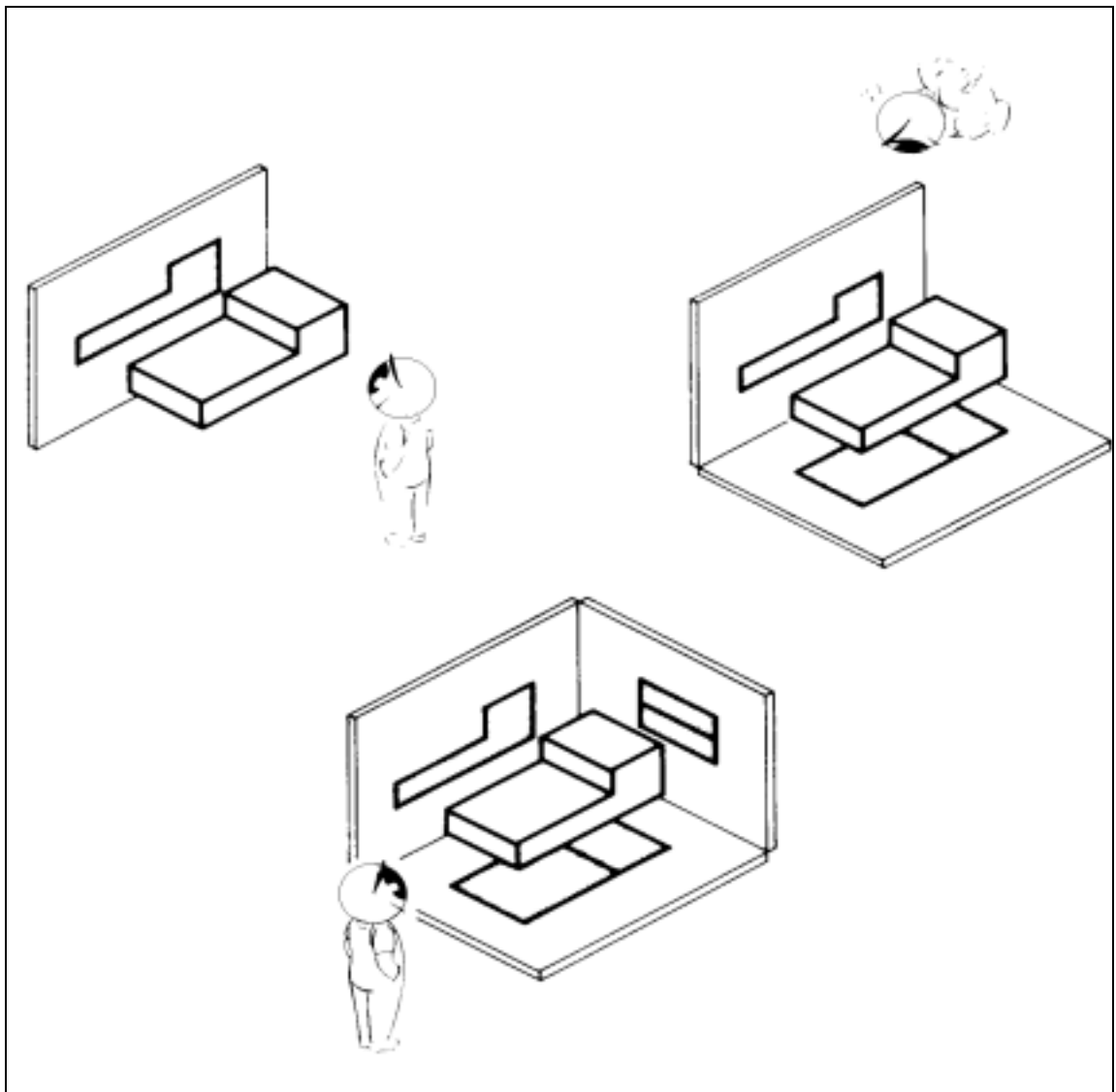


CPM - Programa de Certificação de Pessoal de Manutenção

Mecânica

Leitura e Interpretação de Desenho Técnico Mecânico



Leitura e Interpretação de Desenho Técnico Mecânico

© SENAI - ES, 1996

Trabalho realizado em parceria SENAI / CST (Companhia Siderúrgica de Tubarão)

Coordenação Geral	Francisco Lordes (SENAI) Marcos Drews Morgado Horta (CST)
Supervisão	Paulo Sérgio Teles Braga (SENAI) Rosalvo Marcos Trazzi (CST)
Elaboração	Evandro Armini de Pauli (SENAI) Fernando Saulo Uliana (SENAI)
Aprovação	José Geraldo de Carvalho (CST) José Ramon Martinez Pontes (CST) Tarcilio Deorce da Rocha (CST) Wenceslau de Oliveira (CST)
Editoração	Ricardo José da Silva (SENAI)

SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
DAE - Divisão de Assistência às Empresas
Departamento Regional do Espírito Santo
Av. Nossa Senhora da Penha, 2053 - Vitória - ES.
CEP 29045-401 - Caixa Postal 683
Telefone: (027) 325-0255
Telefax: (027) 227-9017

CST - Companhia Siderúrgica de Tubarão
AHD - Divisão de Desenvolvimento de Recursos Humanos
AV. Brigadeiro Eduardo Gomes, s/n, Jardim Limoeiro - Serra - ES.
CEP 29160-972
Telefone: (027) 348-1322
Telefax: (027) 348-1077

Sumário

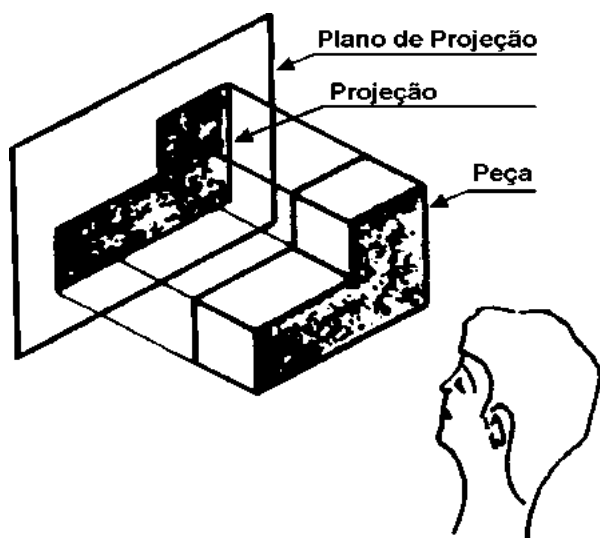
Identificação de vistas	03
• Exercícios	12
Supressão de vistas	39
• Exercícios	41
Identificação e Leitura de Cotas, Símbolos e Materiais	43
Regras de Cotagem	45
• Exercícios	49
• Cotagem de Detalhes	53
Símbolos e Convenções	55
• Símbolos em Materiais Perfilados	56
• Convenções para Acabamento de Superfície	57
• Exercícios	59
Indicação de estado de superfície	63
• Rugosidade	63
• Qualidade da superfície de acabamento	71
• Interpretação	72
• Exercícios	74
Tolerância	75
• Indicações de tolerância	77
• Tolerância ISO (International Organization for Standardization)	78
• Cotagem com indicação de tolerância	82
• Exercícios	87
Leitura e Interpretação de Desenho Técnico Mecânico - Avaliação	88

Identificação de vistas

Uma peça que estamos observando ou mesmo imaginando, pode ser desenhada (representada) num plano. A essa representação gráfica se dá o nome de “Projeção”.

O plano é denominado “plano de projeção” e a representação da peça recebe, nele, o nome de projeção.

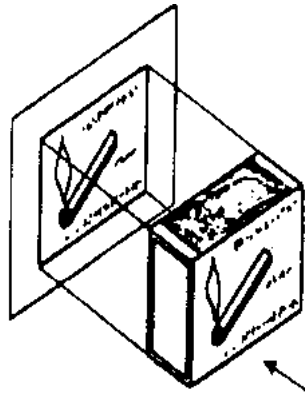
Podemos obter as projeções através de observações feitas em posições determinadas. Podemos então ter várias “vistas” da peça.



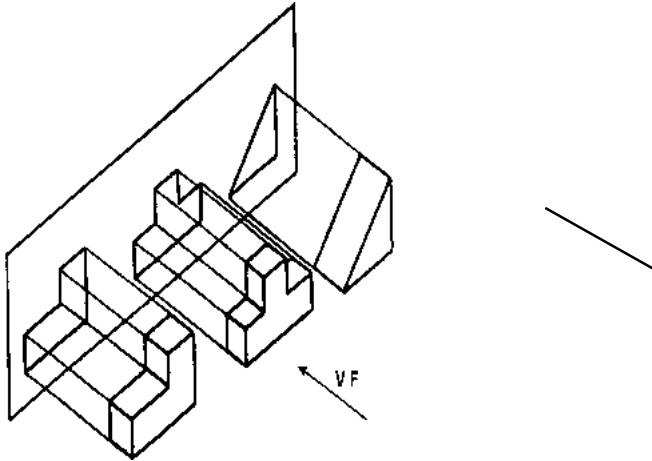
Tomemos por exemplo uma caixa de fósforos.

Para representar a caixa vista de frente, consideramos um plano vertical e vamos representar nele esta vista.

A *vista de frente* é, por isso, também denominada projeção vertical e/ou *elevação*.



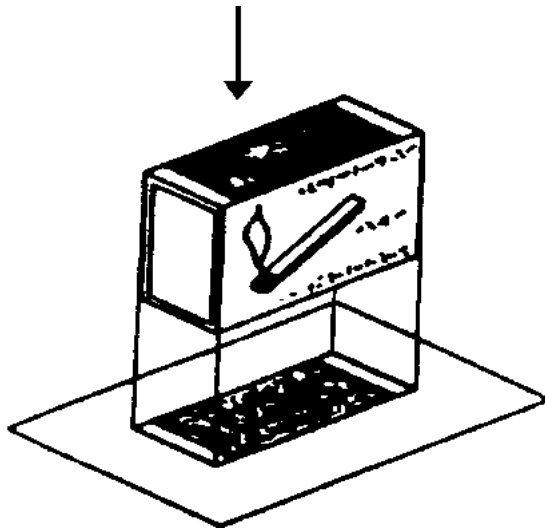
Reparemos, na figura abaixo, as *projeções verticais* ou *elevações* das peças. Elas são as *vistas de frente* das peças para o observador na posição indicada.



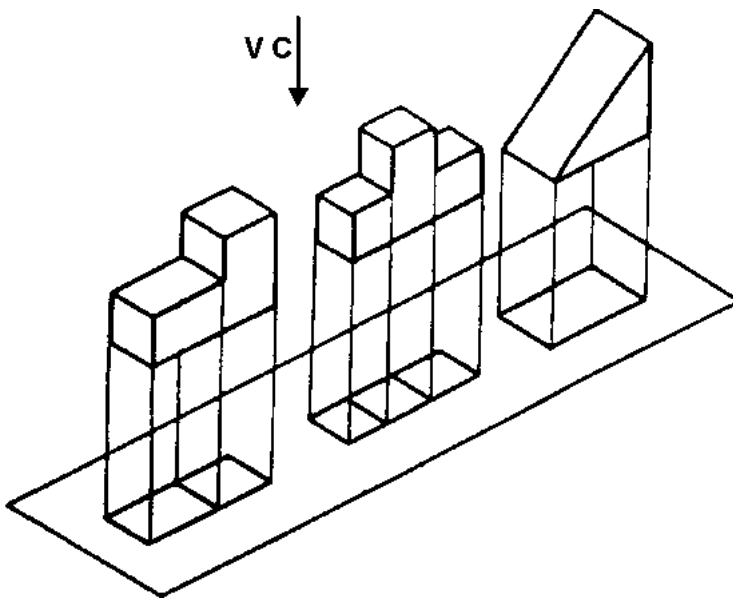
Voltemos ao exemplo da caixa de fósforos.

O observador quer representar a caixa, olhando-a por cima.

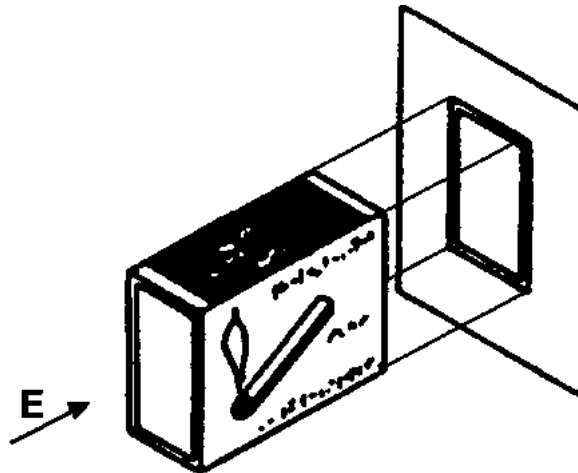
Então usará um plano, que denominaremos de plano horizontal, e a projeção que representa esta “*vista de cima*” será denominada *projeção horizontal vista de cima* ou *planta*.



A figura abaixo representa a *projeção horizontal, vista de cima* ou *planta* das peças, para o observador na posição indicada.



O observador poderá representar a caixa, olhando-a de lado. Teremos uma vista lateral, e a projeção representará uma vista lateral que pode ser da direita ou da esquerda.

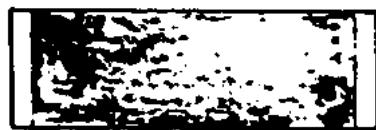
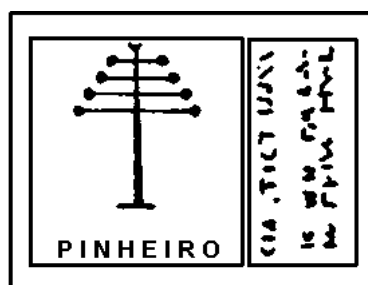


Reparemos que uma peça pode ter, pelo que foi esclarecido, até seus vistas; entretanto, uma peça que estamos vendo ou imaginando, deve ser representada por um número de vistas que nos dê a idéia completa de peça, um número de vistas essenciais para representá-la a fim de que possamos entender qual é a forma e quais as dimensões da peça. Estas vistas são chamadas de “vistas principais”.

Ao selecionar a posição da peça da qual se vai fazer a projeção, escolhe-se para a vertical, aquela vista que mais caracteriza ou individualiza a peça; por isso, é comum também chamar a projeção vertical (elevação) de vista principal.

As três vistas, elevação, planta e vista lateral esquerda, dispostas em posições normalizadas pela ABNT nos dão as suas projeções.

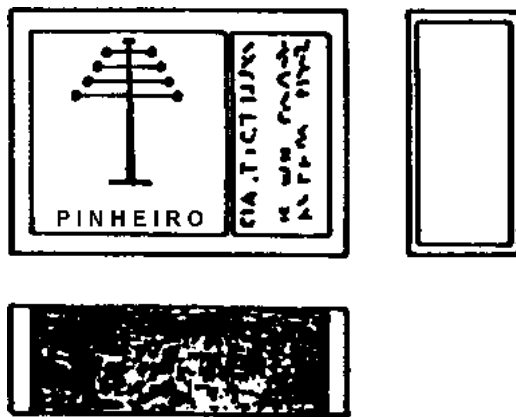
A vista de frente (elevação) e a vista de cima (planta) alinham-se verticalmente.



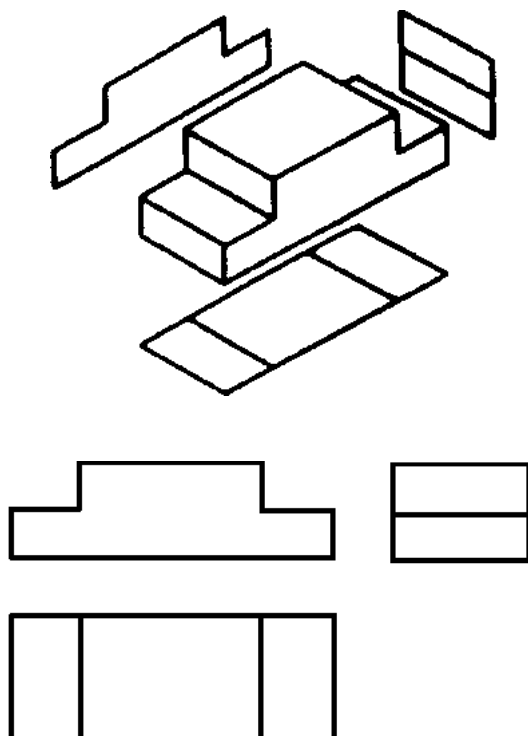
A vista de frente (elevação) e a vista de lado (vista lateral esquerda) alinham-se horizontalmente.



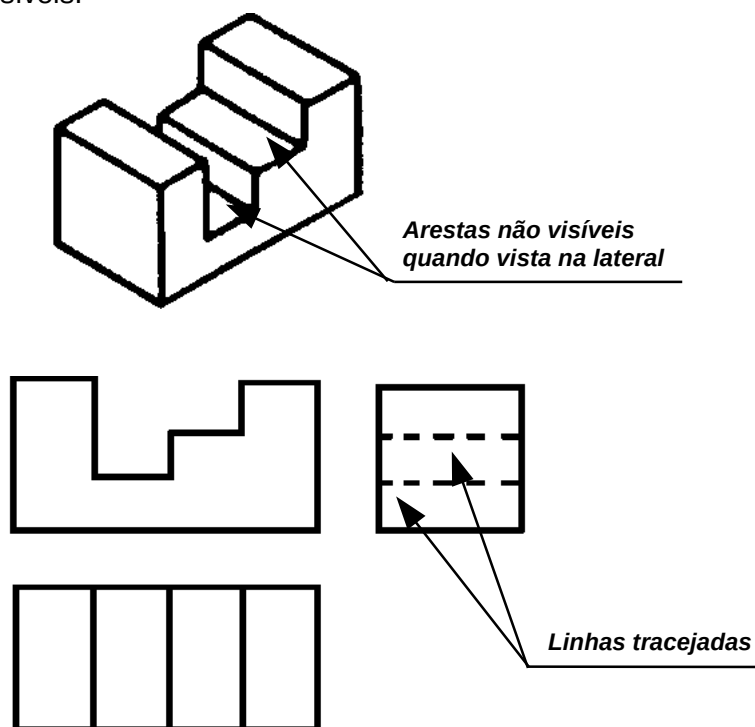
Finalmente, temos a caixa de fósforos desenhada em três projeções.



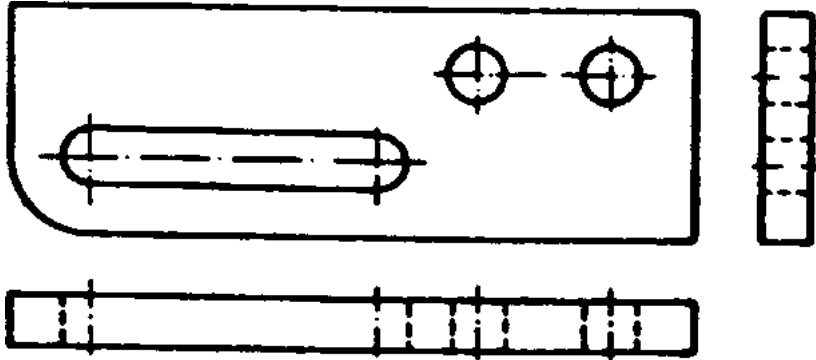
Por esse processo podemos desenhar qualquer peça.



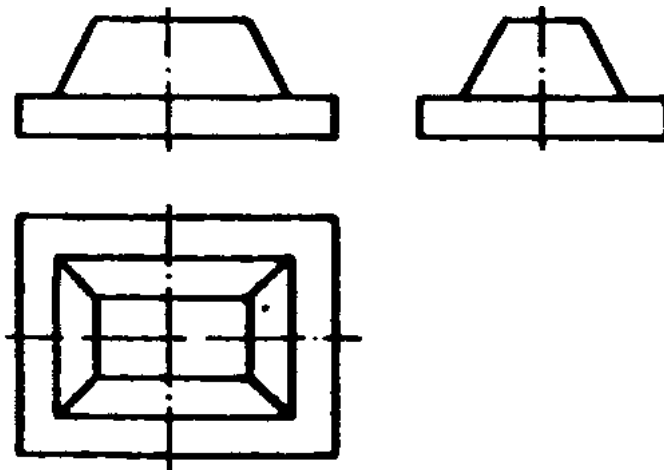
Na vista lateral esquerda das projeções das peças abaixo, existem linhas tracejadas. Elas representam as arestas não visíveis.



Nas projeções abaixo, aparecem linhas de centro.

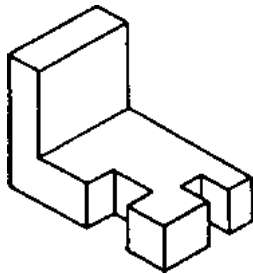


Nas projeções abaixo, foram empregados eixos de simetria.



As projeções desenhadas anteriores apresentaram a vista lateral esquerda, representando o que se vê olhando a peça pelo lado esquerdo, apesar de sua projeção estar à direita da elevação.

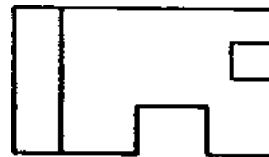
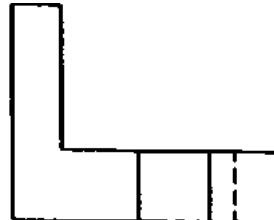
Nos casos em que o maior número de detalhes estiver colocado no lado direito da peça, usa-se a vista lateral direita, projetando-a à esquerda da elevação, conforme exemplos abaixo:



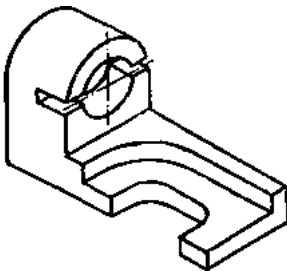
Vista lateral direita



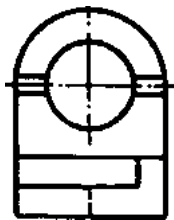
Elevação



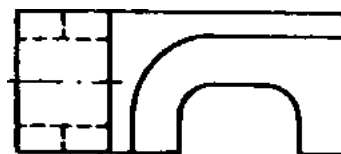
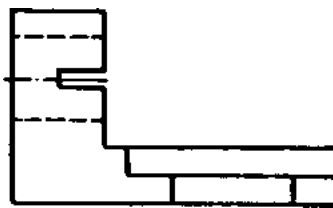
Planta



Vista lateral direita

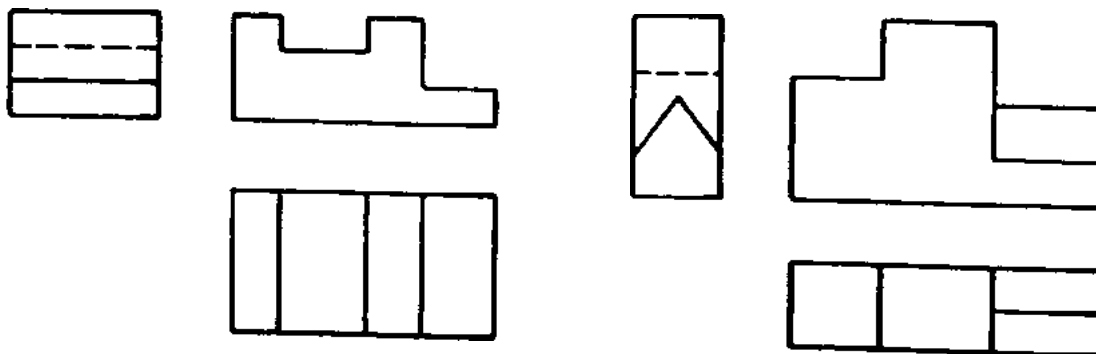
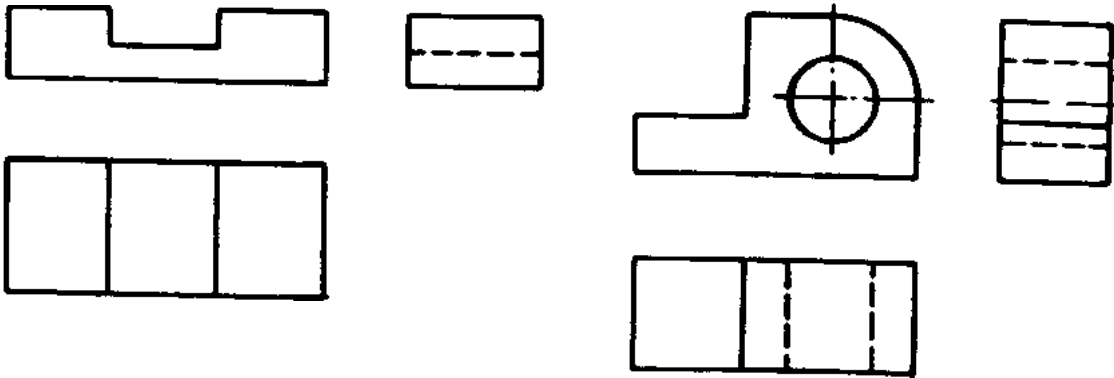


Elevação

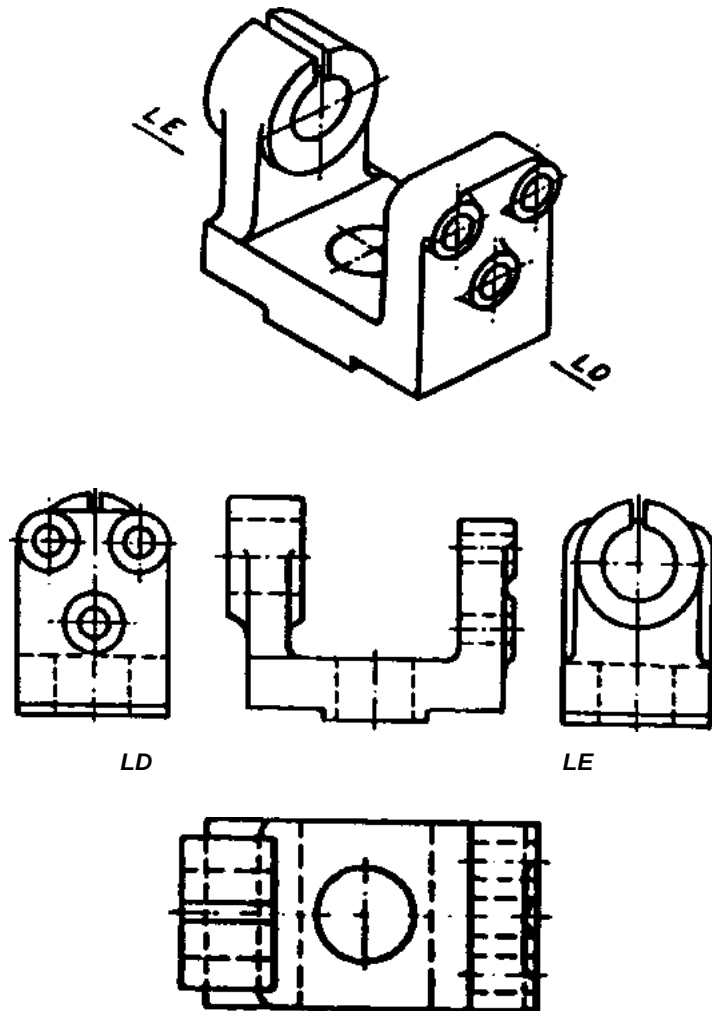


Planta

Os desenhos abaixo mostram as projeções de várias peças com utilização de apenas uma vista lateral. De acordo com os detalhes a serem mostrados, foram utilizadas as laterais esquerda ou direita.

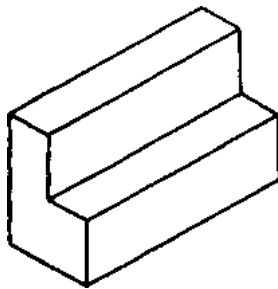
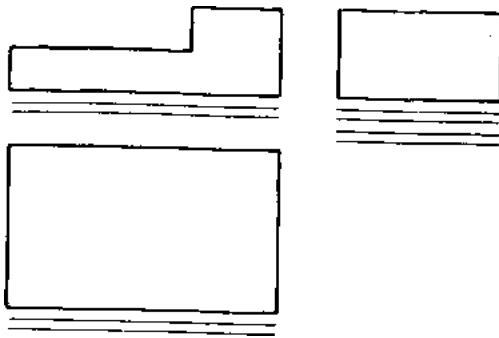
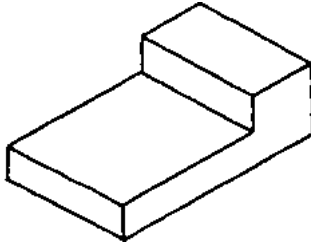


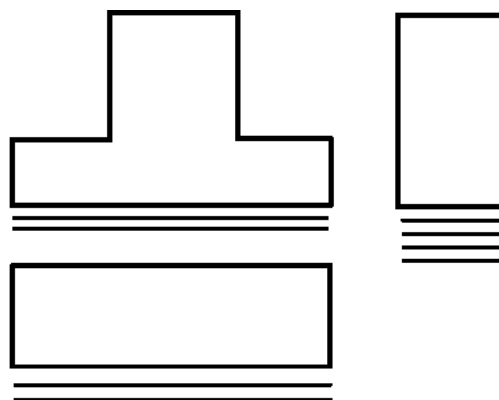
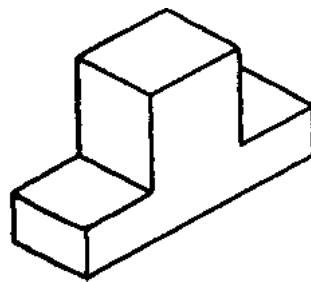
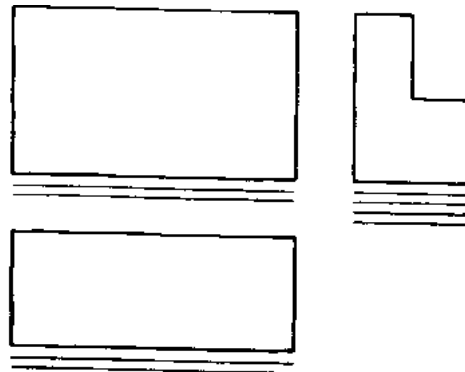
Em certos casos, porém, há necessidade de se usar duas laterais para melhor esclarecimento de detalhes importantes. Quando isso acontece, as linhas tracejadas desnecessárias podem ser omitidas, como nos exemplos abaixo.



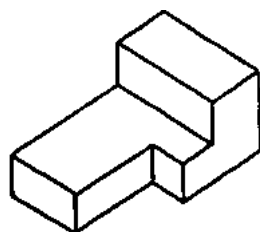
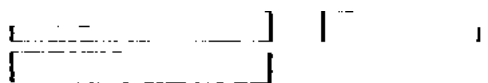
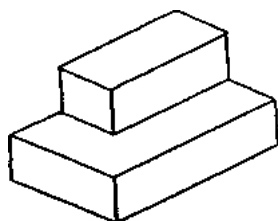
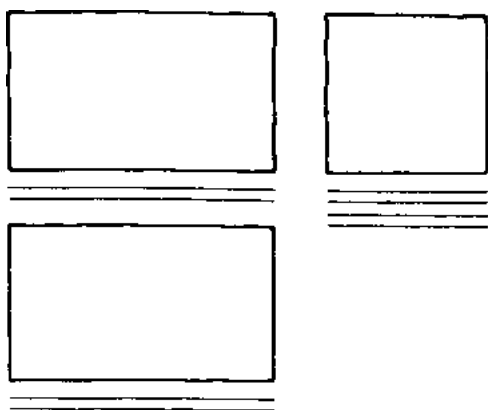
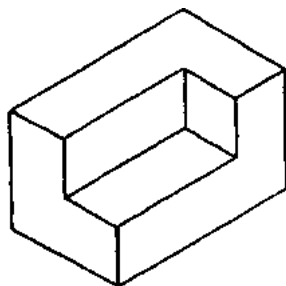
Exercícios:

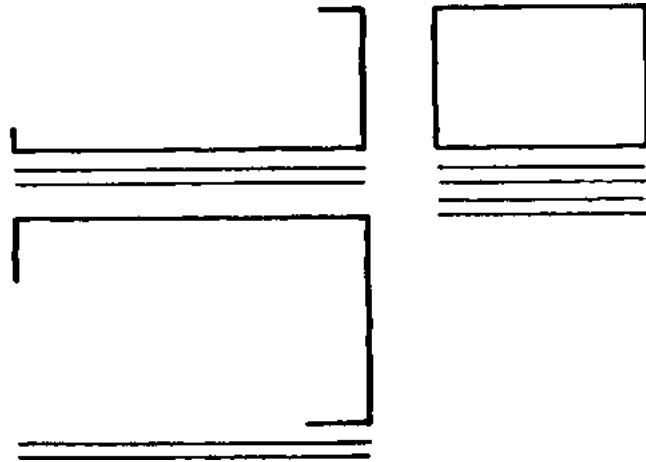
Complete, à mão livre, as projeções das peças apresentadas e coloque nome em cada uma das vistas.



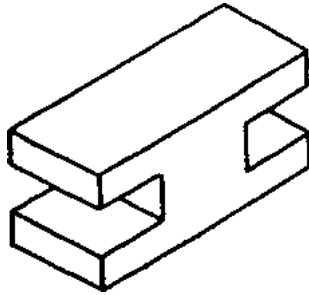
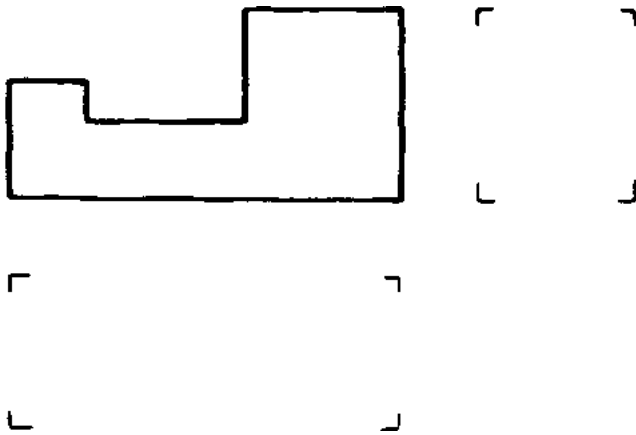
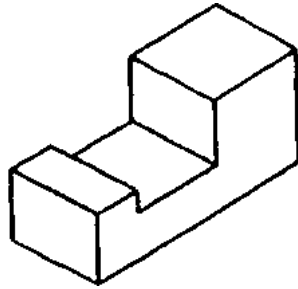


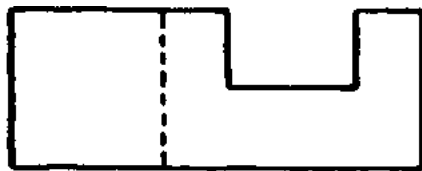
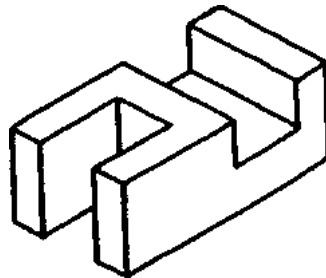
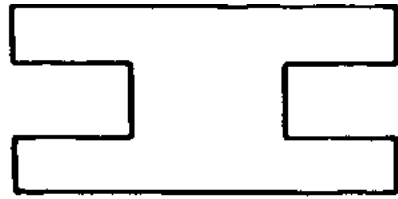
Complete, à mão livre, as projeções das peças apresentadas e coloque nome em cada uma das vistas.



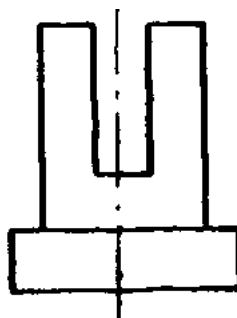
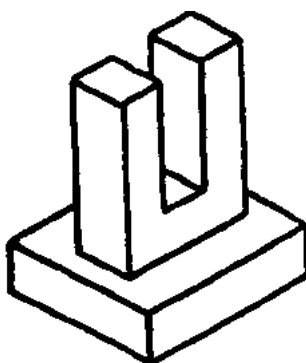
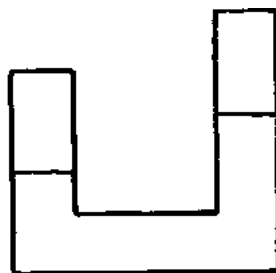
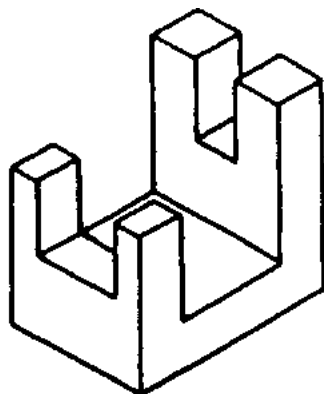
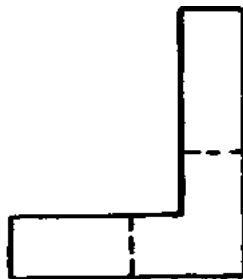
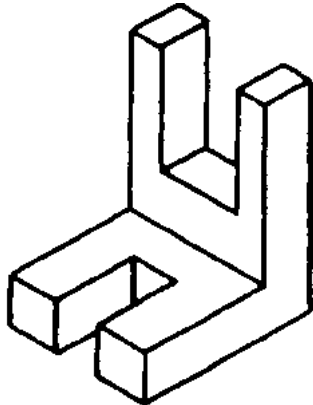


Complete, à mão livre, as projeções das peças apresentadas.

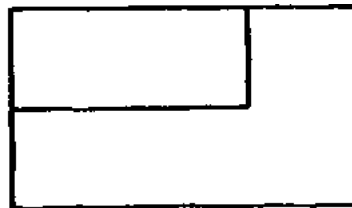
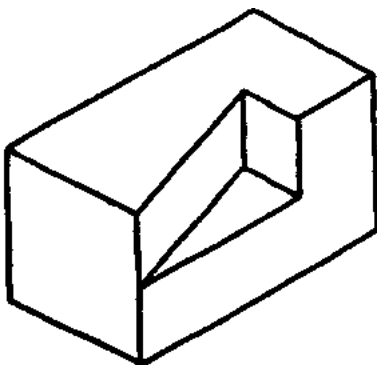
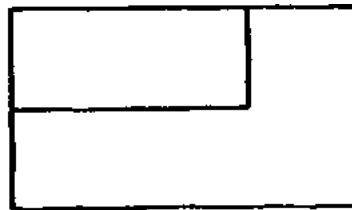
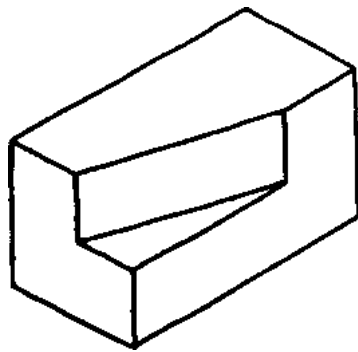
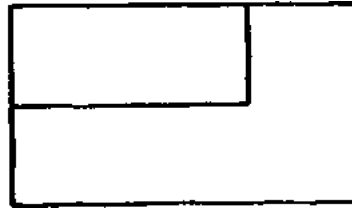
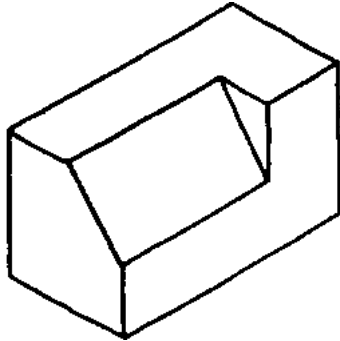




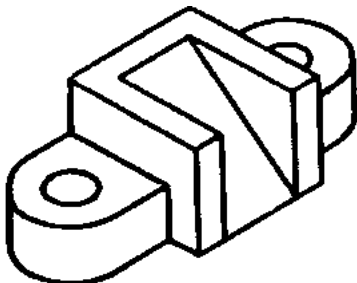
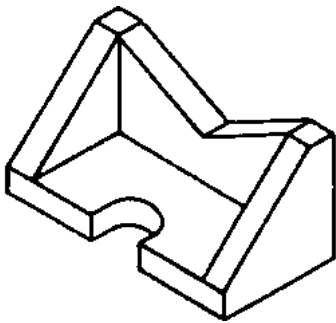
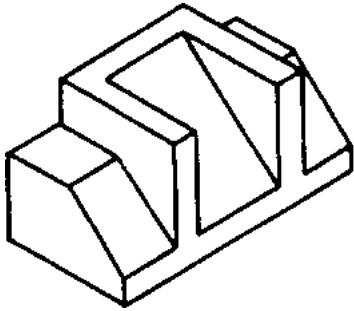
Desenhe, à mão livre, as plantas e as vistas laterais esquerdas das peças apresentadas.



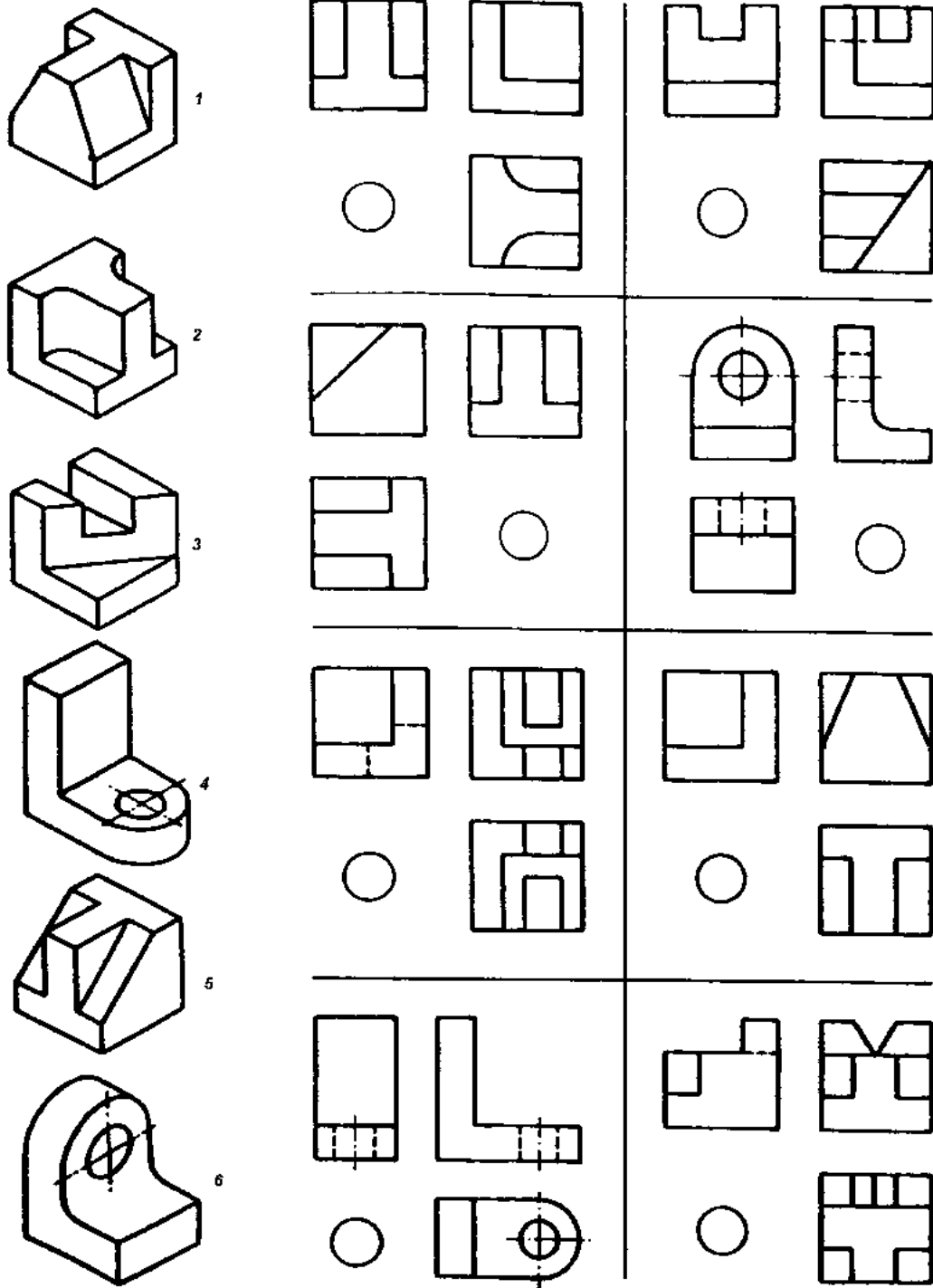
Complete, à mão livre, as plantas e as vistas laterais esquerdas das peças apresentadas.



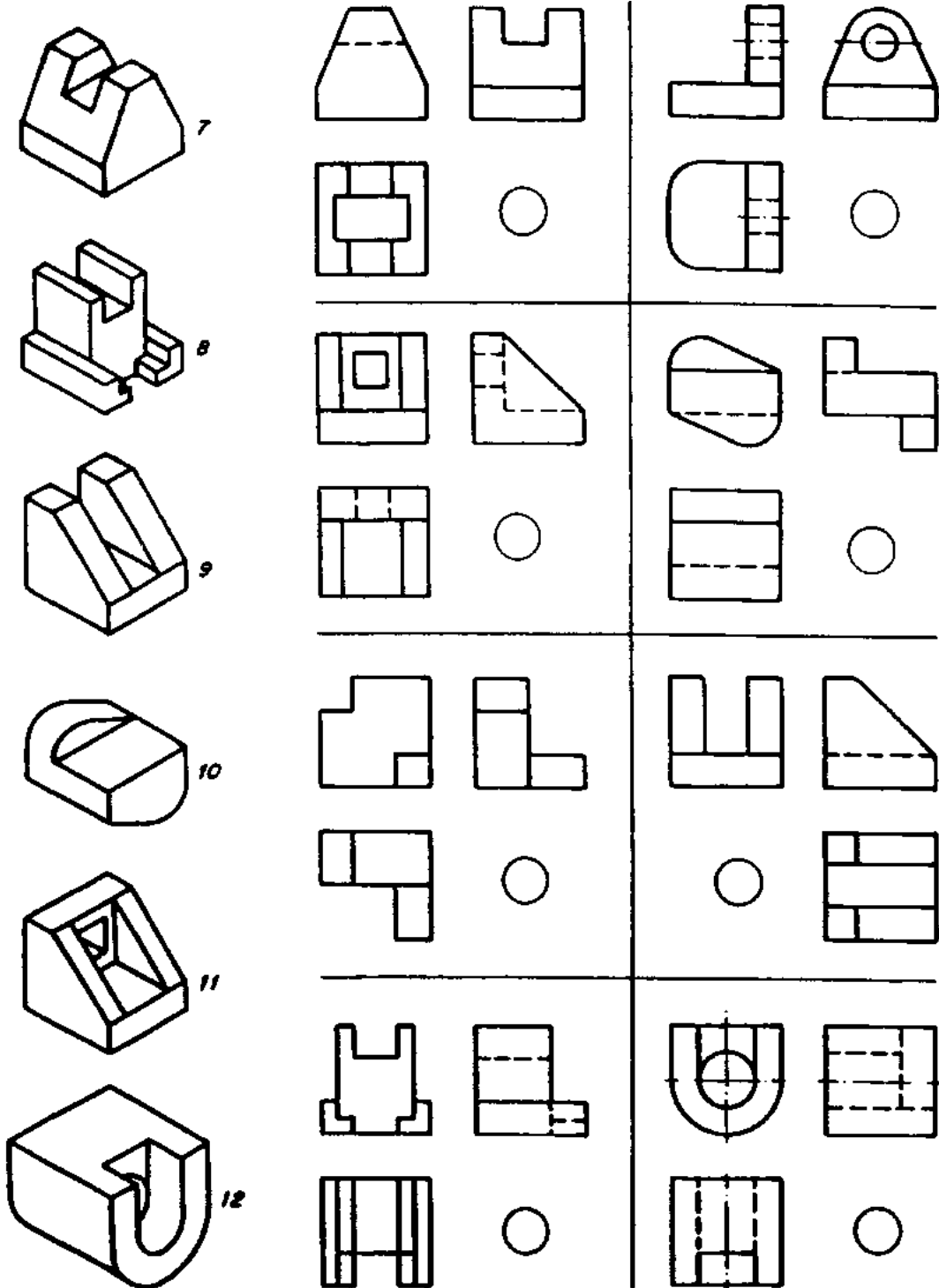
Desenhe a mão livre as projeções das peças apresentadas.



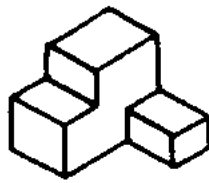
Identifique e numere as projeções correspondentes a cada peça apresentada em perspectiva.



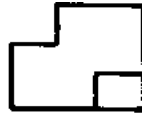
Identifique e numere as projeções correspondentes a cada peça apresentada em perspectiva.



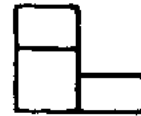
Identifique as vistas de frente, de cima e as laterais esquerda e direita nas projeções apresentadas.

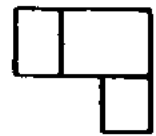


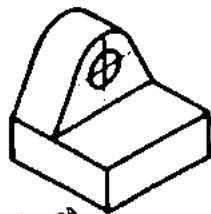
VISTA
DE FRENTE





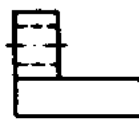




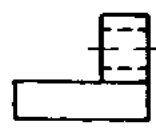


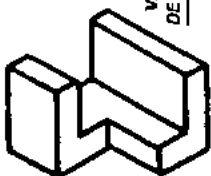
VISTA
LAT. ESQUERDA







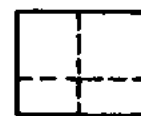


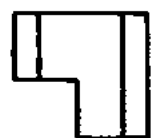


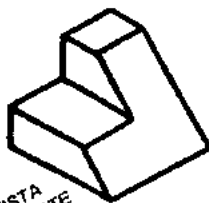
VISTA
DE CIMA











VISTA
DE FRENTE

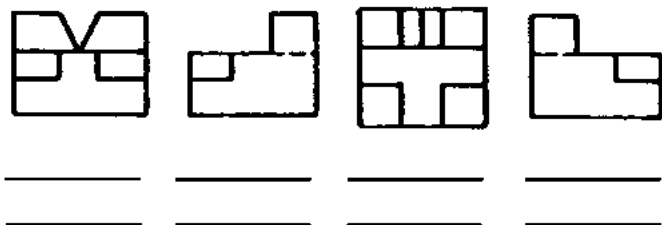
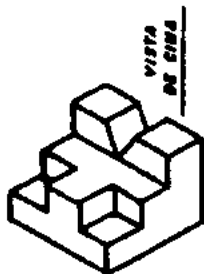
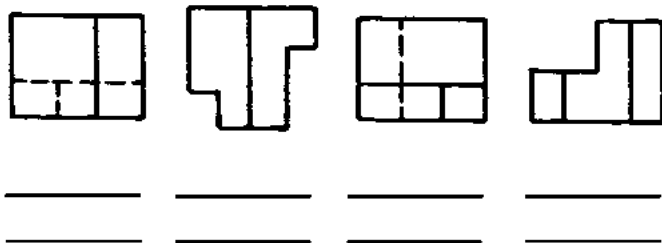
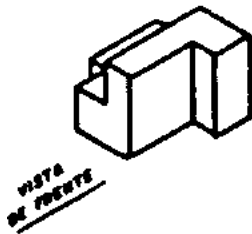
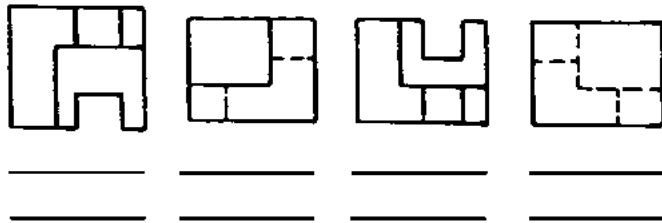
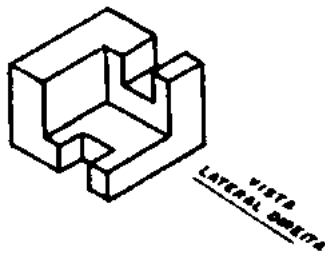
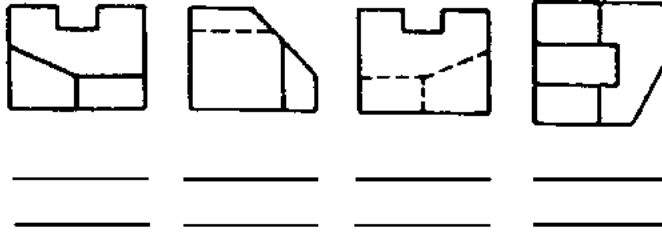
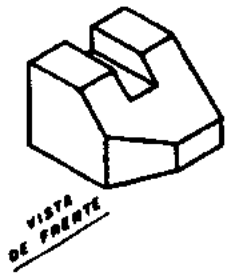








Identifique as vistas de frente, de cima e as laterais esquerda e direita nas projeções apresentadas.



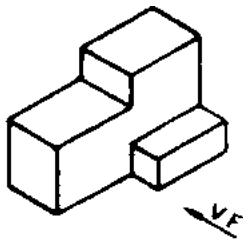
Coloque em baixo de cada vista, as iniciais correspondentes:

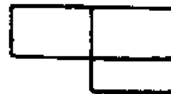
VF - Vista de Frente

VS - Vista Superior

VLE - Vista Lateral Esquerda

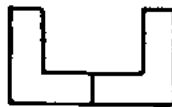
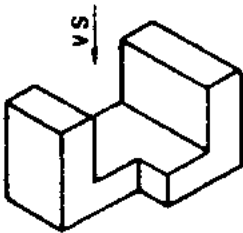
VLD - Vista Lateral Direita



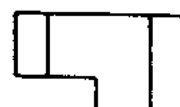


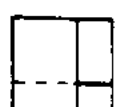


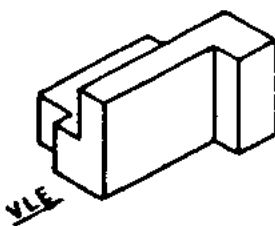




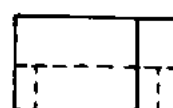


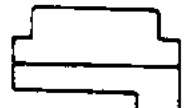


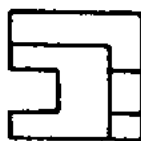
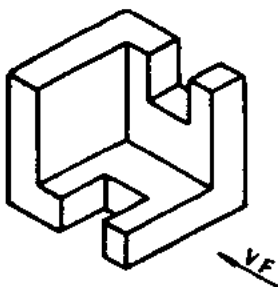


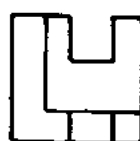




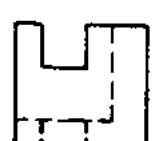












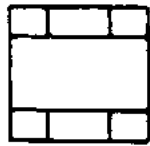
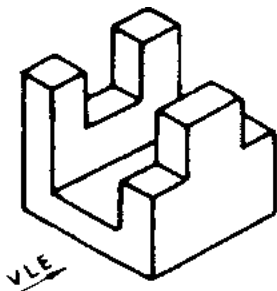
Coloque em baixo de cada vista, as iniciais correspondentes:

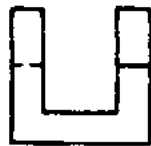
VF - Vista de Frente

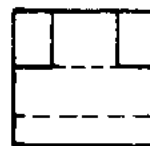
VS - Vista Superior

VLE - Vista Lateral Esquerda

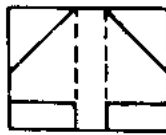
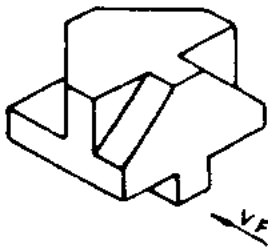
VLD - Vista Lateral Direita

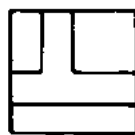




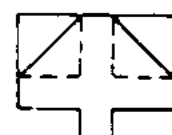


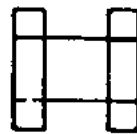
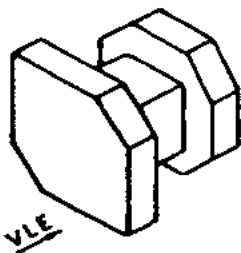






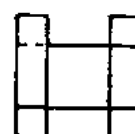


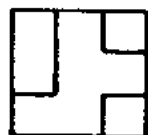
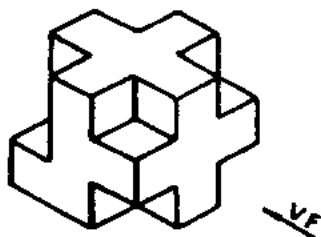


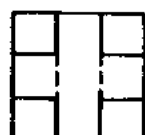




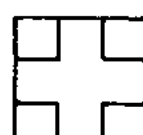




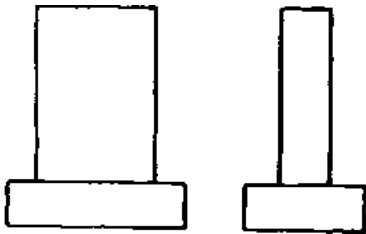
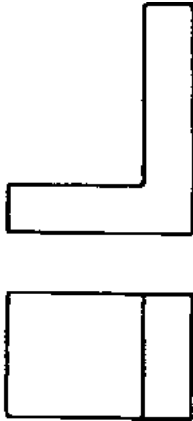


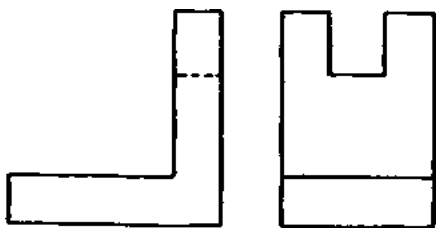
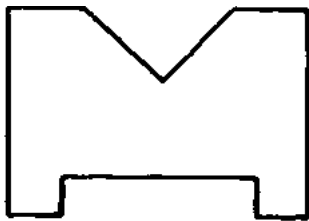
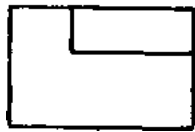
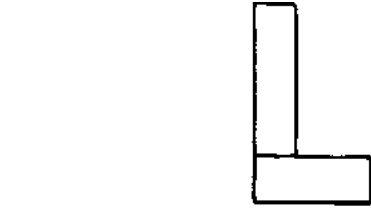


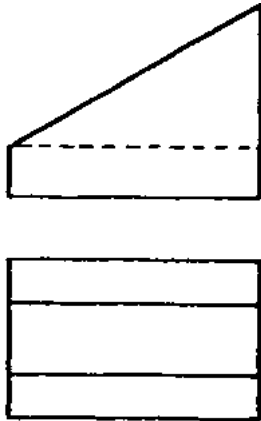




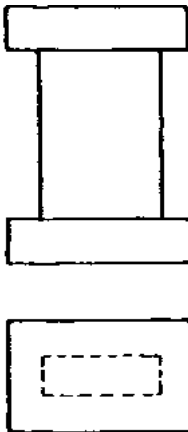
Desenhe, à mão livre, a terceira vista das projeções apresentadas.

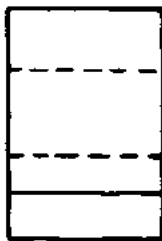
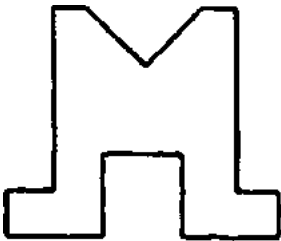
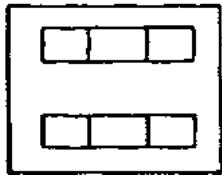
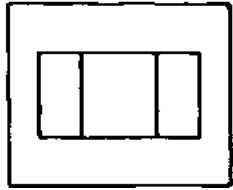


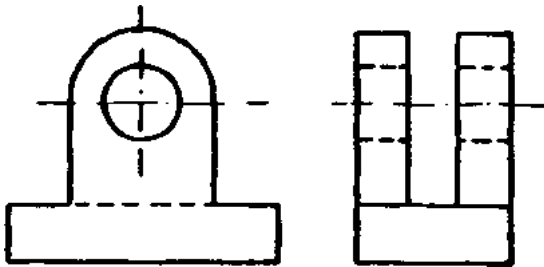
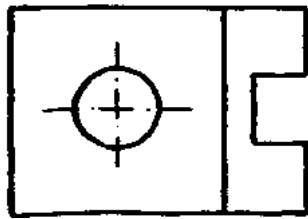
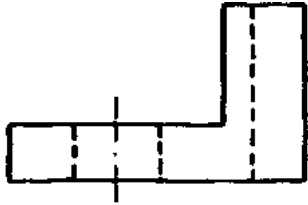




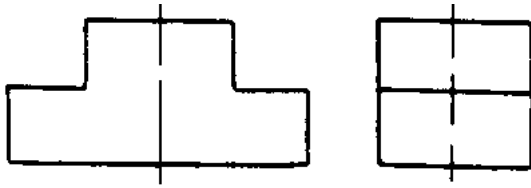
Desenhe, à mão livre, a terceira vista das projeções apresentadas.





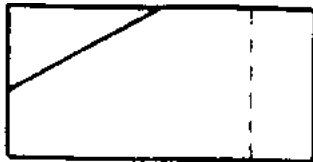


Complete as projeções abaixo.



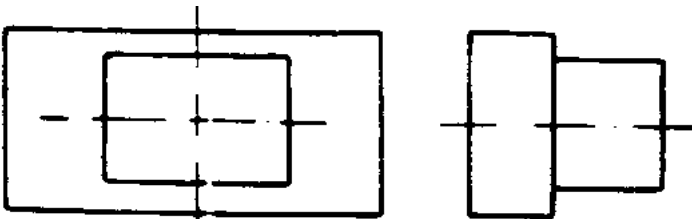
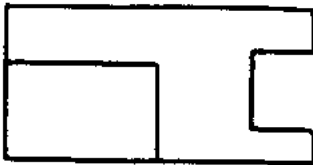
┌

└



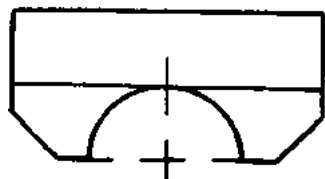
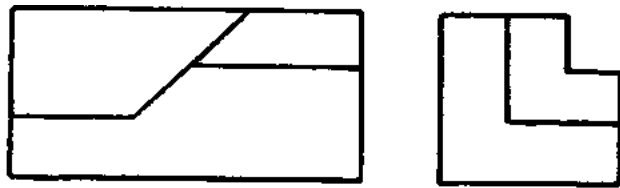
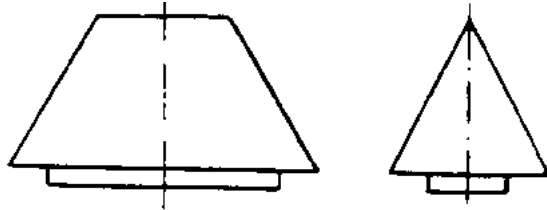
┌

└

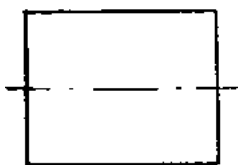
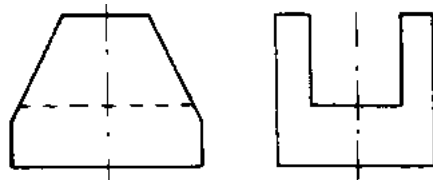
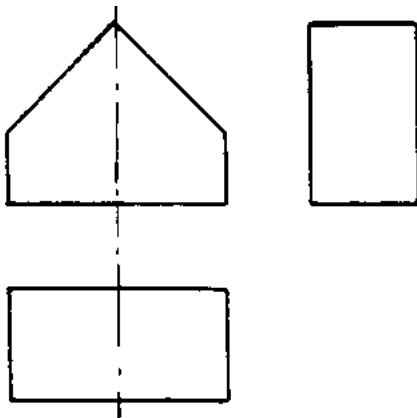
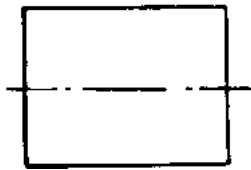
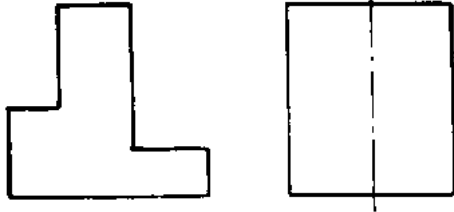


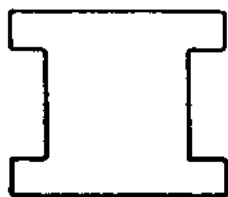
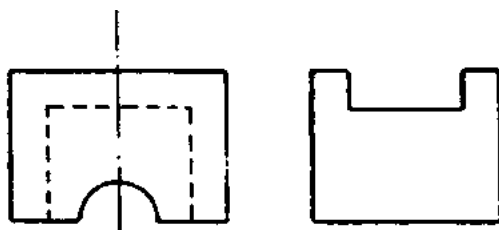
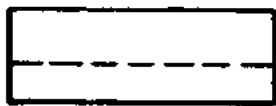
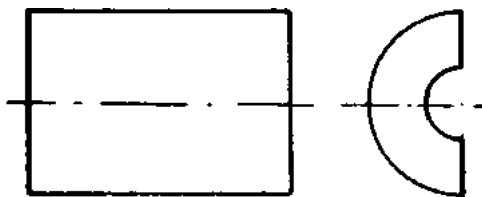
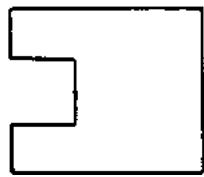
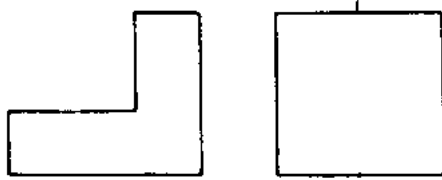
┌

└



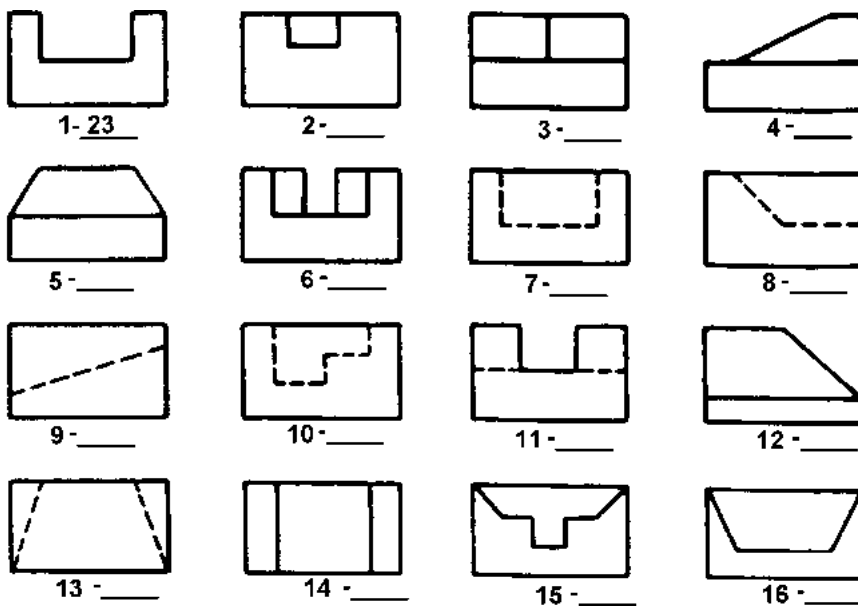
Complete as projeções abaixo.



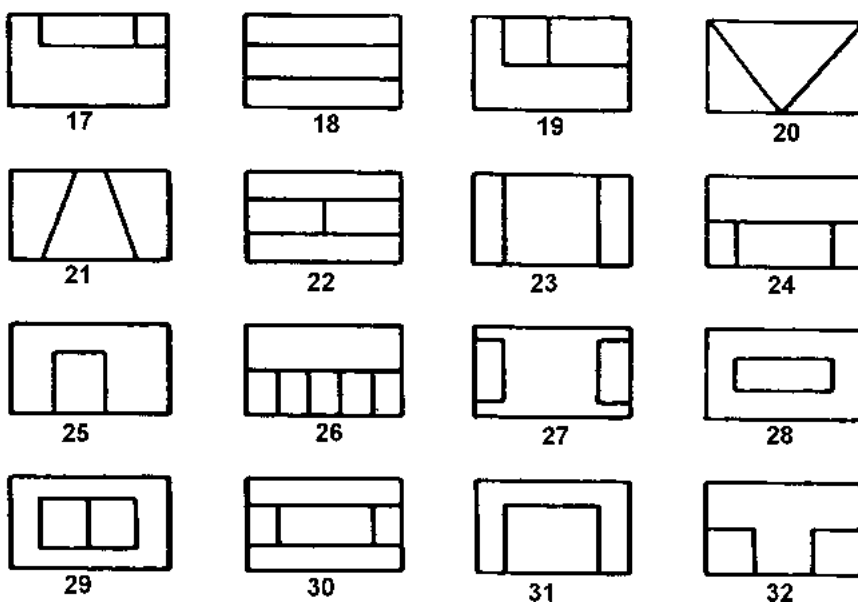


Procure nos desenhos abaixo as vistas que se relacionam entre si, (Elevação e Planta) e coloque os números correspondentes como no exemplo nº 1.

Elevações

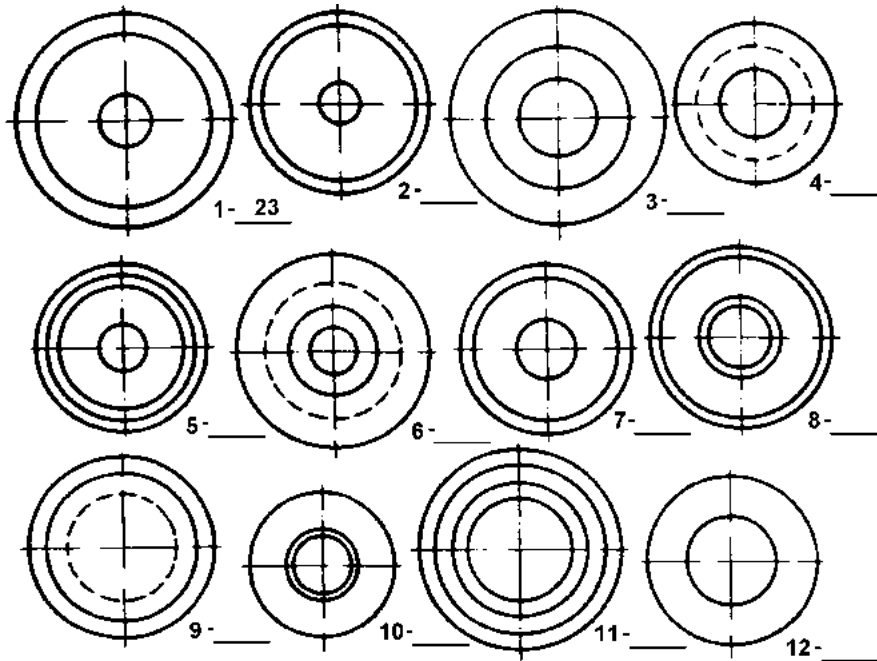


Plantas

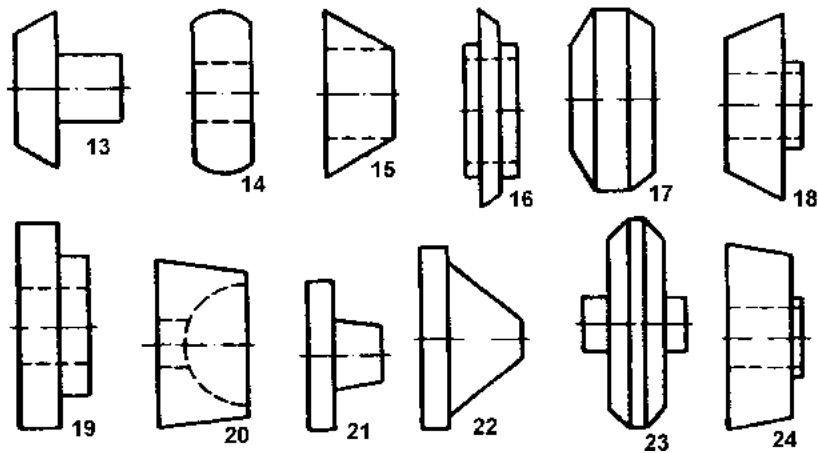


Procure nos desenhos abaixo as vistas que se relacionam entre si, (Elevação e Planta) e coloque os números correspondentes como no exemplo nº 1.

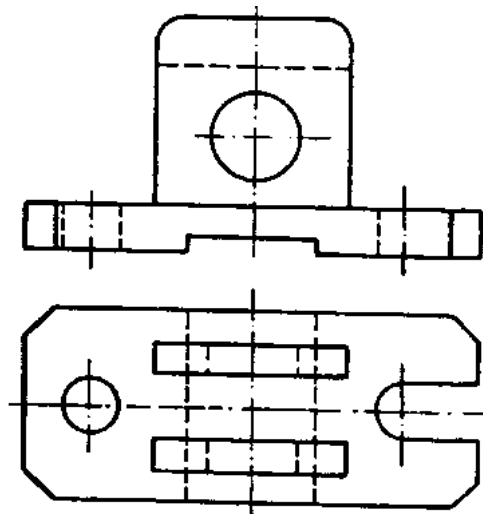
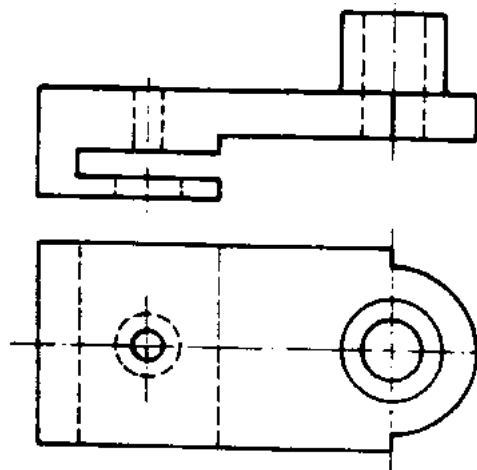
Elevações



Laterais esquerdas



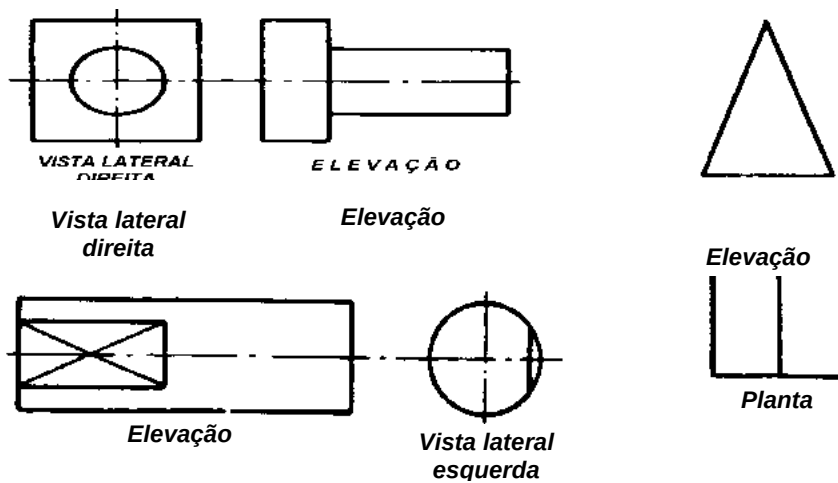
Complete as projeções abaixo desenhando a vista lateral direita.



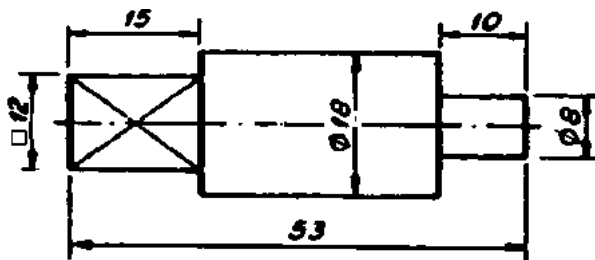
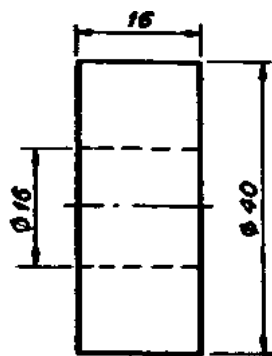
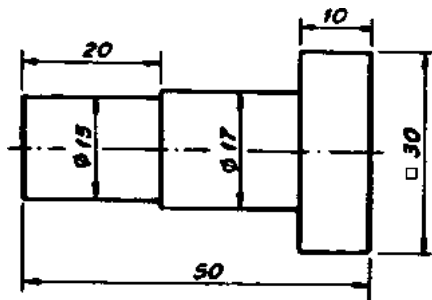
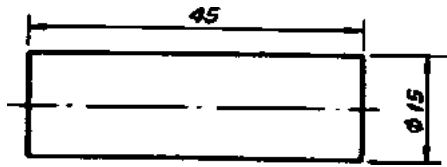
Supressão de vistas

Quando representamos uma peça pelas suas projeções, usamos as vistas que melhor identificam suas formas e dimensões. Podemos usar três ou mais vistas, como também podemos usar duas vistas e, em alguns casos, até uma única vista.

Nos exemplos abaixo estão representadas peças com duas vistas. Continuará havendo uma vista principal - vista de frente - sendo escolhida como segunda vista aquela que melhor complete a representação da peça.

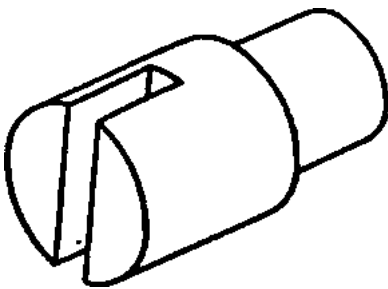
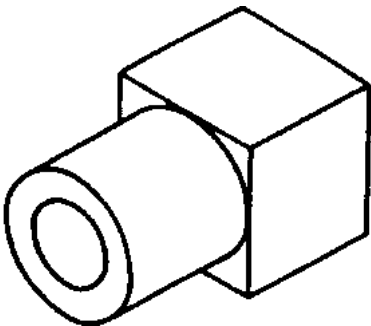
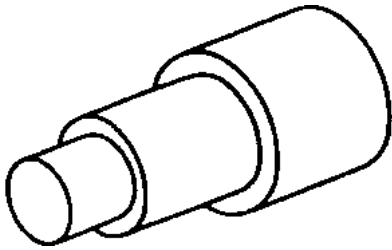


Nos exemplos abaixo estão representadas peças por uma única vista. Neste tipo de projeção é indispensável o uso de símbolos.



Exercício:

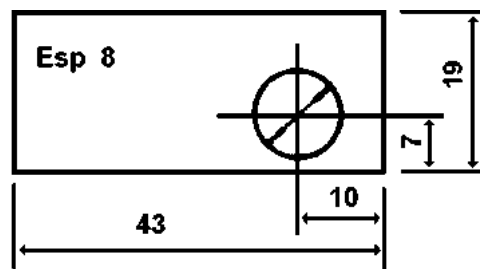
Empregando duas vistas, desenhe, à mão livre, as peças apresentadas.



Identificação e Leitura de Cotas, Símbolos e Materiais

Para execução de uma peça, torna-se necessário que se coloque no desenho, além das projeções que nos dão idéia da forma da peça, também as suas medidas e outras informações complementares. A isto chamamos *Dimensionamento* ou *Cotagem*.

A Cotagem dos desenhos tem por objetivos principais determinar o tamanho e localizar exatamente os detalhes da peça. Por exemplo, para execução da peça ao lado precisamos saber as suas dimensões e a exata localização do furo.



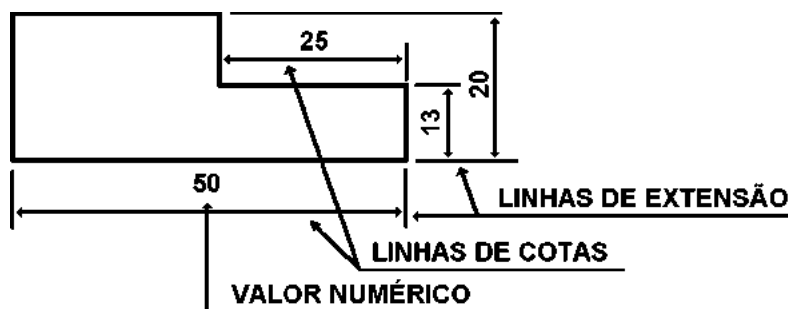
A Anotação - "ESP. 8" - Refere-se à *Espessura da Peça*.

Para a Cotagem de um desenho são necessários três elementos:

Linhas de Cota

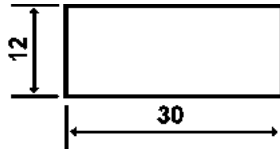
Linhas de Extensão

Valor Numérico da Cota

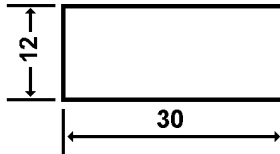


Como vemos na figura acima, as Linhas de Cota são de espessura fina, traço contínuo, limitadas por setas nas extremidades. As linhas de extensão são de espessura fina, traço contínuo, não devem tocar o contorno do desenho da peça e prolongam-se um pouco além da última linha de cota que abrangem.

- o número que exprime o valor numérico da cota pode ser escrito:



- acima da linha de cota, eqüidistante dos extremos;
- em intervalo aberto pela interrupção da linha de cota.

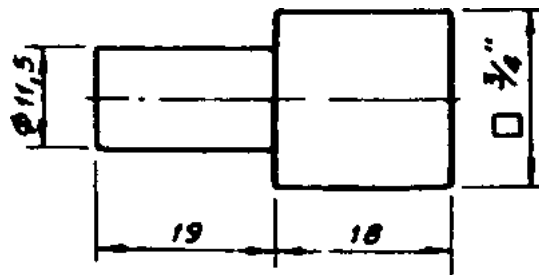


No mesmo desenho devemos empregar apenas uma destas duas modalidades. O valor numérico colocado acima da linha de cota é mais fácil e evita a possibilidade de erros.

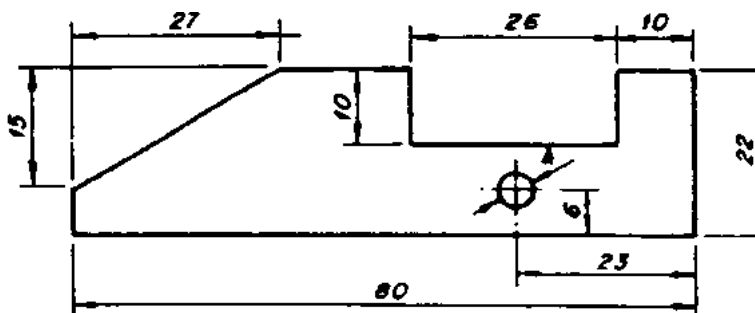
Regras de Cotagem

Em desenho técnico, normalmente, a unidade de medida é o milímetro, sendo dispensada a colocação do símbolo junto ao valor numérico da cota.

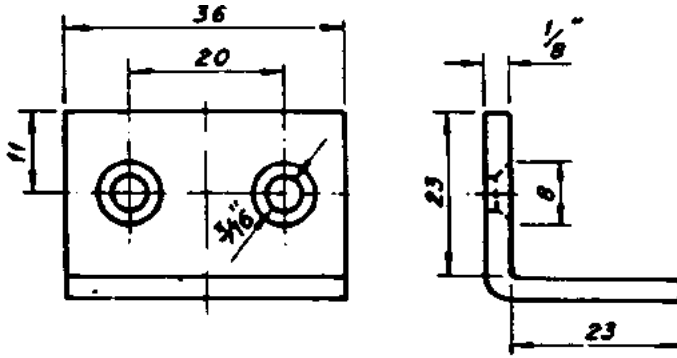
Se houver o emprego de outra unidade, coloca-se o respectivo símbolo ao lado do valor numérico, conforme figura ao lado.



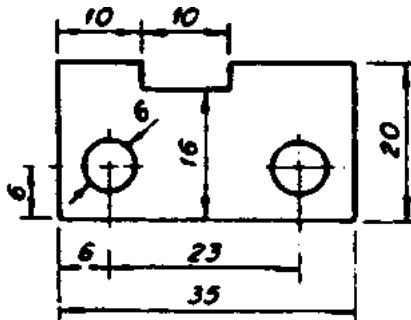
As cotas devem ser colocadas de modo que o desenho seja lido da esquerda para a direita e de baixo para cima paralelamente à dimensão cotada.



Cada cota deve ser indicada na vista que mais claramente representar a forma do elemento cotado. Deve-se evitar a repetição de cotas.

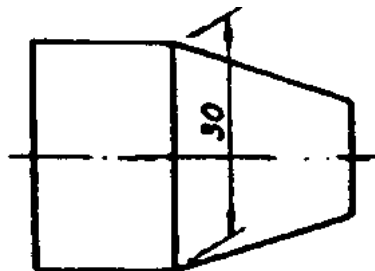


As cotas podem ser colocadas dentro ou fora dos elementos que representam, atendendo aos melhores requisitos de clareza e facilidade de execução.

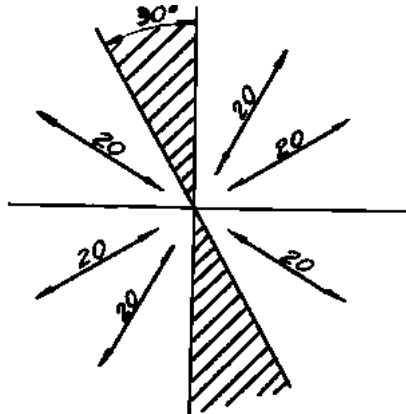


Nas transferências de cotas para locais mais convenientes, devemos evitar o cruzamento das linhas de extensão com linhas de cota.

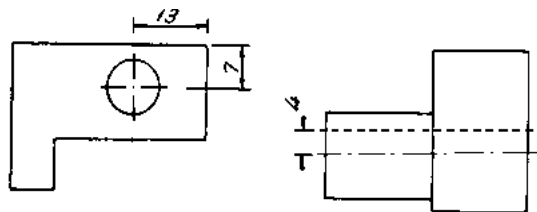
As linhas de extensão são traçadas perpendicularmente à dimensão cotada ou, em caso de necessidade, obliquamente, porém paralelas entre si.



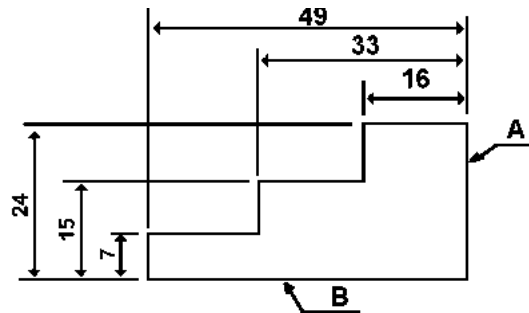
Evite a colocação de cotas inclinadas no espaço hachurado a 30°

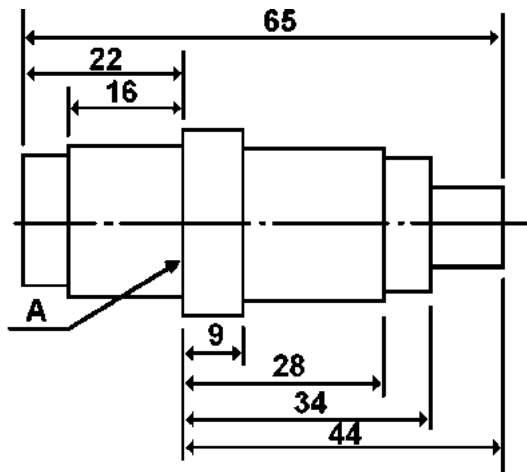


Não utilize as linhas de centro e eixos de simetria como linhas de cota. Elas substituem as linhas de extensão.

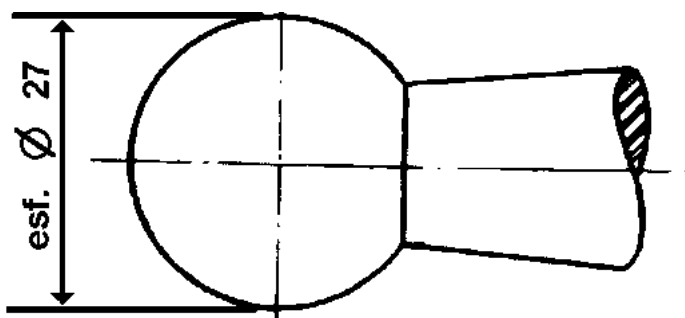
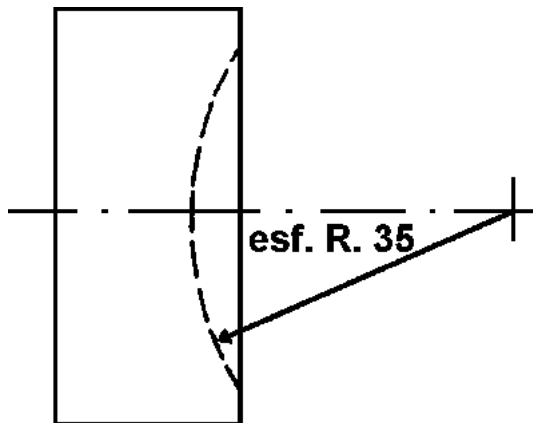


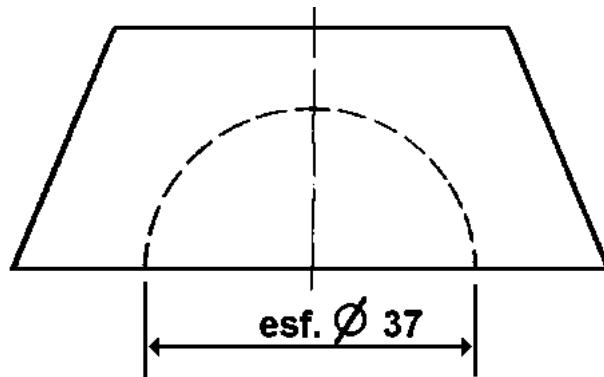
Cotagem por meio de faces de referência (Fase A e B)





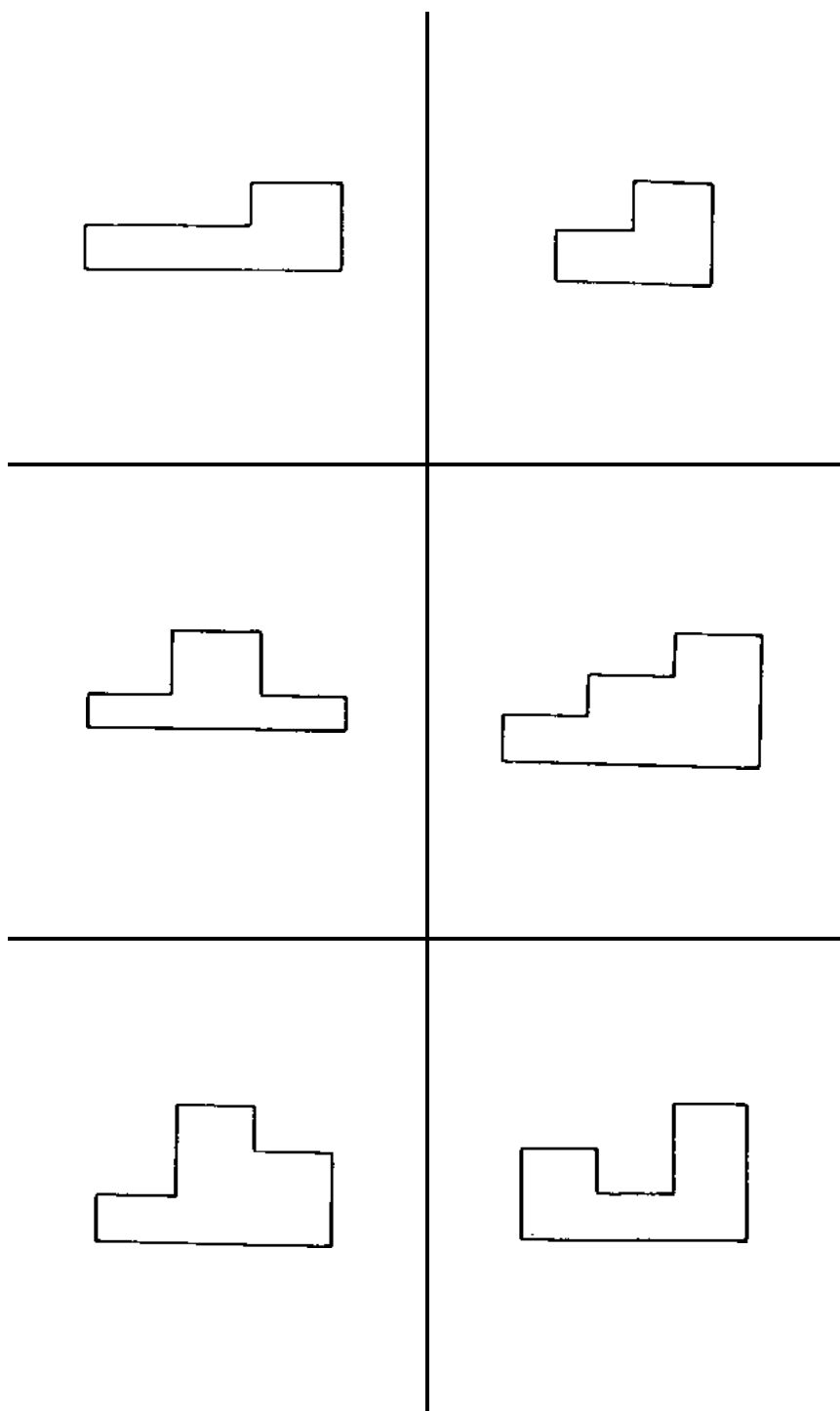
Cotagem de elementos esféricos



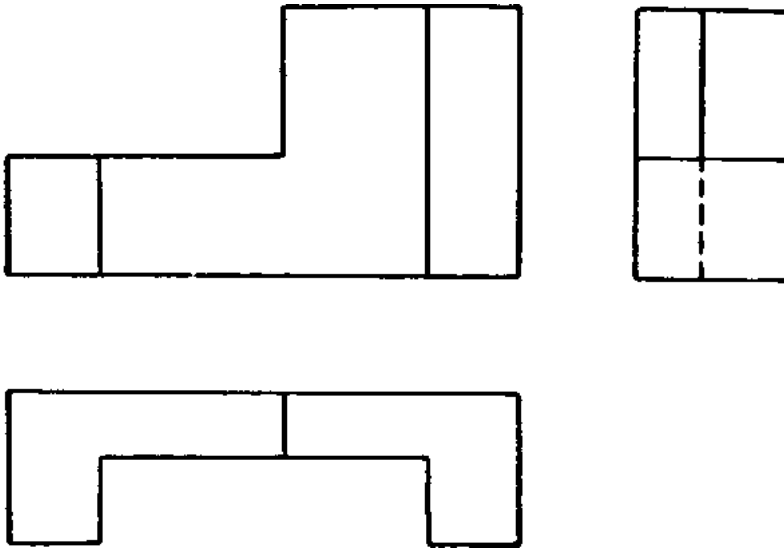


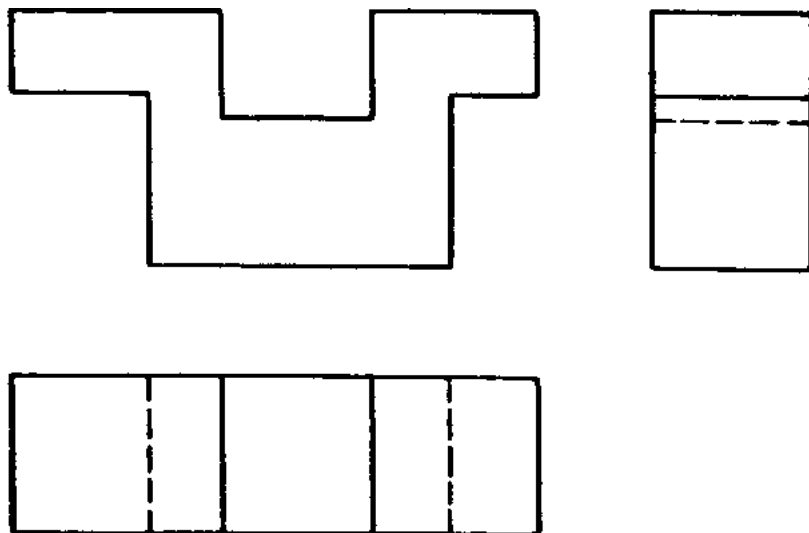
Exercício:

Localize as cotas necessárias para execução das peças abaixo representadas. Não coloque o valor numérico das cotas. Trace, à mão livre, apenas as linhas de cota e de extensão.

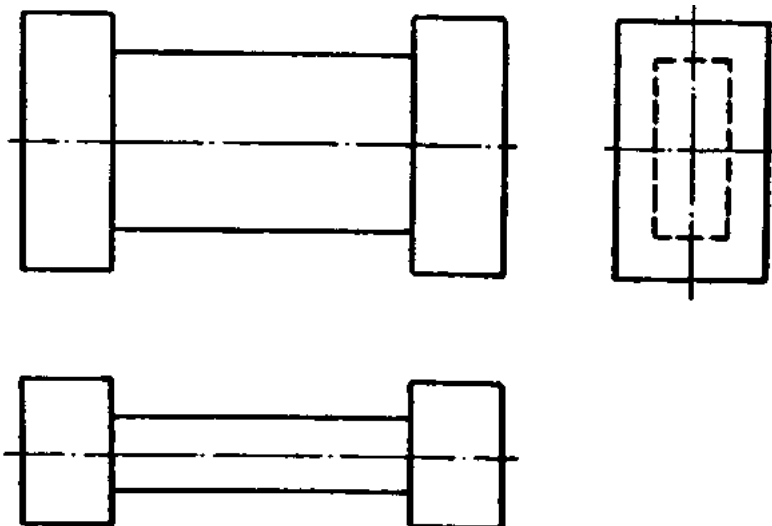
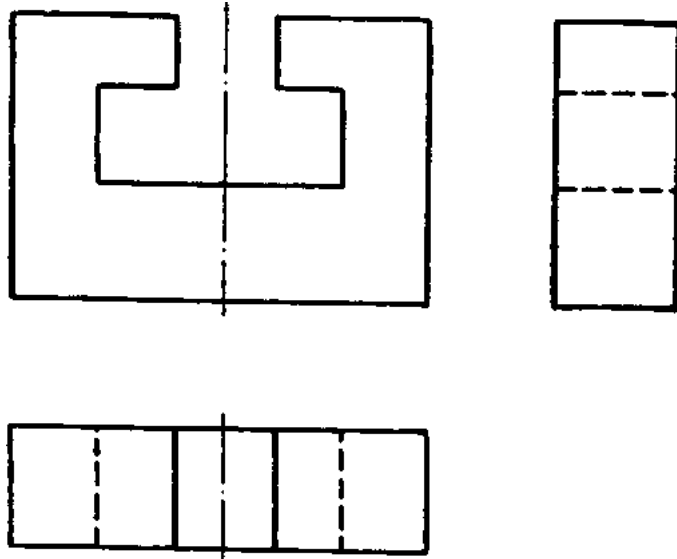


Localize as cotas necessárias para execução das peças abaixo representadas. Não coloque o valor numérico das cotas. Trace, à mão livre, apenas as linhas de cota e de extensão.

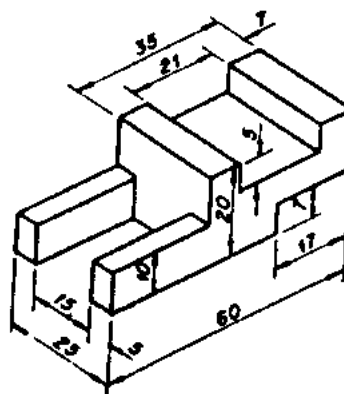
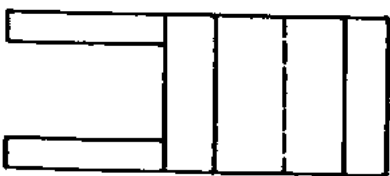
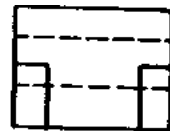
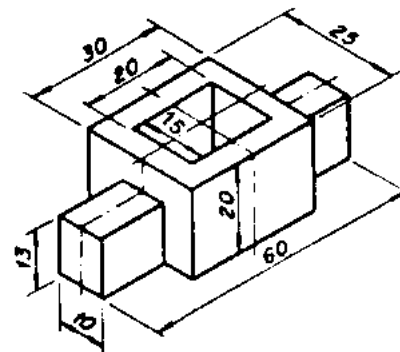
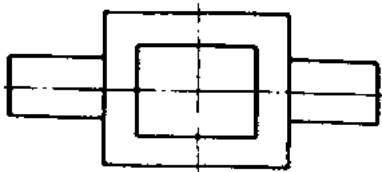
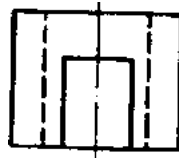
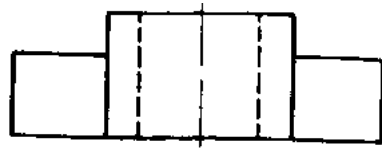




Localize as cotas necessárias para execução das peças abaixo representadas. Não coloque o valor numérico das cotas. Trace, à mão livre, apenas as linhas de cota e de extensão.

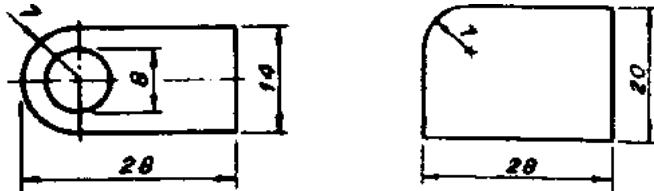


Faça, à mão livre, a cotação completa dos desenhos abaixo.

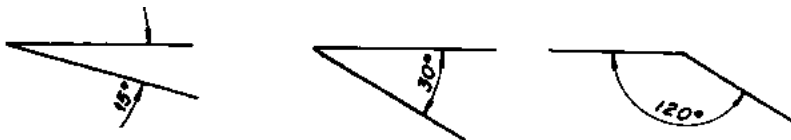


Cotagem de Detalhes

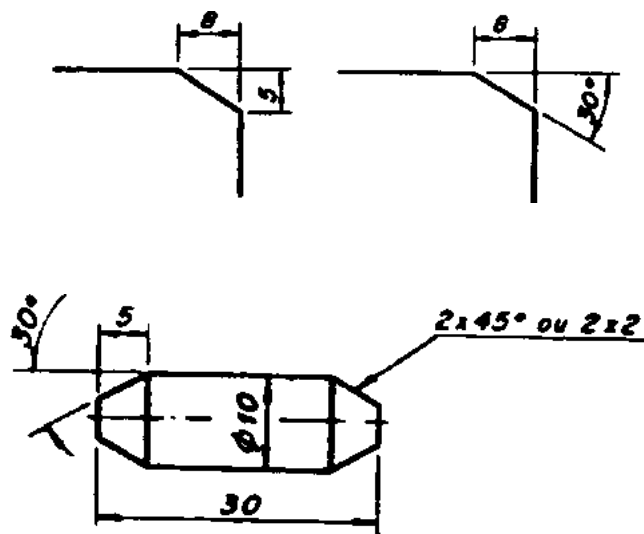
As linhas de cota de raios de arcos levam setas apenas na extremidade que toca o arco.



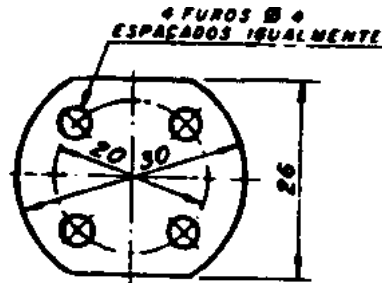
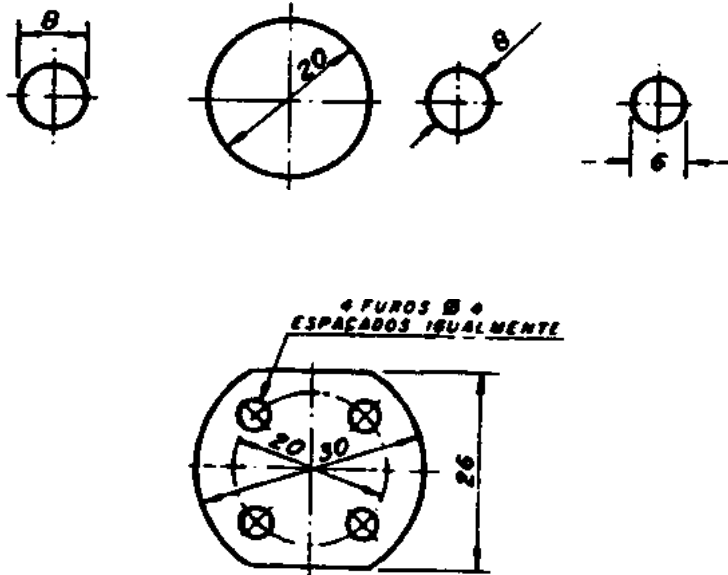
Conforme o espaço disponível no desenho, os ângulos podem ser cotados assim:



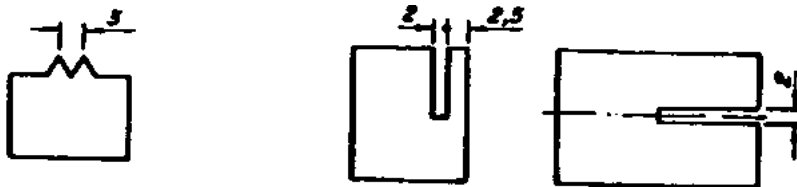
A Cotagem de Chanfros se faz como indicam as figuras abaixo. Quando o chanfro for de 45°, podemos simplificar a cotagem usando um dos sistemas apresentados na figura abaixo.



A Cotação de Círculos se faz indicando o valor de seu diâmetro por meio dos recursos apresentados nas figuras abaixo, que são adotados conforme o espaço disponível no desenho.



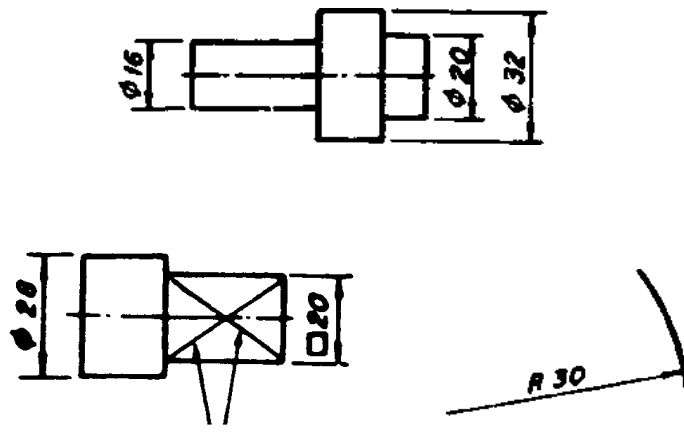
Para cotar em espaços reduzidos, colocamos as cotas como nas figuras abaixo:



Símbolos e Convenções

A **ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas)**, em suas Normas NB-8 e NB-13, recomenda a utilização dos símbolos abaixo, que devem ser colocados sempre antes dos valores numéricos das cotas.

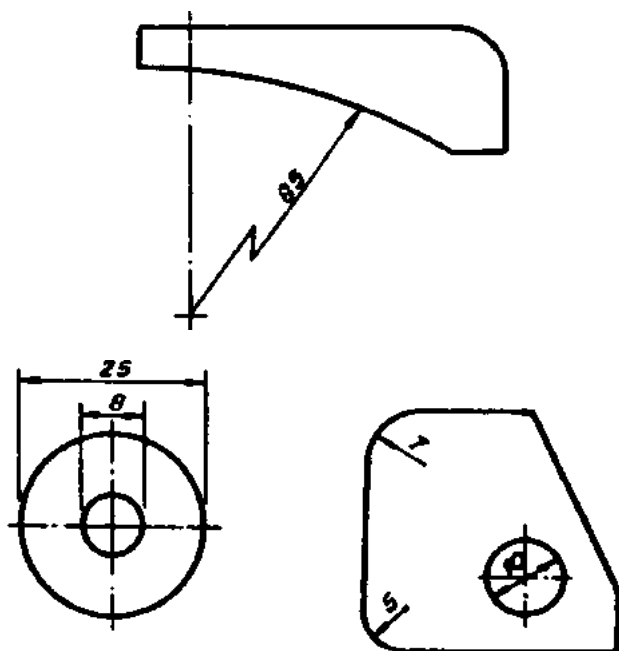
- Ø Indicativo de Diâmetro
- Indicativo de Quadrado
- R Indicativo de Raio



Estas duas linhas finas cruzadas indicam que se trata de superfície plana.

Quando, nas vista cotada, for evidente que se trata de diâmetro ou quadrado, os respectivos símbolos podem ser dispensados.

Exemplos:



Símbolos em Materiais Perfilados

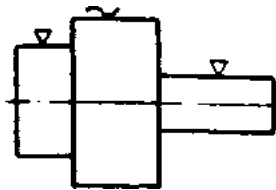
Os símbolos abaixo, devem ser colocados sempre antes da designação da bitola do material.

SÍMBOLOS	INDICATIVO DE	EXEMPLO DE LEITURA
○	Redondo	1/4" x 1" x 85" Barra chata de 1/4" de espessura por 1" de largura e 85 mm de comprimento
□	Quadrado	
▭	Chato	
L	Cantoneira	
T	"Te"	
I	Duplo "T"	
[	"U"	
#	Número de Bitolas em Chagas, Fios, etc.	

Convenções para Acabamento de Superfícies

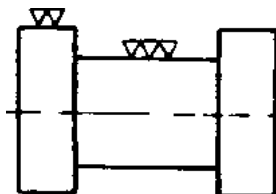
 *Superfícies em bruto, porém limpas de rebarbas e saliências.*

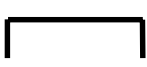
 *Superfícies apenas desbastadas.*

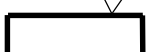


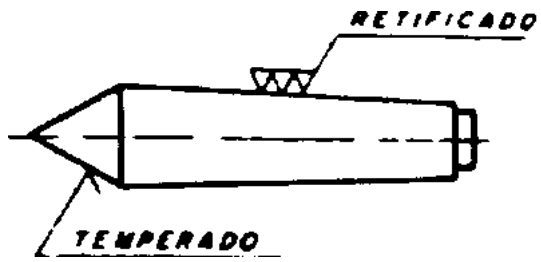
 *Superfícies alisadas.*

 *Superfícies polidas*



 *Para outros graus de acabamento, devendo ser indicada a maneira de obtê-los.*

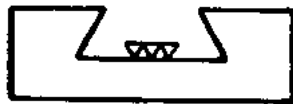
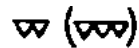
 *Superfícies sujeitas a tratamento especial, indicado sobre a linha horizontal.
Ex.: cromado, niquelado, pintado, etc.*



Quando todas as superfícies de uma peça tiverem o mesmo acabamento, o respectivo sinal deve ficar em destaque.

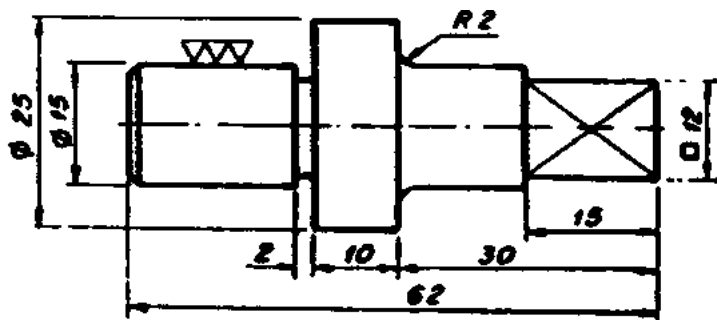


Se, na mesma peça, houver superfícies com graus de acabamento diferentes dos da maioria, os sinais correspondentes serão colocados nas respectivas superfícies e também indicados entre parênteses, ao lado do sinal em destaque.



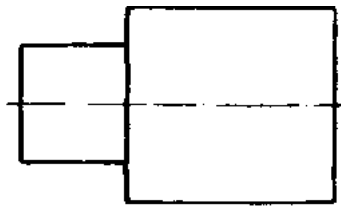
Exemplo de aplicação dos símbolos e convenções

Exemplo de aplicação dos IIII (IIIIII)
Símbolos e Convenções

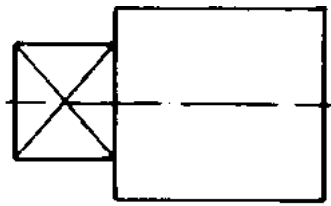


Exercício:

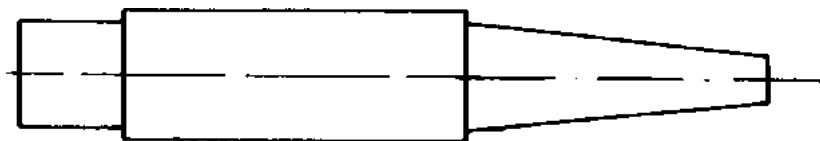
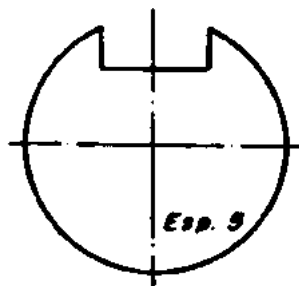
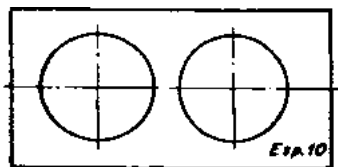
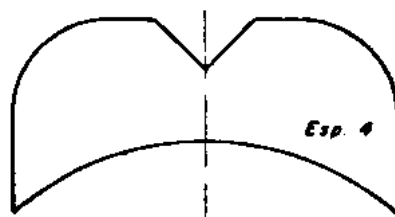
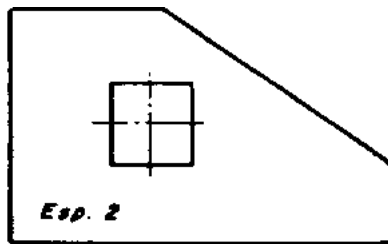
Localize as cotas necessárias para execução das peças abaixo representadas. Não coloque o valor numérico das cotas. Tracem, à mão livre, apenas as linhas de cota, de extensão e os símbolos necessários.



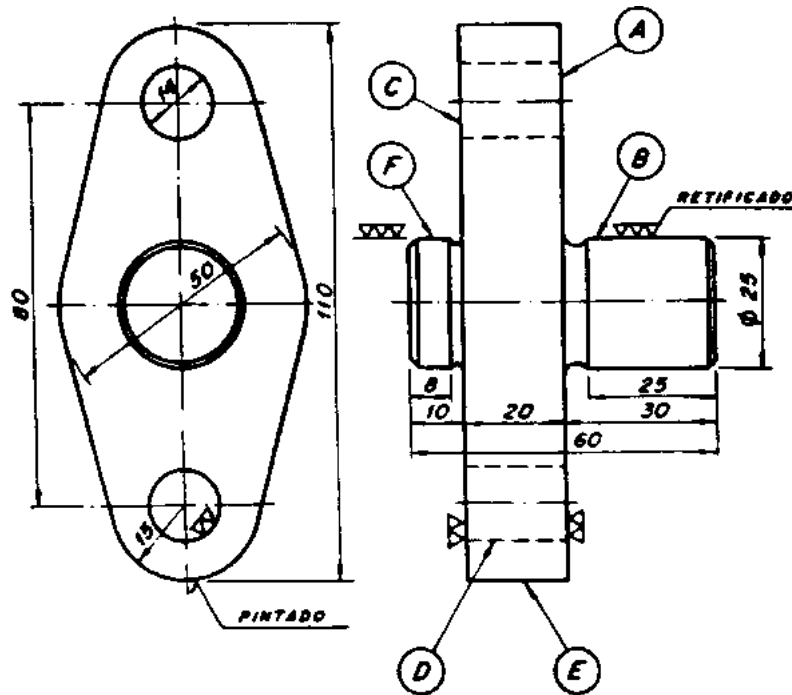
PEÇA CILÍNDRICA



PEÇA CILÍNDRICA



Qual o tipo de acabamento utilizado nas superfícies indicadas pelas letras:



A -

B -

C -

D -

E -

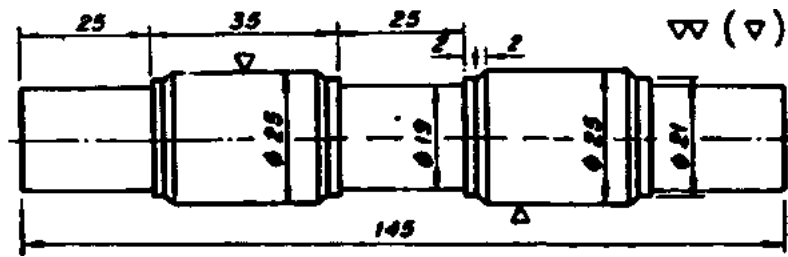
F -

Qual o tipo de acabamento geral da peça abaixo?

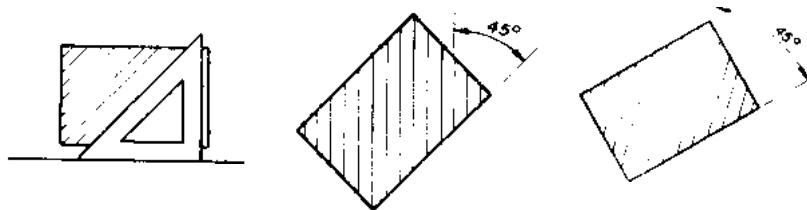
Resp.: _____

Qual o tipo de acabamento para as partes torneadas com 25 mm de diâmetro?

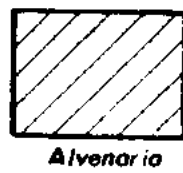
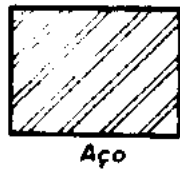
Resp.: _____



Para cada material há uma hachura determinada

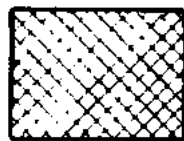


Hachurado convencional





Alumínio e metais leves



Chumbo, zinco e ligas antifricção



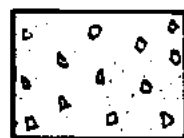
Borracha, plásticos e isolantes



Líquido



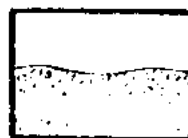
Terra



Concreto



Rocha



Areia

Indicação de estado de superfície

O desenho técnico, além de mostrar as formas e as dimensões das peças, precisa conter outras informações para representá-las fielmente. Uma dessas 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 pouco 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.

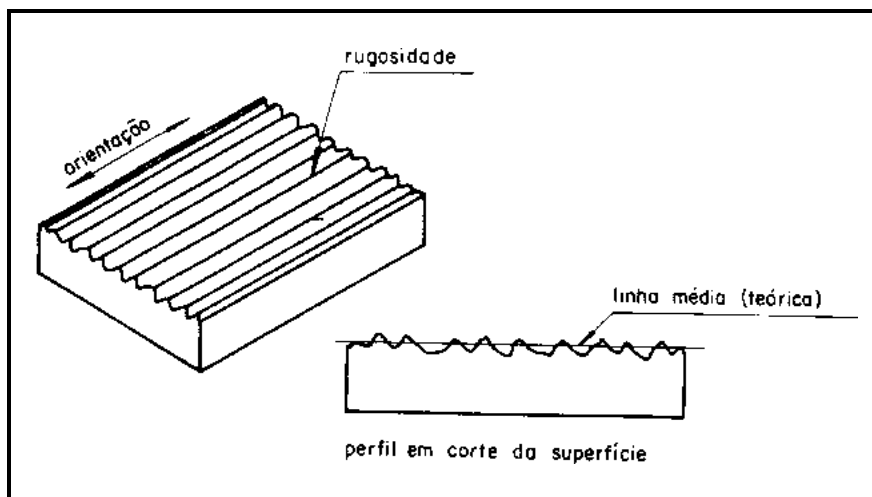
Os graus de acabamento das superfícies são representados pelos símbolos indicativos de rugosidade da superfície, normalizados pela norma **NBR 8404** da **ABNT**, baseada na norma **ISO 1302**.

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 μm (micrometro; $1\mu\text{m} = 0,001\text{mm}$), as indicações dos acabamentos de superfícies passaram a ser representadas por classes de rugosidade.

Rugosidade são erros microgeométricos existentes nas superfícies das peças.



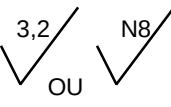
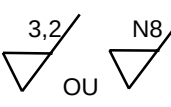
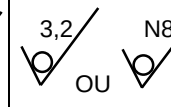
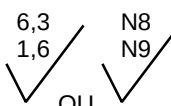
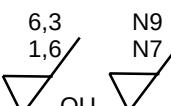
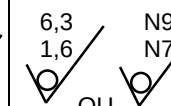
A norma **ABNT NBR 8404** normaliza a indicação do estado de superfície em desenho técnico por meio de símbolos.

Símbolo sem indicação de rugosidade

Símbolo	Significado
---------	-------------

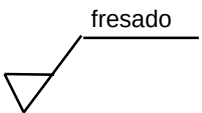
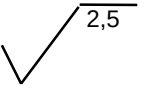
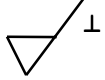
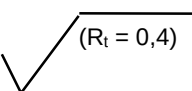
	Símbolo básico. Só pode ser usado quando seu significado for complementado por uma indicação.
	Caracterização de uma superfície usinada sem maiores detalhes.
	Caracteriza uma superfície na qual a remoção de material não é permitida e indica que a superfície deve permanecer no estado resultante de um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

Símbolos com indicação da característica principal da rugosidade R_a

Símbolo A remoção do material			Significado
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: $R_a = 1,6\mu\text{m}$

Símbolos com indicações complementares

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

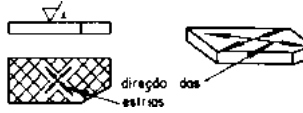
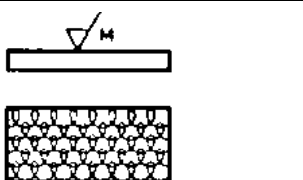
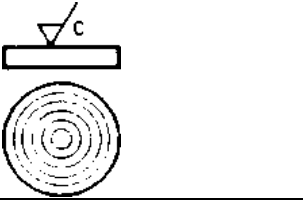
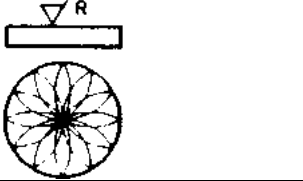
Símbolo	Significado
	Processo de fabricação: fresar
	Comprimento de amostragem: 2,5 mm
	Direção das estrias: perpendicular ao plano de projeção da vista.
	Sobremetal para usinagem: 2mm
	Indicação (entre parênteses) de um outro parâmetro de rugosidade diferente de R_a , por exemplo $R_t = 0,4\mu\text{m}$.

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.

Símbolos para direção das estrias

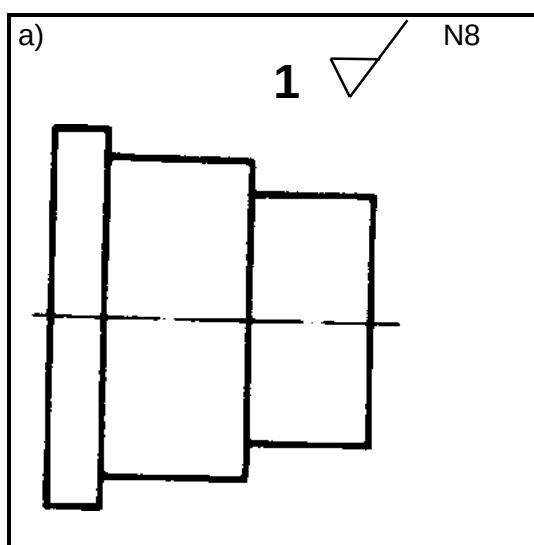
Símbolo	Interpretação
=	Paralela ao plano de projeção da vista sobre o qual o símbolo é aplicado. 
⊥	Perpendicular ao plano de projeção da vista sobre o qual o símbolo é aplicado. 
X	Cruzadas em duas direções oblíquas em relação ao plano de projeção da vista sobre o qual o símbolo é aplicado. 
M	Muitas 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. 

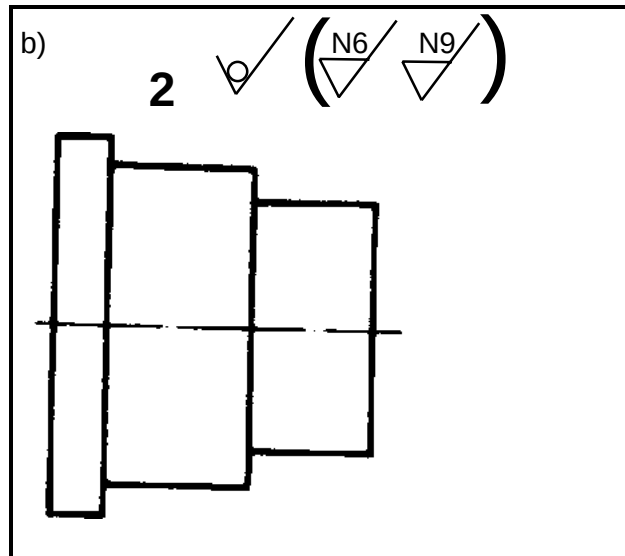
A **ABNT** adota o desvio médio aritmético (R_a) para determinar os valores da rugosidade, que são representados por classes de rugosidade N1 a N12, correspondendo cada classe a valor máximo em μm , como se observa na tabela seguinte.

Tabela - Característica da rugosidade R_a

Classe de rugosidade	Desvio médio aritmético (R_a)
N12	50
N11	25
N10	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

Exemplos de aplicação





Interpretação do exemplo a

1 é o número da peça.

N8 /
▽ , 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 no 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.



e

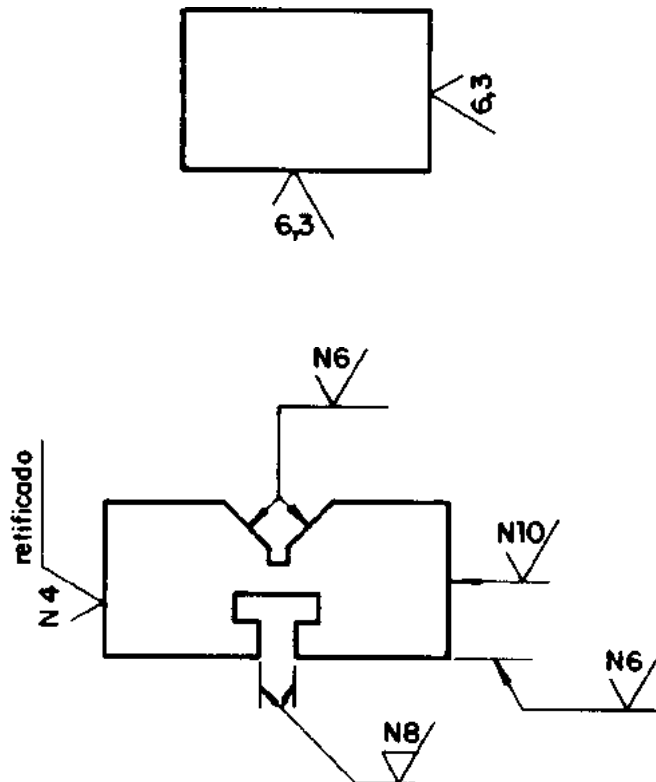


dentro dos parênteses devem ser indicados nas respectivas superfícies.

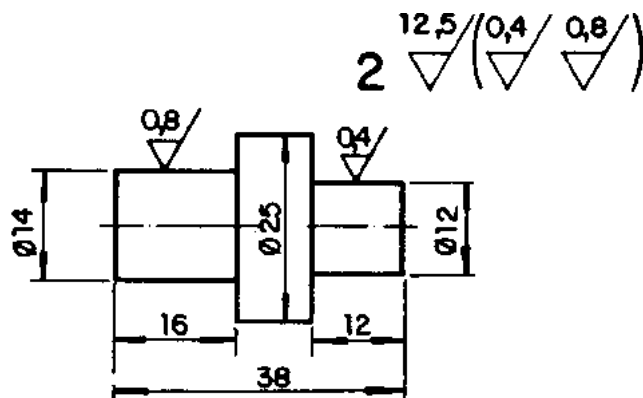
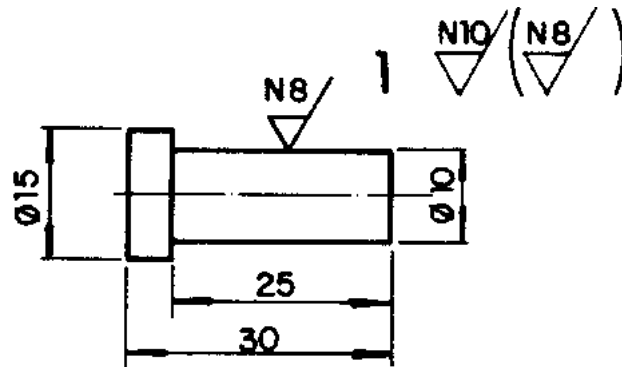
N6 corresponde a um desvio aritmético máximo de $0,8\mu\text{m}$ ($0,0008\text{mm}$) e N9 corresponde a um desvio aritmético máximo de $6,3\mu\text{m}$ ($0,0063\text{mm}$).

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.



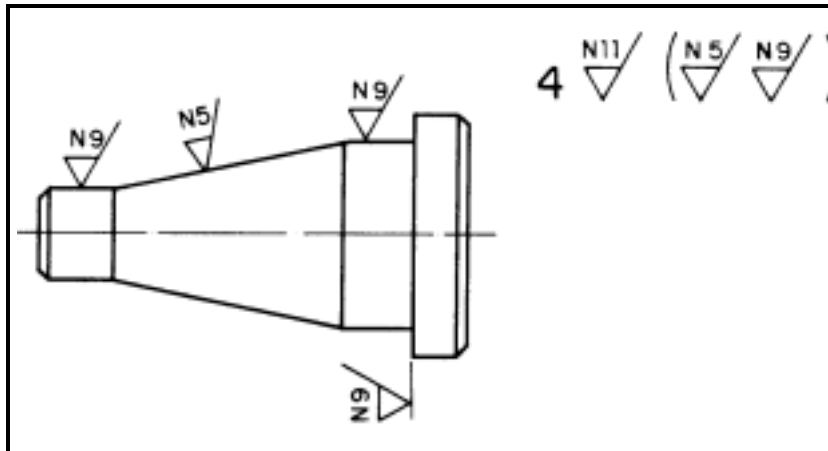
O símbolo deve ser indicado uma vez para cada superfície e, se possível, na vista que leva a cota ou representa a superfície.



Qualidade da superfície de acabamento

Baseada na NBR 8004 e ISO 1302		PROFUNDIDADE DA RUGOSIDADE $R_a = X$ ($1X = 0,001mm$)																							
		Grupo	▽▽▽▽			▽▽▽			▽▽			▽			~										
		Máximo	0,1			0,8			6,3			5,0			1000										
		Classe	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12											
OPERAÇÃO	ACABAMENTO	0,025	0,04	0,05	0,10	0,16	0,20	0,40	0,63	0,80	1,60	2,50	3,20	6,30	10,0	12,50	25,0	40,0	50,0	100	160	250	400	630	1000
ALARGAR	Fino																								
	De precisão																								
APLAINAR	Pré-aplainar																								
	Desbastar																								
	Alisar																								
BROCHAR	Brochar																								
	Fino																								
ESCAREAR	Escarear																								
	Alargar																								
FORJAR	Forjamento sem matriz																								
	Forjamento com matriz																								
	Forjamento de pressão																								
FRESAR	Desbastar																								
	Alisar																								
	Fino																								
FUNDIR	De precisão																								
	Fundição em areia																								
	Fundição em coquilha																								
LAMINAR	Fundição sob pressão																								
	A quente																								
	A frio																								
LAPIDAR	Desbastar																								
	Alisar																								
	Fino																								
LIMAR	De precisão																								
	Desbastar																								
	Alisar																								
POLIR	Translimar																								
	Polir com máquina																								
POLIR SOB PRESSÃO	Polir																								
	Polimento de aperto																								
PRENSAR	Polimento com rolos																								
	Prensar																								
RASQUETEAR	Cunhar																								
	1 a 3 marcações por cm²																								
RETIFICAR	3 a 5 marcações por cm²																								
	Retificar grosso																								
	Retificar																								
	Fino																								
RODAR	De precisão																								
	Rodagem simples																								
	Superacabamento																								
SOPRAR	Superacab. com rolos																								
	Com jato de areia grossa																								
	Com jato de areia média																								
	Com jato de areia fina																								
TORNEAR	Com jato de esferas																								
	Pré-tornear																								
	Desbastar																								
INT. e EXT.	Alisar																								
	T.fino com vídia																								
TREFILAR	T.de precis. com diamante																</								

Informações complementares



Interpretação

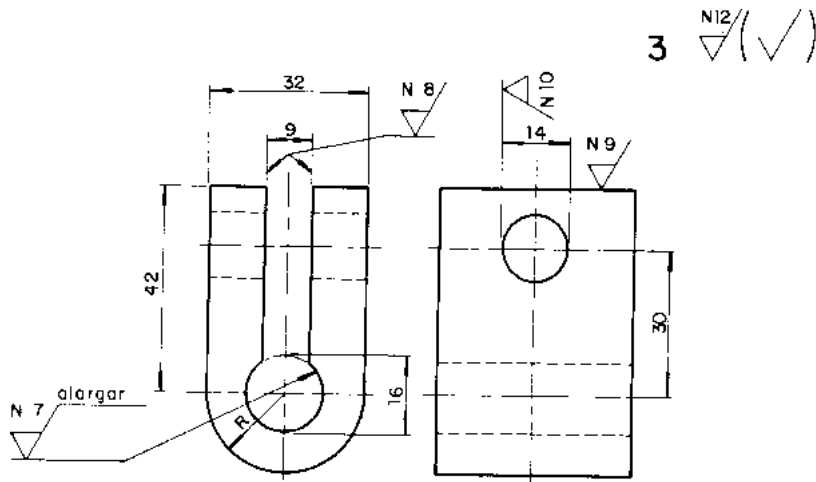
4 é o número da peça.

N11 , ao lado do número da peça, representa o acabamento geral, válido para todas as superfícies sem indicação.

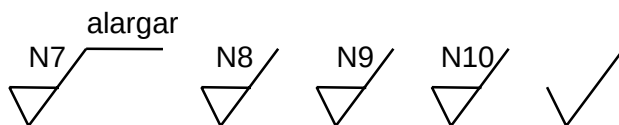
N11 indica que a rugosidade máxima permitida no acabamento é de $25\mu\text{m}$ ($0,025\text{mm}$).

N9 , representado dentro dos parênteses e nas superfícies que deverão ser usinadas, indica rugosidade máxima permitida de $6,3\mu\text{m}$ ($0,0063\text{mm}$).

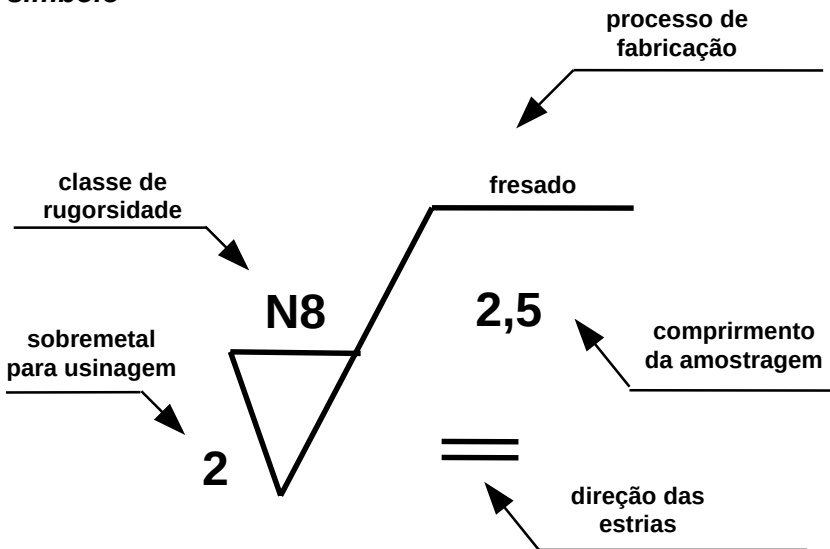
N5  indica superfície usinada com rugosidade máxima permitida de $0,4\mu\text{m}$ ($0,0004\text{mm}$).



O símbolo dentro dos parênteses representa, de forma simplificada, todos os símbolos de rugosidade indicados nas projeções.

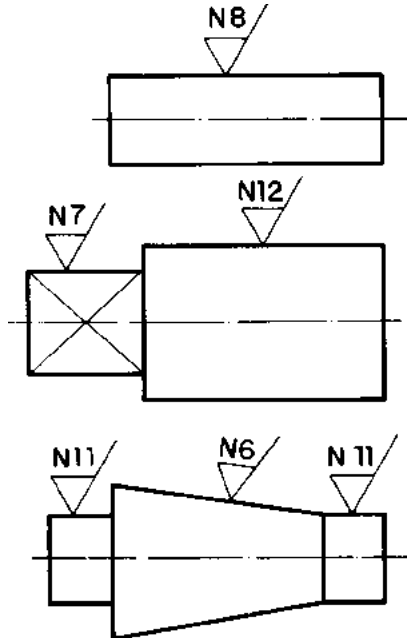


Disposição das indicações do estado de superfície no símbolo



Exercícios

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

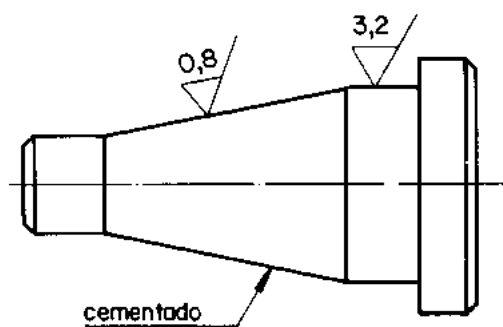


a. $N8 = 3,2\mu m$

b. _____ , _____

c. _____ , _____

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



1 $\frac{12,5}{\nabla}$ $\left(\frac{0,8}{\nabla} \frac{3,2}{\nabla} \right)$

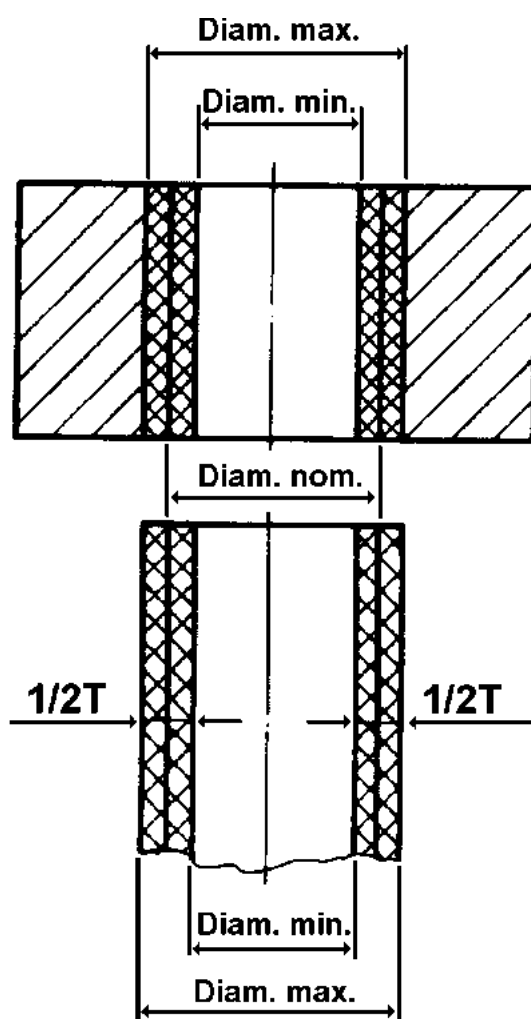
- a) Que classe de rugosidade a maioria das superfícies da peça deverá receber?

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

- c) Que tratamento a peça deverá receber?

Tolerância

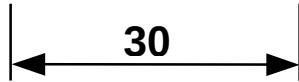
Tolerância é o valor da variação permitida na dimensão de uma peça. Em termos práticos é a diferença tolerada entre as dimensões máxima e mínima de uma dimensão nominal.



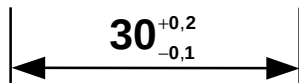
A tolerância é aplicada na execução de peças em série e possibilita a intercambiabilidade delas.

Conceitos na aplicação de medidas com tolerância

Medida nominal: é a medida representada no desenho.



Medida com tolerância: é a medida com afastamento para mais ou para menos da medida nominal.



Medida efetiva: é a medida real da peça fabricada.

Ex. 30,024

Dimensão máxima: é a medida máxima permitida.

30,2

Dimensão mínima: é a medida mínima permitida.

29,9

Afastamento superior: é a diferença entre a dimensão máxima permitida e a medida nominal.

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

Afastamento inferior: é a diferença entre a dimensão mínima permitida e a medida nominal.

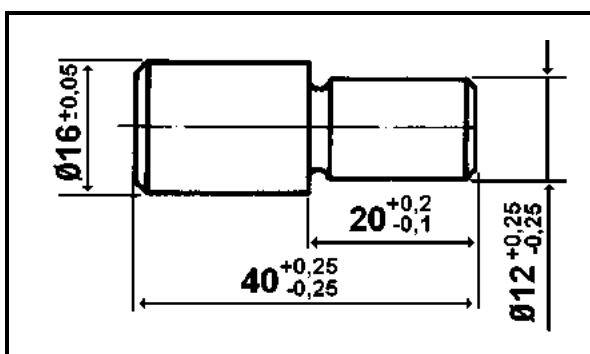
$$29,9 - 30 = -0,1$$

Campo de tolerância: é a diferença entre a medida máxima e a medida mínima permitida.

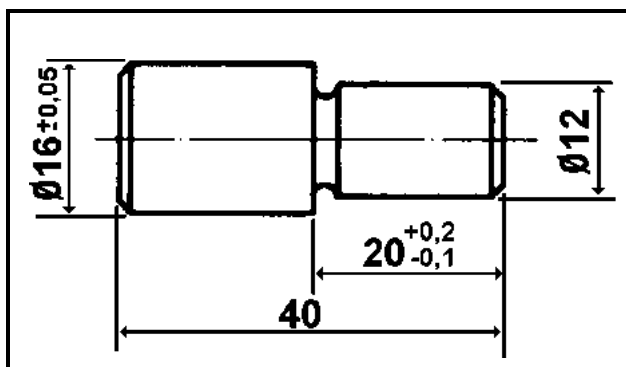
$$30,2 - 29,9 = 0,3$$

Indicações de tolerância

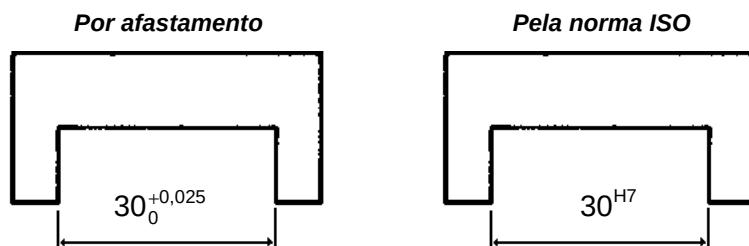
Afastamentos, indicados junto das cotas nominais.



Afastamentos gerais, indicados abaixo do desenho.



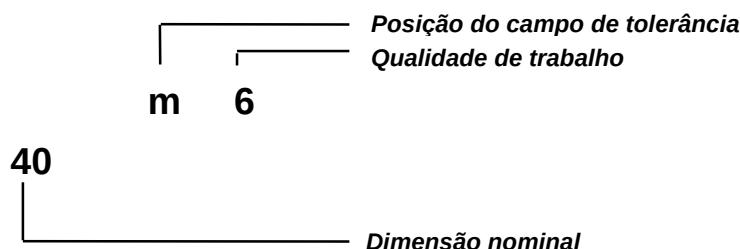
As tolerâncias podem ser representadas por afastamentos ou pela norma ISO adotada pela ABNT.



Tolerância ISO (International Organization for Standardization)

O sistema de tolerância ISO adotado pela ABNT, conhecido como sistema internacional de tolerância, consiste numa série de princípios, regras e tabelas que permitem a escolha racional de tolerâncias na produção de peças. A unidade de medida para tolerância ISO é o micrômetro ($\mu\text{m} = 0,001\text{mm}$).

A tolerância ISO é representada normalmente por uma letra e um numeral colocados à direita da cota. A **letra** indica a posição do campo de tolerância e o **numeral**, a qualidade de trabalho.



Campo de tolerância

É o conjunto dos valores compreendidos entre as dimensões máxima e mínima. O sistema ISO prevê 28 campos representados por letras, sendo as maiúsculas para furos e as minúsculas para eixos:

Furos

A, B, C, CD, D, E, EF, F, FG, G, H, J, JS, K, M, N, P, R, S, T, U, V, X, Y, Z, ZA, ZB, ZC

Eixos

a, b, c, cd, d, e, ef, f, fg, g, h, j, js, k, m, n, p, r, s, t, u, v, x, y, z, za, zb, zc

Qualidade de trabalho

A qualidade de trabalho (grau de tolerância e acabamento das peças) varia de acordo com a função que as peças desempenham nos conjuntos.

O sistema ISO estabelece dezoito qualidades de trabalho, que podem ser adaptadas a qualquer tipo de produção mecânica.

Essas qualidades são designadas por IT 01, IT 0, IT 1, IT 2... IT 1.6 (I - ISO e T = tolerância).

Grupos de dimensões

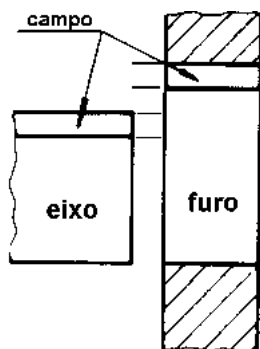
O sistema de tolerância ISO foi criado para produção de peças intercambiáveis com dimensões compreendidas entre 1 e 500mm. Para simplificar o sistema e facilitar sua utilização, esses valores foram reunidos em treze grupos de dimensões em milímetros.

Grupos de dimensões em milímetros

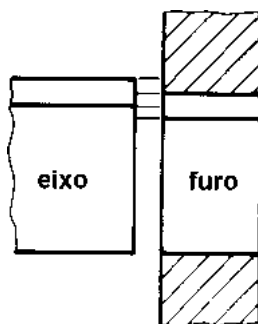
1	6	18	50	120	250	400
a	a	a	a	a	a	a
3	10	30	80	180	315	500
3	10	30	80	180	315	
a	a	a	a	a	a	
6	18	50	120	250	400	

Ajustes

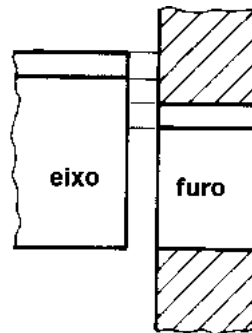
O ajuste é a condição ideal para fixação ou funcionamento entre peças executadas dentro de um limite. São determinados de acordo com a posição do campo de tolerância.



Ajuste móvel



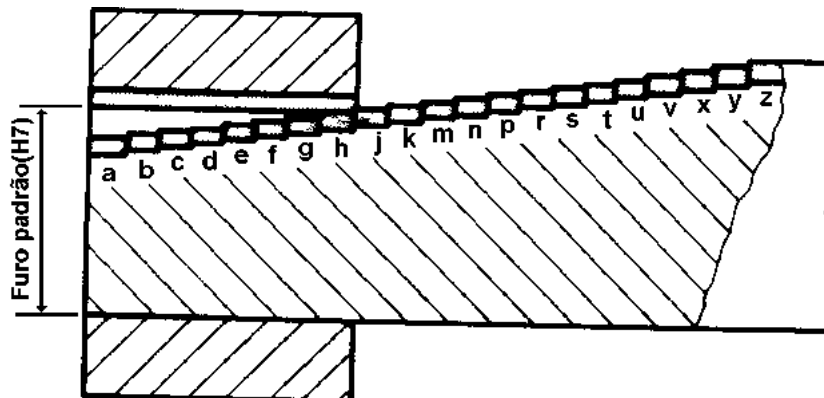
Ajuste incerto



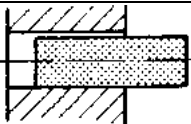
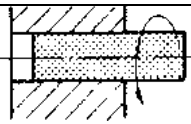
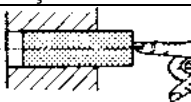
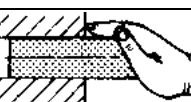
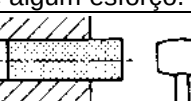
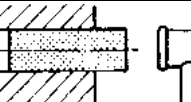
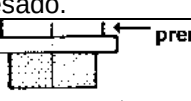
Ajuste fixo

Para não haver diversificação exagerada de tipos de ajustes, a tolerância do furo ou do eixo é padronizada. Geralmente, padroniza-se o furo em H7.

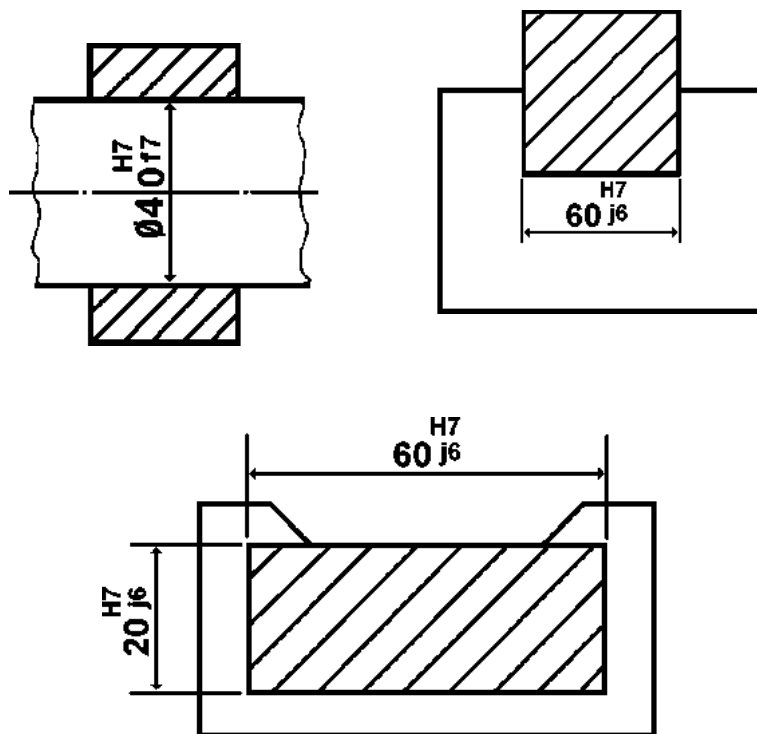
A origem dos termos furo e eixo provém da importância que as peças cilíndricas têm nas construções mecânicas. Na prática, porém, os termos furo e eixo são entendidos como medida interna e medida externa, respectivamente.



Para estabelecer a tolerância, usa-se a tabela a seguir:

AJUSTES RECOMENDAÇÕES						
TIPO DE AJUSTE	EXEMPLO DE AJUSTE	EXTRA PRECISO	MECÂNICA PRECISA	MECÂNICA MÉDIA	MECÂNICA ORDINÁRIA	EXEMPLO DE APLICAÇÃO
LIVRE	 Montagem à mão, com facilidade.	$H_6 e_7$	$H_7 e_7$ $H_7 e_8$	$H_8 e_9$	$H_{11} a_{11}$	Peças cujos funcionamentos necessitam de folga por força de dilatação, mau alinhamento, etc.
ROTATIVO	 Montagem à mão podendo girar sem esforço.	$H_6 f_6$	$H_7 f_7$	$H_8 f_8$	$H_{10} d_{10}$ $H_{11} d_{11}$	Peças que giram ou deslizam com boa lubrificação. Ex.: eixos, mancais, etc.
DESLIZANTE	 Montagem à mão com leve pressão.	$H_6 g_5$	$H_7 g_6$	$H_8 g_8$ $H_8 h_8$	$H_{10} h_{10}$ $H_{11} h_{11}$	Peças que deslizam ou giram com grande precisão. Ex.: anéis de rolamentos, correias, etc.
DESLIZANTE JUSTO	 Montagem à mão, porém, necessitando de algum esforço.	$H_6 h_5$	$H_7 h_6$			Encaixes fixos de precisão, órgãos lubrificados deslocáveis à mão. Ex.: punções, guias, etc.
ADERENTE FORÇADO LEVE	 Montagem com auxílio de martelo.	$H_6 j_5$	$H_7 j_6$			Órgãos que necessitam de freqüentes desmontagens. Ex.: polias, engrenagens, rolamentos, etc.
FORÇADO DURO	 Montagem com auxílio de martelo pesado.	$H_6 m_5$	$H_7 m_6$			Órgãos possíveis de montagens e desmontagens sem deformação das peças.
À PRESSÃO COM ESFORÇO	 Montagem com auxílio de balancim ou por dilatação	$H_6 p_5$	$H_7 p_6$			Peças impossíveis de serem desmontadas sem deformação. Ex.: buchas à pressão, etc.

Nos desenhos de conjuntos, onde as peças aparecem montadas, a indicação da tolerância poderá ser feita do seguinte modo:



Tolerância de forma e posição

Símbolos, inscritos e interpretação sobre o desenho

Este é um resumo da norma proposta pela ABNT. As tolerâncias de forma e posição podem ser adicionadas às tolerâncias de dimensões para assegurar melhor função e intercambiabilidade das peças.

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

As **tolerâncias de posição** limitam os afastamentos da posição mútua de dois ou mais elementos por razões funcionais ou para assegurar uma interpretação inequívoca. Geralmente um deles é usado como referência para a indicação das tolerâncias. Se for necessário, pode ser tomada mais de uma referência.

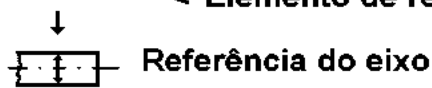
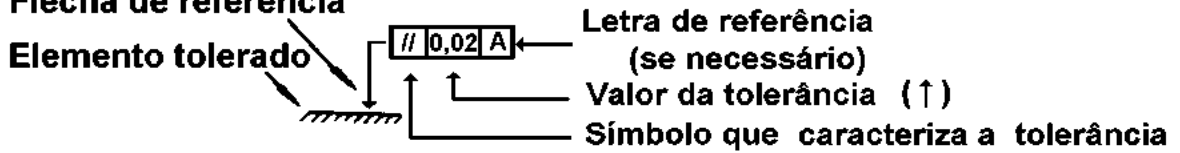
O elemento de referência deve ser suficientemente exato e, quando necessário, indica-se também uma tolerância de forma.

As tolerâncias estão relacionadas à dimensão total dos elementos, a não ser no caso de exceções, indicadas no desenho (por exemplo: 0,02/100 significa que a tolerância de 0,02mm é aplicada numa extensão de 100mm de comprimento, medida em posição conveniente no elemento controlado). Se a

indicação ou o triângulo de referência devem ser colocados sobre a linha de cota.

Flecha de referência

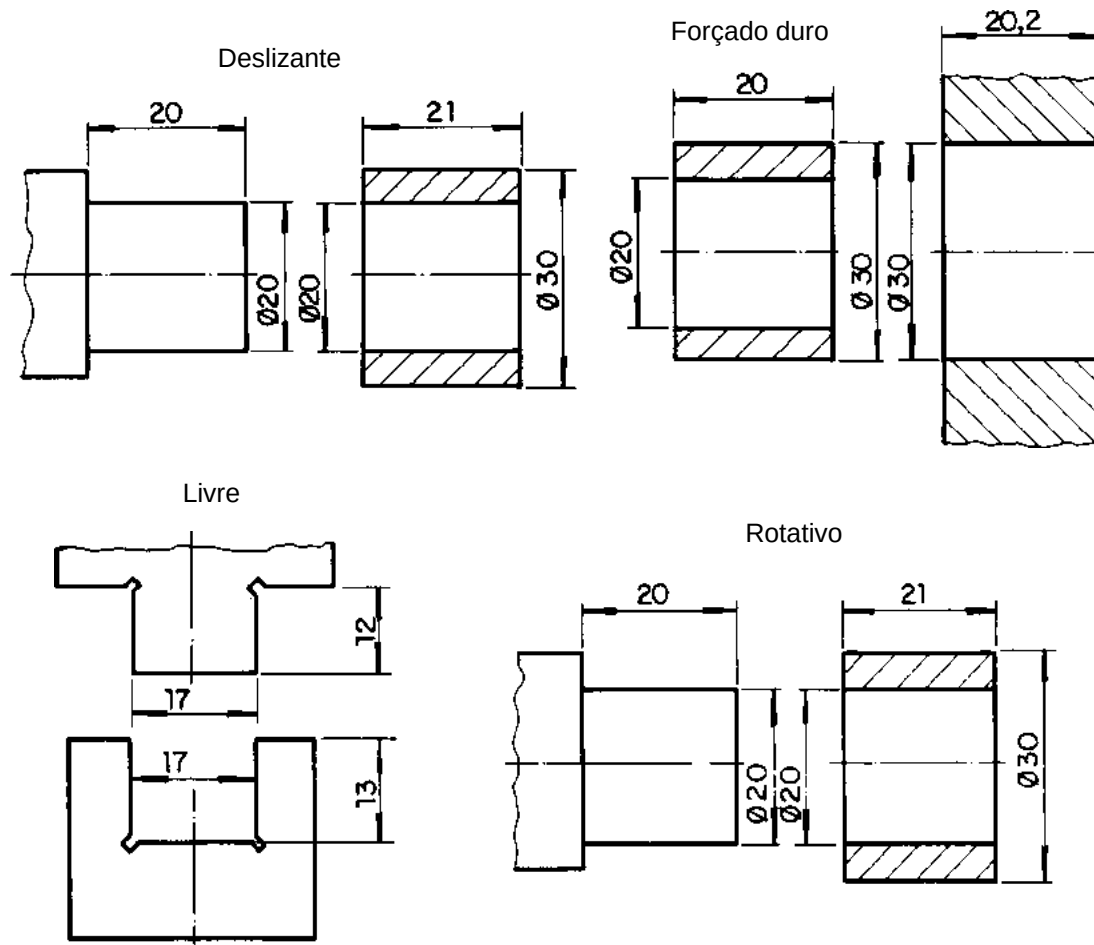
Elemento tolerado



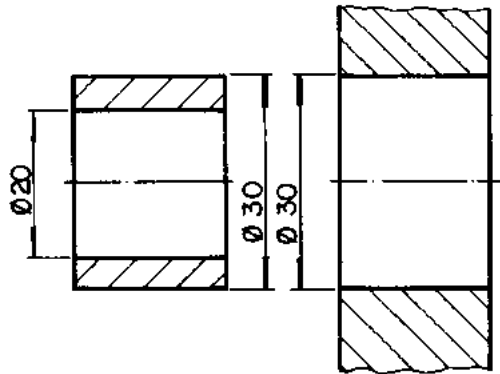
Caso a identificação esteja relacionada como uma superfície ou linha de contorno, a seta de identificação ou o triângulo de referência não devem ser colocados sobre a linha de cota.

Exercícios

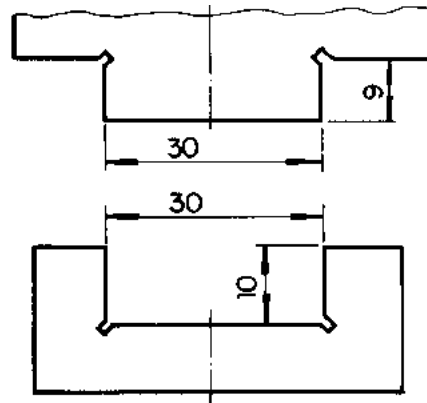
- 1) Escreva, junto às cotas dos desenhos abaixo, as tolerâncias ISO-ABNT de acordo com os tipos de ajuste indicados.



A pressão com esforço



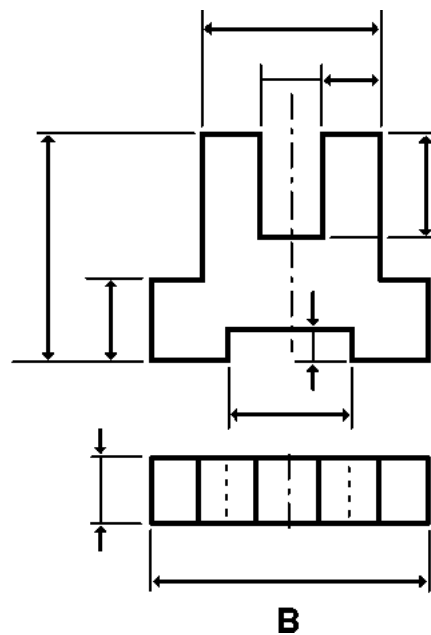
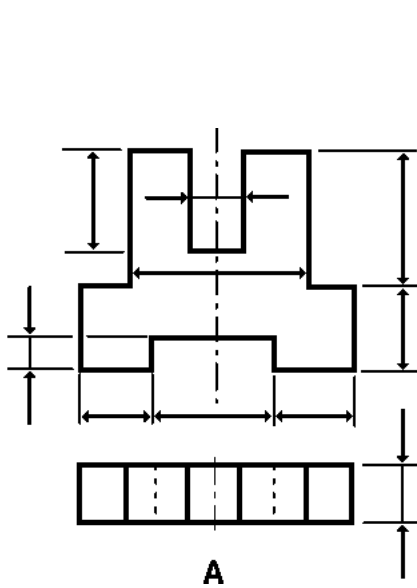
Deslizante justo

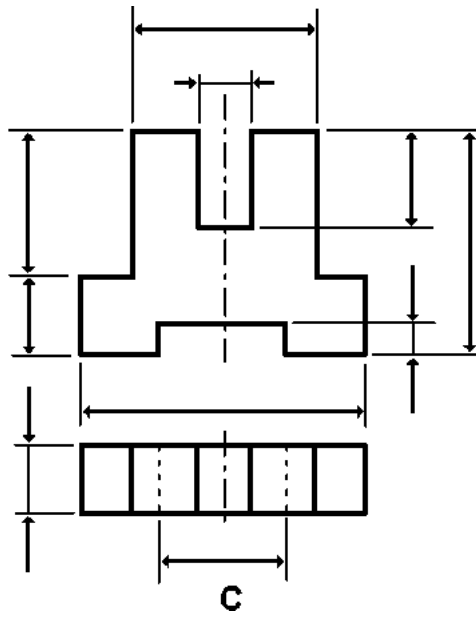


Leitura e Interpretação de Desenho Técnico Mecânico

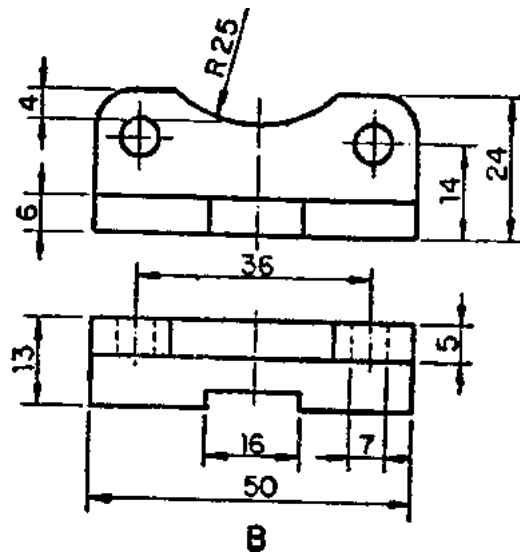
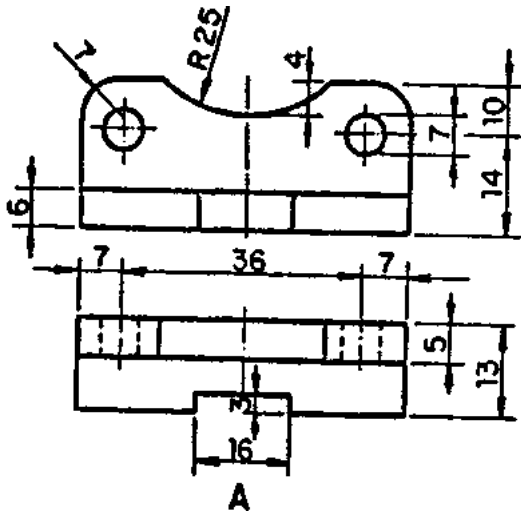
Avaliação

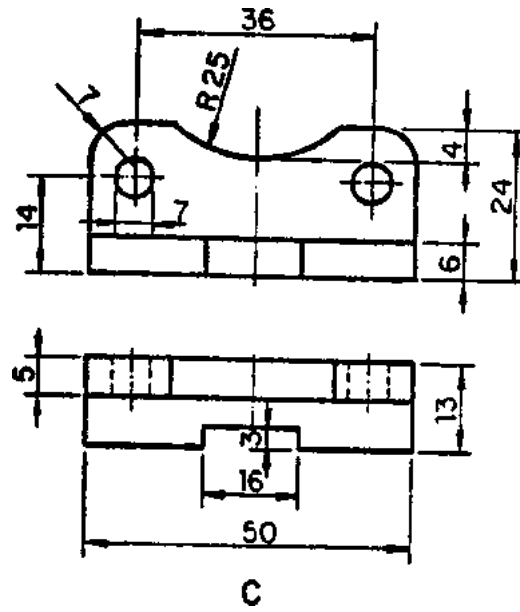
- 1) Em qual dos três desenhos a colocação das cotas está de acordo com as normas?



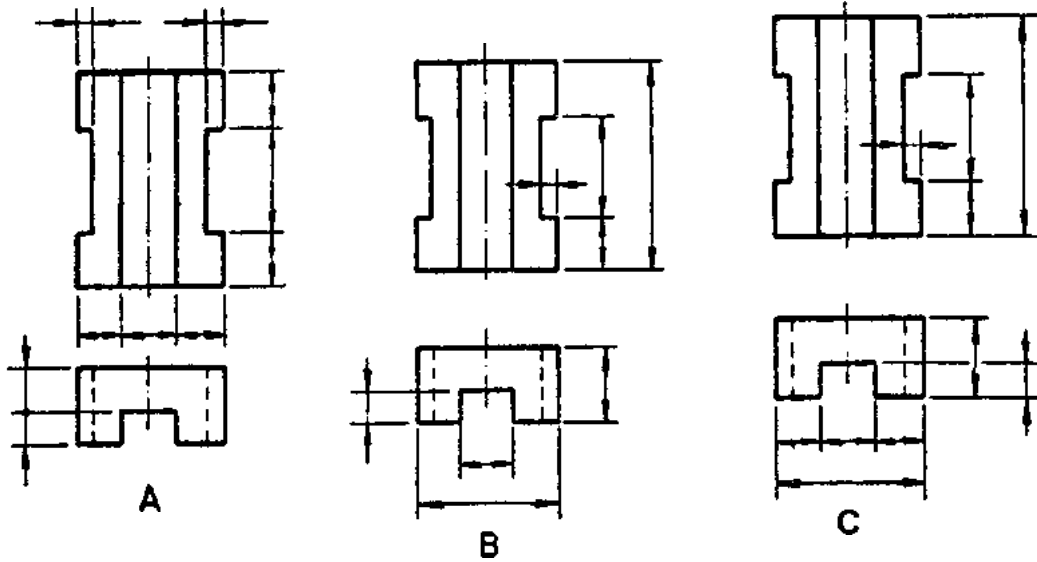


- 2) Em qual dos três desenhos a colocação das cotas está de acordo com as normas?

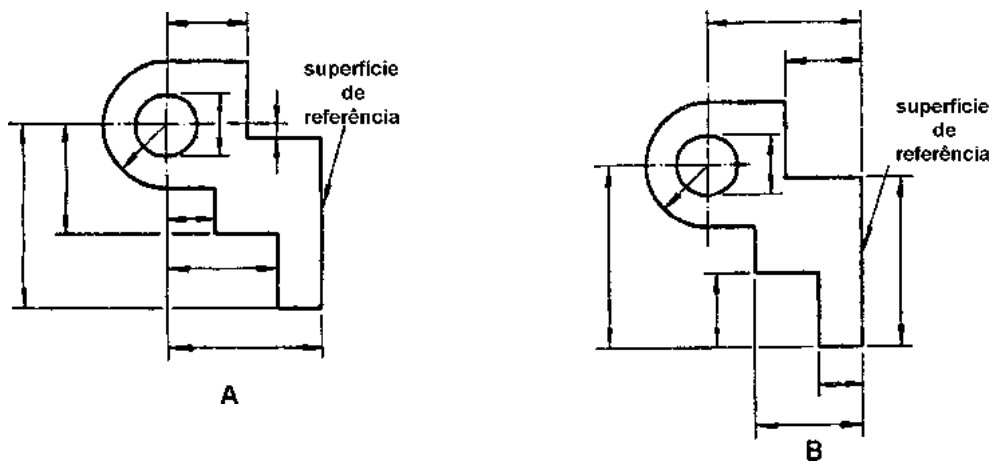


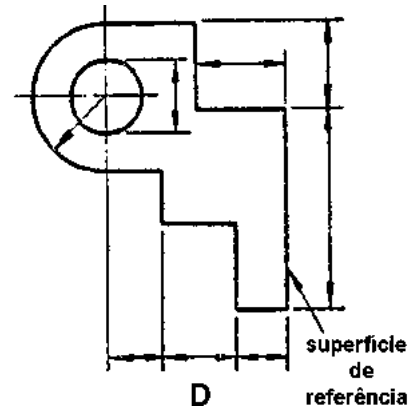
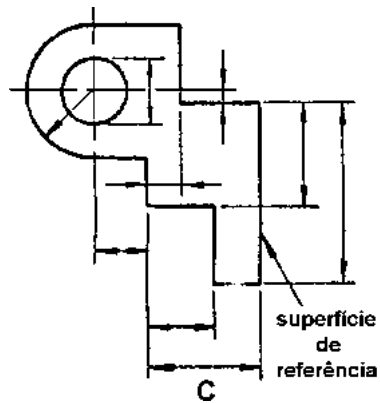


- 3) Em qual dos três desenhos a colocação das cotas está de acordo com as normas?

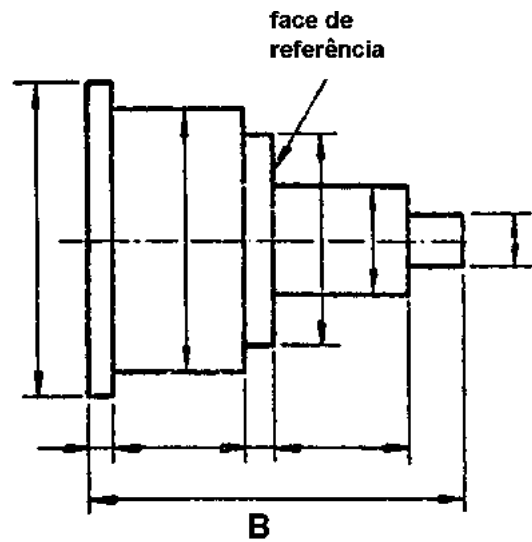
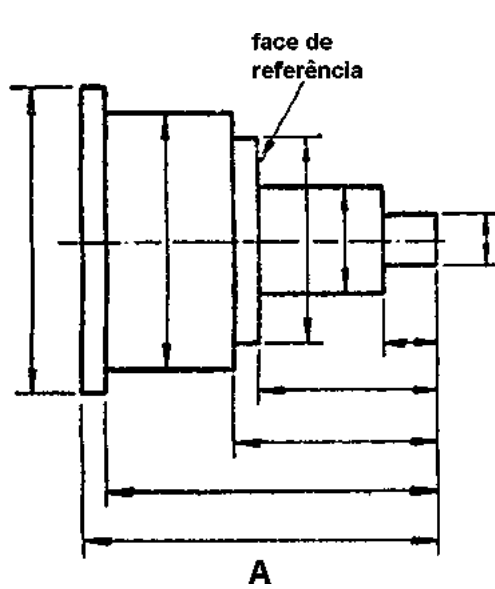


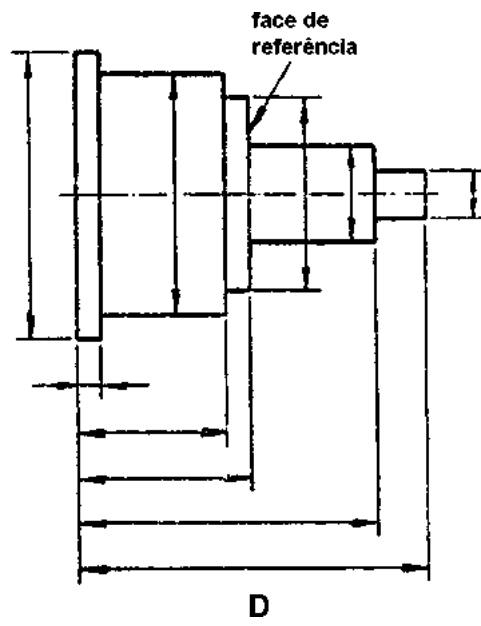
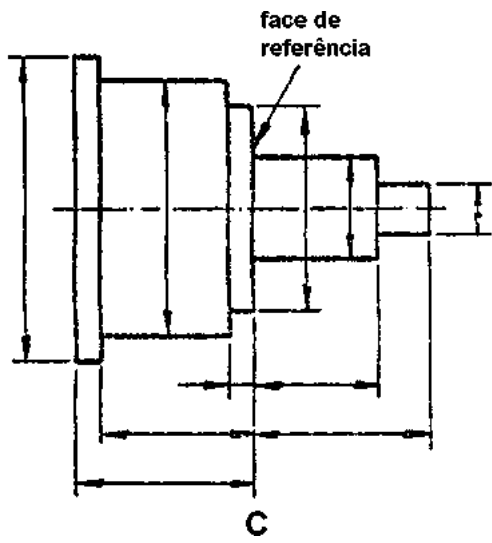
- 4) Em qual dos quatro desenhos a cotagem está correta?





- 5) Em qual dos quatro desenhos a cotação está correta em função da face de referência?





- 6) Qual das cinco figuras representa a elevação correta da perspectiva abaixo desenhada?

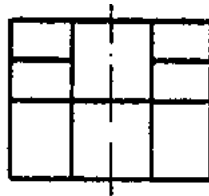
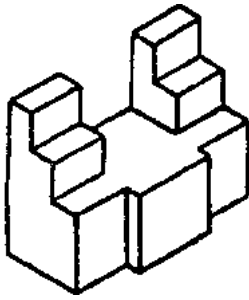


Fig. A

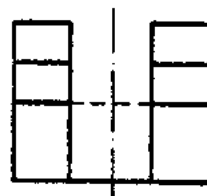


Fig. B



Fig. C

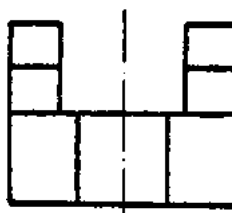


Fig. D



Fig. E

- 7) Qual das cinco figuras representa a planta correta da perspectiva abaixo desenhada?

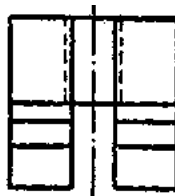
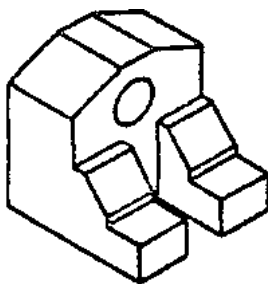


Fig. A

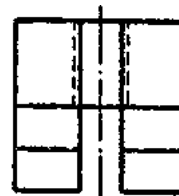


Fig. B

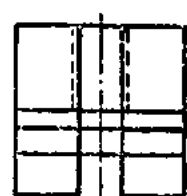


Fig. C

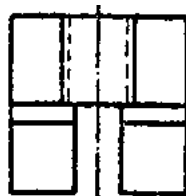


Fig. D

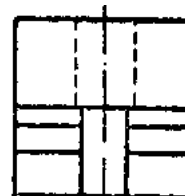


Fig. E

- 8) Qual das cinco figuras representa a elevação correta da perspectiva abaixo desenhada?

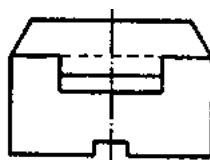
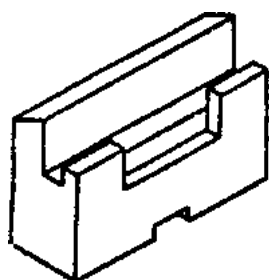


Fig. A

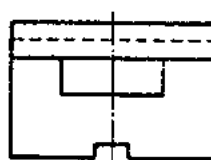


Fig. B

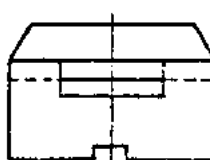


Fig. C

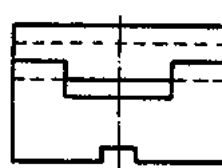
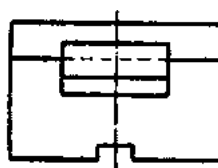


Fig. E

- 9) Qual das cinco figuras representa a planta correta da perspectiva abaixo desenhada?

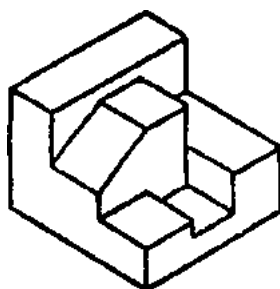


Fig. A

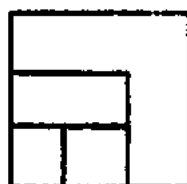


Fig. B

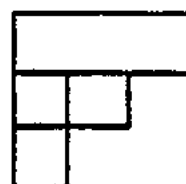


Fig. C

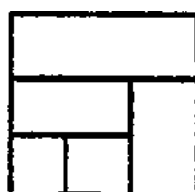


Fig. D

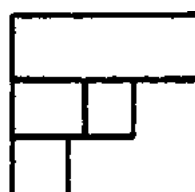


Fig. E

10) Qual das cinco figuras representa corretamente a vista indicada pela seta na perspectiva abaixo desenhada?

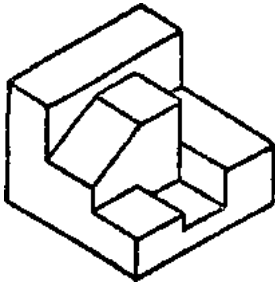


Fig. A



Fig. B

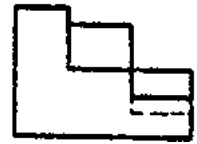


Fig. C



Fig. D



Fig. E

11) Qual das cinco figuras representa corretamente a vista indicada pela seta na perspectiva abaixo desenhada?

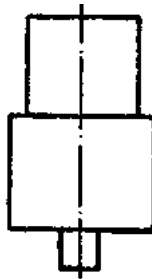
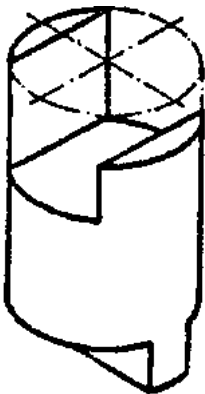


Fig. A

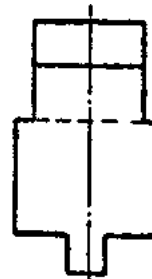


Fig. B

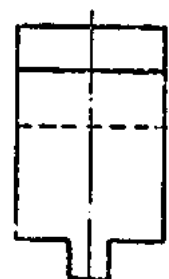


Fig. C

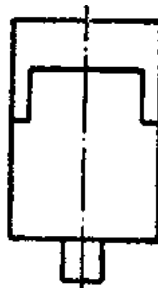


Fig. D

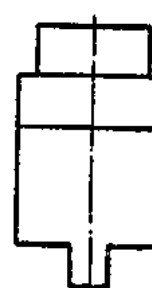


Fig. E

12) Qual das cinco figuras representa corretamente a vista indicada pela seta na perspectiva abaixo desenhada?

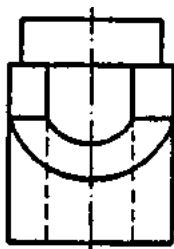
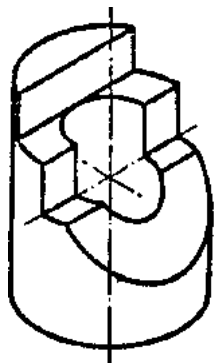


Fig. A

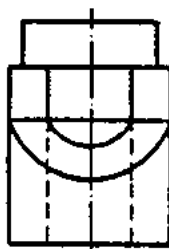


Fig. B

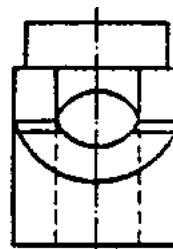


Fig. C

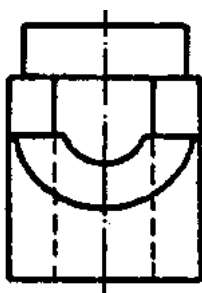


Fig. D

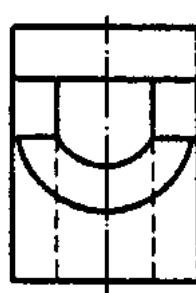


Fig. E

13) Qual das cinco figuras corresponde à planta correta das duas vistas (elevação e lateral) abaixo desenhadas?

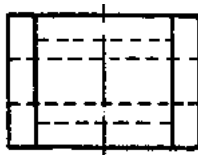
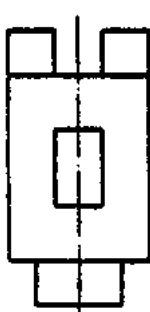
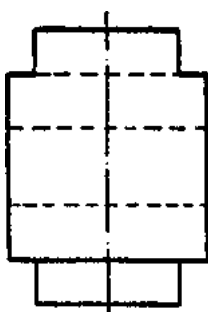


Fig. A



Fig. B



Fig. C

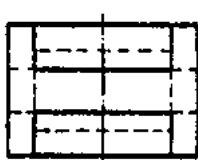


Fig. D

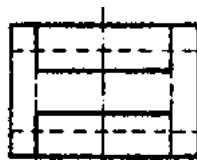
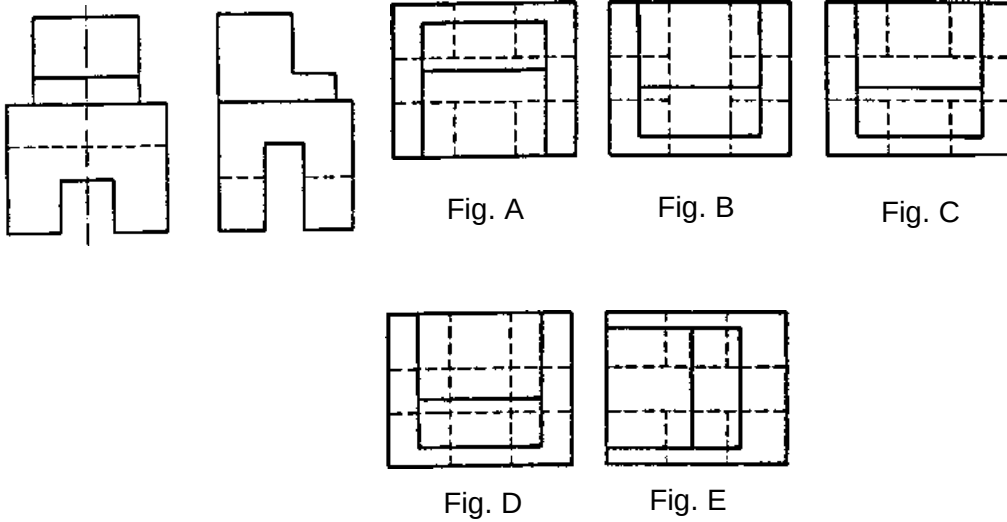
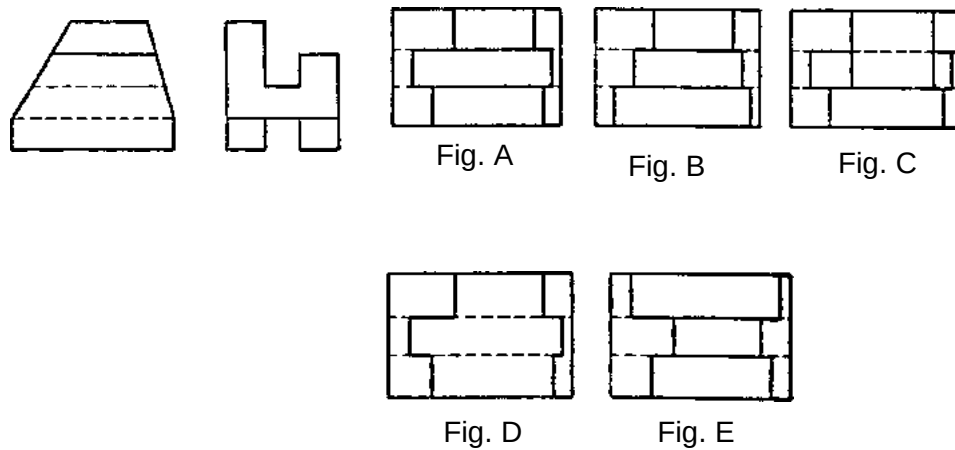


Fig. E

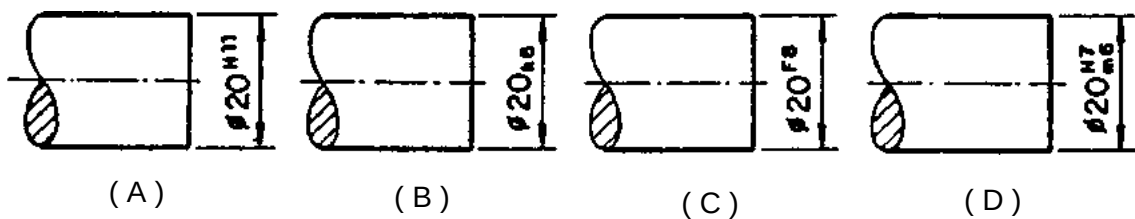
- 14) Qual das cinco figuras corresponde à planta correta das duas vistas (elevação e lateral) abaixo desenhadas?



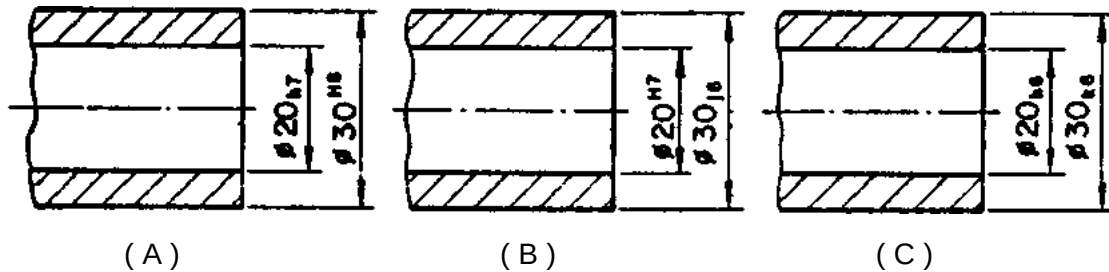
- 15) Qual das cinco figuras corresponde à planta correta das duas vistas (elevação e lateral) abaixo desenhadas?



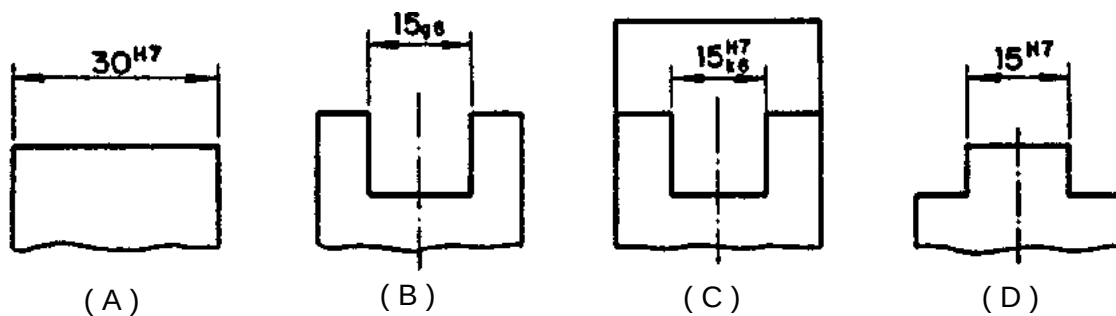
- 16) A tolerância, conforme a norma ISO, está representada corretamente na figura:



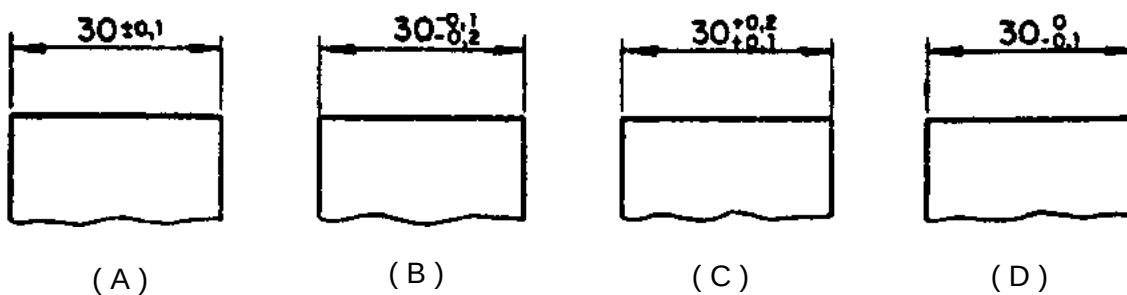
17) As tolerâncias, conforme a norma ISO, estão representadas corretamente na figura:



18) A tolerância, conforme a norma ISO, está representada corretamente na figura:

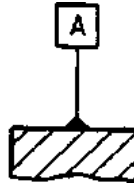


19) Em qual figura a medida máxima é menor que a medida nominal?



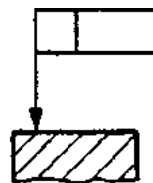
20) O que significa a representação no desenho abaixo?

- a) Elemento de referência
- b) Tolerância de forma
- c) Tolerância de posição
- d) Campo de tolerância
- e) Elemento tolerado



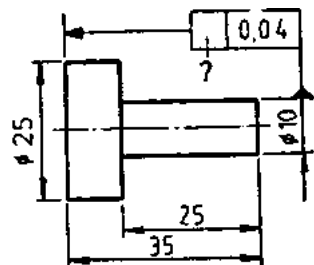
21) A seta indica o/a:

- a) Elemento de referência
- b) Tolerância de forma
- c) Tolerância de posição
- d) Campo de tolerância
- e) Elemento tolerado



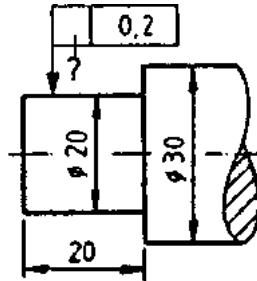
22) Qual o símbolo que deve ser colocado na indicação de tolerância?

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)

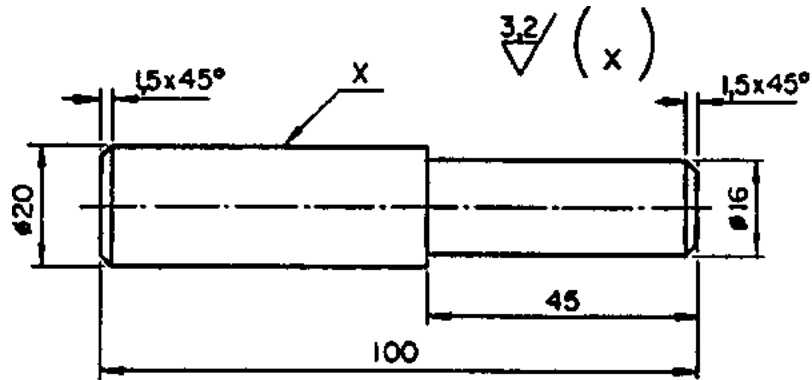


23) Qual o símbolo que deve ser colocado na indicação de tolerância?

- a) 
- b) 
- c) 
- d) 
- e) 



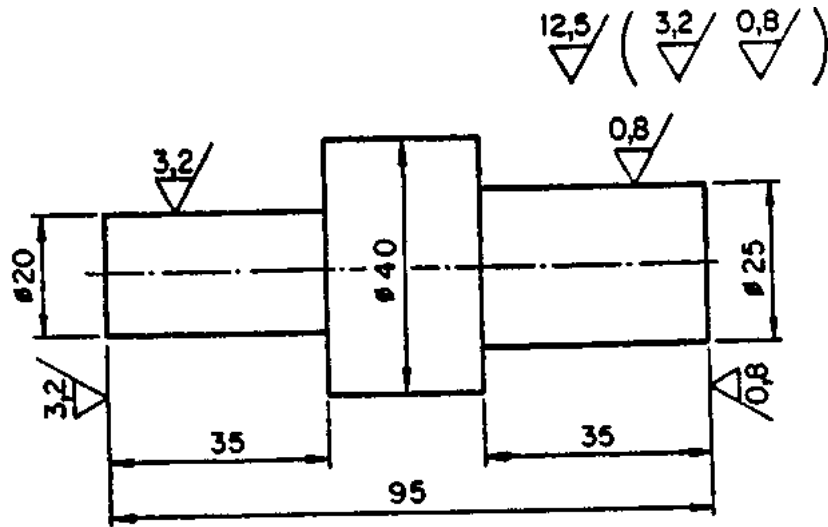
- 24) A peça representada pelo desenho abaixo, é produzida em série e o diâmetro de 20 foi trefilado a frio. Qual é símbolo que deve ser colocado no lugar de "x" e que indica o estado superficial do diâmetro de 20?



- (A) $\frac{3.2}{\nabla}$ (B) ∇ (C) $\frac{0.8}{\nabla}$ (D) ∇ (E) $\frac{3.2}{\nabla} =$

- 25) Em qual superfície é permitida uma maior rugosidade ?

- a) Superfície cilíndrica $\varnothing 20$
- b) Superfície cilíndrica $\varnothing 25$
- c) Superfície cilíndrica $\varnothing 40$
- d) Superfície da face $\varnothing 20$
- e) Superfície da face $\varnothing 25$



SÍMBOLOS DE TOLERÂNCIA E CARACTERÍSTICAS TOLERADAS		EXEMPLOS DE APLICAÇÃO		
Posição	Orientação	Zona de tolerância		
		Inscrição no desenho	Interpretação	
Orientação	PARALELISMO De uma linha (eixo) ou de um plano em relação a uma reta ou um plano de referência.			O eixo tolerado deve estar dentro de um cilindro de diâmetro $t=0,1$ paralelo ao eixo de referência.
	PERPENDICULARIDADE De uma linha (eixo) ou de um plano em relação a uma reta ou um plano de referência.			O eixo do cilindro deve estar incluído entre duas retas distantes de $t=0,03$ perpendiculares ao plano de referência.
	INCLINAÇÃO De uma linha (eixo) ou de um plano em relação a uma reta ou um plano de referência.			O eixo de furação deve estar incluído entre duas linhas paralelas distantes de $t=0,1$ e formando com o plano de referência um ângulo de 60° .
	LOCALIZAÇÃO De linhas, eixos ou superfícies entre si ou em relação a um ou mais elementos de referência.			O eixo do furo deve estar incluído dentro de um cilindro de diâmetro $t=0,05$ cujo eixo está na posição geometricamente exata, especificado pelas cotas marcadas.
Situação	COAXIALIDADE (Concentricidade) de um eixo ou de um ponto em relação a um eixo ou ponto de referência.			O eixo de simetria da parte tolerada da árvore deve estar incluído dentro de um cilindro de diâmetro $t=0,03$ cujo eixo coincide com o eixo de referência.
	SIMETRICIDADE De um plano médio ou de uma linha média (eixo) em relação a uma reta ou plano de referência.			O plano médio do canal deve estar entre dois planos paralelos distantes de $t=0,06$ e também simetricamente em relação ao plano médio de referência.
Balanço	BALANÇO RADIAL OU AXIAL De um elemento em relação ao seu eixo de rotação.			Numa revolução completa da peça em torno do eixo de referência A, o balanço axial da superfície frontal não deve superar o valor da tolerância $t=0,02$.

EXEMPLOS DE APLICAÇÃO					
SÍMBOLOS DE TOLERÂNCIA E CARACTERÍSTICAS TOLERADAS	Zona de tolerância	Inscrição no desenho	Interpretação		
— LINEARIDADE De uma linha ou de um eixo.			O eixo da parte cilíndrica do peça deve estar dentro de um cilindro de $\phi t = 0,03$.		
 PLANICIDADE De uma superfície.			O plano tolerado deve estar entre dois planos paralelos de distância $t = 0,05$.		
○ CIRCULARIDADE De um disco, de um cilindro, de um cone etc.			A linha de circunferência de cada seção deve estar dentro de um anel circular de espessura $t = 0,02$.		
 CILINDRICIDADE			A superfície tolerada deve estar incluída entre dois cilindros coaxiais cujos raios diferem de $t = 0,05$.		
⌒ FORMA DE UMA LINHA QUALQUER (Perfil ou contorno)			O perfil tolerado deve estar entre duas evolventes onde a distância está limitada por círculos de $\phi t = 0,08$. Os centros dos círculos devem estar contidos na linha teoricamente exata.		
 FORMA DE UMA SUPERFÍCIE QUALQUER			A superfície tolerada deve estar incluída entre dois planos evolutivos, cuja distância está limitada por esferas de $\phi t = 0,03$. Os centros dessas esferas estarão contidos sobre o plano teoricamente exato.		