

DESENHO TÉCNICO

I – INTRODUÇÃO

O Desenho Técnico é uma representação gráfica de objetos e suas relações, de maneira clara e sem ambiguidades através da descrição da forma e tamanho.

É uma linguagem gráfica internacional. A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) fixa as condições gerais que devem ser observadas na execução dos Desenhos Técnicos.

II – INSTRUMENTOS DE DESENHO

Pranchetas (mesas para desenho) – construídas com tampo de madeira macia e revestidas com plástico apropriado, comumente verde, por produzir excelente efeito para o descanso dos olhos.

Régua paralela – instrumento adaptável à prancheta, funcionando através de um sistema de roldanas.

Tecnígrafo – instrumento adaptável à prancheta reunindo, num só mecanismo, esquadro, transferidor, régua paralela e escala.

Régua “T” – utilizada sobre a prancheta para traçado de linhas horizontais ou em ângulo, servindo ainda como base para manuseio dos esquadros.

Esquadros – utilizados para traçar linhas, normalmente fornecidos em pares (um de 30º/60º e um de 45º).

Transferidor – instrumento destinado a medir ângulos. Normalmente são fabricados modelos de 180º e 360º.

Escalímetro – utilizada unicamente para medir, não para traçar.

Compasso – utilizado para o traçado de circunferências, possuindo vários modelos (cada qual com a sua função), alguns possuindo acessórios como tira-linhas e alongador para círculos maiores.

Curva francesa – gabarito destinado ao traçado de curvas irregulares.

Gabaritos – fornecidos em diversos tamanhos e modelos para as mais diversas formas (círculos, elipses, específicos para desenhos de engenharia civil, elétrica, etc.)

Lápis ou lapiseira – atualmente as mais utilizadas são as lapiseiras com grafite de 0,5mm e 0,7mm de diâmetro.

Materiais Complementares:

Flanela, escova para limpeza, fita adesiva, borracha.

Grau de dureza dos grafites:

A graduação dos grafites está mostrada na Tabela 1.

Tabela 01 – Grau de dureza dos grafites

9H a 4H	3H, 2H e H	F e HB	B e 2B	3B, 4B, 5B e 6B
extremamente duros	duros	médios	macios	macios a extremamente macios

III – NORMALIZAÇÃO

A execução de Desenhos Técnicos é inteiramente normalizada pela ABNT. Os procedimentos para execução de Desenhos Técnicos aparecem em normas gerais que abordam desde a denominação e classificação dos desenhos até as formas de representação gráfica.

Há também normas específicas que tratam os assuntos separadamente, como as que seguem.

3.1 NBR ISO 10209-2 – Documentação técnica de produto – Vocabulário. Parte 2: Termos relativos aos métodos de projeção

Esta norma é equivalente à ISO 10209-2 (ISO, 1993). Ela cancela e substitui a NBR 10647 (ABNT, 1989).

Esta parte da NBR ISO 10209 (ABNT, 2005) estabelece e define termos relativos aos métodos de projeção usados na documentação técnica de produto, abrangendo todos os campos de aplicação.

3.2 NBR 10067 - Princípios Gerais de Representação em Desenho Técnico

A NBR 10067 (ABNT, 1995) fixa a forma de representação aplicada em desenho técnico.

Normaliza o método de projeção ortográfica, que pode ser no 1º diedro ou no 3º diedro e os símbolos para representação (Figura 01), a denominação das vistas, a posição relativa das vistas, a escolha das vistas, a determinação do número de vistas, vistas especiais (vista fora de posição, vista auxiliar, elementos repetitivos, detalhes ampliados, linhas de interseção, vistas de peças simétricas, etc), cortes e seções, e generalidades.



Figura 01 - Símbolos do método de projeção ortogonal no 1º diedro e no 3º diedro
Fonte: NBR 10067 (ABNT, 1995)

3.3 NBR 10068 - Folha de Desenho – Leiaute e Dimensões

A NBR 10068 (ABNT, 1987) tem por objetivo padronizar as características dimensionais das folhas em branco e pré-impressas a serem aplicadas em todos os desenhos técnicos.

A norma apresenta, entre outros aspectos, o leiaute da folha com vistas a: posição e dimensão da legenda, margem e quadro, marcas de centro, escala métrica de referência, sistema de referência por malhas e marcas de corte.

O desenho deve ser executado no menor tamanho possível, desde que não prejudique sua clareza.

O formato do papel segue a DIN 476 – série “A” (Deutsches Institut für Normung), originária da Alemanha, cuja base é o formato A0 (A zero), constituído de um retângulo de 841mm x 1189mm $\cong 1\text{m}^2$ ($999949\text{mm}^2 = 0,999949\text{m}^2$), os lados desse retângulo possuem a mesma relação que existe entre o lado de um quadro e sua diagonal, ou seja, $\sqrt{2} \times 841 \cong 1189$.

Através de sucessivos cortes, dividindo em duas partes iguais os formatos, obtêm-se os tamanhos menores da série (Figura 02).

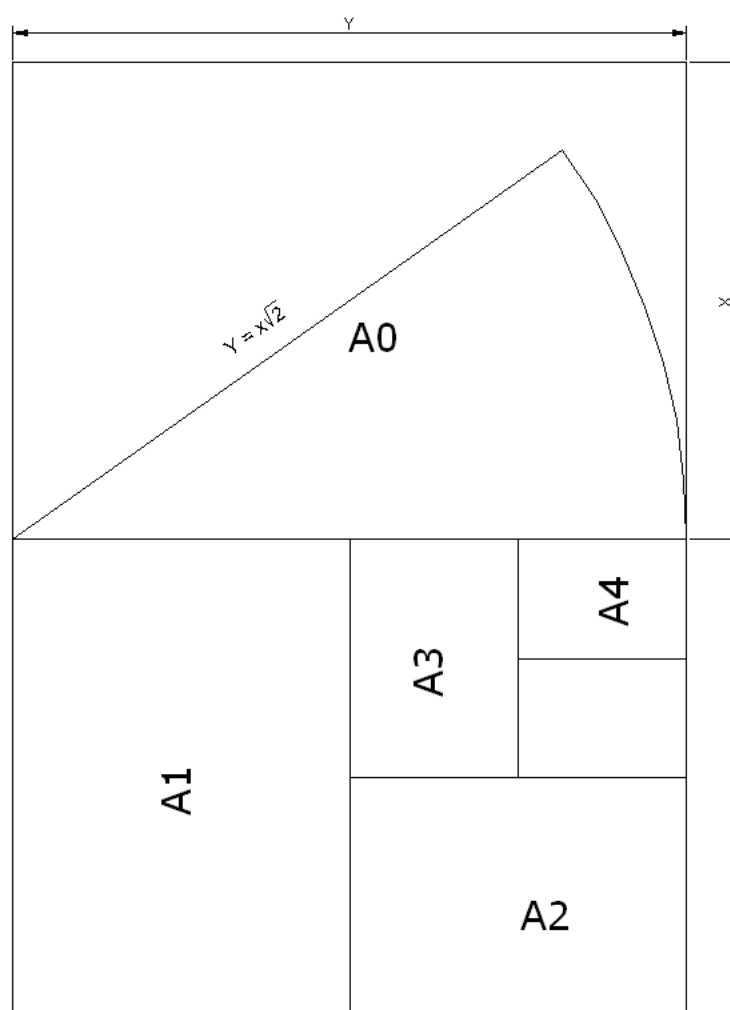


Figura 02 – Formatos derivados da série “A”

A legenda deve estar dentro do quadro para desenho de tal forma que contenha todos os dados para identificar o desenho (número, origem, título, executor, etc), esta deve estar localizada no canto inferior direito, tanto nas folhas posicionada horizontalmente quanto verticalmente, como mostra a Figura 03.

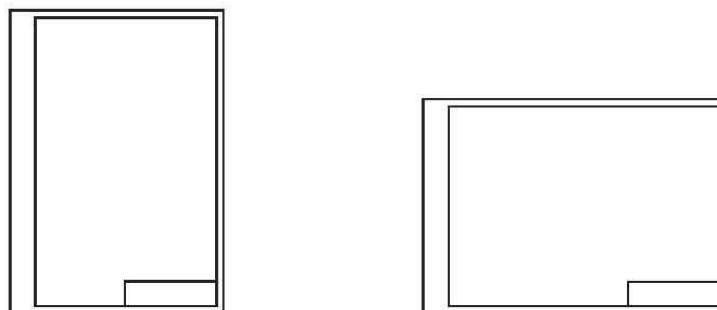


Figura 03 – Folha Horizontal e Vertical

As margens são limitadas pelo contorno externo da folha e o quadro. O quadro limita o espaço para o desenho (Figura 04).

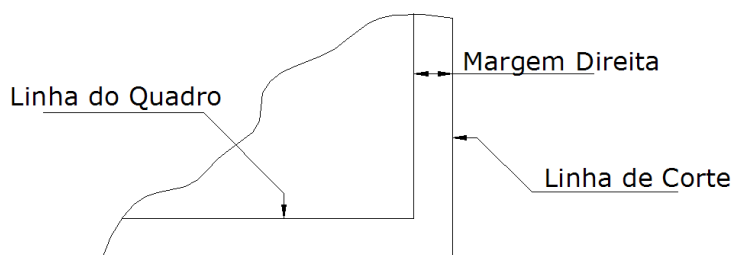


Figura 04 – Margens

O formato da folha recortada da série "A" é considerado principal. As margens esquerda e direita, bem como as larguras das linhas, devem ter as dimensões constantes na Tabela 02.

Tabela 02 – Formatos das séries "A"
Unidade: mm

Designação	Dimensões	Margem		Largura linha do quadro	Comprimento da legenda
		Esquerda	Outras		
A0	841 x 1189	25	10	1,4	175
A1	594 x 841	25	10	1,0	175
A2	420 x 594	25	7	0,7	178
A3	297 x 420	25	7	0,5	178
A4	210 x 297	25	7	0,5	178

Fonte: NBR 10068 (ABNT, 1987)

3.4 NBR 10582 - APRESENTAÇÃO DA FOLHA PARA DESENHO TÉCNICO

A NBR 10582 (ABNT, 1988) normaliza a localização e disposição do espaço destinado para o desenho, texto e legenda.

Como regra geral deve-se organizar os desenhos distribuídos na folha, de modo a ocupar toda a área, e organizar os textos acima (ou ao lado) da legenda junto à margem, conforme Figura 05.

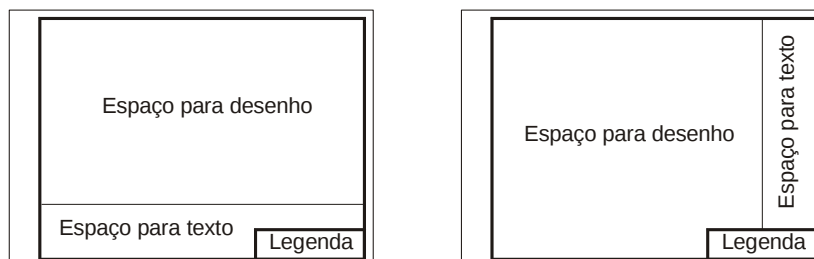


Figura 05 – Distribuição do texto, desenho e legenda na folha

Toda folha de desenho deve possuir no canto inferior direito um quadro destinado à legenda. Este quadro deve conter o título do projeto, nome da empresa, escalas, unidades em que são expressas as informações, número da folha (caso o projeto tenha mais de uma folha), e outras informações necessárias para sua interpretação (Figura 06).

Título:	Data:	UFPR	Folha:
Aluno(a):	Nº Cham:	Disciplina/Turma:	
		CD028/	

Figura 06 – Exemplo de legenda

Acima da legenda é construído o quadro de especificações, contendo quantidade, denominação do objeto, material, dimensão, entre outros que se julgar necessário.

A legenda deve ser traçada conforme a NBR 10068 (Tabela 03).

Tabela 03 – Dimensões da Legenda conforme o formato da folha

Unidade: mm

Formatos	Comprimento
A0 e A1	175
A2, A3 e A4	178

Fonte: NBR 10068 (ABNT, 1987)

3.5 NBR 13142 - DOBRAMENTO DE CÓPIA

A NBR 13142 (ABNT, 1999) fixa a forma de dobramento de todos os formatos "A" de folhas desenho.

As cópias devem ser dobradas de modo a deixar visível a legenda (NBR 10582).

Esta dobragem facilita a fixação das folhas em pastas que serão arquivadas, sendo assim as folhas são dobradas até que suas dimensões sejam as da folha A4 (Figuras 07 a 11).

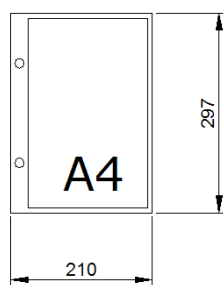


Figura 07 – Formato A4

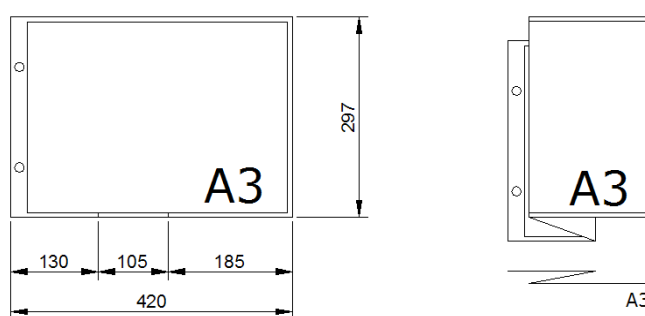


Figura 08 – Dobramento de cópia para formatos A3

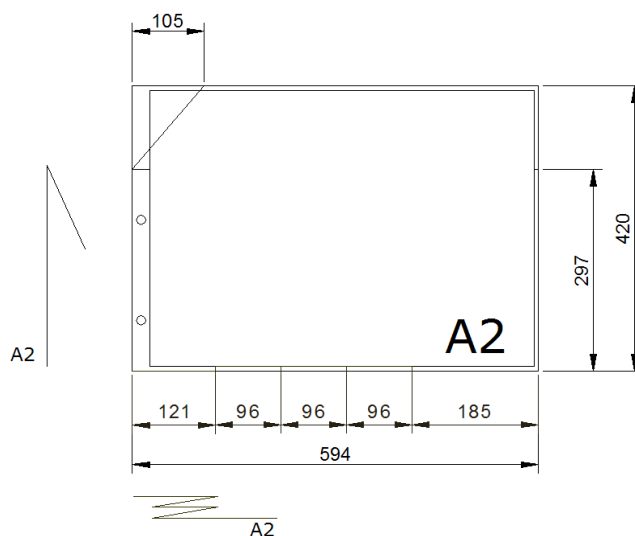


Figura 09 – Dobramento de cópia para formatos A2

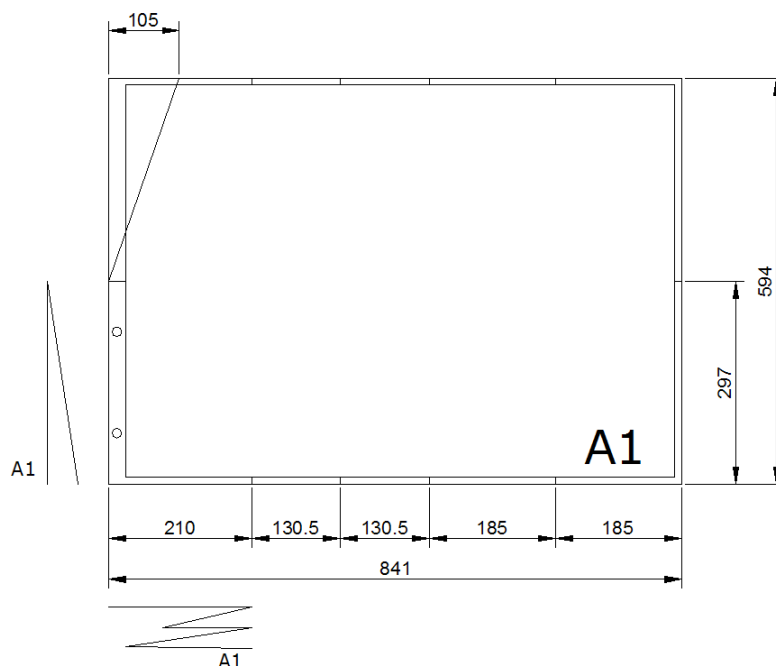


Figura 10 – Dobramento de cópia para formatos A1

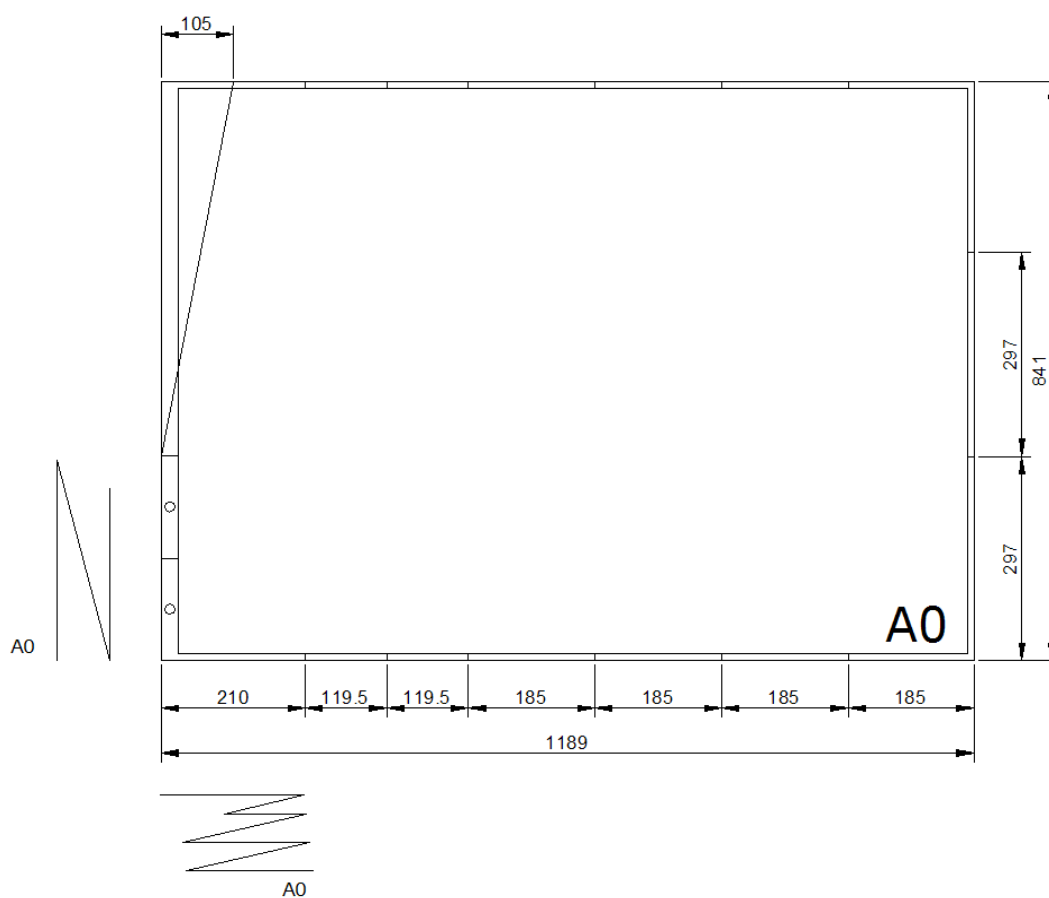


Figura 11 – Dobramento de cópia para formatos A0

3.6 NBR 8402 - EXECUÇÃO DE CARACTERE PARA ESCRITA EM DESENHO TÉCNICO

A NBR 8402 (ABNT, 1994) normaliza as condições para a escrita usada em Desenhos Técnicos e documentos semelhantes.

Visa à uniformidade, a legibilidade e a adequação à microfilmagem e a outros processos de reprodução.

“A habilidade no traçado das letras só é obtida pela prática contínua e com perseverança. Não é, pois, uma questão de talento artístico ou mesmo de destreza manual”. (SILVA, 1987)

A maneira de segurar o lápis ou lapiseira é o primeiro requisito para o traçado das letras. A pressão deve ser firme, mas não deve criar sulcos no papel. Segundo Silva (1987) a distância da ponta do lápis até os dedos deve ser 1/3 do comprimento do lápis, aproximadamente.

Na execução das letras e algarismos podem ser usadas pautas traçadas levemente, com lápis H bem apontado ou lapiseira 0,3mm com grafite H. Estas pautas são constituídas de quatro linhas conforme Figura 12. As distâncias entre estas linhas e entre as letras são apresentadas na Figura 13 e tabela 04 a seguir.

Caligrafia Técnica

Figura 12 – Exemplo de pautas para escrita em Desenho Técnico

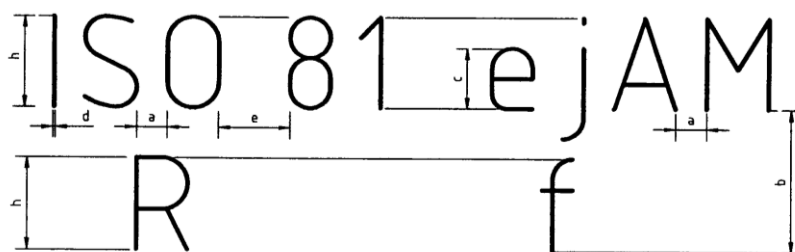


Figura 13 – Características da forma de escrita
Fonte: NBR 8402 (ABNT, 1994)

Tabela 04 – Proporções e dimensões de símbolos gráficos
Fonte: NBR 8402 (ABNT, 1994)

Características	Relação	Dimensões (mm)							
Altura das Letras Maiúsculas - h	(10/10)h	2,5	3,5	5	7	10	14	20	
Altura das Letras Minúsculas - c	(7/10)h	-	2,5	3,5	5	7	10	14	
Distância Mínima entre Caracteres - a	(2/10)h	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4	
Distância Mínima entre Linhas de Base - b	(14/10)h	3,5	5	7	10	14	20	28	
Distância Mínima entre Palavras - e	(6/10)h	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4	12	
Largura da Linha - d	(1/10)h	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2	

A escrita pode ser vertical ou inclinada, em um ângulo de 15° para a direita em relação à vertical (Figuras 14 e 15).

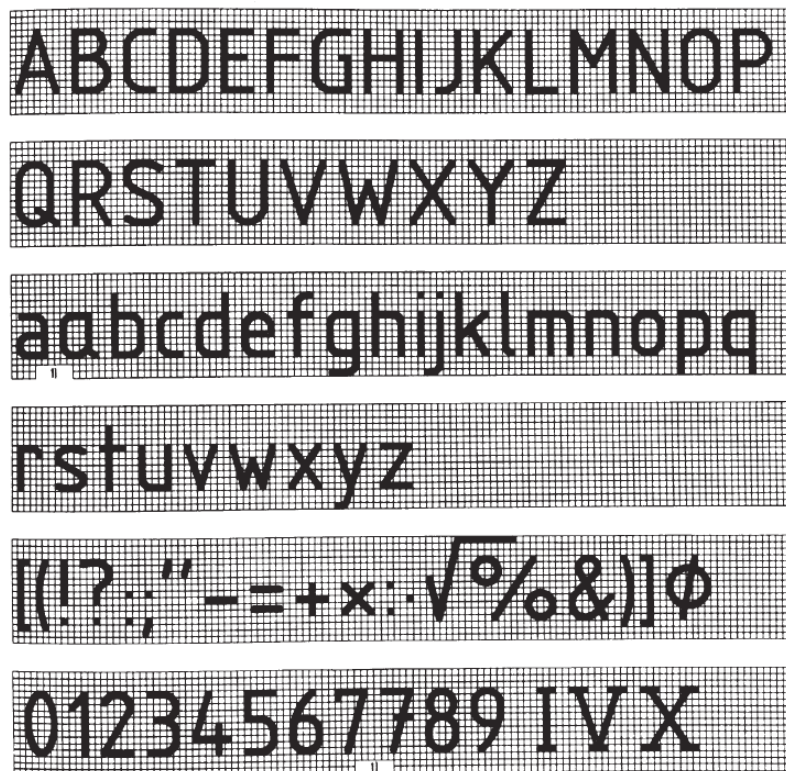


Figura 14 – Forma da escrita vertical
Fonte: NBR 8402 (ABNT, 1994)

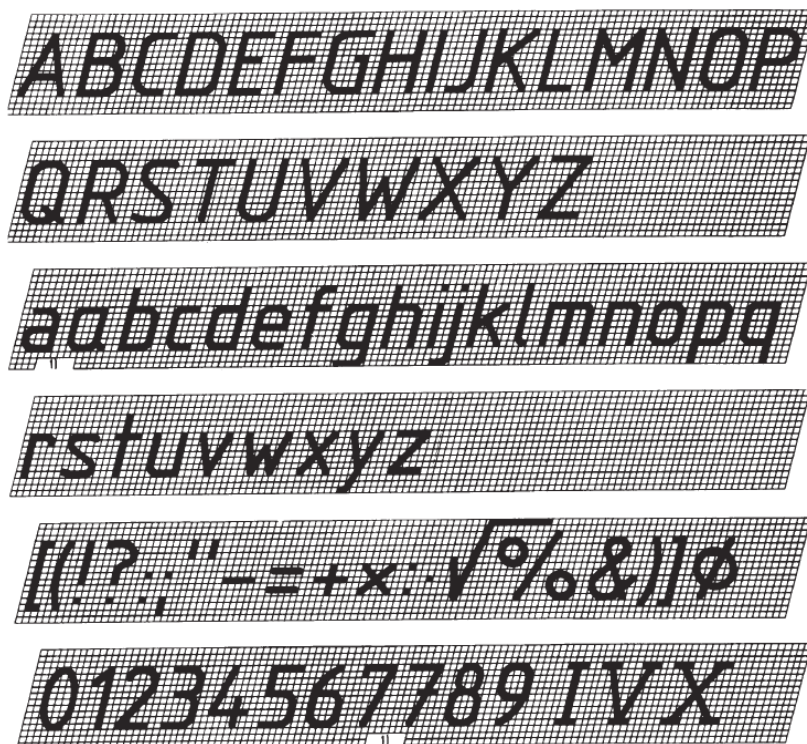


Figura 15 – Forma da escrita inclinada
Fonte: NBR 8402 (ABNT, 1994)

3.7 NBR 8403 - APLICAÇÃO DE LINHAS EM DESENHOS – TIPOS DE LINHAS

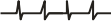
A NBR 8403 (ABNT, 1984) fixa tipos e o escalonamento de larguras de linhas para uso em desenhos técnicos e documentos semelhantes (Tabela 05 e Figura 16).

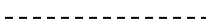
A largura das linhas corresponde ao escalonamento $\sqrt{2}$, conforme os formatos de papel para desenhos técnicos, permitindo que na redução e reampliação por microfilmagem obtenha-se novamente as larguras de linhas originais.

A relação entre as larguras de linhas largas e estreita não deve ser inferior a 2. As larguras devem ser escolhidas, conforme o tipo, dimensão, escala e densidade de linhas do desenho, de acordo com o seguinte escalonamento: 0,13; 0,18; 0,25; 0,35; 0,50; 0,70; 1,00; 1,40 e 2,00mm. As larguras de traço 0,13 e 0,18 mm são utilizadas para originais em que a sua reprodução se faz em escala natural.

Tabela 05 – Tipos de Linhas em Desenho

Fonte: NBR 8403 (ABNT, 1984)

Linha	Denominação	Aplicação Geral (Ver figura 16)
A 	Contínua larga	A1 contornos visíveis A2 arestas visíveis
B 	Contínua estreita	B1 linhas de interseção imaginárias B2 linhas de cotas B3 linhas auxiliares B4 linhas de chamadas B5 hachuras B6 contorno de seções rebatidas na própria vista B7 linhas de centros curtas
C 	Contínua estreita à mão livre (*)	C1 limites de vistas ou cortes parciais ou interrompidas se o limite não coincidir com linhas traços e ponto
D 	Contínua estreita em zigue-zague (*)	D1 Esta linha destina-se a desenhos confeccionados por máquinas

E  F 	Tracejada larga (*) Tracejada estreita (*)	E1 contornos não visíveis E2 arestas não visíveis F1 contornos não visíveis F2 arestas não visíveis
G 	Traço e ponto estreita.	G1 linhas de centro G2 linhas de simetrias G3 trajetórias
H 	Traço e ponto estreita, larga nas extremidades e na mudança de direção.	H1 planos de cortes
J 	Traço e ponto larga	J1 indicação das linhas ou superfícies com indicação especial
K 	Traço dois pontos estreita	K1 contornos de peças adjacentes K2 posição limite de peças móveis K3 linhas de centro de gravidade K4 cantos antes da conformação K5 detalhes situados antes do plano de corte

(*) se existirem duas alternativas em um mesmo desenho, só deve ser aplicada uma opção.

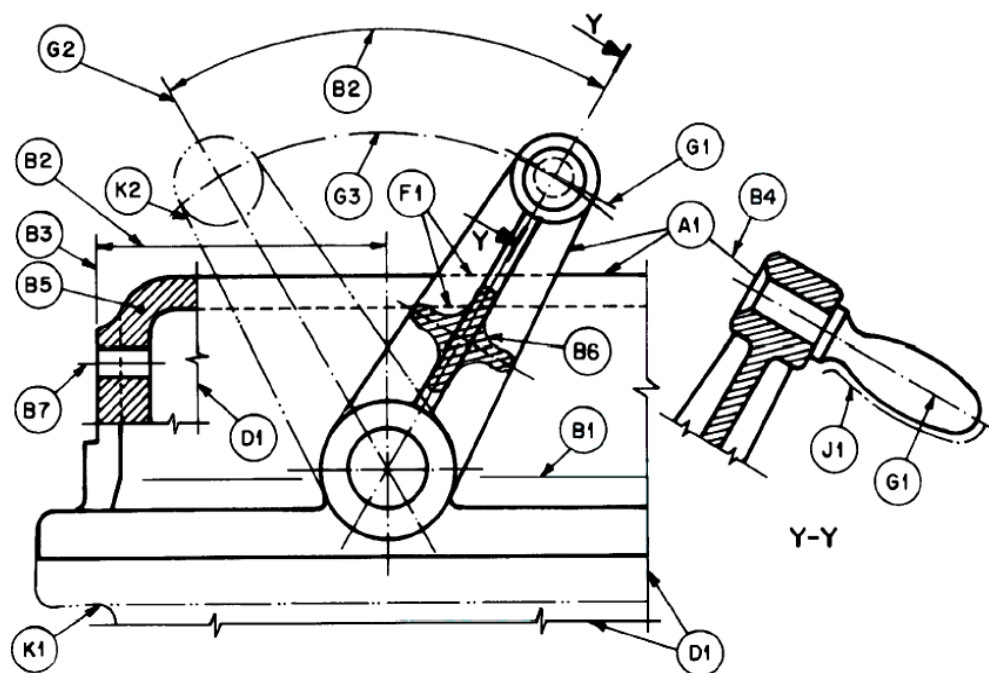


Figura 16 – Exemplo de utilização de linhas
Fonte: NBR 8403 (ABNT, 1984)

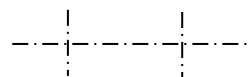
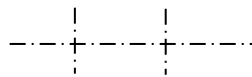
Em muitas situações, ocorrem cruzamentos de linhas visíveis com invisíveis ou com linhas de eixo. Nestas situações, a representação pode ser tornada clara utilizando-se algumas convenções que, embora não normalizadas, podem ser bastante úteis, em particular para a realização e compreensão de esboços. Algumas destas convenções estão normalizadas pela ISO 128-20:1996, mas os programas de CAD normalmente não as utilizam. As convenções para a interseção de linhas são apresentadas na Tabela 06 (SILVA *et al*, 2006).

Tabela 06 – Interseção de linhas

Fonte: Silva *et al*, 2006

Descrição	Correto	Incorreto
Quando uma aresta invisível termina perpendicularmente ou angularmente em relação a uma aresta visível, toca a aresta visível.		
Se existir uma aresta visível no prolongamento de uma aresta invisível, então a aresta invisível não toca a aresta visível.		
Quando duas ou mais arestas invisíveis terminam num ponto, devem tocar-se.		
Quando uma aresta invisível cruza outra aresta (visível ou invisível), não deve tocá-la.		

Quando duas linhas de eixo se interceptam, devem tocar-se.



3.8 NBR 10126 - COTAGEM EM DESENHO TÉCNICO

A NBR 10126 (ABNT, 1987 - Versão Corrigida: 1998) tem como objetivo fixar os princípios gerais de cotagem, através de linhas, símbolos, notas e valor numérico numa unidade de medida.

As recomendações na aplicação de cotas são:

- Cotagem completa para descrever de forma clara e concisa o objeto;
- Desenhos de detalhes devem usar a mesma unidade para todas as cotas sem o emprego do símbolo;
- Evitar a duplicação de cotas, cotar o estritamente necessário;
- Sempre que possível evitar o cruzamento de linhas auxiliares com linhas de cotas e com linhas do desenho;
- A cotagem deve se dar na vista ou corte que represente mais claramente o elemento.

Os elementos gráficos para a representação da cota são (Figura 17):

- Linha de cota;
- Linha auxiliar;
- Limite da linha de cota (seta ou traço oblíquo);
- Valor numérico da cota.

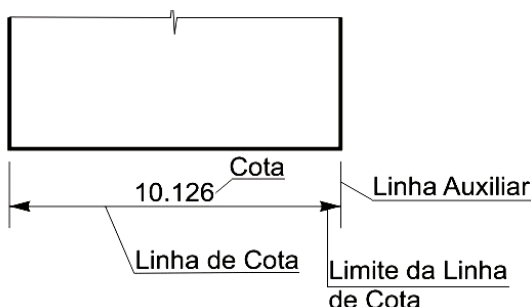


Figura 17 – Elementos de cotagem

As linhas auxiliares e de cotas devem ser desenhadas como linhas estreitas contínuas. A linha auxiliar deve ser prolongada ligeiramente além da respectiva linha de cota. Um pequeno espaço deve ser deixado entre a linha de contorno e a linha auxiliar. Quando houver espaço disponível, as setas de limitação da linha de cota devem ser apresentadas entre os limites da linha de cota. Quando o espaço for limitado as setas podem ser apresentadas externamente no prolongamento da linha de cota (Figura 18).

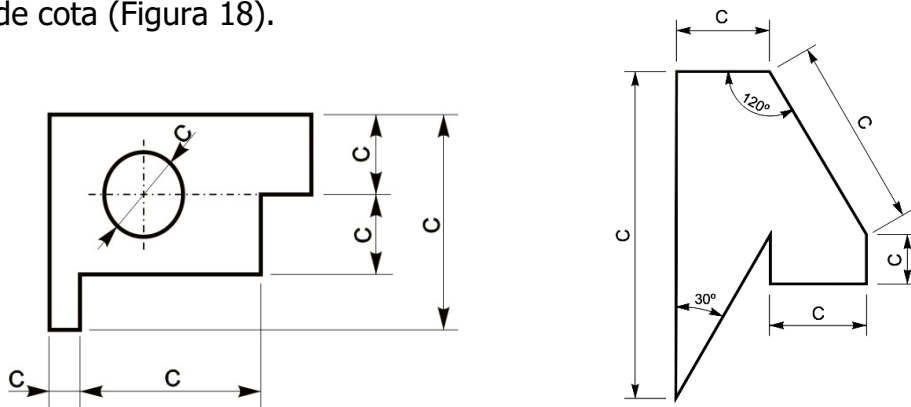


Figura 18 – Exemplos de cotagem

A linha auxiliar deve ser perpendicular ao elemento dimensionado, mas se necessário poderá ser desenhada obliquamente a este (aprox. 60°), porém paralelas entre si (Figura 19).

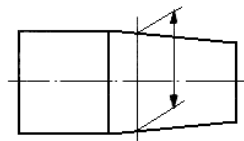


Figura 19 – Linha auxiliar oblíqua ao elemento dimensionado

Fonte: NBR 10126 (ABNT, 1987)

A linha de cota não deve ser interrompida, mesmo que o elemento o seja (Figura 20).

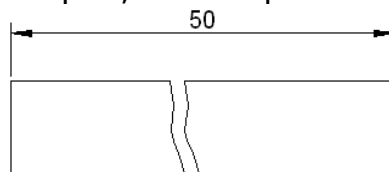


Figura 20 – Cotagem em elemento interrompido

A indicação dos limites da linha de cota é feita por meio de setas ou traços oblíquos. Somente uma indicação deve ser usada num mesmo desenho, entretanto, se o espaço for pequeno, outra forma pode ser utilizada. As indicações são as seguintes (Figura 21):

- a) a seta é desenhada com linhas curtas formando ângulos de 15° . A seta pode ser aberta, ou fechada preenchida;
- b) o traço oblíquo é desenhado com uma linha curta e inclinado a 45° .

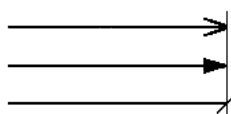
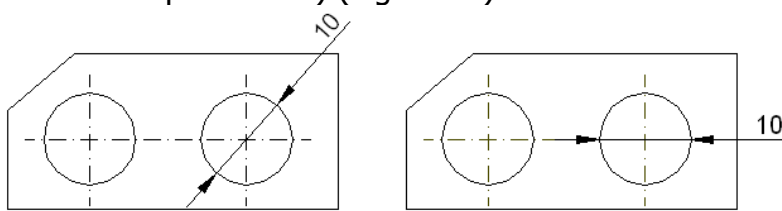


Figura 21 – Indicações dos limites de linha de cota

Eixos, linhas de centro, arestas e contornos de objetos não devem ser usados como linha de cota (exceção aos desenhos esquemáticos) (Figura 22).



Correto

Errado

Figura 22 – Cotagem de diâmetro de circunferência

As cotas de cordas, arcos e ângulos devem ser como mostra a Figura 23.

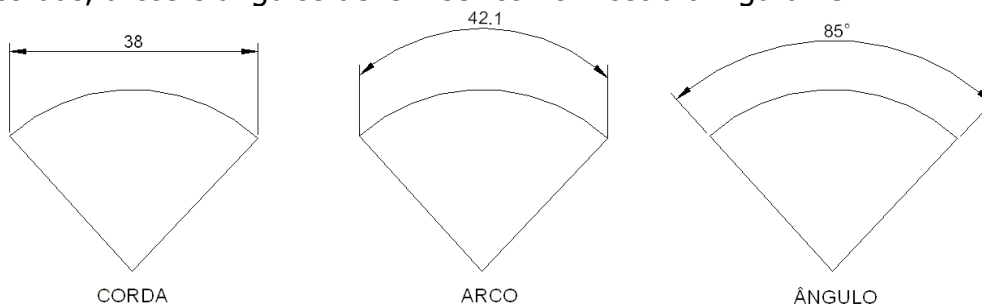


Figura 23 – Cotagem de cordas, arcos e ângulos

Em grandes raios, onde o centro esteja fora dos limites disponíveis para cotagem, a linha de cota deve ser quebrada (Figura 24).

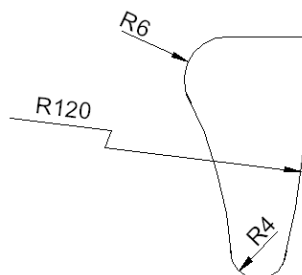


Figura 24 – Cotagem de raios de arcos de circunferência

A linha de centro e a linha de contorno, não devem ser usadas como linha de cota, porém, podem ser usadas como linha auxiliar. A linha de centro, quando usada como linha auxiliar, deve continuar como linha de centro até a linha de contorno do objeto (Figura 25).

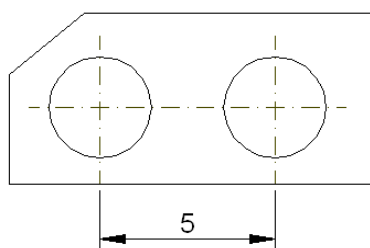


Figura 25 – Linha de centro usada como linha auxiliar

São utilizados símbolos para identificação de elementos geométricos, tais como: diâmetro ($\varnothing$), raio (R), quadrado ($\square$), diâmetro esférico ($\varnothing$ ESF) e raio esférico ($\varnothing$ ESF). Os símbolos de diâmetro e quadrado podem ser omitidos quando a forma for claramente identificada.

As cotas devem ser localizadas de tal modo que não sejam cortadas ou separadas por qualquer outra linha.

Existem dois métodos de cotagem, mas somente um deles deve ser utilizado num mesmo desenho:

a) método 1: as cotas devem ser localizadas acima e paralelamente às suas linhas de cotas e preferivelmente no centro, exceção pode ser feita onde a cotagem sobreposta é utilizada, conforme mostra a Figura 26. As cotas devem ser escritas de modo que possam ser lidas da base e/ou lado direito do desenho.

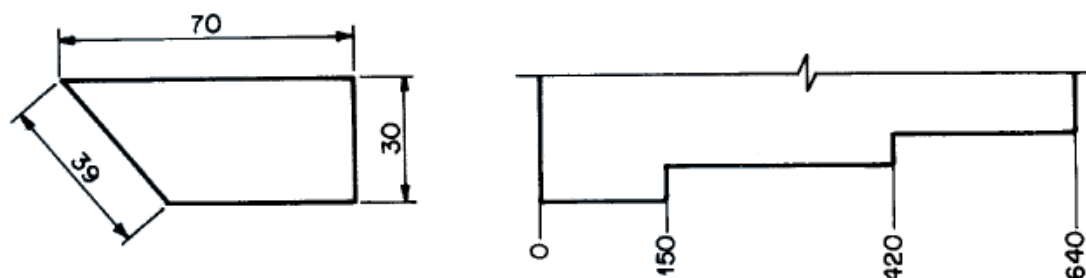


Figura 26 – Localização das cotas no método 1
Fonte: NBR 10126 (ABNT, 1987)

Cotas em linhas de cotas inclinadas devem ser seguidas como mostra a Figura 27.

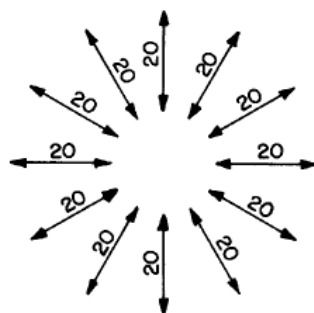


Figura 27 – Localização das cotas em linhas de cotas inclinadas no método 1

Fonte: NBR 10126 (ABNT, 1987)

Na cotagem angular podem ser seguidas uma das formas apresentadas na Figura 28.

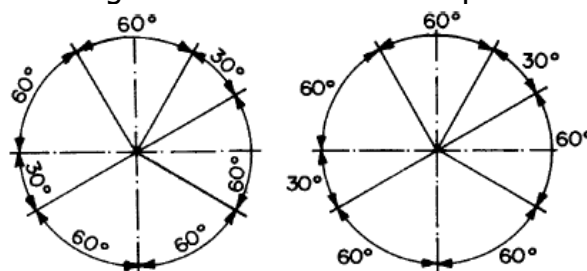


Figura 28 – Cotagem angular no método 1

Fonte: NBR 10126 (ABNT, 1987)

b) método 2: as cotas devem ser lidas da base da folha de papel. As linhas de cotas devem ser interrompidas, preferivelmente no meio, para inscrição da cota (Figura 29).

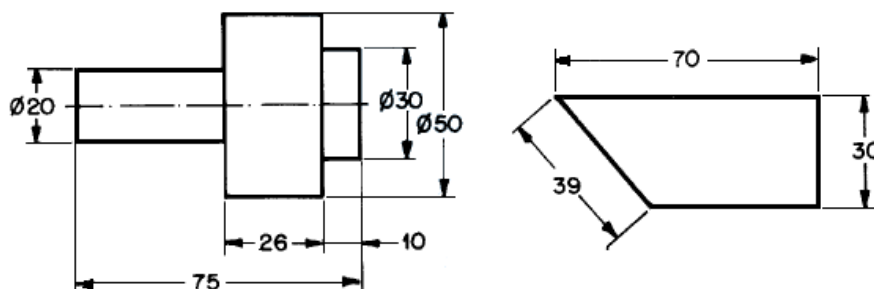


Figura 29 – Localização das cotas no método 2

Fonte: NBR 10126 (ABNT, 1987)

Na cotagem angular podem ser seguidas uma das formas apresentadas na Figura 30.

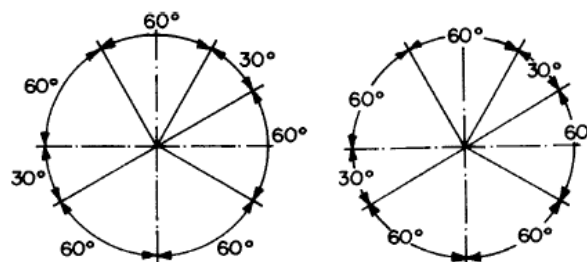


Figura 30 – Cotagem angular no método 2

Fonte: NBR 10126 (ABNT, 1987)

3.9 NBR 8196 - Emprego de Escalas em Desenho Técnico

A NBR 8196 (ABNT, 1999) normaliza o emprego de escalas e suas designações.

Define escala, escala natural, escala de ampliação e escala de redução.

- **Escala:** Relação da dimensão linear de um objeto ou elemento representado no desenho para a dimensão real deste objeto ou elemento;
- **Escala Natural:** Representação do objeto ou elemento em sua verdadeira grandeza;
- **Escala de ampliação:** Representação do objeto ou elemento maior que a sua verdadeira grandeza;
- **Escala de redução:** Representação do objeto ou elemento menor que a sua verdadeira grandeza.

Escolhe-se a escala conforme a complexidade do desenho ou elementos a serem representados e também da finalidade da representação. Sendo que a escolha da escala e o tamanho do objeto ou elemento em questão é que definem o tamanho da folha de desenho.

3.10 NORMAS COMPLEMENTARES

Para a aplicação de algumas das normas é necessário consultar outras que se complementam. A Tabela 07 mostra as normas complementares a cada uma das normas citadas neste capítulo.

Tabela 07 – Normas complementares

	Norma complementar								
	NBR 8196	NBR 8402	NBR 8403	NBR 10067	NBR 10068	NBR 10126	NBR 10582	NBR 10647 ⁽¹⁾	NBR 12298 ⁽²⁾
NBR 8196								X	
NBR 8402									
NBR 8403									
NBR 10067		X	X						X
NBR 10068		X	X						
NBR 10126		X	X	X					
NBR 10582	X	X		X	X	X			
NBR 12298 ⁽²⁾			X						
NBR 13142					X		X	X	

⁽¹⁾ A NBR 10647 está cancelada, sendo substituída pela NBR ISO 10209-2:2005

⁽²⁾ Representação de área de corte por meio de hachuras em desenho técnico.

A NBR ISO 10209-2, que cancela e substitui a NBR 10647, possui como referências as normas: ISO 5456-2; ISO 5456-3 e ISO 5456-4.

Existem também normas específicas para a execução de desenho em uma determinada modalidade da engenharia, como por exemplo, a NBR 6492 -Representação de projetos de arquitetura (ABNT, 1994).

3.11 NBR 6492 - Representação de Projetos de Arquitetura

A NBR 6492 (ABNT, 1994) fixa as condições para a representação em **projetos de arquitetura** e suas simbologias. Possui como norma complementar a NBR 10068.

A Norma apresenta definições como, por exemplo: Planta de situação, Planta de locação (ou implantação), Planta de edificação, Corte, Fachada, Elevação, Detalhe (ou ampliações), Escala, entre outros. Para cada definição acima apresenta também os itens mínimos que devem conter.

Nas condições específicas essa Norma define fase/objetivo do projeto, estudo preliminar, anteprojeto e projeto executivo.

Define também os tipos de linhas que devem ser utilizadas, as escalas mais usuais neste tipo de projeto, indicações de norte, cotagem de nível e outros elementos desta modalidade de projeto.

IV – VISTAS ORTOGRÁFICAS

Utilizando o sistema de projeções cilíndricas ortogonais, o matemático francês Gaspard Monge criou a Geometria Descritiva que serviu de base para o Desenho Técnico. Utilizando dois planos perpendiculares, um horizontal (π') e outro vertical (π''), ele dividiu o espaço em quatro partes denominados diedros.

Um objeto colocado em qualquer diedro terá as suas projeções horizontal e vertical (Figura 31). Como o objetivo é visualizar o objeto num só plano, o desenho é denominado "épura", ou planificação do diedro, que consiste na rotação do plano horizontal, de modo que a parte anterior do π' coincida com a parte inferior de π'' , enquanto o plano vertical permanece imóvel (figura 32). A linha determinada pelo encontro dos dois planos é chamada de Linha de Terra (LT).

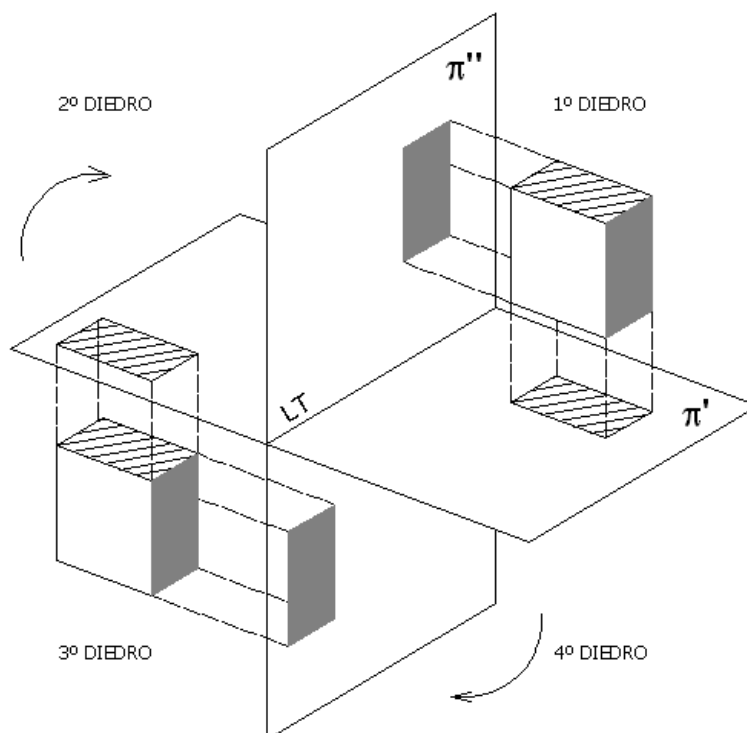


Figura 31 – Representação das projeções de um objeto no 1º e 3º diedros

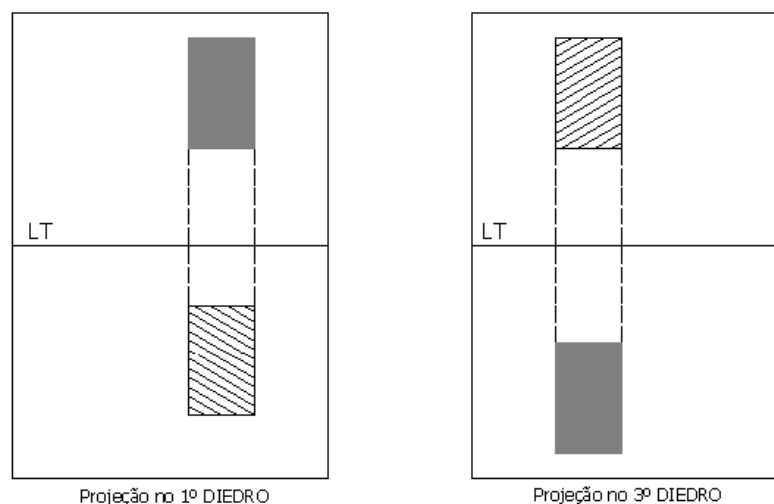


Figura 32 – Representação das épuras dos objetos da figura anterior

Podemos citar algumas diferenças entre a Geometria Descritiva e o Desenho Técnico. Na Geometria Descritiva duas projeções são suficientes para representar um objeto, recorrendo raramente ao plano de perfil, isto se deve ao fato de utilizarmos letras na identificação dos vértices e arestas dos objetos representados. Já no Desenho Técnico, esta identificação torna-se impraticável, utilizando-se, normalmente, uma terceira projeção, para definir de modo inequívoco a forma dos objetos. A segunda distinção é encontrada no posicionamento do objeto. Em Desenho Técnico o objeto é colocado com suas faces principais paralelas aos planos de projeção, de modo a obtê-las em verdadeira grandeza (VG) na projeção em que seja paralela. O mesmo não ocorre com a Geometria Descritiva, onde se resolvem problemas de representação com objetos colocados em qualquer posição relativa aos planos de referência.

Define a Norma Técnica Brasileira NBR ISO 10209-2 (2005) que o termo "Representação ortográfica" significa "projeções ortogonais de um objeto posicionado normalmente com suas faces principais paralelas aos planos coordenados, sobre um ou mais planos de projeção, coincidentes ou paralelos aos planos coordenados. Estes planos de projeção são convenientemente rebatidos sobre a folha de desenho, de modo que as posições das vistas do objeto sejam relacionadas entre si".

As vistas de um objeto habitualmente são obtidas sobre três planos perpendiculares entre si, um vertical, um horizontal e outro de perfil, que definem um triedro tri-retângulo como sistema de referência.

4.1 Representação no 1º Diedro

No 1º diedro o objeto está entre o observador e o plano de projeção. Na Figura 33, podemos verificar três vistas ortográficas de um mesmo objeto que está disposto de modo a satisfazer a condição de paralelismo de duas faces com os três planos do triedro. Essas três vistas ortográficas habituais, que garantem a univocidade da representação do objeto, são denominadas: vista frontal (VF), vista superior (VS) e vista lateral esquerda (VLE). Planifica-se esta representação rebatendo o plano horizontal e o de perfil sobre o plano vertical.

O sistema de projeção no 1º diedro é conhecido como Método Alemão ou Método Europeu. É adotado pela norma alemã DIN (*Deutsches Institut für Normung*) e também pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

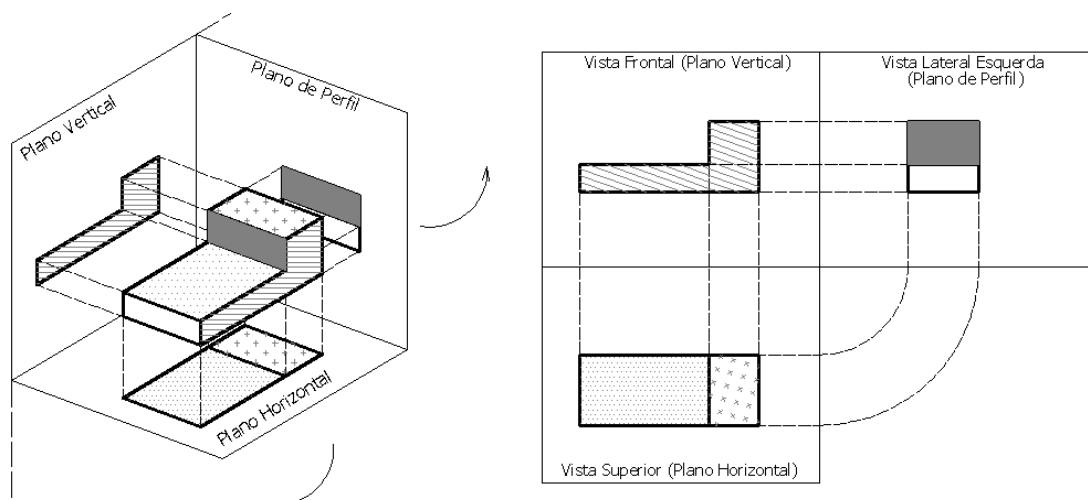


Figura 33 – Projeção de um objeto no 1º diedro

Em casos muito esporádicos (de peças complicadas), pode recorrer-se a mais planos de projeção, para representar mais vistas além das habituais (VF, VS VL), correspondendo a envolver a peça em um paralelepípedo de referência (triedro tri-retângulo fechado), que é posteriormente aberto e rebatido. Obtêm-se assim, seis vistas do objeto (Figura 34).

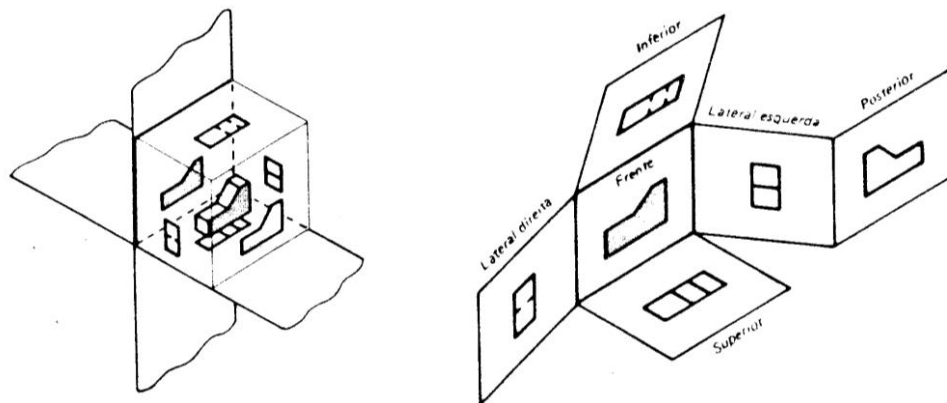


Figura 34 – Projeção no 1º diedro

A projeção de um objeto no primeiro diedro corresponde à representação ortográfica compreendendo o arranjo, em torno da vista principal de um objeto, de algumas ou de todas as outras cinco vistas desse objeto. Com relação à vista principal (vista frontal), as demais vistas são organizadas da seguinte maneira: a vista superior (VS) fica abaixo, a vista inferior (VI) fica acima, a vista lateral esquerda (VLE) fica à direita, a vista lateral direita (VLD) fica à esquerda e a vista posterior (VP) fica à direita ou à esquerda, conforme conveniência (Figura 35).

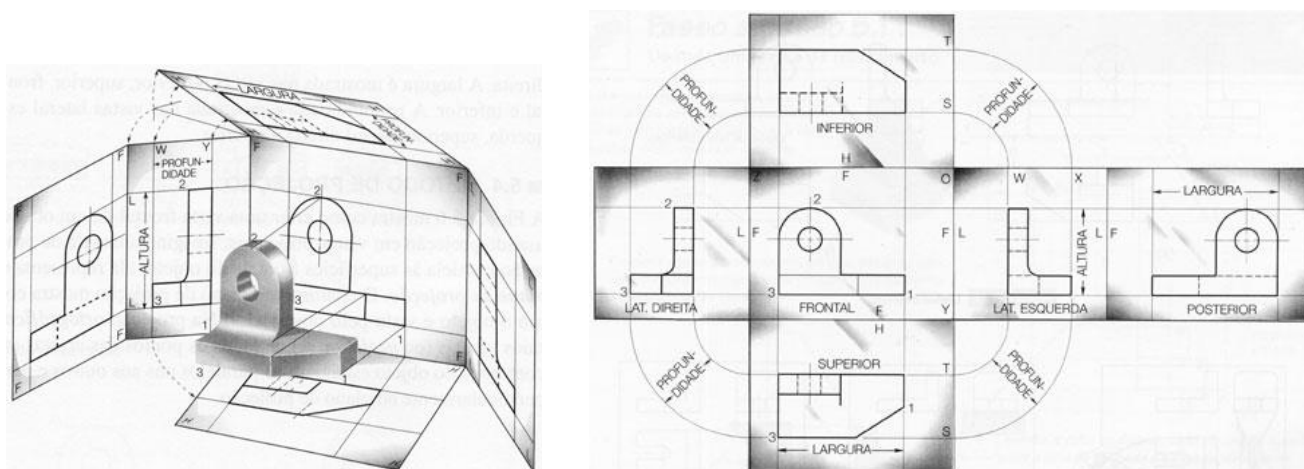


Figura 35 – Exemplo das seis vistas ortográficas possíveis de uma peça, no 1º diedro.

A projeção horizontal (VS ou VI) fornece a largura e a profundidade, a vertical (VF ou VP) fornece a largura e a altura, e a de perfil (VLD ou VLE) fornece a profundidade e a altura.

Quando a vista oposta a uma habitual for idêntica a esta ou totalmente desprovida de detalhes, não é necessária a sua representação, bastando a vista habitual. No caso de sólidos assimétricos é necessário apresentar as vistas opostas às habituais ou recorrer a outro tipo de representação convencional, como cortes, seções ou vistas auxiliares.

Se o objeto possuir faces inclinadas em relação aos planos do paralelepípedo de referência e é necessário representar a verdadeira grandeza dessas faces, deverão ser utilizados planos de projeção auxiliares, paralelos àquelas faces e rebatidos sobre os planos habituais de referência.

4.2 Representação no 3º Diedro

No 3º diedro o plano de projeção está situado entre o observador e o objeto. O sistema de projeção no 3º diedro (Figura 36) é conhecido como Método Americano e é adotado pela norma americana ANSI (*American National Standards Institute*).

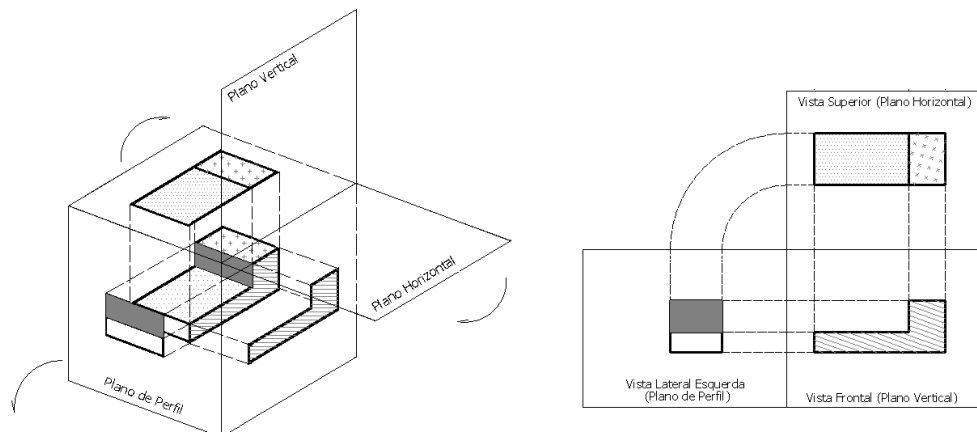


Figura 36 – Projeção de um objeto no 3º diedro

Com relação à vista principal, a vista frontal, as demais vistas são organizadas da seguinte maneira: a vista superior fica acima, a vista inferior fica abaixo, a vista lateral esquerda fica à esquerda, a vista lateral direita fica à direita e a vista posterior fica à direita ou à esquerda, conforme conveniência (Figura 37).

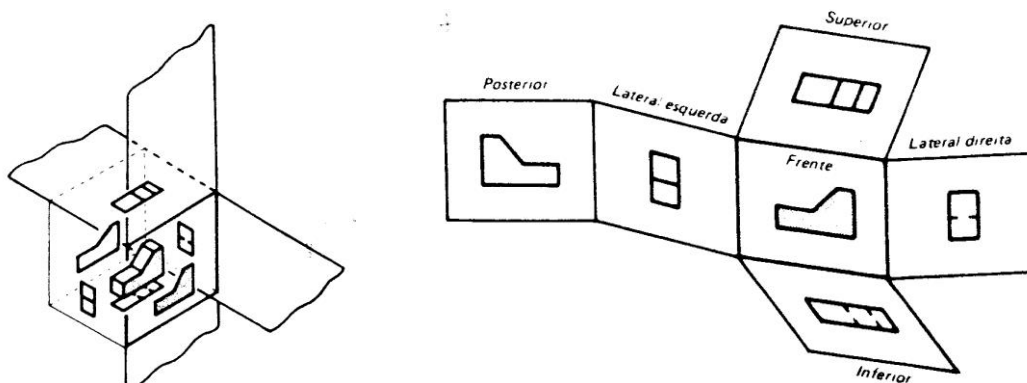


Figura 37 – Projeção no 3º diedro

A diferença fundamental entre os dois métodos está na posição das vistas (Figura 38), sendo a vista frontal a principal. A vista de frente também é chamada de elevação e a superior de planta.

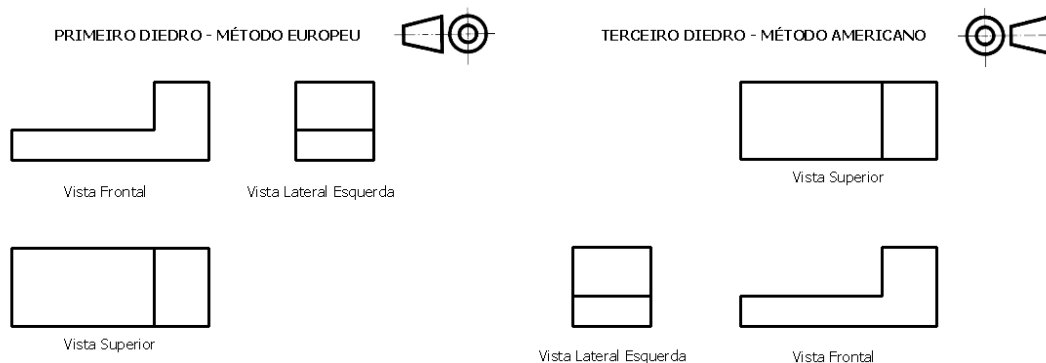


Figura 38 – Exemplo das vistas ortográficas no sistema europeu e no sistema americano

4.3 Obtenção das vistas ortográficas

O objeto é colocado no interior do triedro tri-retângulo para obter suas vistas. A vista de frente deve ser a principal. Esta vista comanda a posição das demais. É conveniente que se faça uma análise do objeto, com o objetivo de escolher a melhor posição para a vista de frente.

A escolha da vista de frente deve ser:

- Aquela que mostre a forma mais característica do objeto;
- A que indique a posição de trabalho do objeto, ou seja, como ele é encontrado, isoladamente ou num conjunto;
- Se os critérios anteriores forem insuficientes, escolhe-se a posição que mostre a maior dimensão do objeto e possibilite o menor número de linhas invisíveis nas outras vistas.

Em Desenho Técnico não se representam nem a linha de terra nem o traço do plano de perfil. Porém, devem ser obedecidas as regras de posicionamento relativo das vistas, decorrentes da teoria de dupla projeção ortogonal e do rebatimento dos planos de referência.

Para obter as vistas de um objeto, inicialmente, são comparadas as dimensões de largura, altura e profundidade, para a escolha da posição vertical ou horizontal do papel. Efetua-se então a representação das vistas necessárias do objeto, de acordo com suas dimensões (Figura 39).

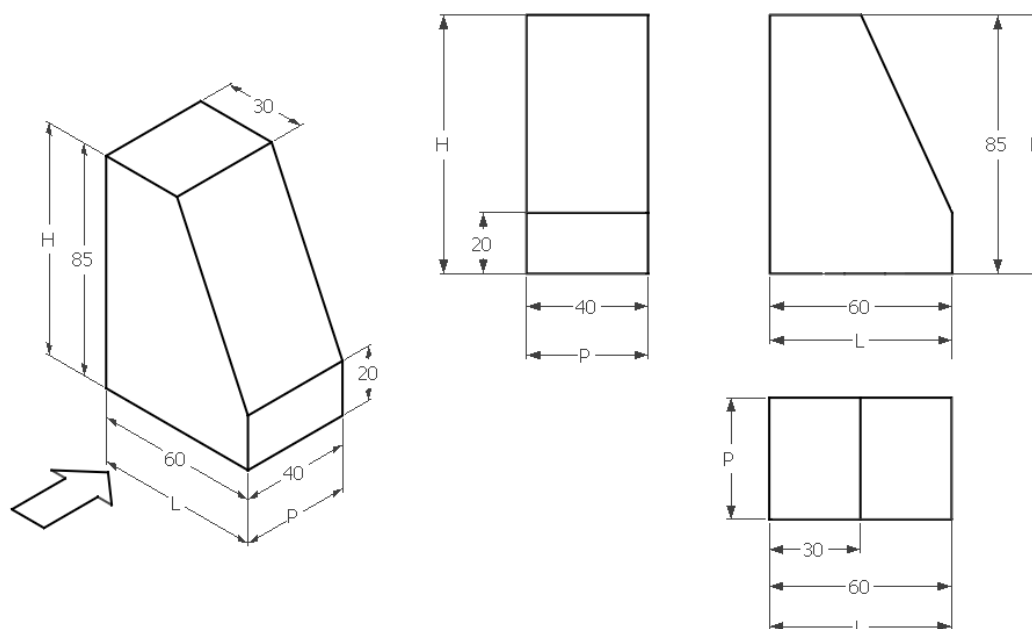


Figura 39 – Vistas ortográficas de um objeto no 1º diedro

O objeto representado na Figura 39 possui uma face que não é paralela a nenhum dos planos de referência, e, portanto, nas suas vistas não aparece a verdadeira grandeza da mesma.

Os objetos, agora, estarão sendo representados apenas no 1º diedro.

Em Geometria Descritiva constroem-se as figuras, ponto por ponto, em função das respectivas coordenadas (abscissa, afastamento e cota) referidas aos planos de projeção. Em Desenho Técnico, devido à regularidade dos objetos habitualmente representados, utilizam-se para construir as vistas suas próprias dimensões, tomadas paralelamente aos planos de projeção e tendo como referência as faces ou eixos de simetria do próprio objeto (Figura 40).

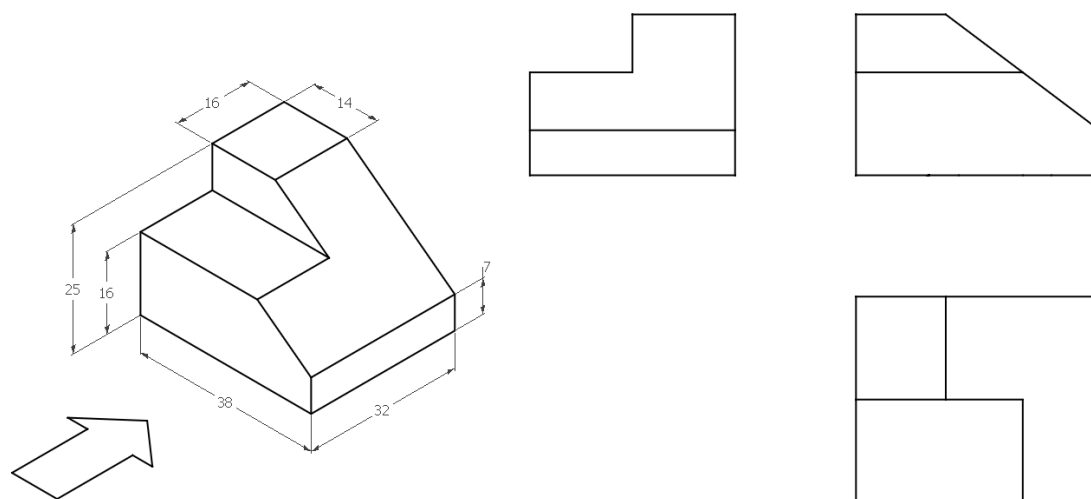


Figura 40 – Vistas ortográficas de um objeto em Desenho Técnico no 1º diedro

Na obtenção das vistas, os contornos e arestas visíveis são desenhados com linha contínua larga. As arestas e contornos que não podem ser vistos da posição ocupada pelo observador, por estarem ocultos pelas partes que ficam à frente, são representados por linhas tracejadas largas ou estreitas. Com a utilização de linhas tracejadas para aresta invisíveis evita-se, normalmente, com essa convenção, a necessidade de representação de duas vistas opostas de um mesmo contorno, quando o objeto não for simétrico (Figura 41). As linhas de centro são eixos de simetria que posicionam o centro de furos ou detalhes com simetria radial, elas são representadas pelo tipo de linha de traço e ponto estreita.

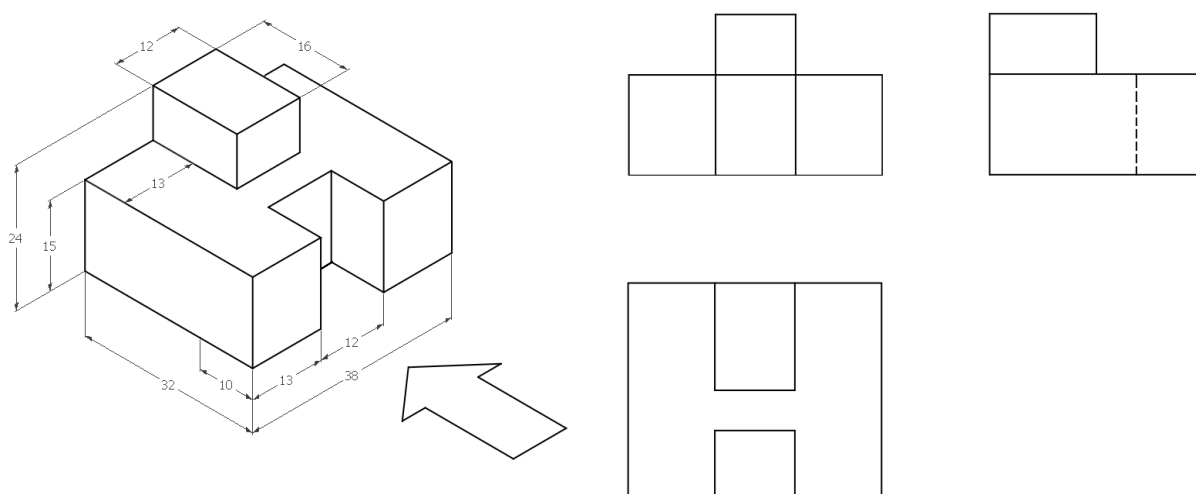


Figura 41 – Vistas de um objeto onde na lateral esquerda há uma aresta invisível no 1º diedro

A representação da vista oposta a uma vista habitual é necessária quando a quantidade e a complexidade dos detalhes invisíveis e sua coincidência parcial com linhas visíveis impedem uma fácil identificação dos mesmos.

4.4 Análise da forma dos objetos

Todos os objetos podem ser considerados como compostos de sólidos geométricos elementares, tais como: prismas, cilindros, cones, etc, utilizados de maneira positiva (adicionados) ou negativa (subtraídos) (Figuras 42 e 43).

Antes de representar um objeto por meio de suas vistas ortográficas deve-se analisar quais os sólidos geométricos elementares que adicionados ou subtraídos levam à sua obtenção. As vistas ortográficas desse objeto serão desenhadas obedecendo aquela sequência de operações de montagem ou corte.

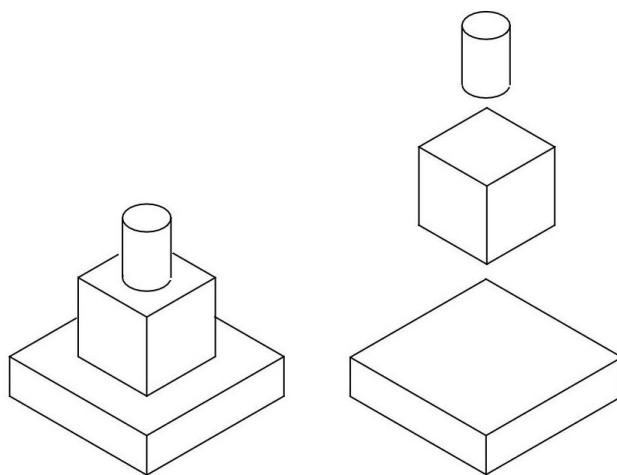


Figura 42 – Objeto composto de maneira positiva

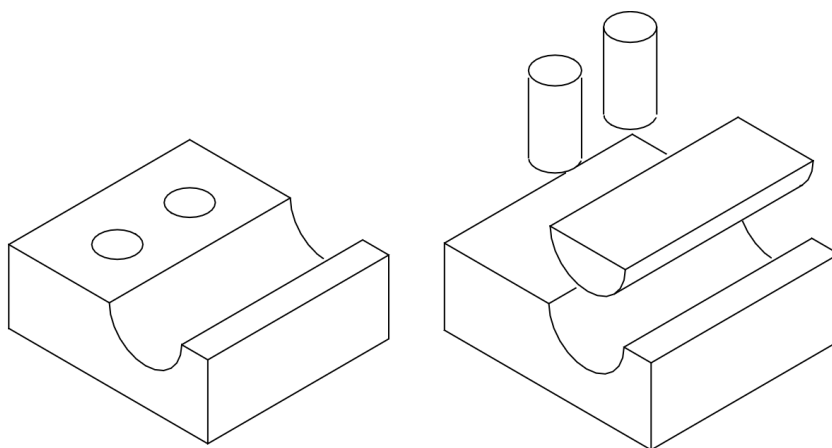


Figura 43 – Objeto composto de maneira negativa

4.5 Leitura de vistas ortográficas

A representação de um objeto no sistema de vistas ortográficas somente será compreendido de modo inequívoco se cada vista for interpretada em conjunto e coordenadamente com as outras.

A leitura das vistas ortográficas é muito auxiliada pela aplicação de três regras fundamentais:

1ª) regra do alinhamento: as projeções de um mesmo elemento do objeto nas vistas adjacentes estão sobre o mesmo alinhamento, isto é, sobre a mesma linha de chamada (Figura 44);

2ª) regra das figuras contíguas: as figuras contíguas de uma mesma vista correspondem a faces do objeto que não podem estar situadas no mesmo plano (Figura 45);

3ª) regra da configuração: uma face plana do objeto projeta-se com a sua configuração ou como um segmento de reta. No primeiro caso a face é inclinada ou paralela ao plano de projeção, e, no segundo caso é perpendicular a ele (Figura 46).

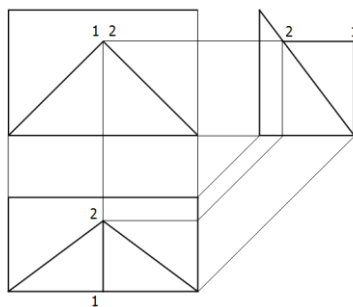


Figura 44 – Regra do alinhamento das vistas ortográficas de um objeto

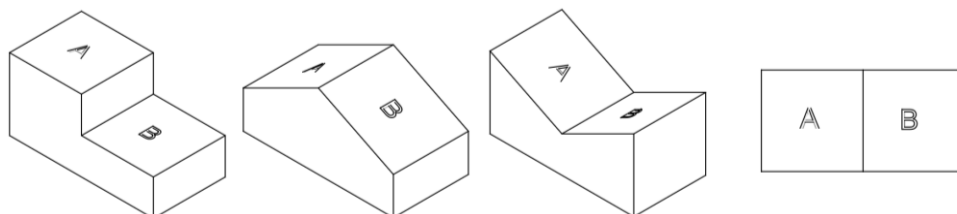


Figura 45 – Regra das figuras contíguas das vistas ortográficas de um objeto

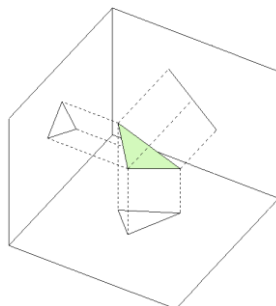
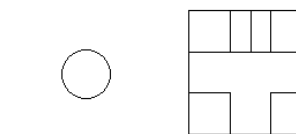
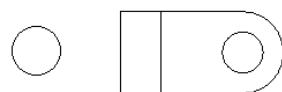
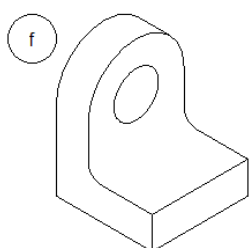
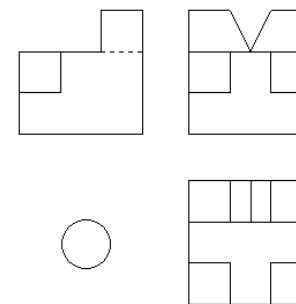
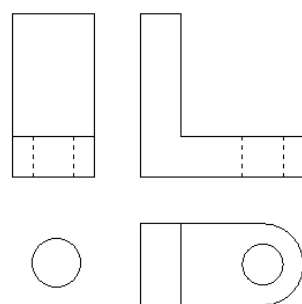
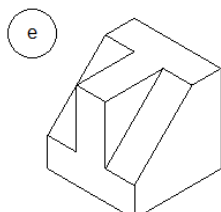
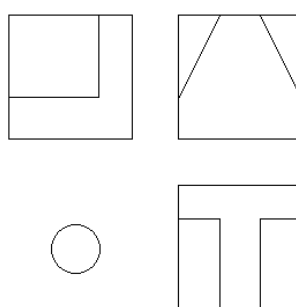
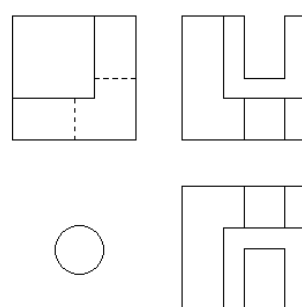
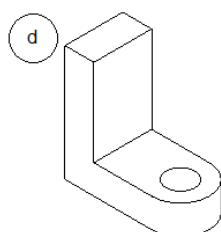
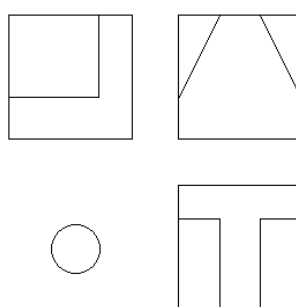
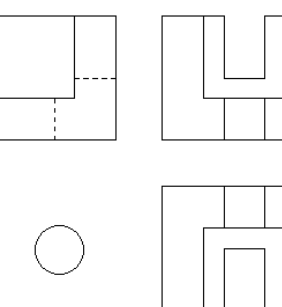
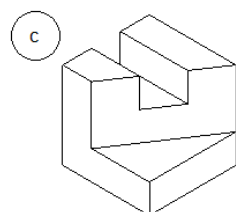
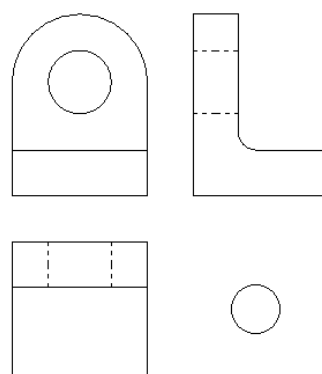
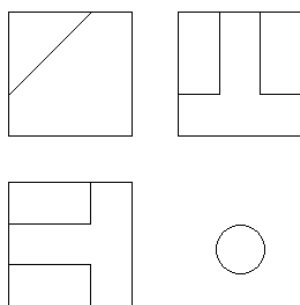
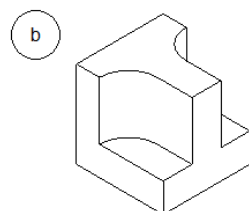
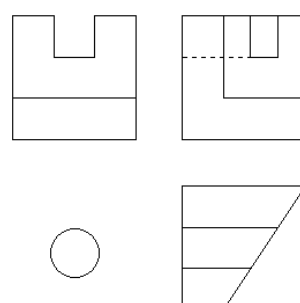
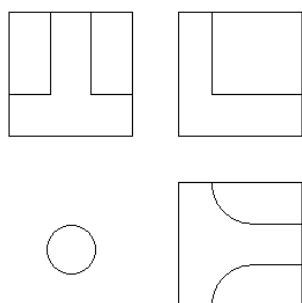
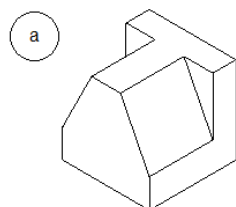


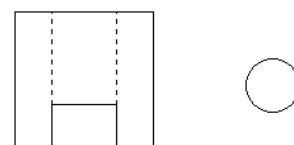
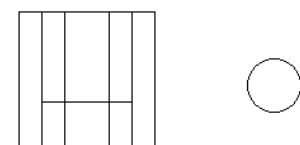
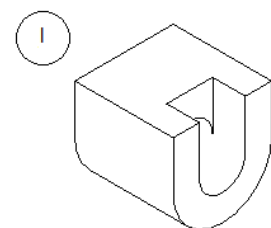
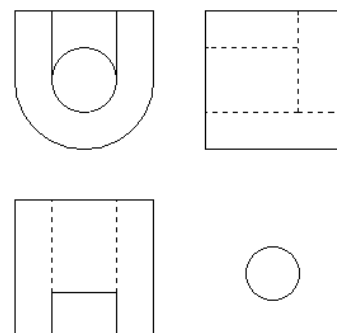
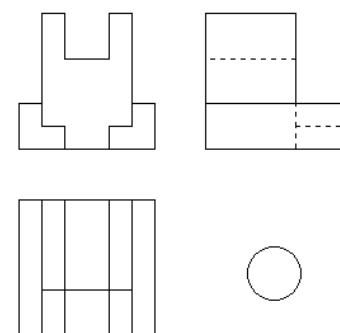
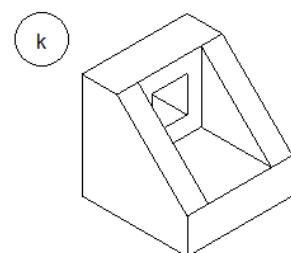
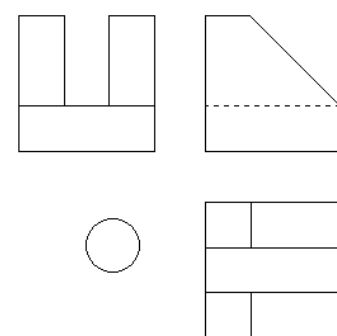
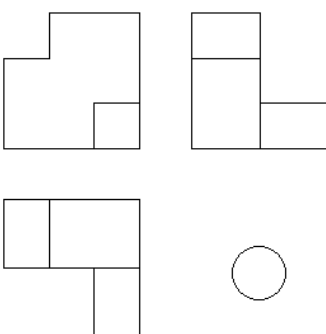
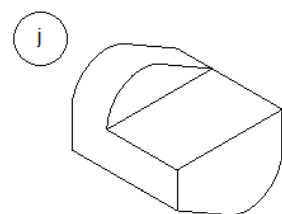
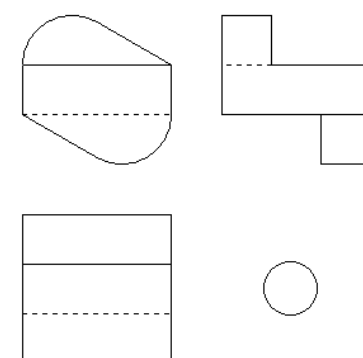
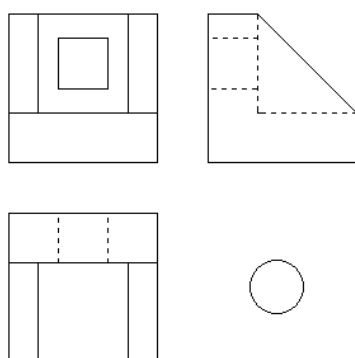
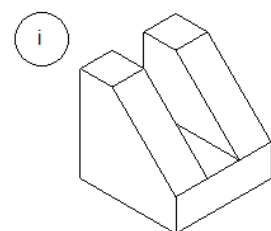
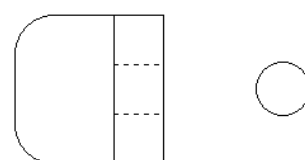
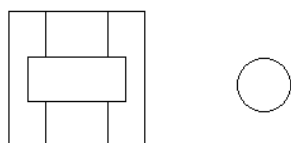
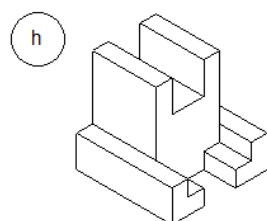
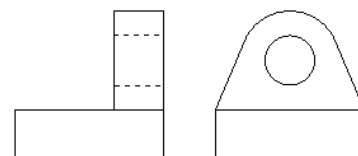
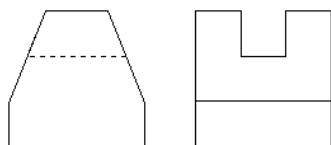
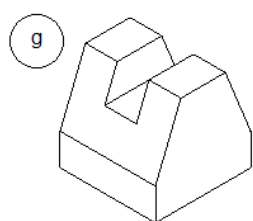
Figura 46 – Regra da configuração das projeções de uma face de um objeto

Além dessas três regras básicas, é útil saber que, usando as projeções no 1º diedro, qualquer detalhe voltado para o observador numa determinada vista aparecerá mais afastado dela em uma vista adjacente. Se as projeções forem executadas no 3º diedro, o mesmo detalhe estará mais próximo.

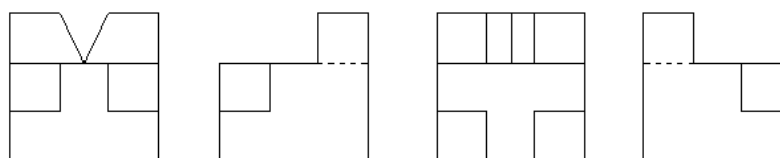
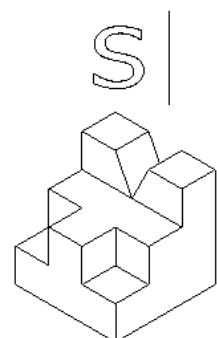
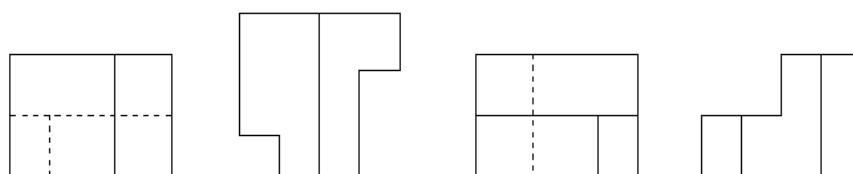
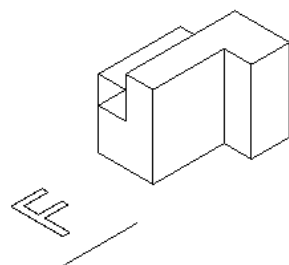
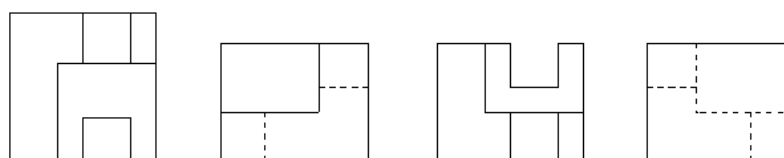
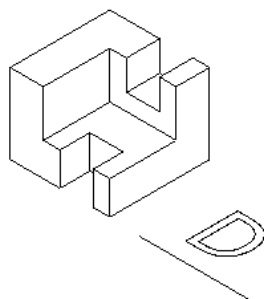
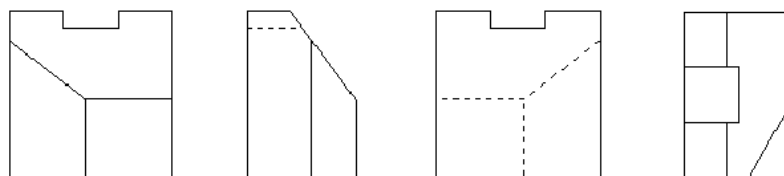
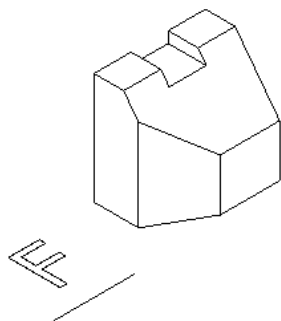
4.6 Exercícios de Vistas Ortográficas

1) Numere as projeções ortogonais correspondentes a cada perspectiva

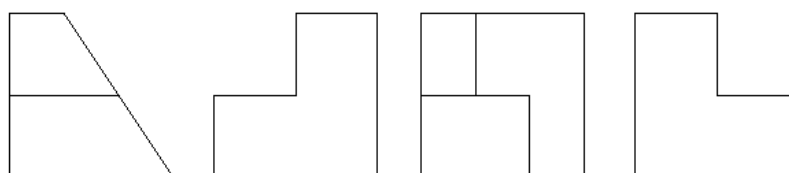
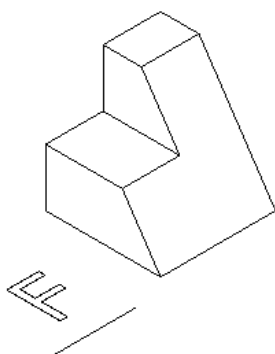
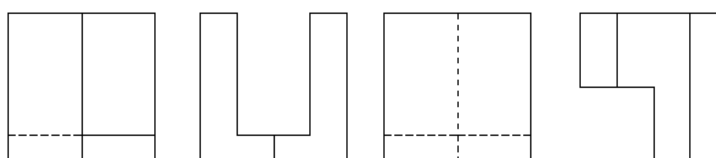
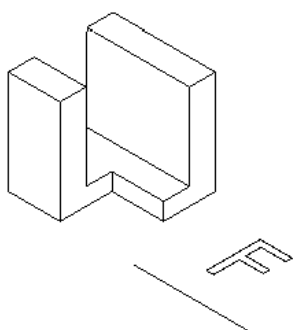
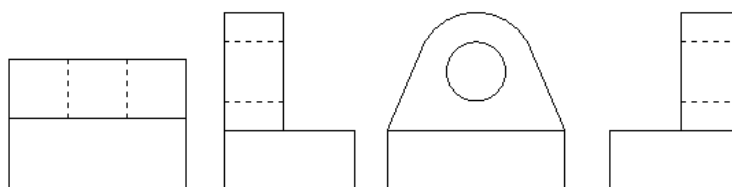
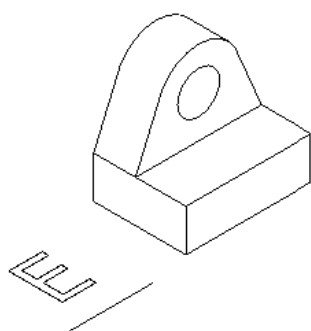
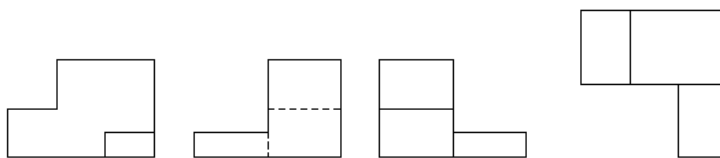
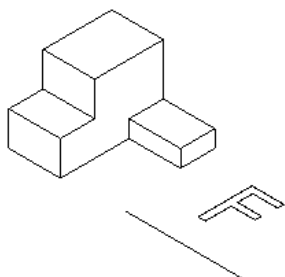




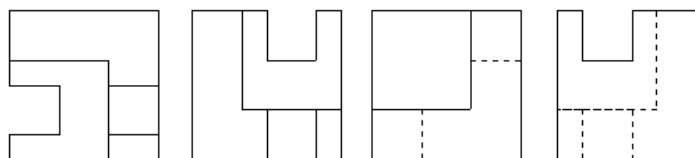
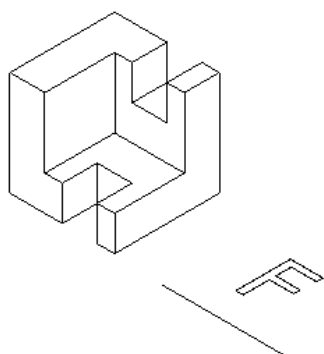
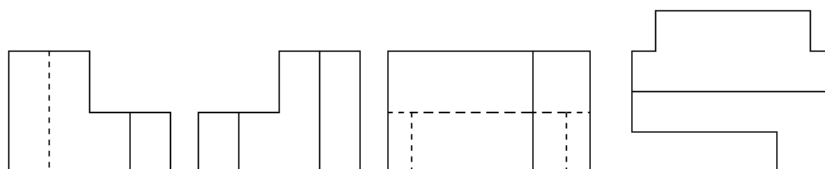
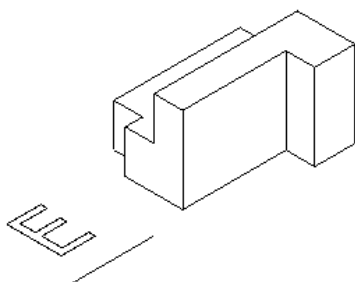
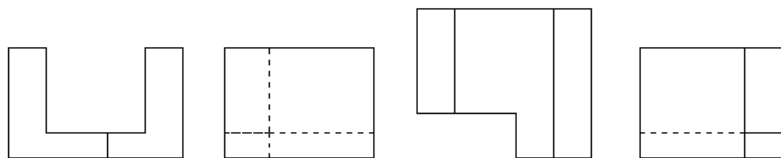
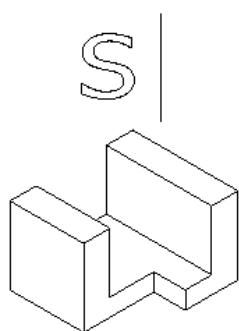
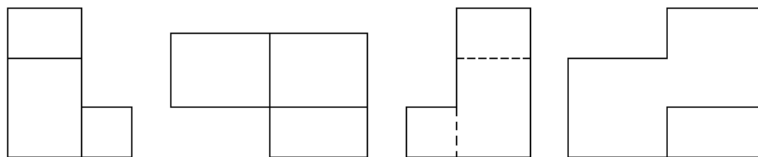
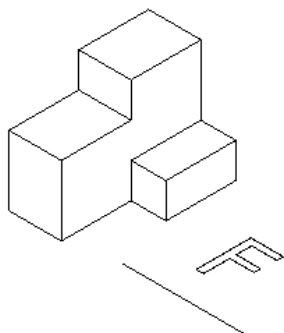
2) Identifique a Vista de Frente, a Vista Superior, a Vista Lateral Esquerda e a Vista Lateral Direita nas projeções dadas.



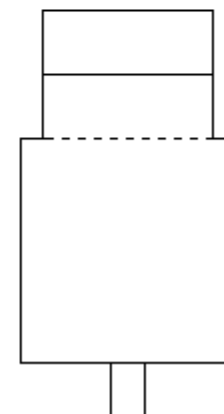
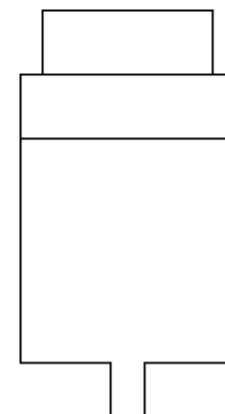
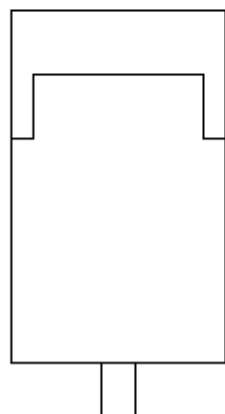
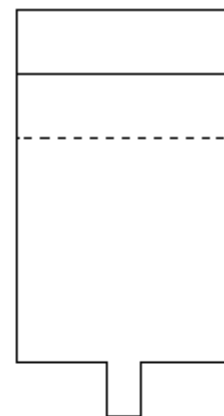
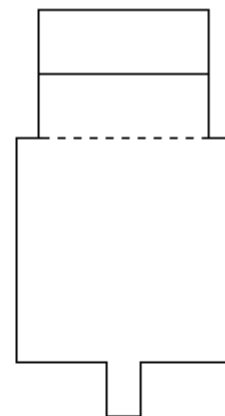
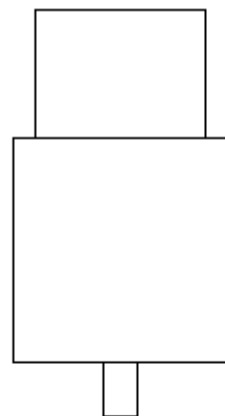
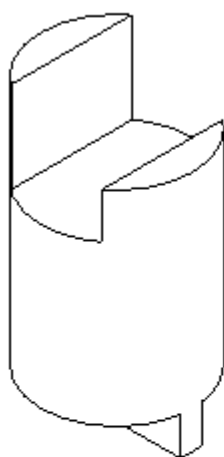
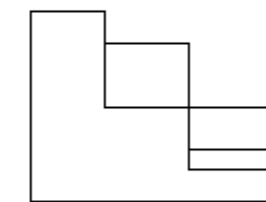
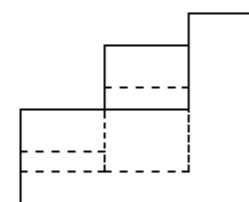
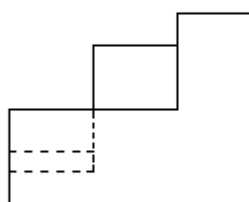
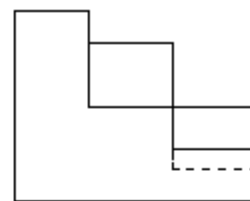
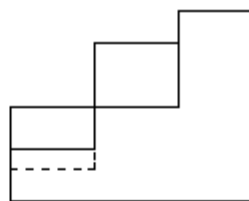
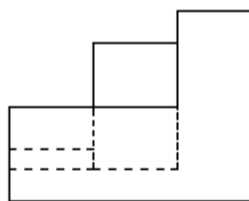
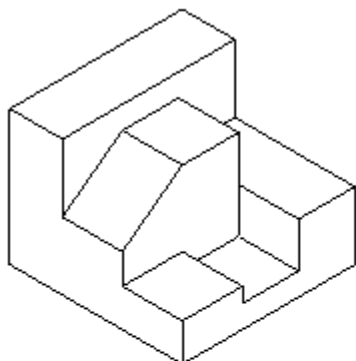
3) Identifique a Vista de Frente, a Vista Superior, a Vista Lateral Esquerda e a Vista Lateral Direita nas projeções dadas.



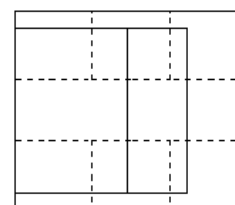
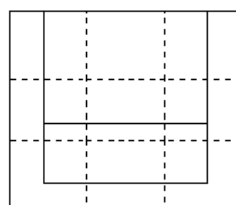
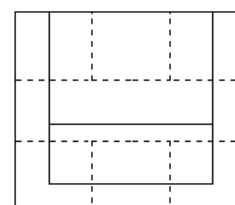
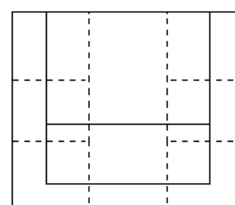
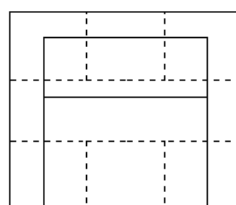
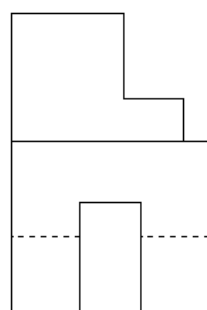
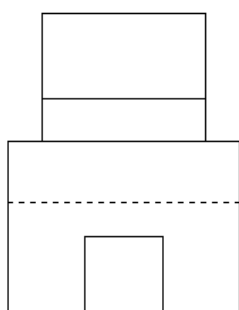
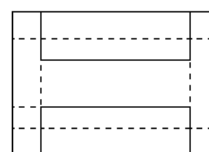
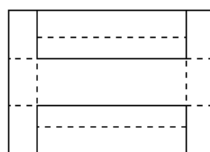
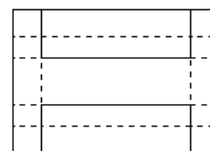
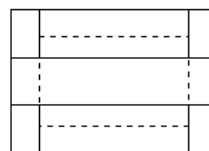
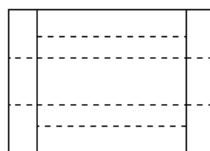
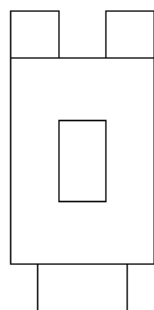
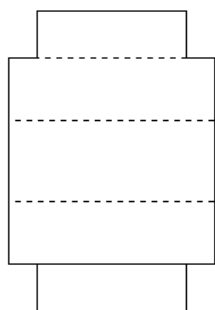
4) Identifique a Vista de Frente, a Vista Superior, a Vista Lateral Esquerda e a Vista Lateral Direita nas projeções dadas.



5) Qual vista frontal representa corretamente a perspectiva dada?

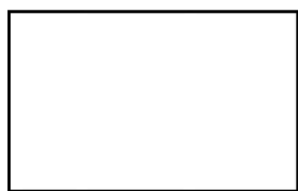
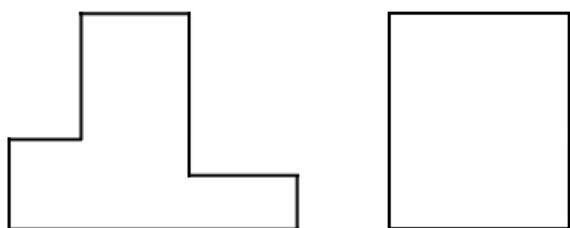


6) Qual vista superior representa corretamente o objeto?

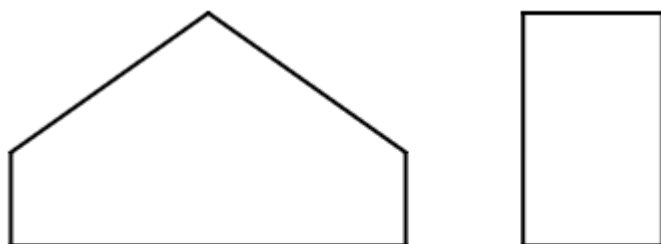


7) Completar o que falta nas vistas ortográficas.

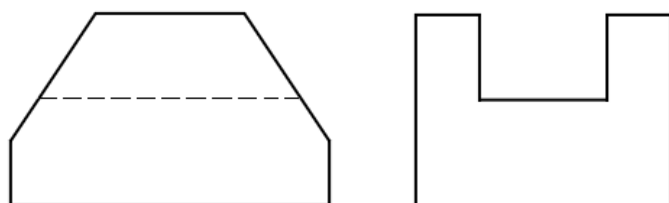
a)



b)

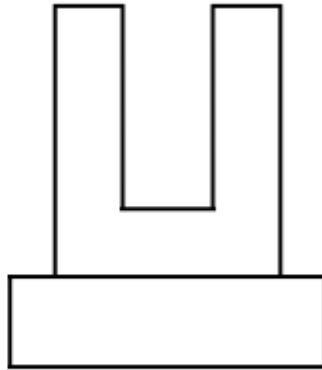
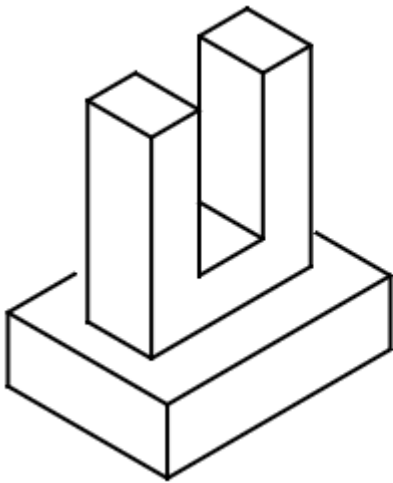


c)

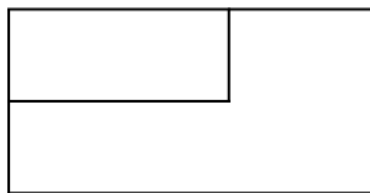
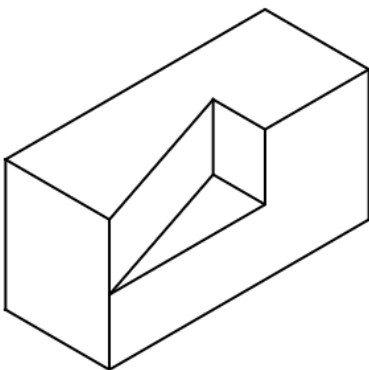


8) Desenhar as vistas que faltam.

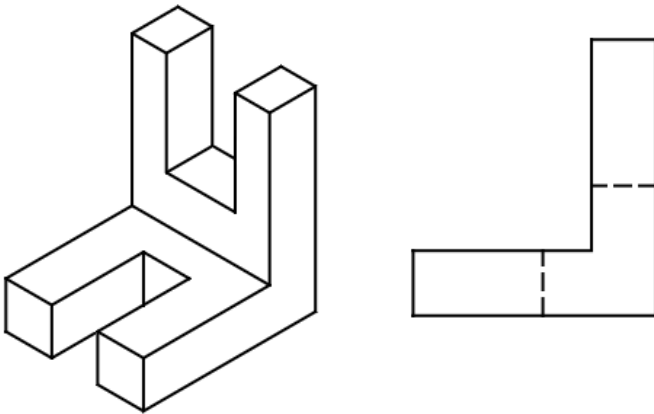
a)



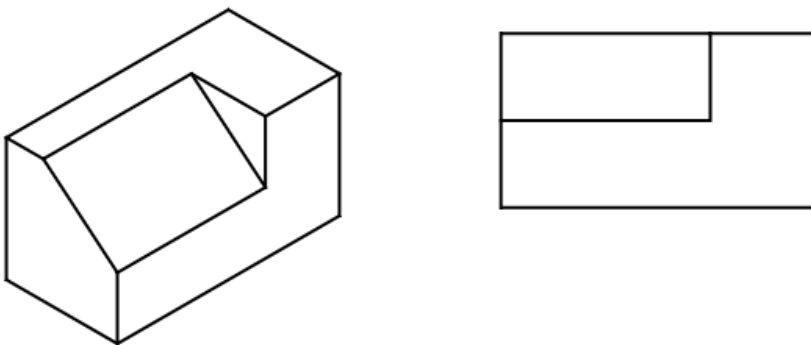
b)



c)

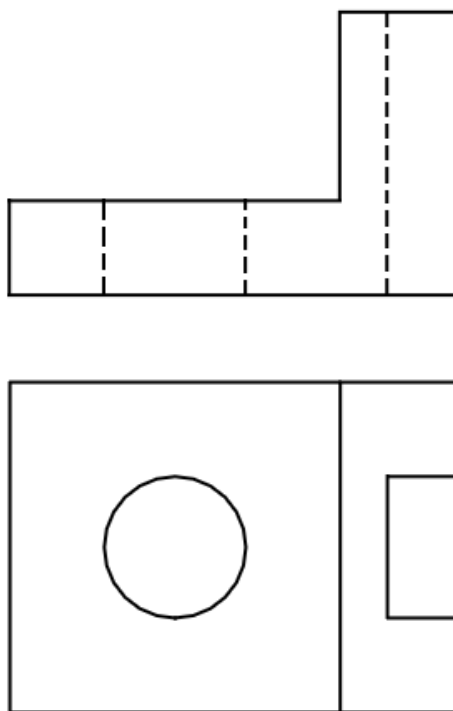


d)

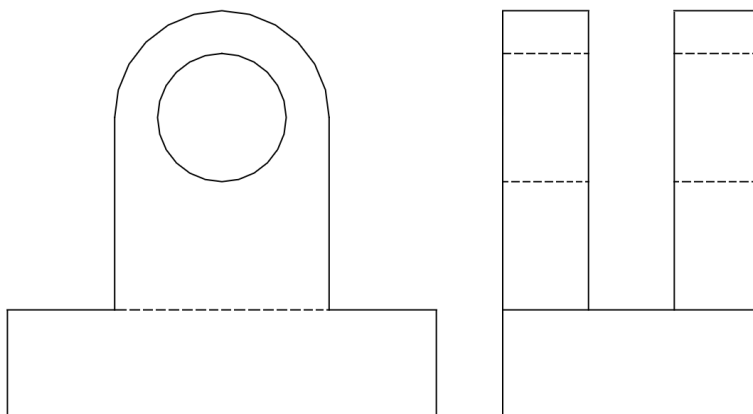


9) Desenhar mais uma vista de cada objeto.

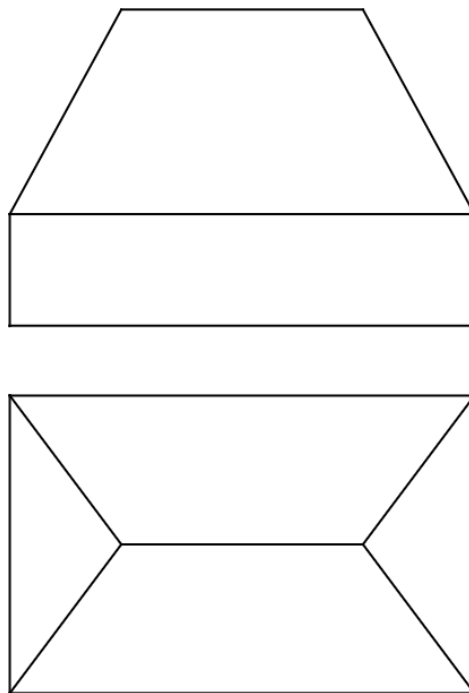
a)



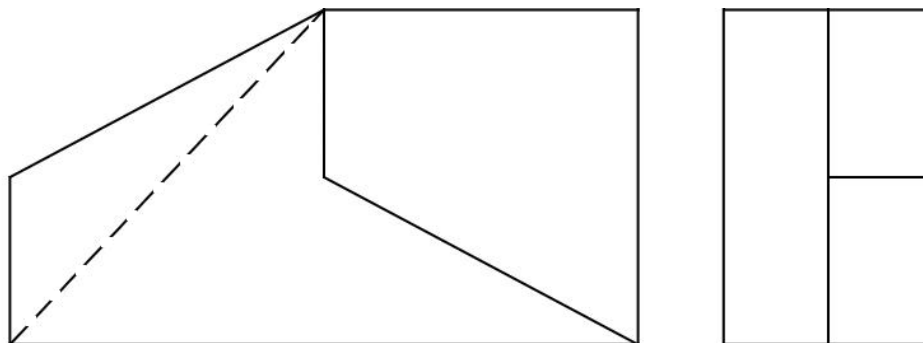
b)



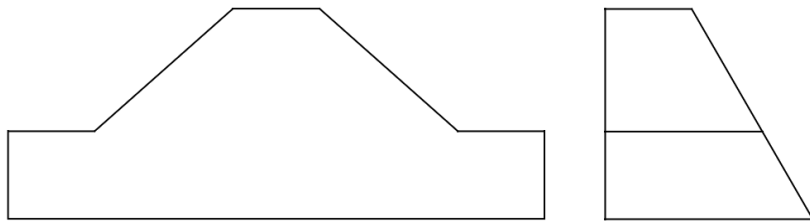
c)



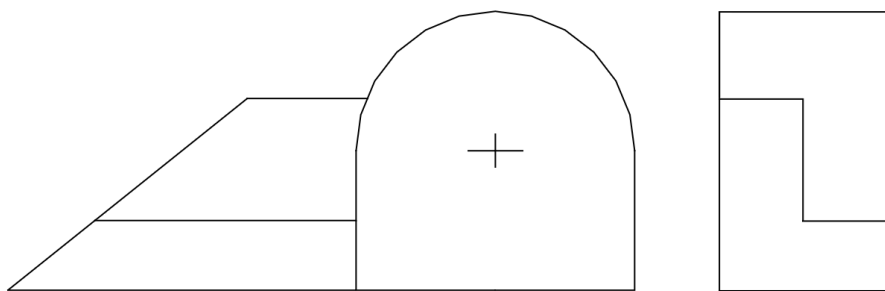
d)



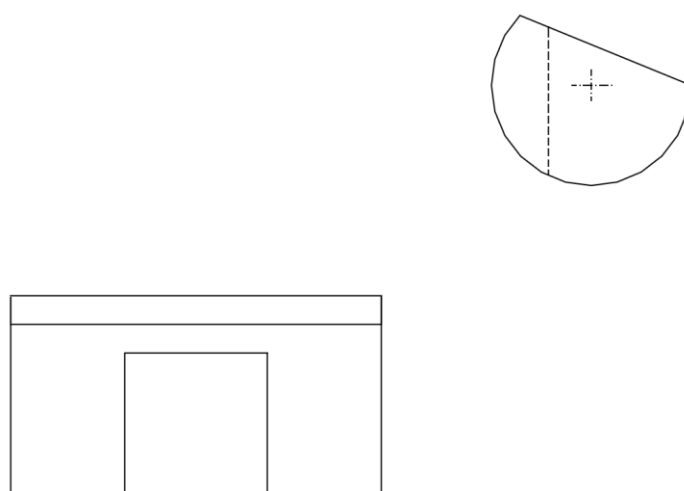
e)



f)

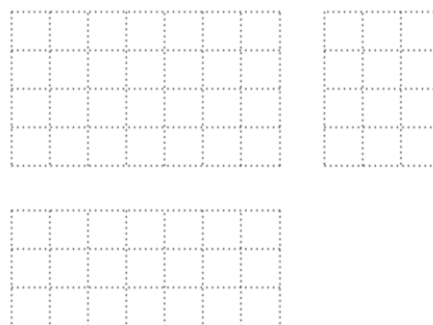
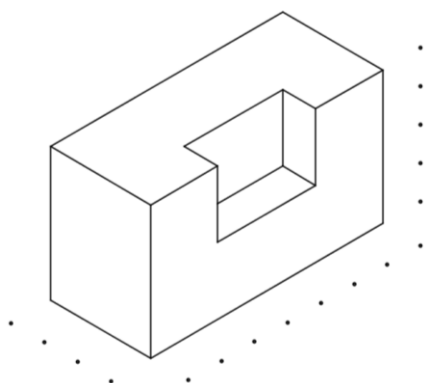


g)

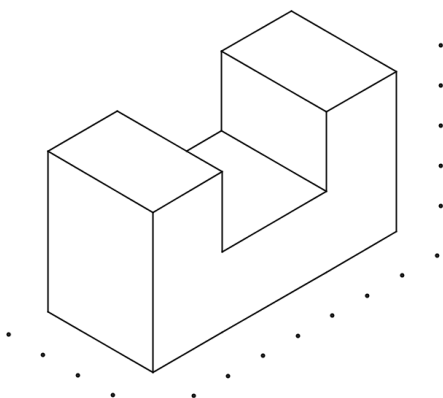


10) Desenhar as vistas ortográficas: VF, VS e VLE.

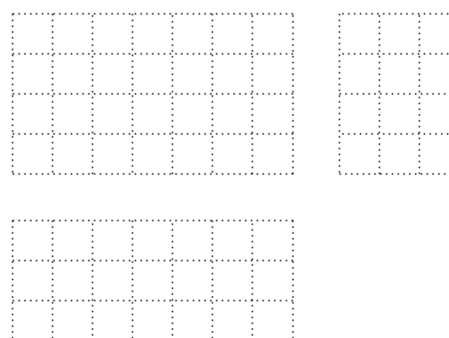
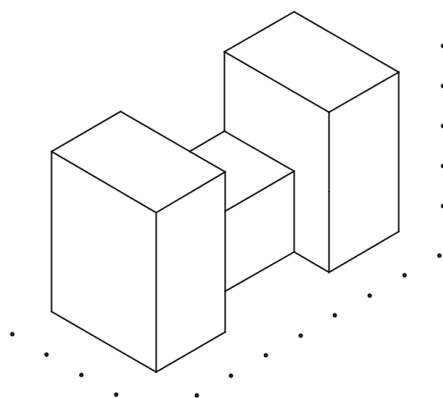
a)



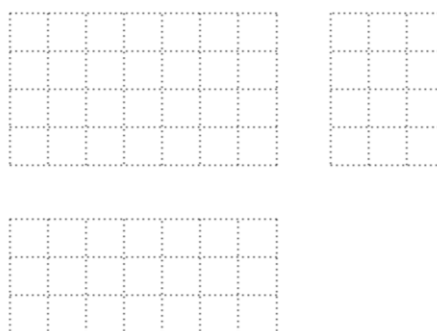
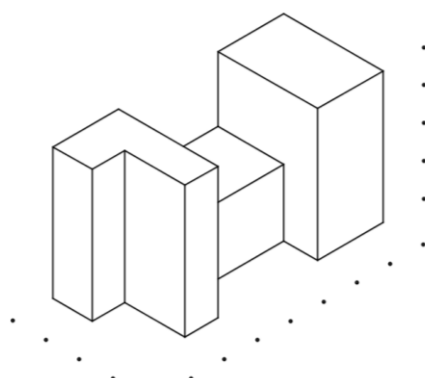
b)



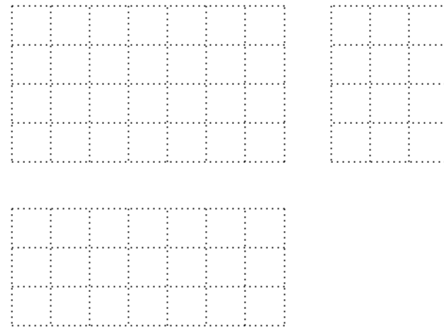
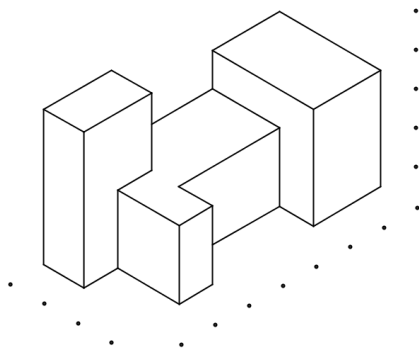
c)



d)

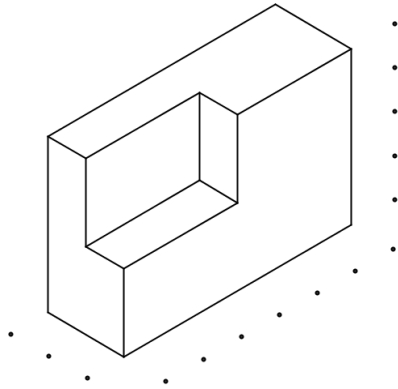


e)

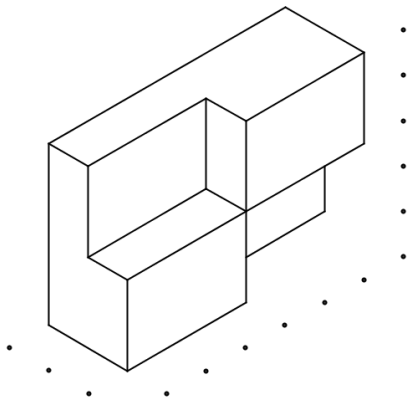


11) Desenhar as vistas ortográficas: VF, VS e VLE.

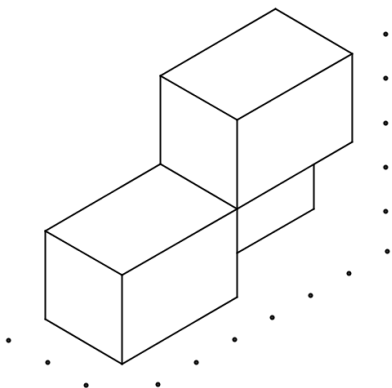
a)



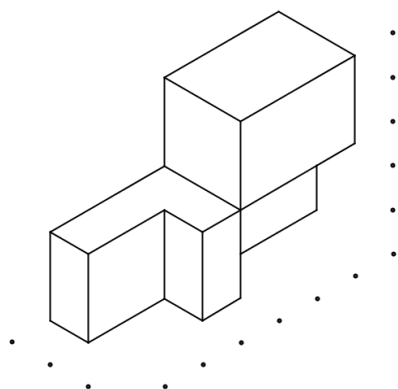
b)



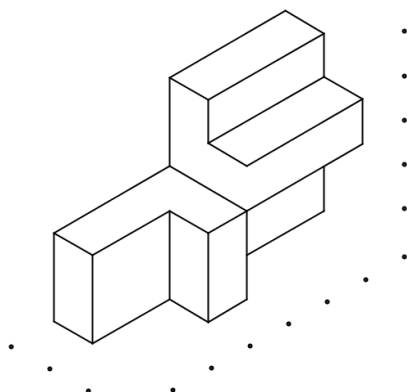
c)



d)

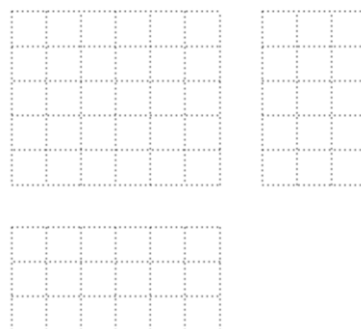
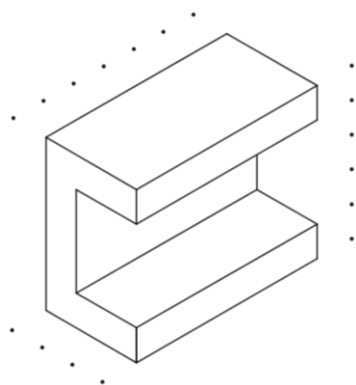


e)

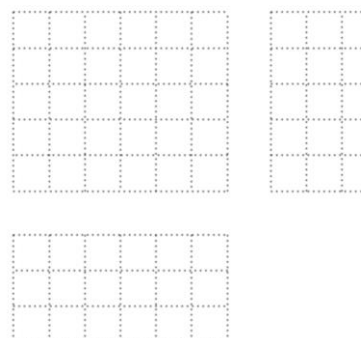
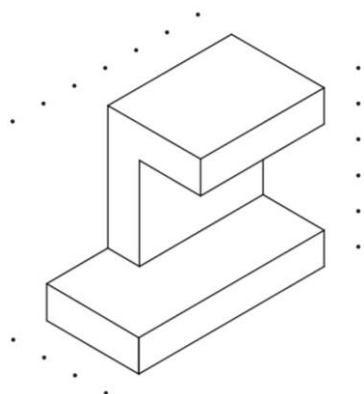


12) Desenhar as vistas ortográficas: VF, VS e VLE.

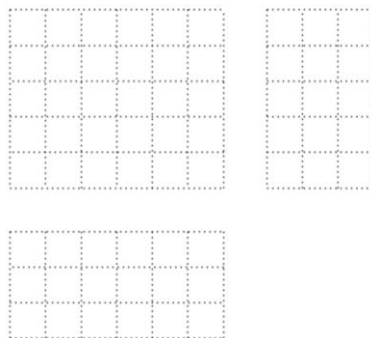
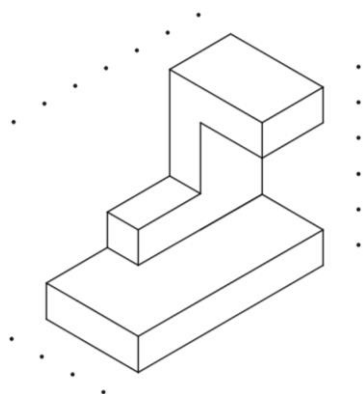
a)



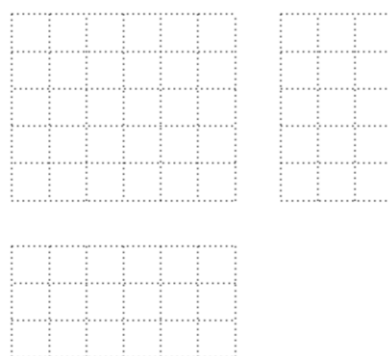
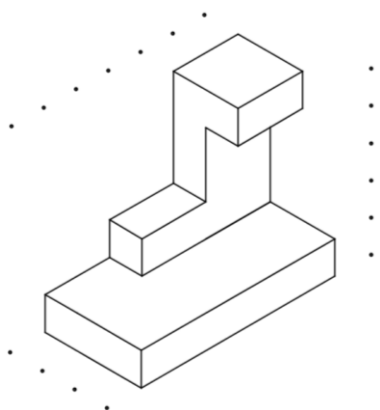
b)



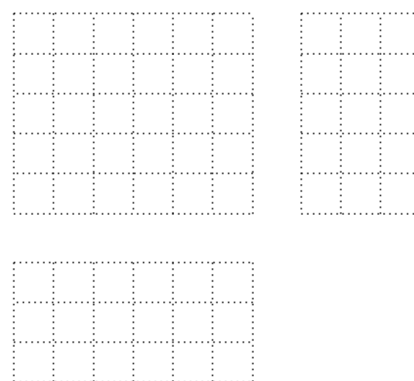
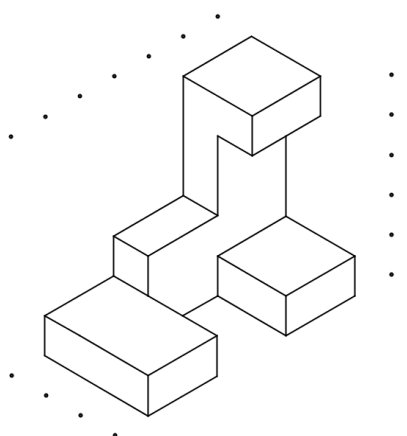
c)



d)

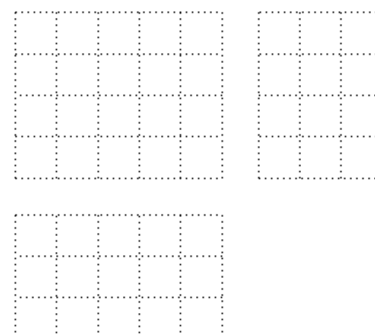
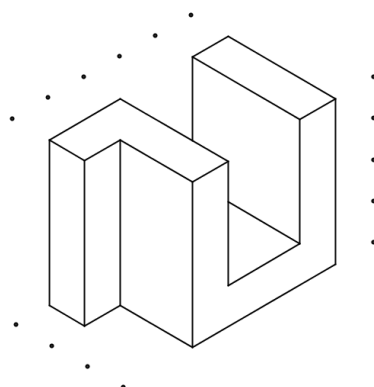


e)

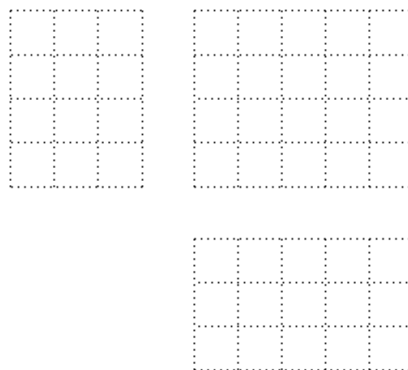
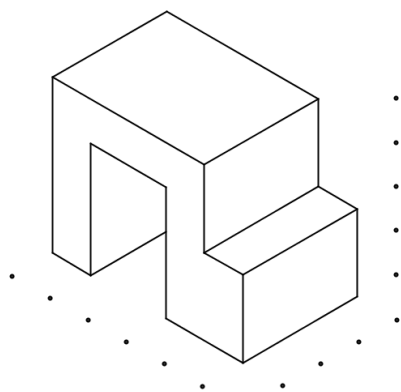


13) Desenhar as vistas ortográficas: VF, VS e VLE ou VLD.

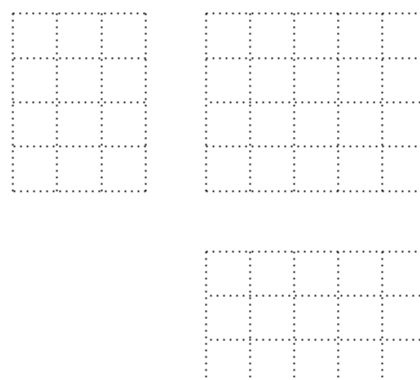
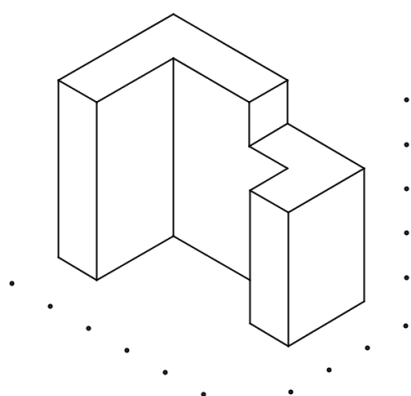
a)



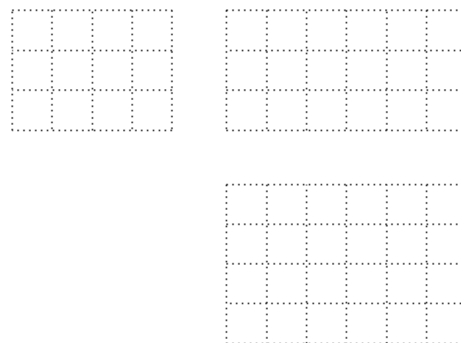
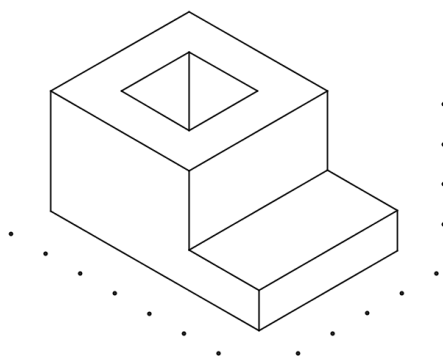
b)



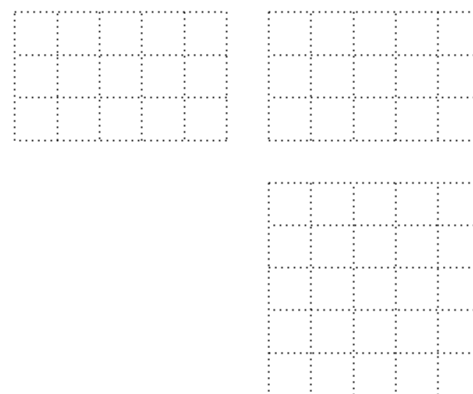
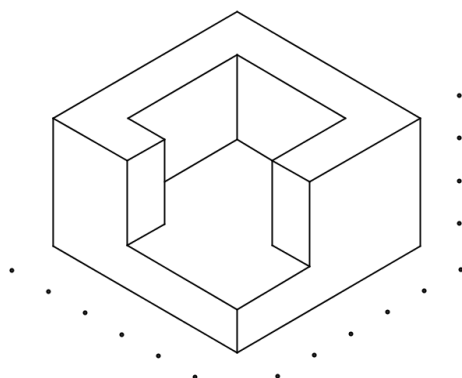
c)



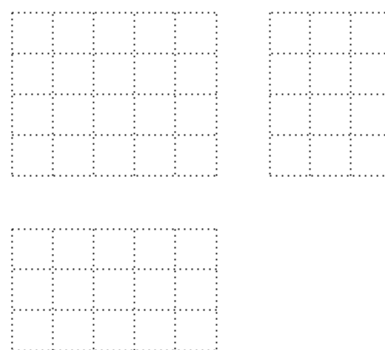
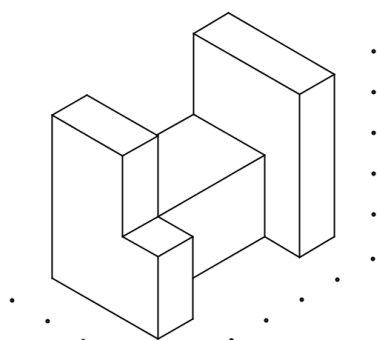
d)



e)

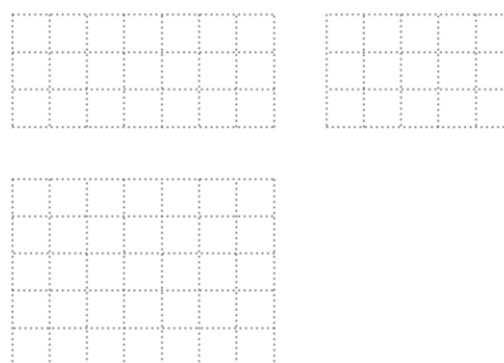
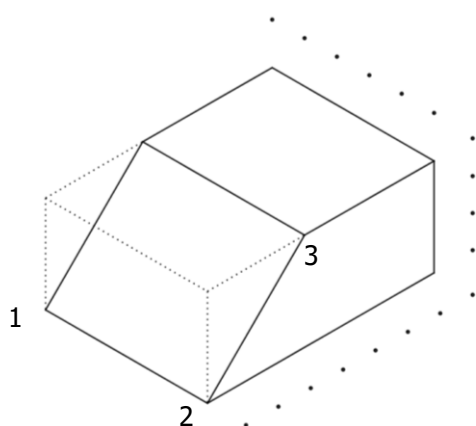


f)

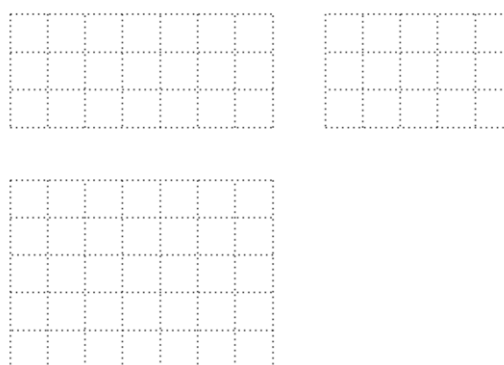
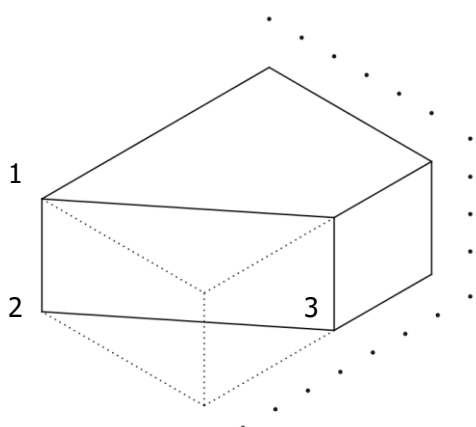


14) Desenhar as vistas ortográficas: VF, VS e VLE.

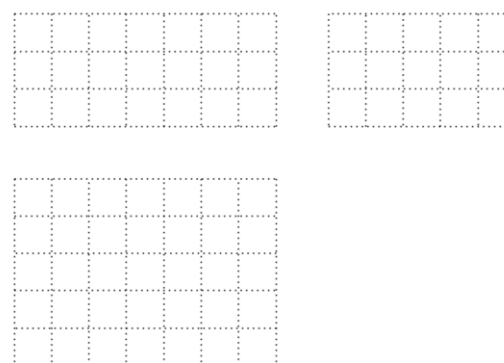
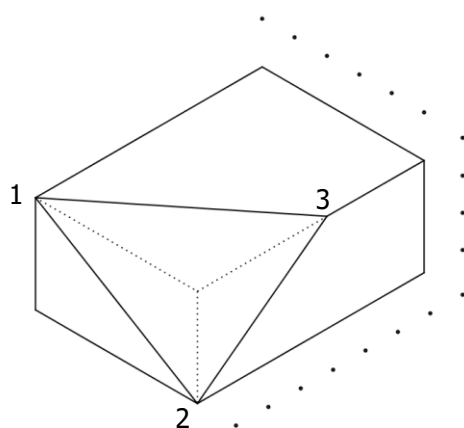
a)



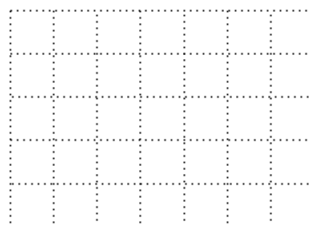
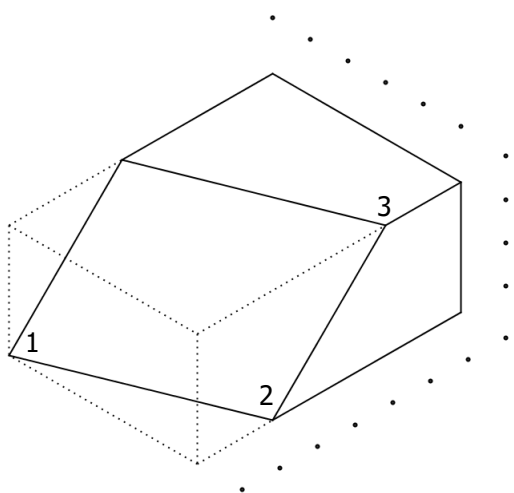
b)



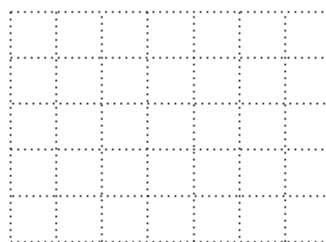
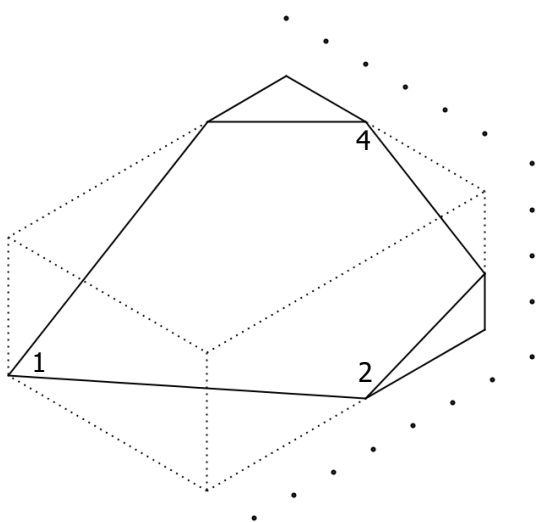
c)



d)

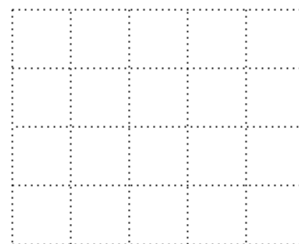
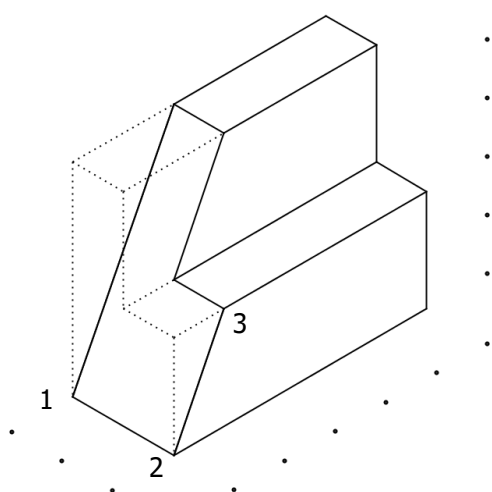


e)

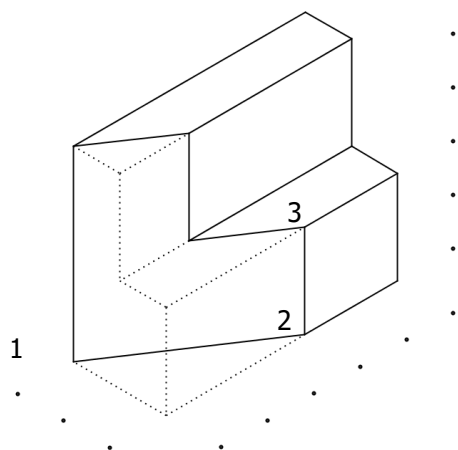


15) Desenhar as vistas ortográficas: VF, VS e VLE.

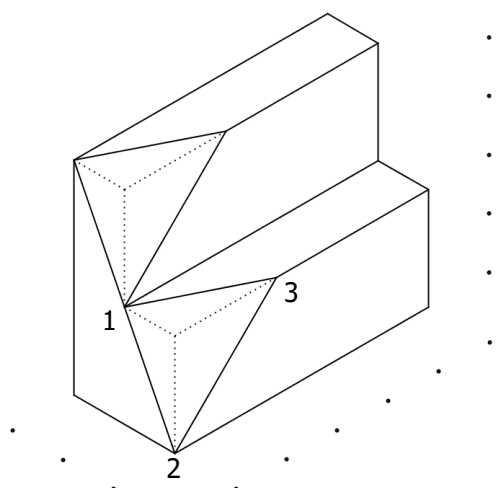
a)



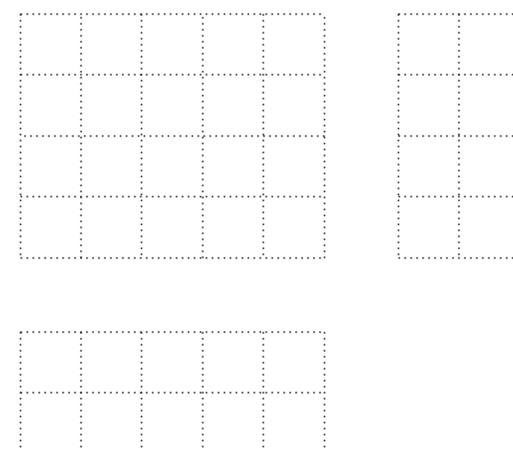
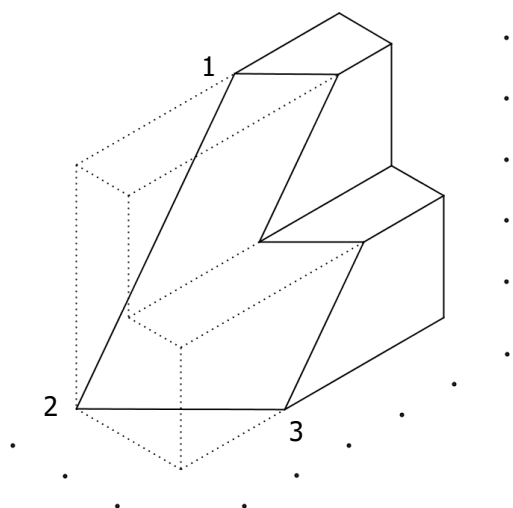
b)



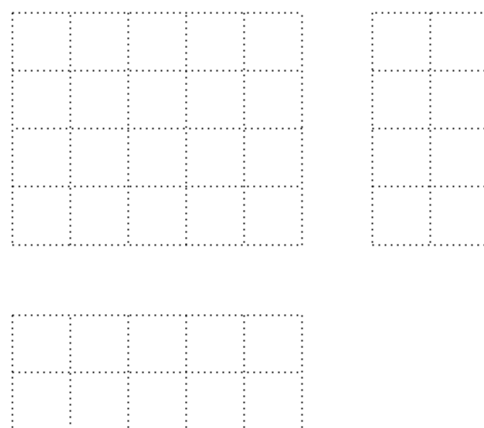
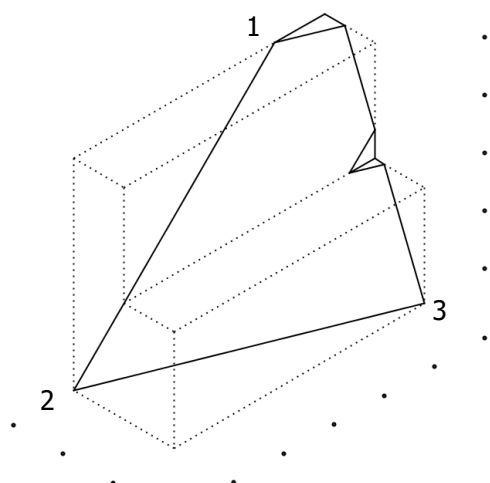
c)



d)

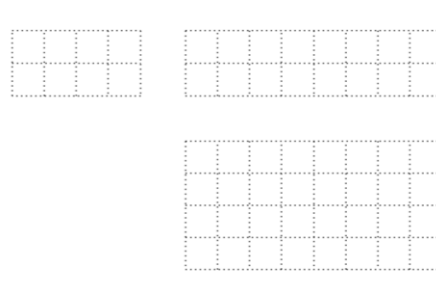
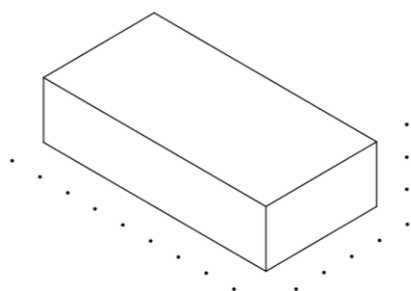


e)

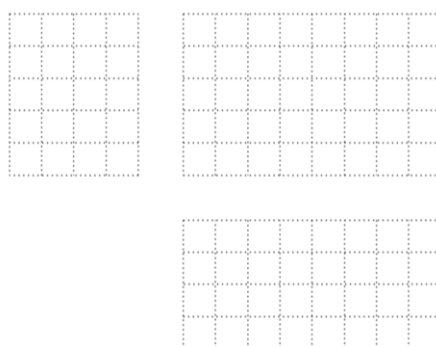
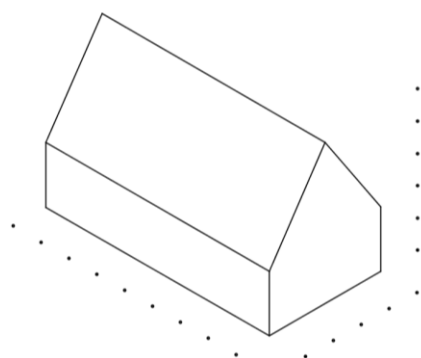


16) Desenhar as vistas ortográficas: VF, VS e VLD.

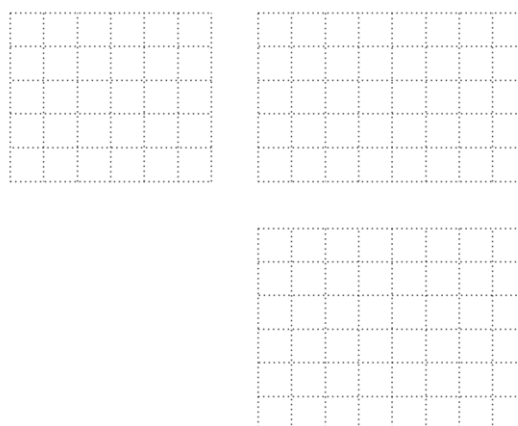
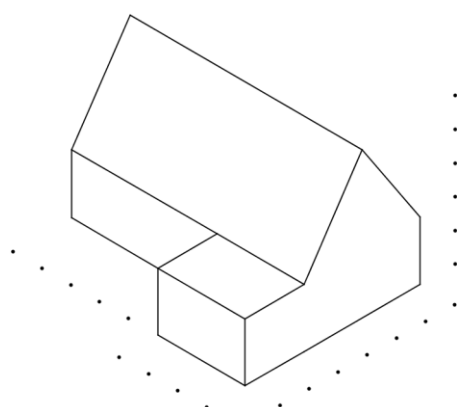
a)



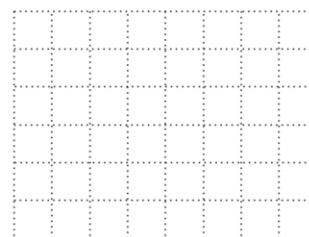
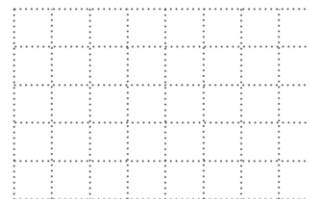
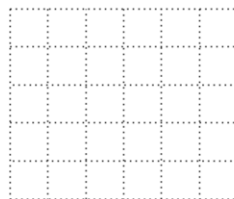
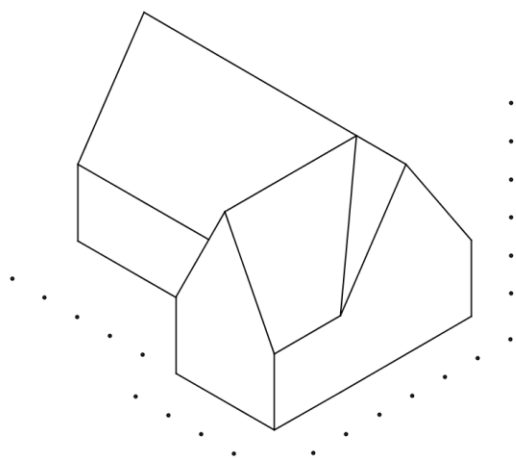
b)



c)

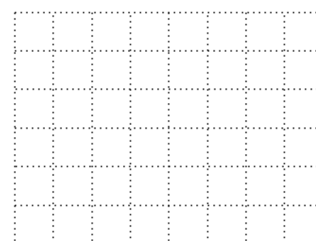
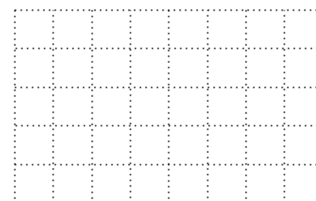
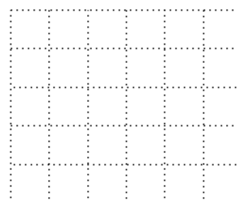
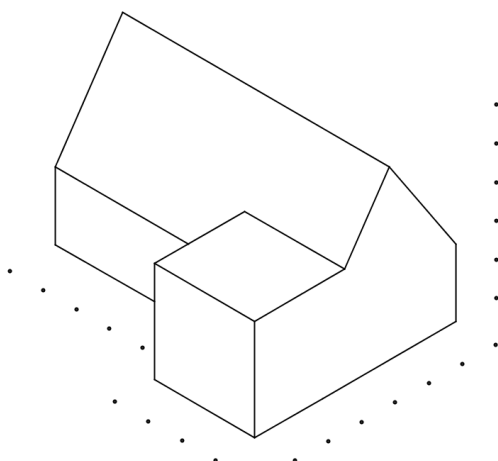


d)

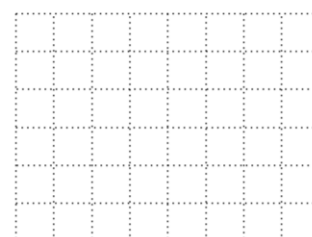
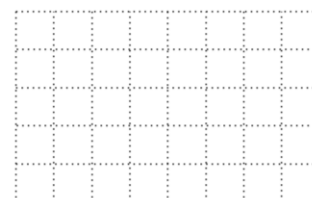
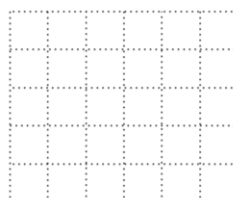
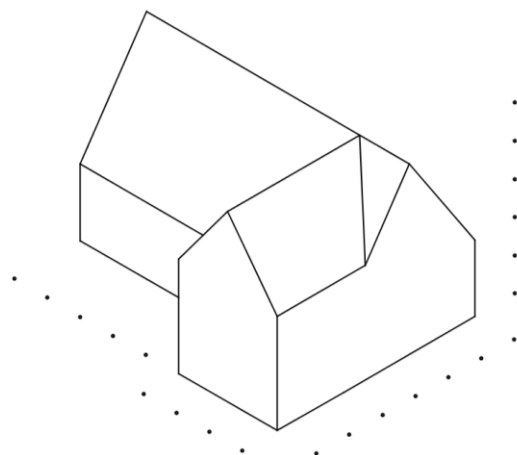


17) Desenhar as vistas ortográficas: VF, VS e VLD.

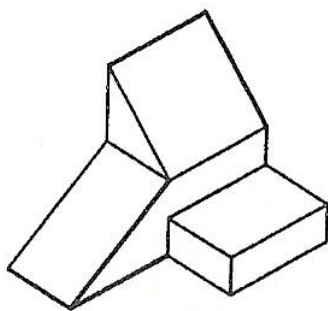
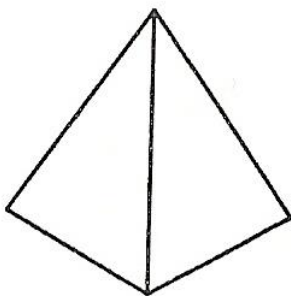
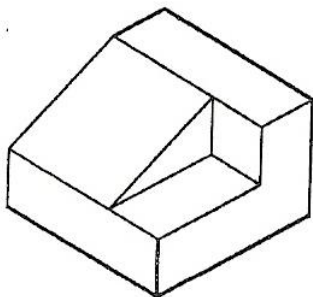
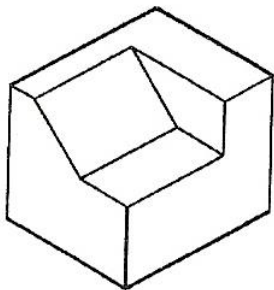
a)



b)

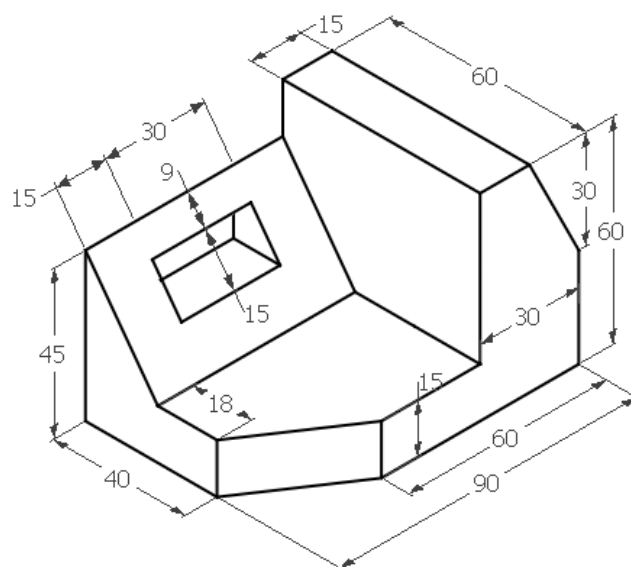


18) Desenhar três vistas dos objetos dados.

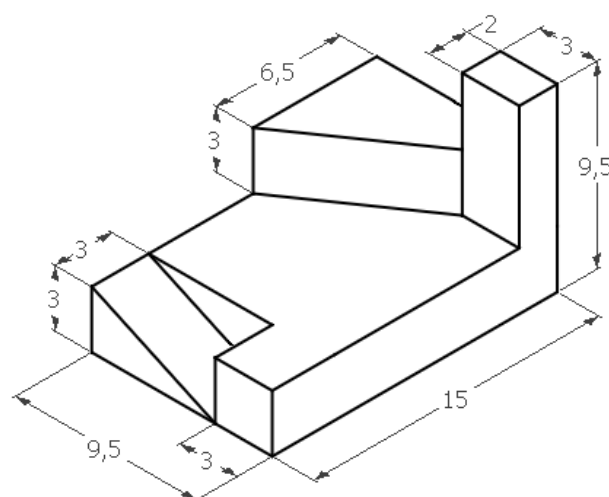


19) Desenhar as três vistas ortográficas dos objetos: VF, VS e VLE.

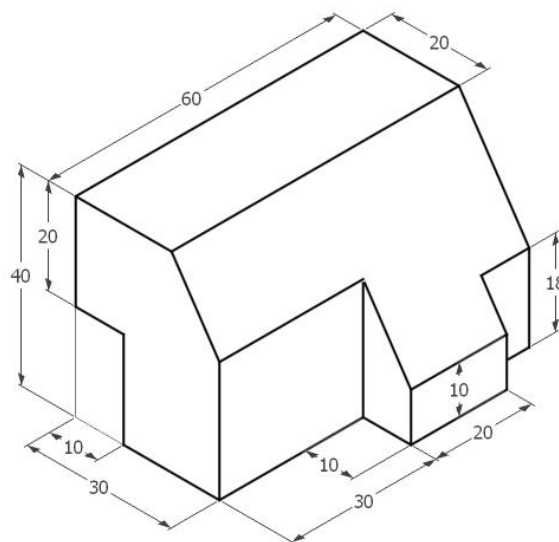
a)



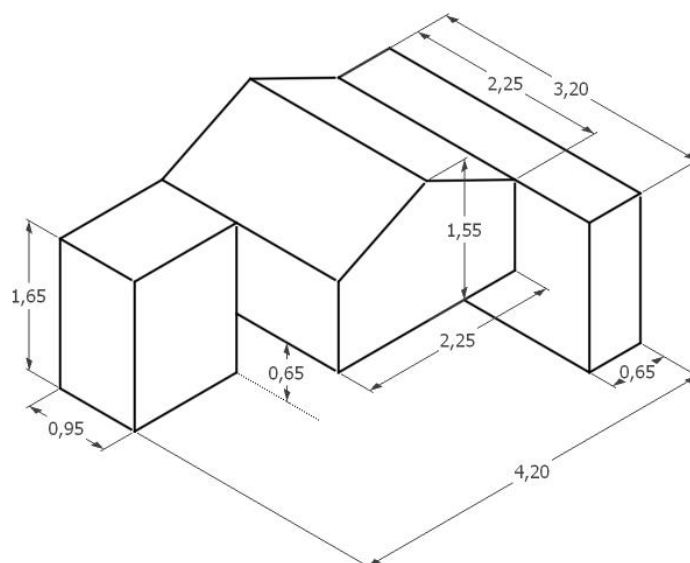
b)



c)

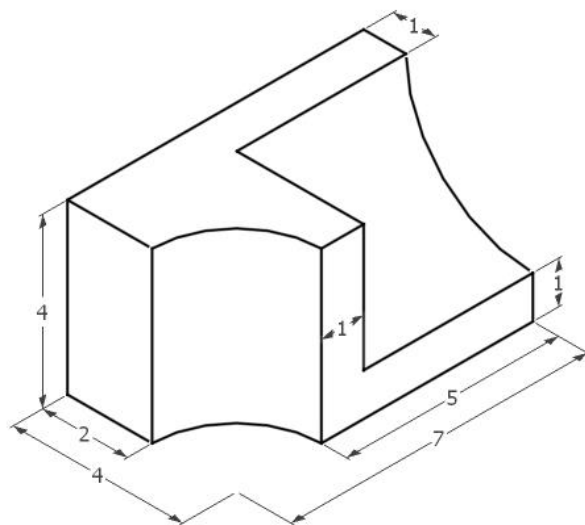


d)

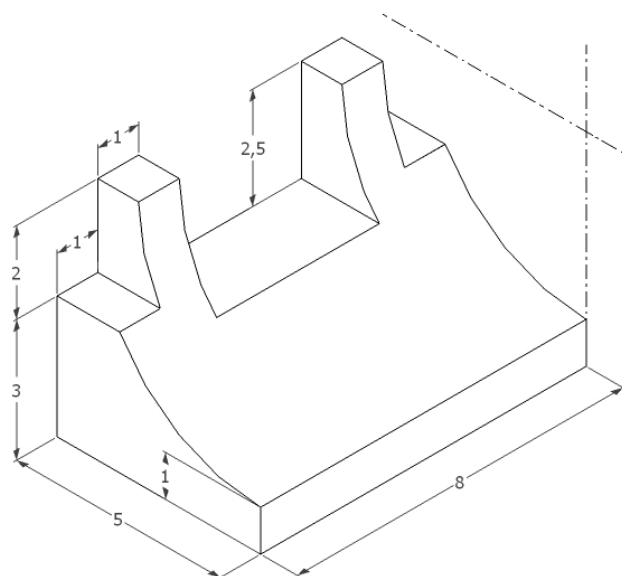


20) Desenhar as três vistas ortográficas dos objetos: VF, VS e VLE.

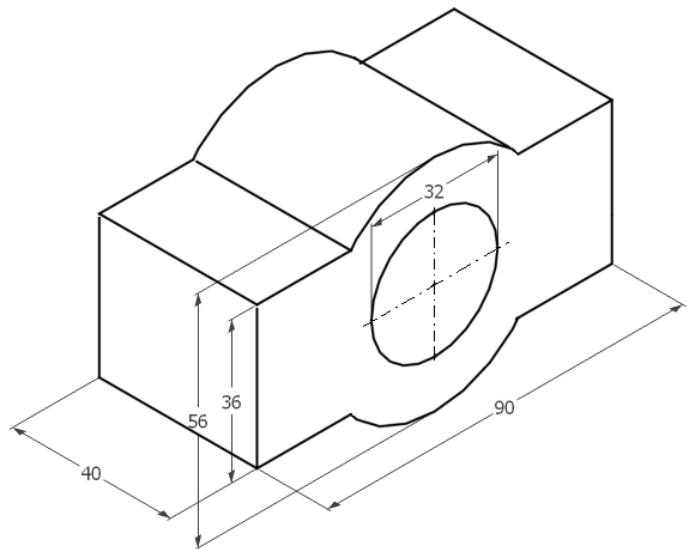
a)



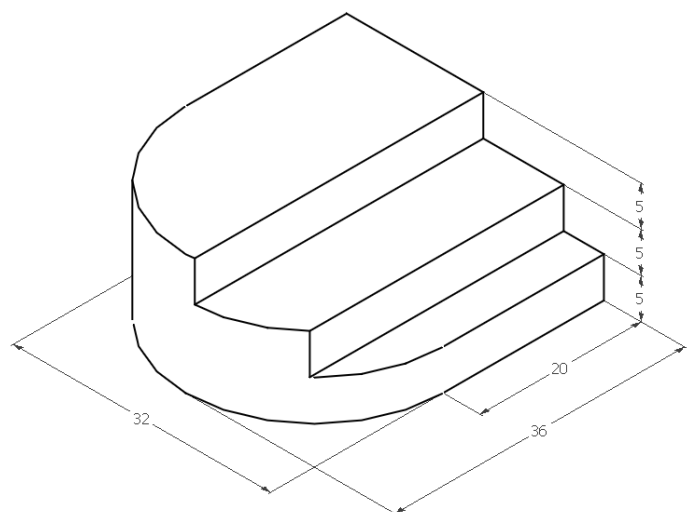
b)



c)



d)



V – PERSPECTIVA

Perspectivar é representar objetos sobre um plano, denominado quadro. A técnica da perspectiva fundamenta-se em procedimentos tais que a imagem final se aproxima o mais possível da realidade e a sua obtenção se dá pela utilização de um sistema de projeção: cônica, cilíndrica oblíqua ou cilíndrica ortogonal.

A perspectiva representa graficamente as três dimensões de um objeto em um único plano, com o objetivo de transmitir a idéia de largura, altura e profundidade.

Existem diferentes tipos de perspectiva. Na Figura 47 é mostrada como ficaria a representação de um cubo em três tipos diferentes de perspectiva. Cada tipo de perspectiva mostra o objeto de uma forma.



Figura 47 – Representação de um cubo em três tipos de perspectiva

5.1 Perspectiva Cilíndrica Ortogonal

Considerando o sistema de projeção cilíndrico ortogonal para projetar um cubo sobre um quadro, temos as seguintes situações:

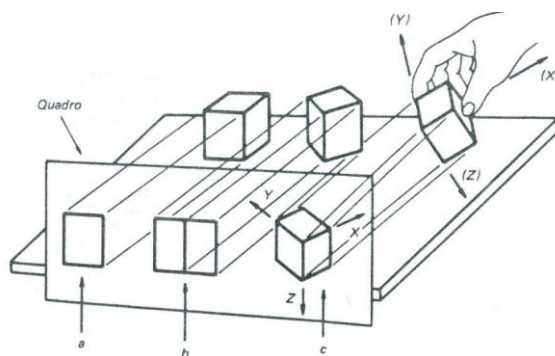


Figura 48 – Perspectiva cilíndrica ortogonal de um cubo

a) se o cubo encontra-se com uma face paralela ao quadro, então a sua projeção será um quadrado em verdadeira grandeza (Figura 48 a);

b) se o cubo, que estava com uma face paralela ao quadro, for girado em torno de um eixo vertical, de um ângulo qualquer menor que 90° , a projeção no quadro será apresentada por duas faces de tamanhos reduzidos (Figura 48 b);

c) se o cubo, que estava com duas faces inclinadas em relação ao quadro, for inclinado para frente, segundo um ângulo menor que 90° , as três faces aparecerão no quadro projetadas reduzidas. Três arestas concorrentes do cubo, as mais afastadas do quadro, darão as direções dos três eixos OX, OY e OZ que são perspectivados no quadro: O'X', O'Y' e O'Z' (Figura 48 c).

Os eixos projetados no quadro caracterizarão as principais dimensões do objeto, que são: largura, altura e profundidade.

Devido às várias inclinações que podemos dar ao cubo, obteríamos um número infinito de perspectivas, este tipo de perspectiva recebe o nome de **axonométrica ortogonal**. Quando os três eixos do cubo fazem ângulos diferentes com o quadro, a perspectiva denomina-se **trimétrica**, sendo que cada aresta sofre redução diferente na projeção (Figura 49). Quando dois eixos estão igualmente inclinados em relação ao quadro, a perspectiva é chamada de **dimétrica**, sendo, então, que duas arestas sofrerão a mesma redução na projeção (Figura 50). E quando os três eixos estão igualmente inclinados em relação ao quadro, ela é denominada de **isométrica**, e portanto, as reduções sofridas nas arestas será a mesma (Figura 51).

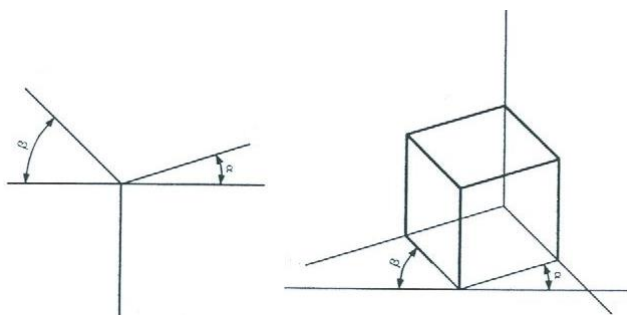


Figura 49 – Perspectiva trimétrica de um cubo

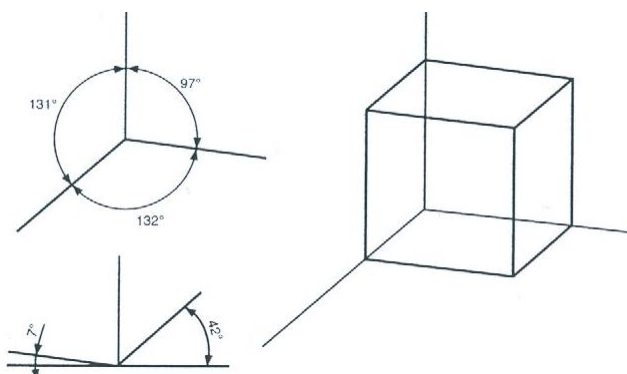


Figura 50 - Perspectiva dimétrica de um cubo

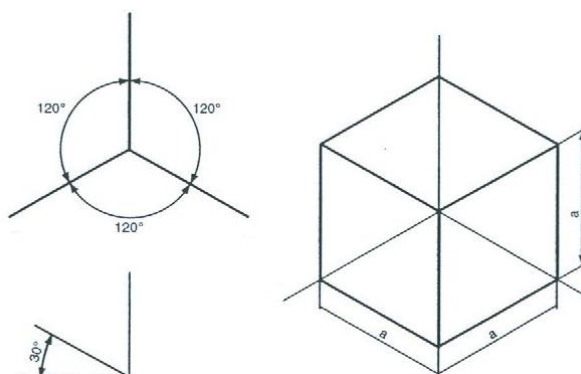


Figura 51 - Perspectiva isométrica de um cubo

5.2 Perspectiva Isométrica

Consideremos um plano de projeção e um cubo, com três de suas arestas definindo três eixos objetivos do espaço: OX, OY e OZ (Figura 52).

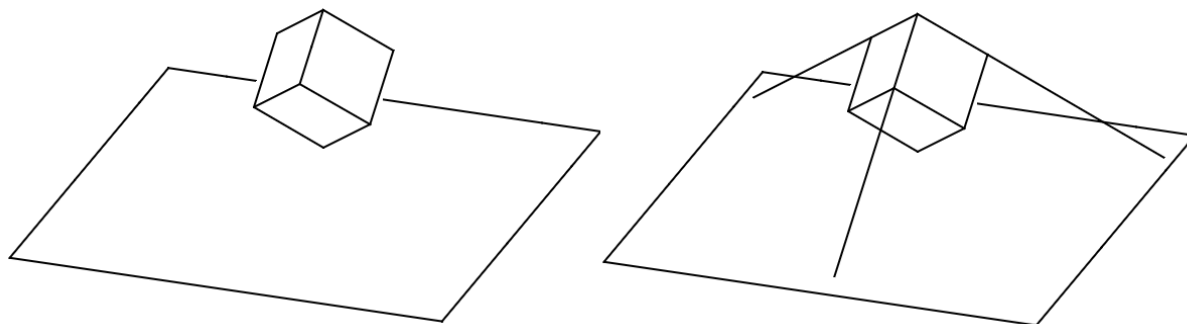


Figura 52 – Posicionamento de um cubo em relação a um plano de projeção

A perspectiva isométrica do cubo é obtida projetando-se cilíndrica e ortogonalmente o mesmo sobre um quadro, em relação ao qual os três eixos formem ângulos iguais (Figura 53a). A diagonal do cubo que passa por O será perpendicular ao quadro; os três eixos objetivos OX, OY e OZ serão projetados como os três eixos isométricos O'X', O'Y' e O'Z', formando ângulos de 120° entre si (Figura 53b); as demais arestas do cubo, por serem paralelas aos eixos objetivos, serão projetadas como linhas paralelas aos correspondentes eixos isométricos (Figura 53 d e c).

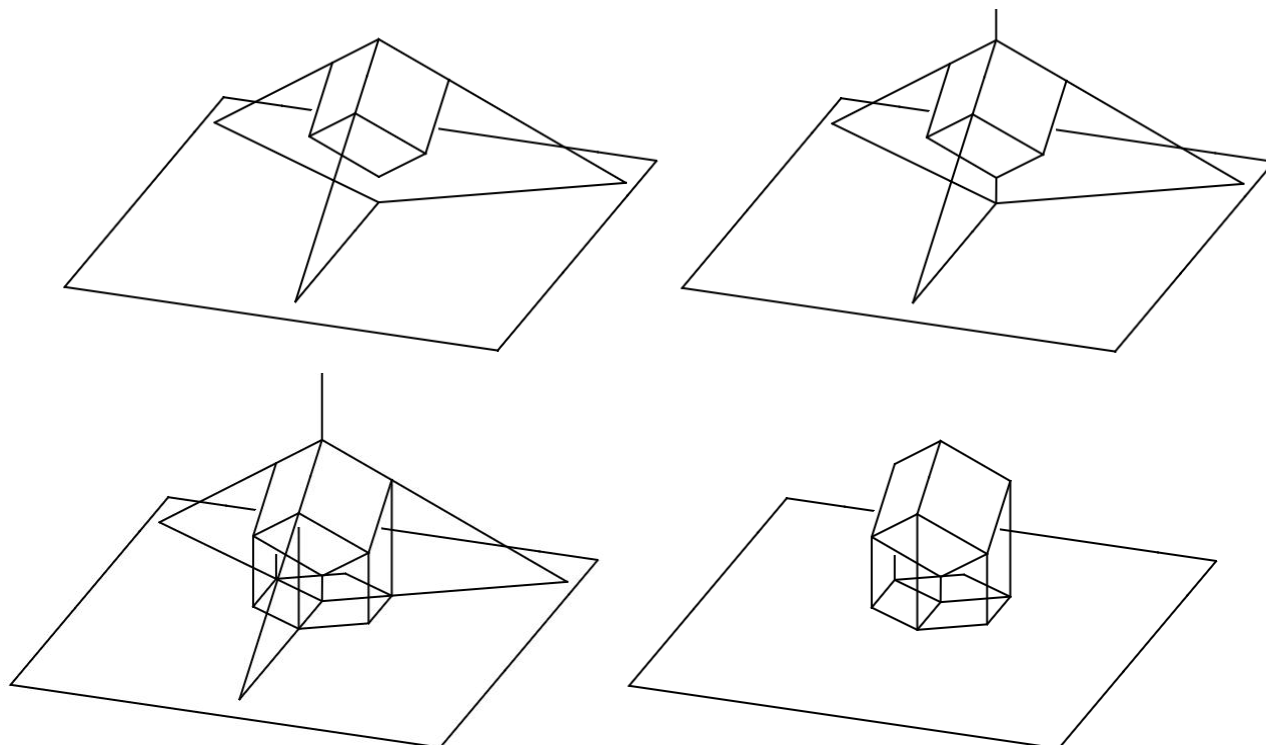


Figura 53 – Representação da perspectiva isométrica de um cubo

$O'X'$, $O'Y'$ e $O'Z'$ serão, a partir de agora, considerados como os eixos isométricos e representam as projeções dos três eixos OX , OY e OZ que convergem para o vértice do cubo mais afastado do quadro.

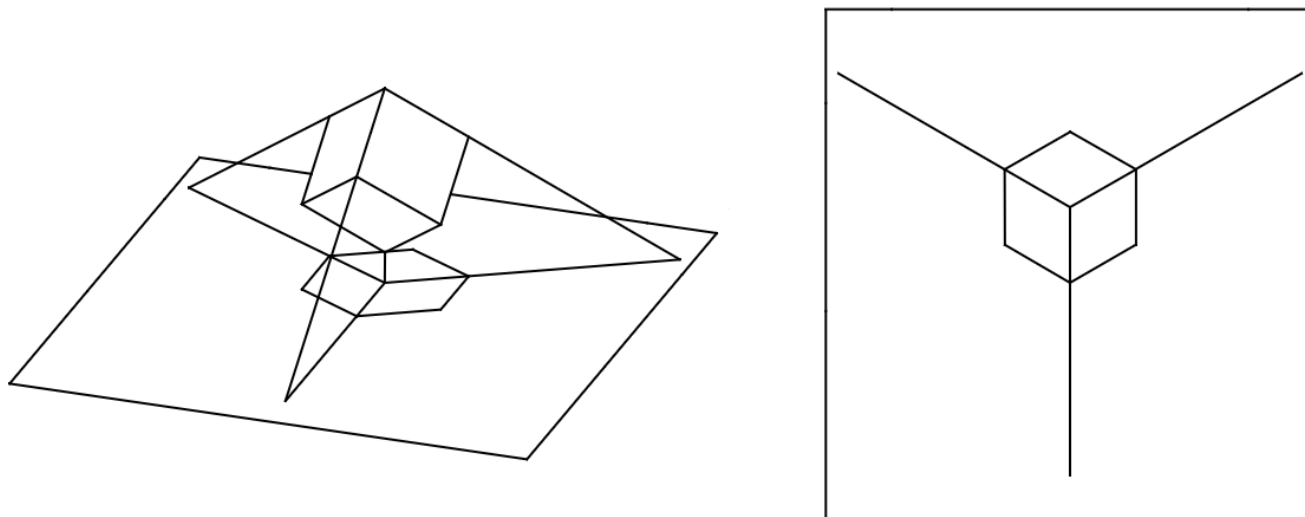


Figura 54 – Eixos representados na perspectiva isométrica de um cubo

As perspectivas das arestas do cubo e as linhas a elas paralelas são denominadas linhas isométricas. As perspectivas das faces do cubo e outras que forem paralelas são chamadas de faces isométricas.

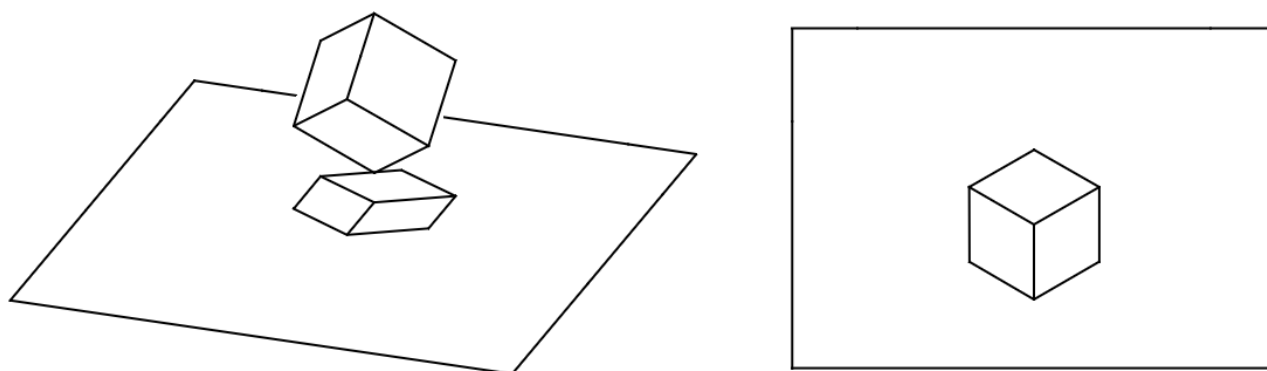


Figura 55 – Perspectiva isométrica de um cubo

As projeções das três dimensões fundamentais do cubo sofrem a mesma redução e terão a mesma medida na projeção isométrica, cerca de 81,6% do valor real, porque se trata de projeções cilíndricas ortogonais de segmentos congruentes e igualmente inclinados em relação ao plano de projeção.

Como os coeficientes de redução são iguais para os três eixos isométricos, pode-se tomar como medida das arestas do cubo, sobre estes eixos, a verdadeira grandeza das mesmas e o efeito será idêntico, ficando, apenas, com suas dimensões ampliadas de 1 para 1,23. A representação assim obtida é denominada **Desenho Isométrico** ou **Isométrica Simplificada**.

Determinação dos eixos isométricos

Partindo da perspectiva do cubo, e nela considerando como origem a projeção do vértice O, são traçados os três eixos isométricos, de modo que formem entre si ângulos de 120° ; isto se consegue fazendo com que um dos eixos seja vertical e os outros dois sejam oblíquos de 30° em relação à horizontal (Figura 56).

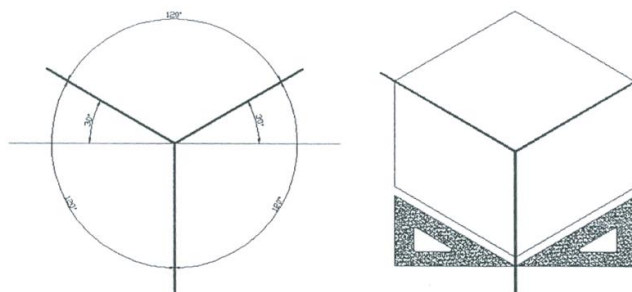


Figura 56 – Determinação dos eixos isométricos

Construção da Isométrica Simplificada

Dadas as vistas principais de um objeto, parte-se de um ponto que representa o vértice O do sólido envolvente e traçam-se os três eixos, que farão entre si ângulos de 120° . Em seguida, constrói-se o paralelepípedo envolvente do sólido com as maiores dimensões de largura, altura e profundidade, segundo a visibilidade desejada para os três planos. Analisando as vistas ortográficas, fazem-se cortes no sólido envolvente de acordo com as formas e dimensões dadas nas referidas vistas, adaptando, separadamente, cada vista no seu plano, até que se tenha o objeto desejado (Figura 57). As linhas ocultas não são habitualmente representadas em perspectiva.

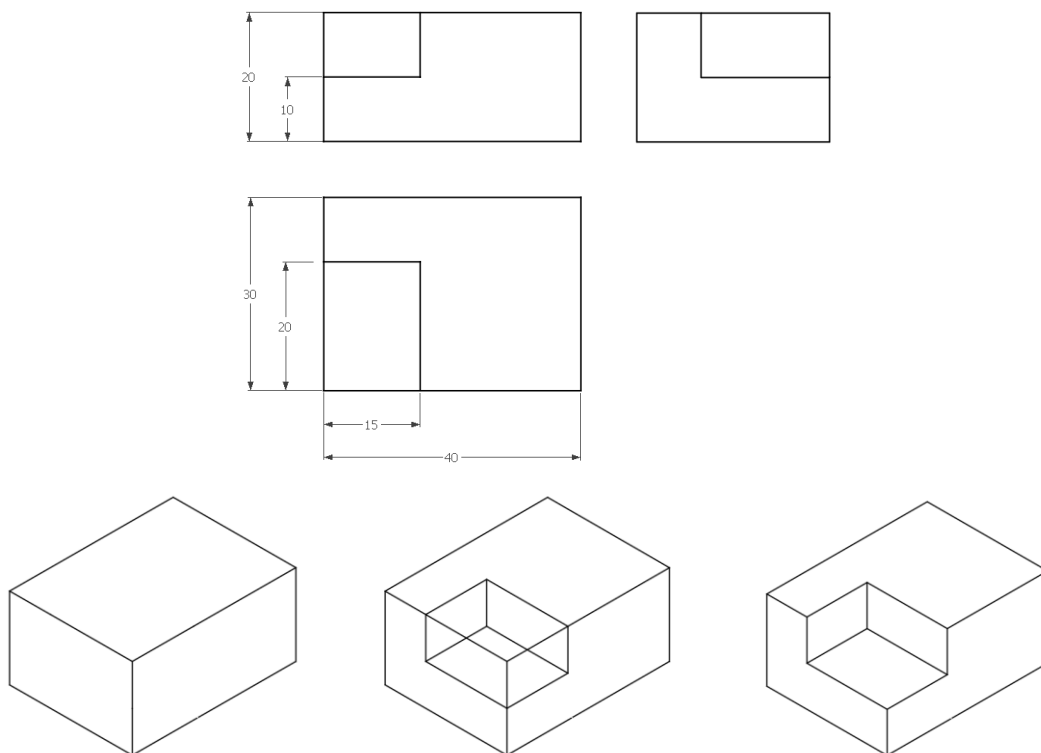


Figura 57 - Construção da perspectiva isométrica simplificada de um objeto

Linhas isométricas

Linhas isométricas são aquelas paralelas aos eixos perspectivados e linhas não isométricas são aquelas que não estão paralelas aos eixos perspectivados e, portanto, não se apresentam em verdadeira grandeza. Assim, as arestas isométricas são marcadas diretamente na perspectiva, marcando as distâncias ao longo das direções isométricas. As não isométricas são obtidas unindo-se as perspectivas de dois de seus pontos, determinadas por meio das respectivas coordenadas isométricas (Figura 58).

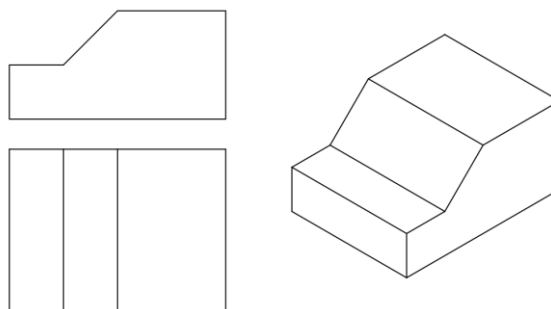


Figura 58 - Linhas isométricas e não isométricas

Perspectiva isométrica de circunferências ou arcos

Para obter a perspectiva isométrica de circunferências e de arcos de circunferências utilizamos a chamada elipse isométrica.

Uma circunferência pode ser inscrita num quadrado, e esse, ao ser perspectivado, transforma-se num losango, que terá uma elipse inscrita.

Para executar o desenho isométrico das circunferências, são executadas as seguintes etapas:

1) Desenha-se o quadrado ABCD que circunscreve a circunferência (Figura 59a). Traçam-se os eixos isométricos e marcam-se os lados do quadrado nos eixos. Tem-se agora o losango ABCD (Figura 59b).

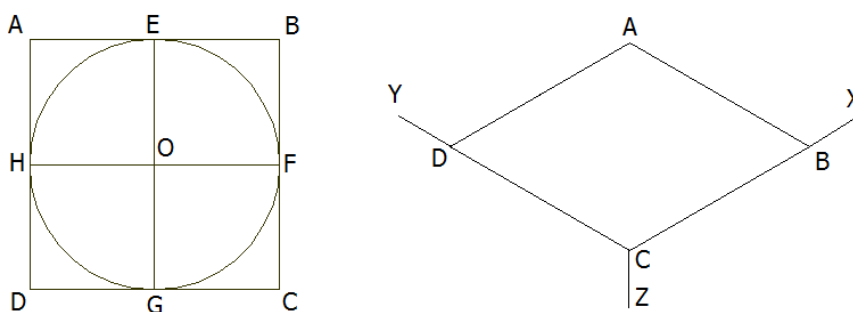


Figura 59 – Etapa 1 da construção da perspectiva isométrica de uma circunferência

2) Obtêm-se os pontos médios E, F, G e H dos lados do losango ABCD (Figura 60).

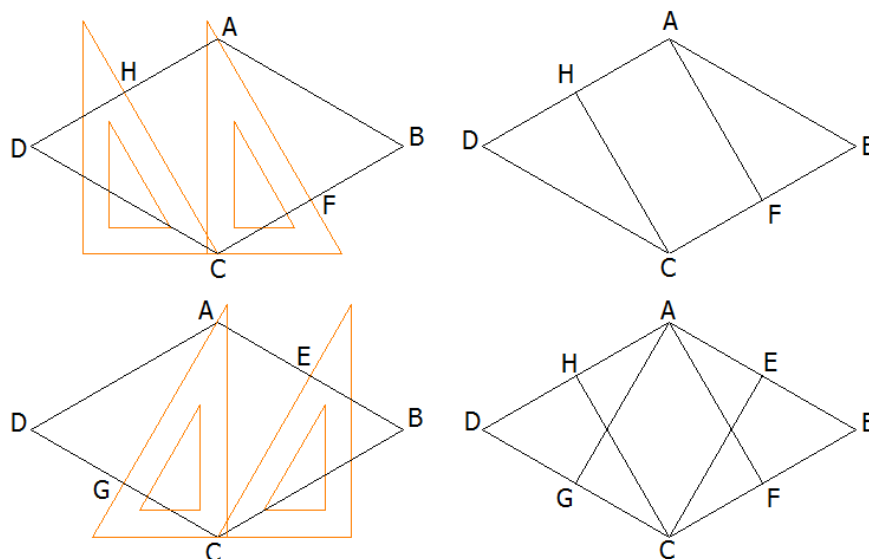


Figura 60 - Etapa 2 da construção da perspectiva isométrica de uma circunferência

3) Com centros nos vértices C e A, traçam-se os arcos HE e GF. Com centro nos pontos I e J, traçam-se os arcos EF e HG, completando a elipse isométrica (Figura 61).

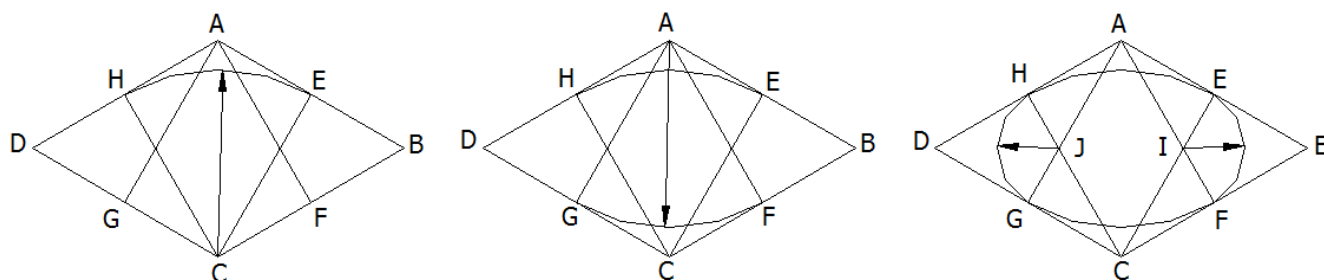


Figura 61 - Etapa 3 da construção da perspectiva isométrica de uma circunferência

O procedimento é o mesmo qualquer que seja o plano utilizado (Figura 62).

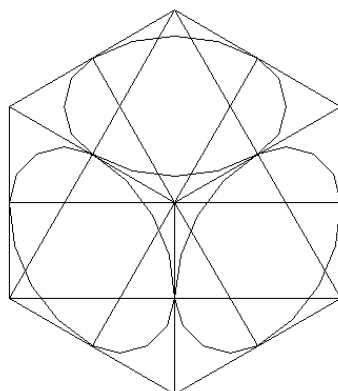


Figura 62 – Representação da perspectiva isométrica de circunferências

Visualização dos objetos

Os eixos isométricos poderão ocupar várias posições, de modo a representar o objeto de qualquer ângulo (Figura 63).

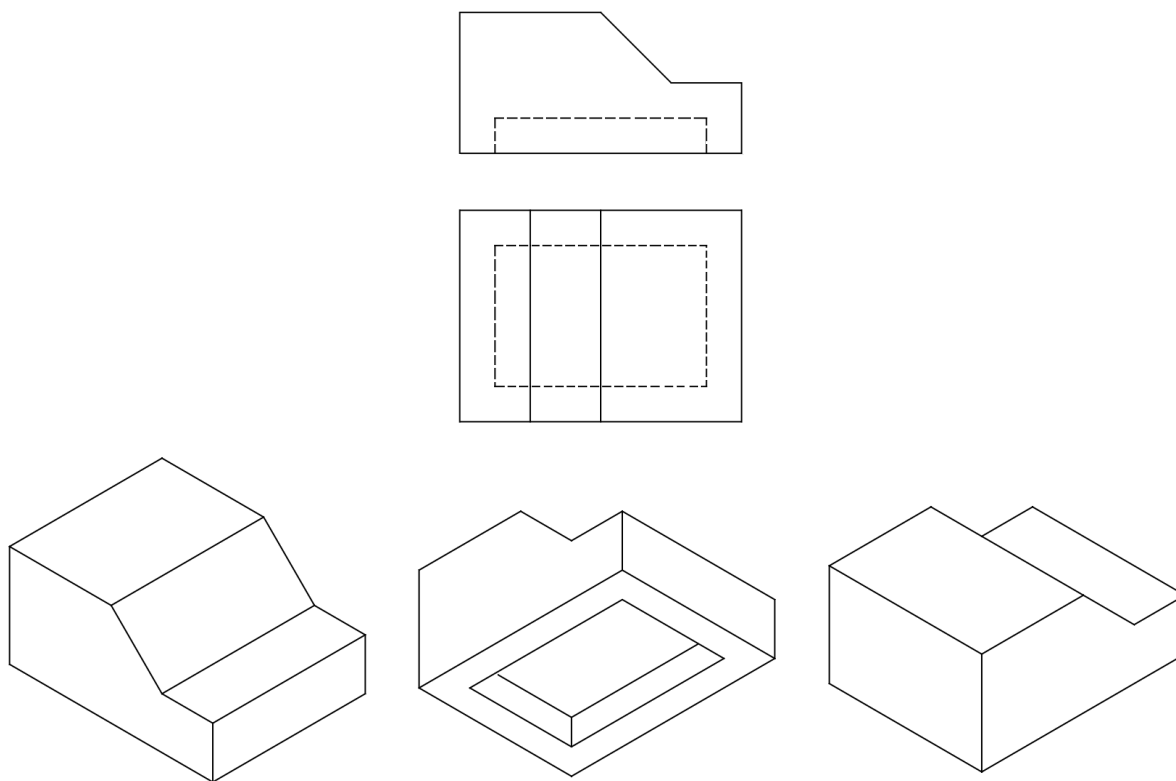


Figura 63 – Posição dos eixos isométricos

Marcação de ângulos

Os ângulos não podem ser marcados em perspectiva porque não são representados em verdadeira grandeza nos planos isométricos. Devem ser, por isso, transformados em medidas de catetos, dados que estas podem ser tratadas em verdadeira grandeza ao longo das linhas isométricas (Figura 64).

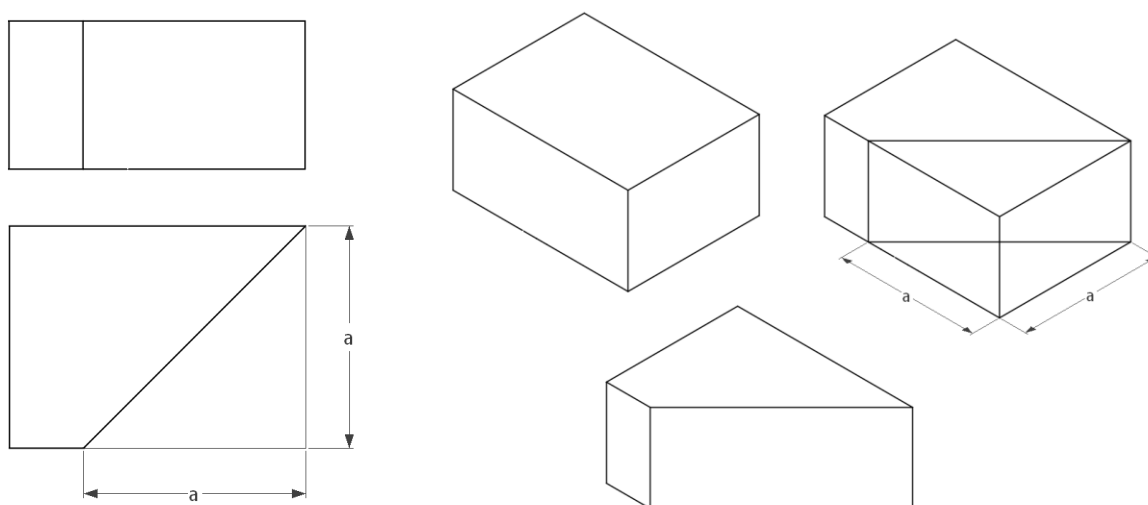
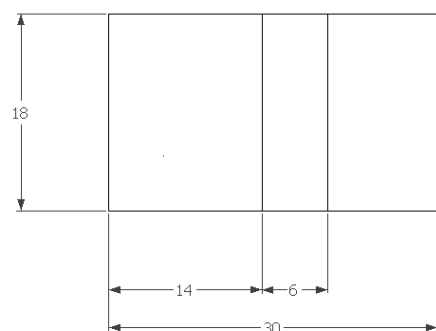
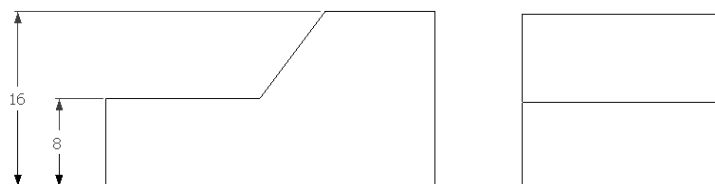


Figura 64 – Marcação de ângulos em perspectiva

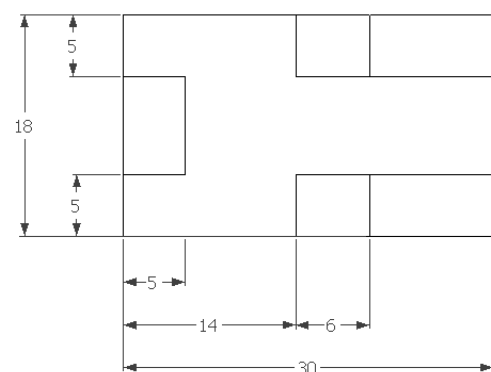
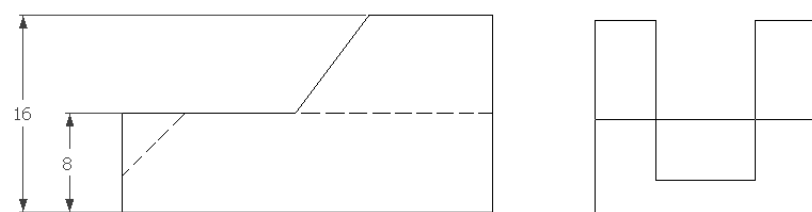
5.3 Exercícios de Perspectiva Isométrica Simplificada

Construir a Perspectiva Isométrica das peças dadas.

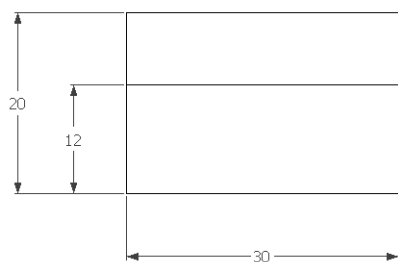
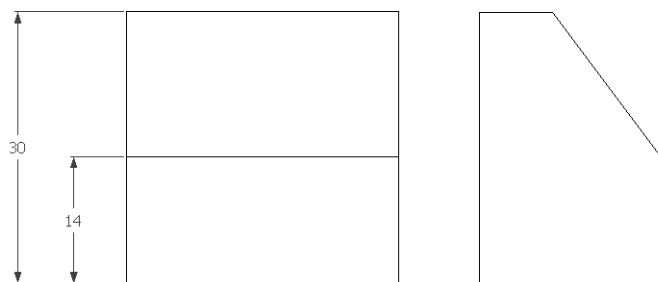
1a)



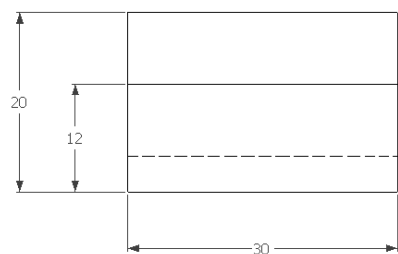
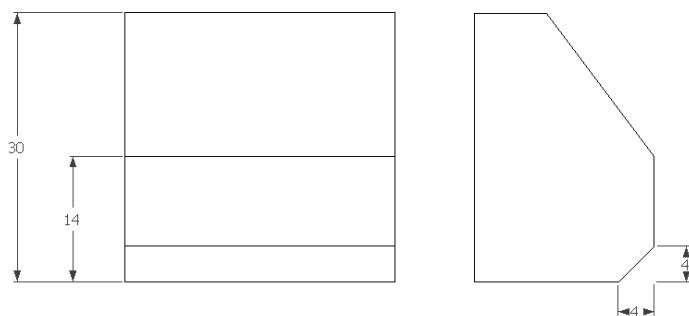
1b)



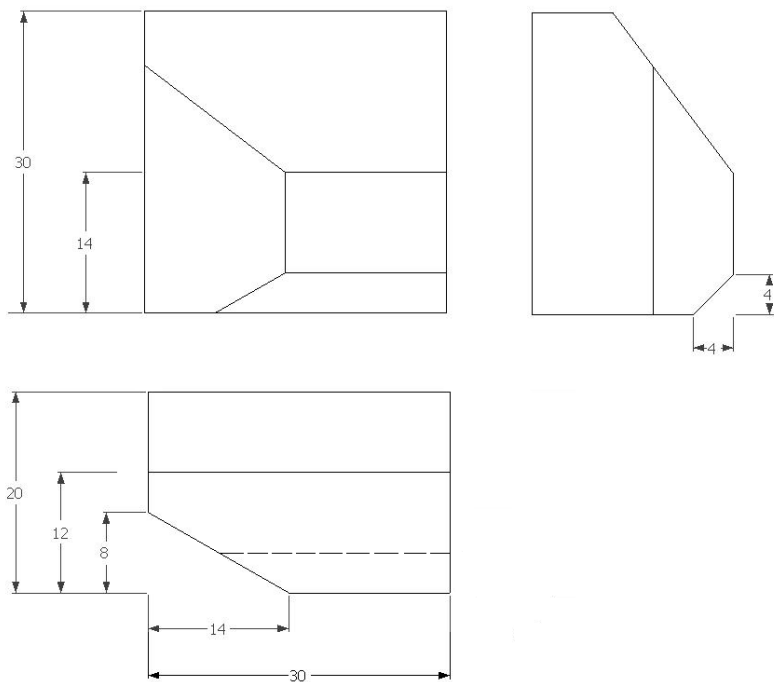
2a)



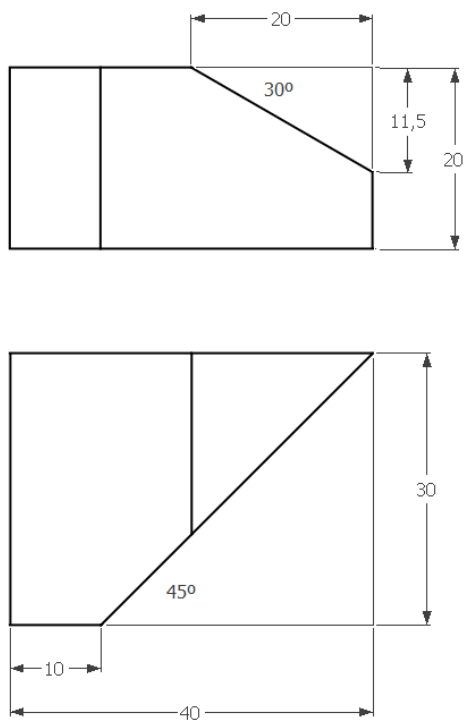
2b)



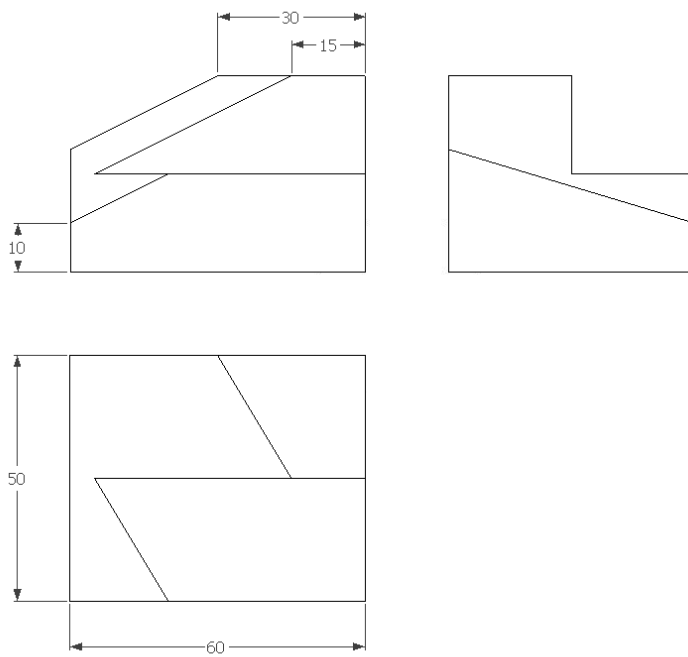
2c)



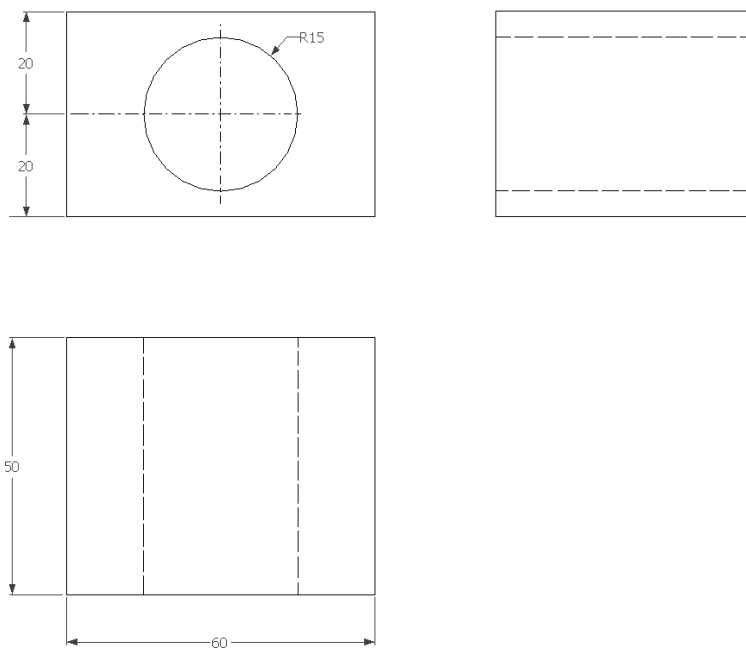
3)



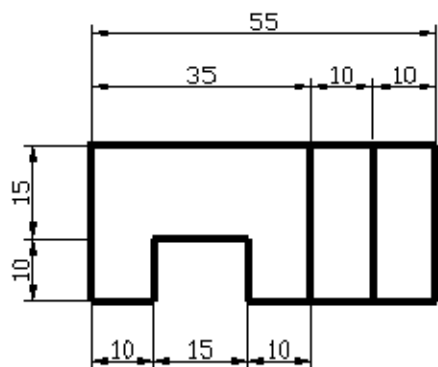
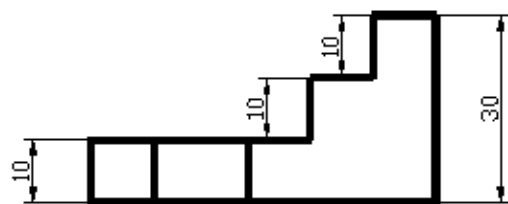
4)



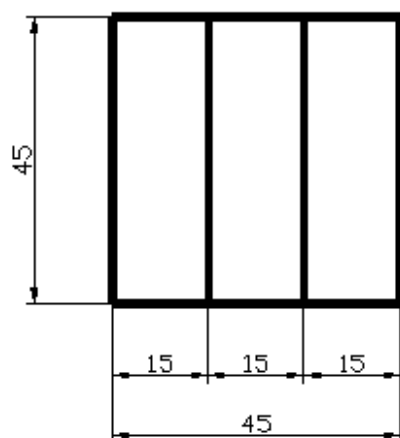
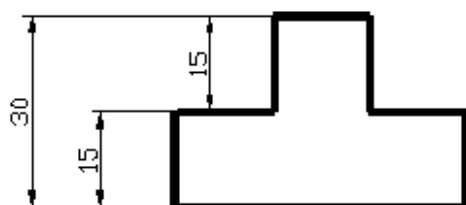
5)



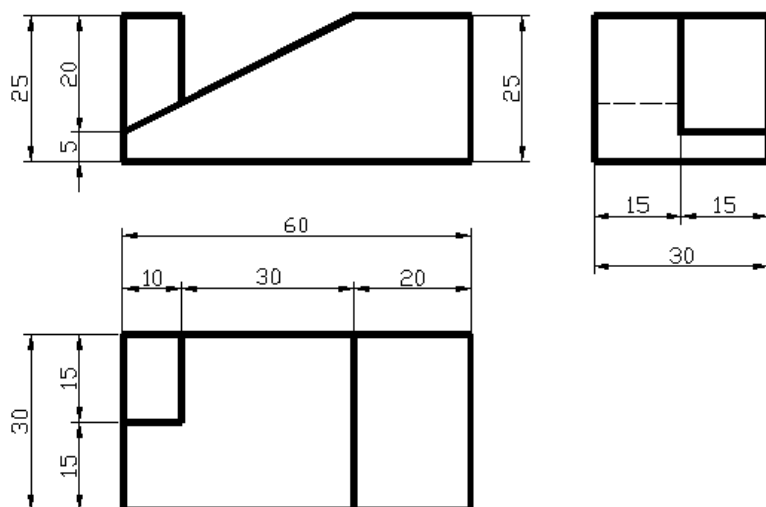
6)



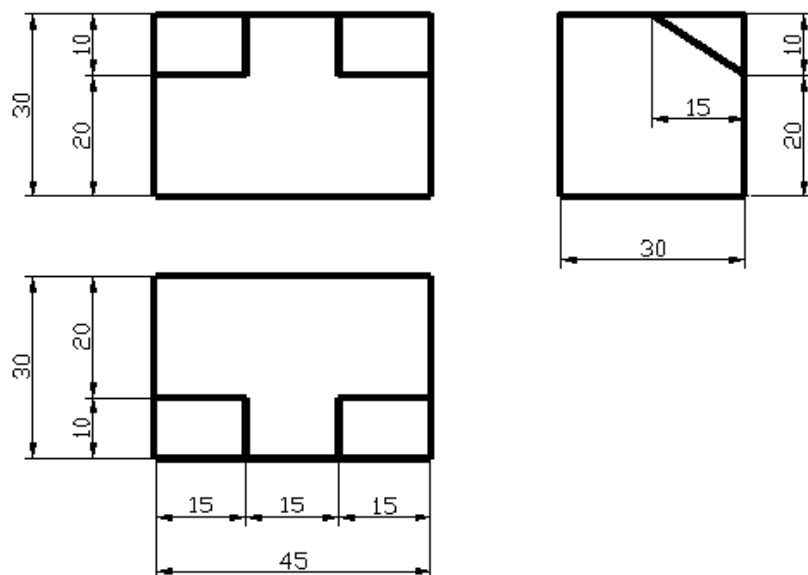
7)



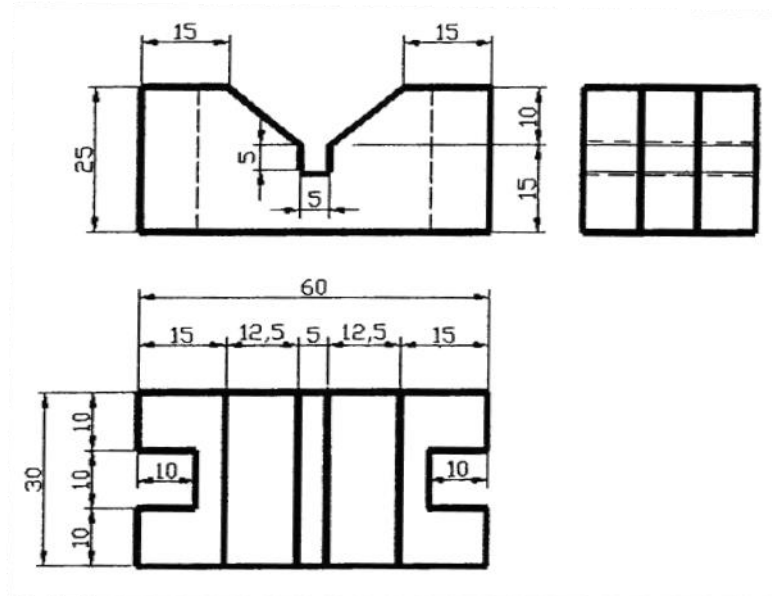
8)



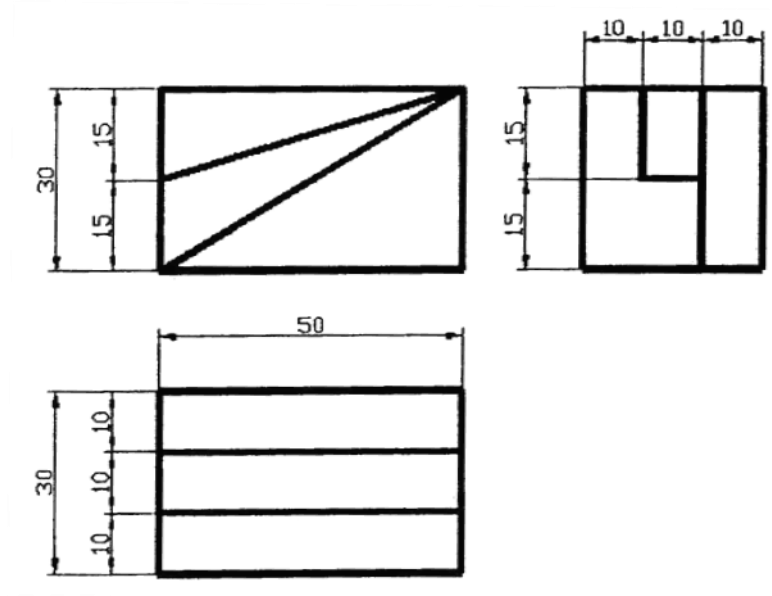
9)



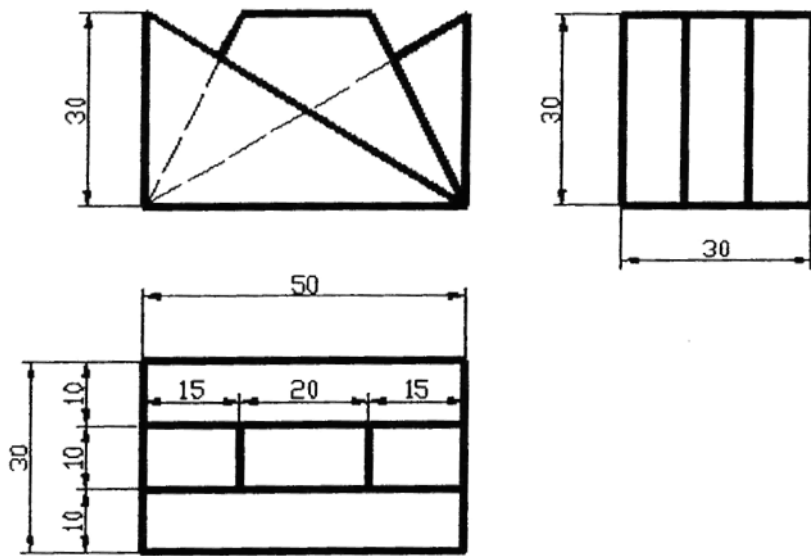
10)



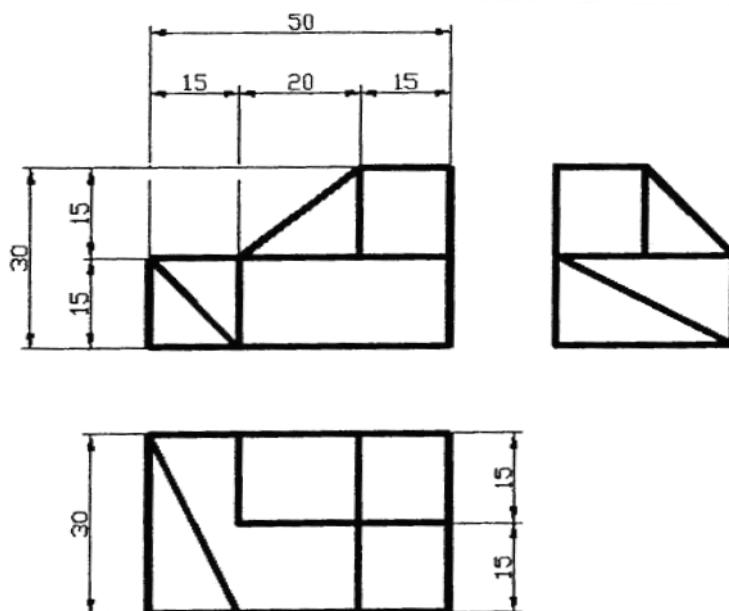
11)



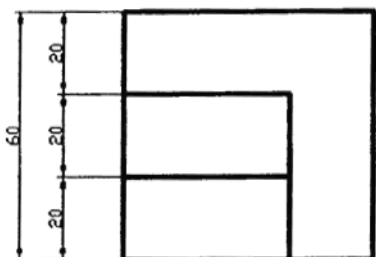
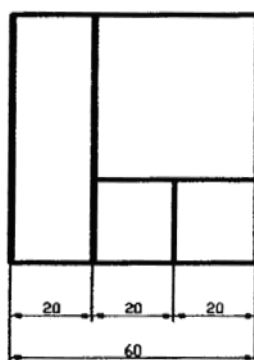
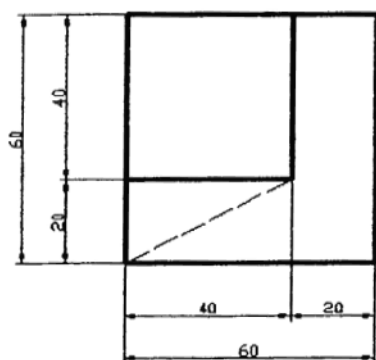
12)



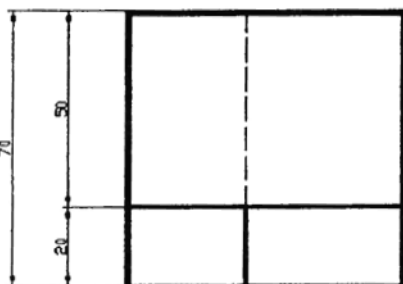
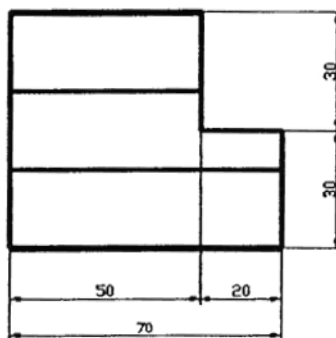
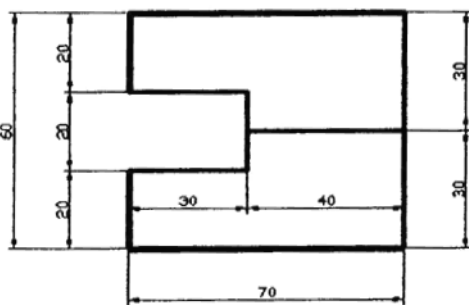
13)



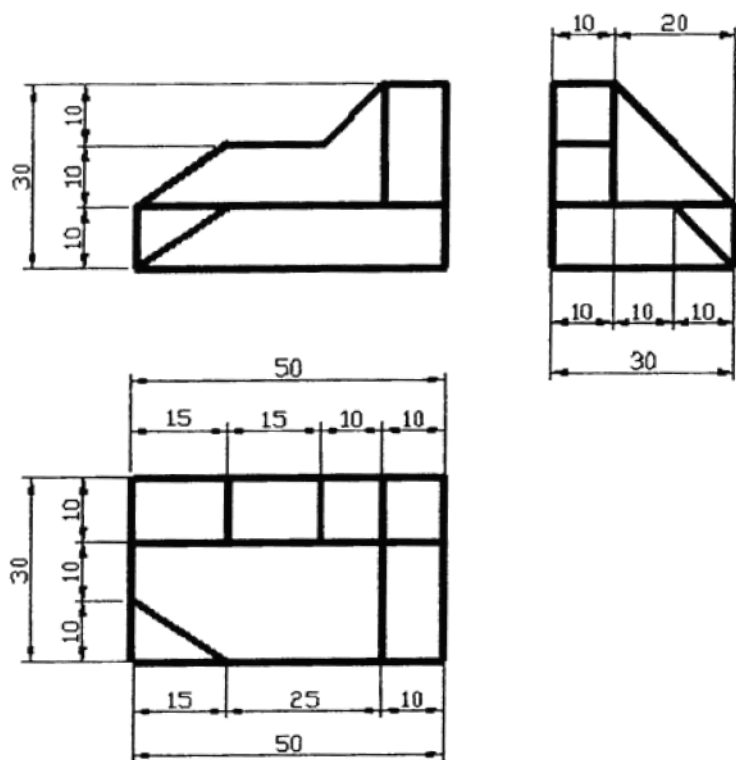
14)



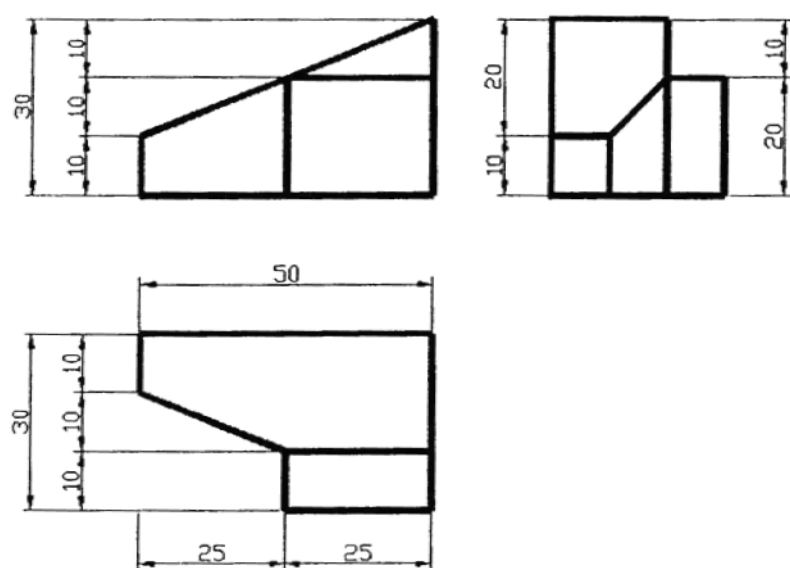
15)



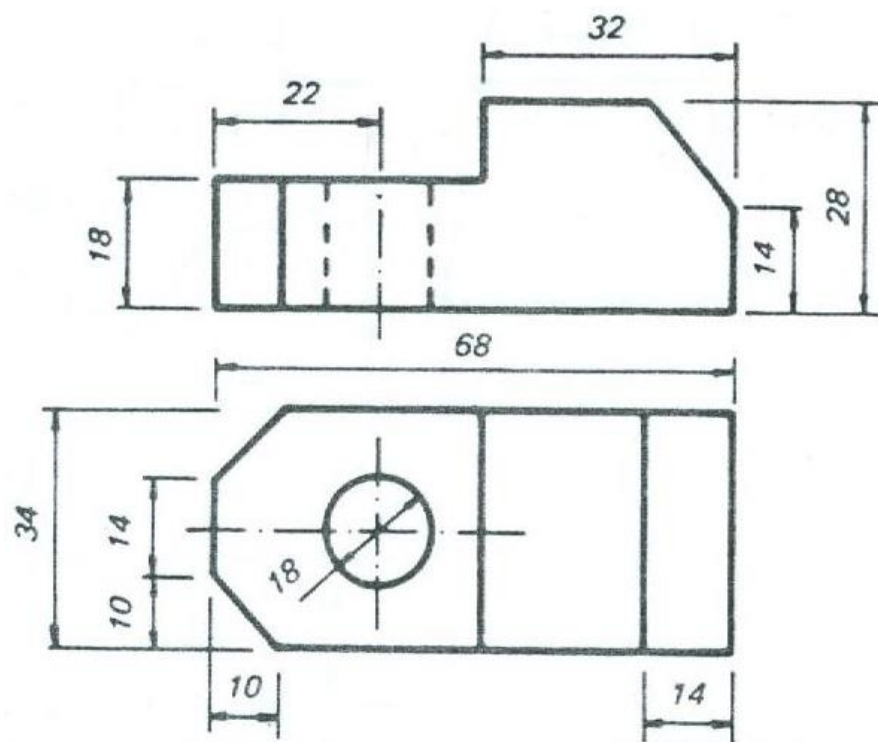
16)



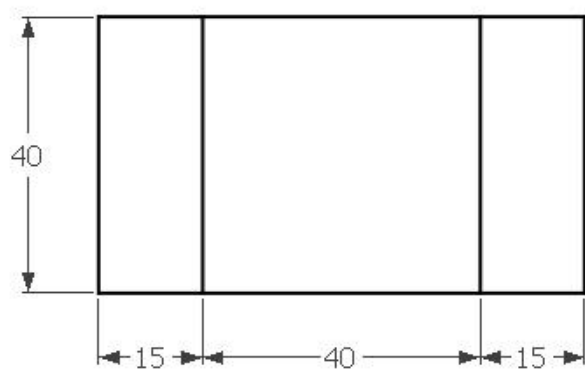
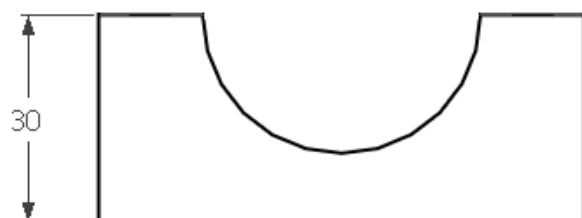
17)



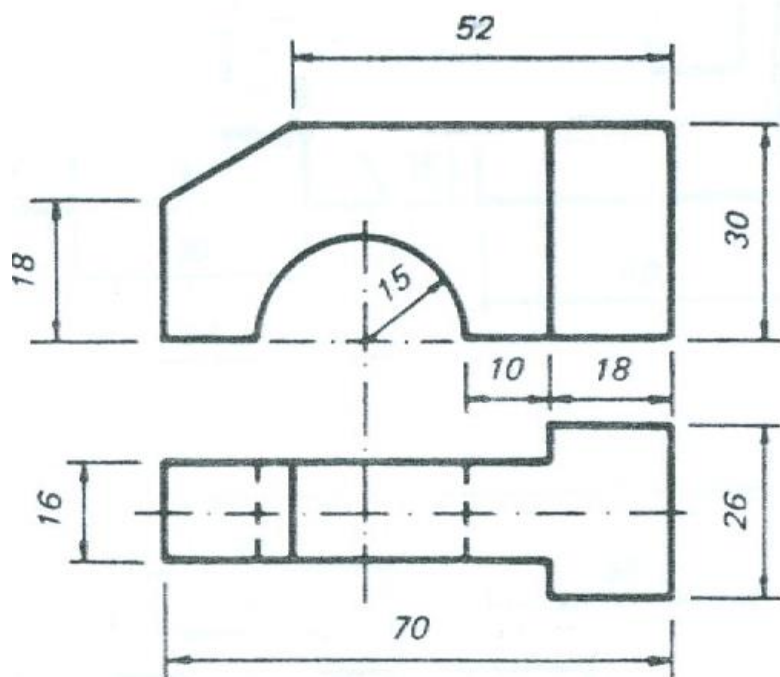
18)



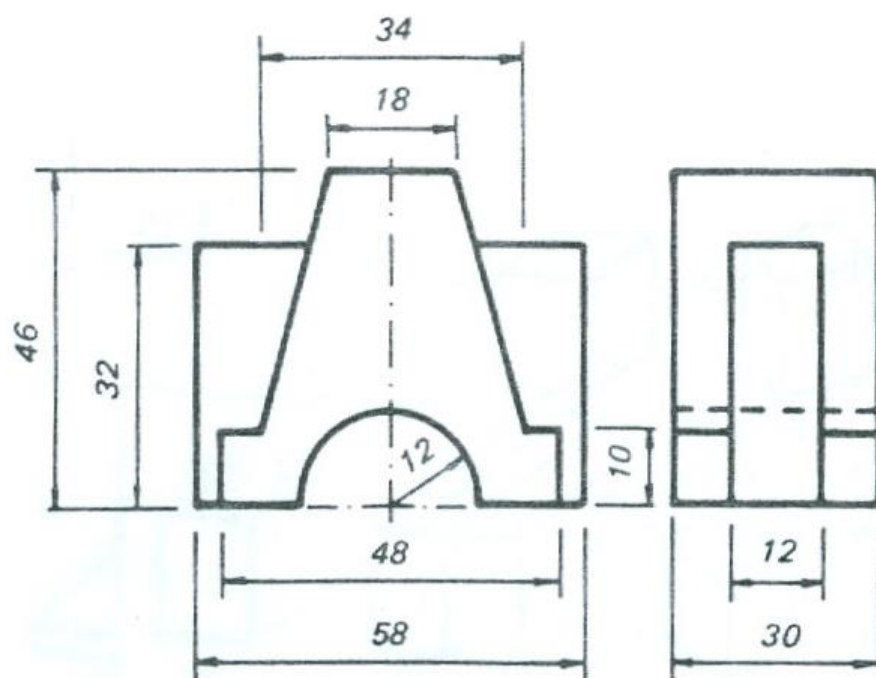
19)



20)



21)



VI – VISTAS ESPECIAIS

Em certas situações não é necessária a representação da vista completa. Nestes casos, podem ser usados outros tipos de vistas.

6.1 Vistas Parciais

Usa-se uma vista parcial quando a representação total da vista não fornece nenhum tipo de informação adicional. As vistas parciais são usadas sobretudo na representação de vistas auxiliares. A Figura 65 mostra um exemplo onde a representação da vista total seria demorada e não traria nenhuma informação adicional. A vista parcial é delimitada por uma linha de ruptura.

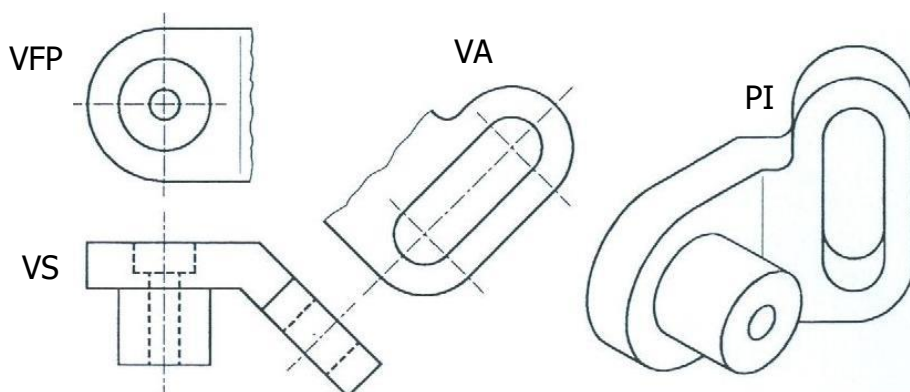


Figura 65 – Representação de peça: vista superior (VS), vista frontal parcial (VFP), vista auxiliar (VA) e perspectiva isométrica (PI)

6.2 Vistas Deslocadas ou Vistas Fora de Posição

Não sendo possível ou conveniente representar uma ou mais vistas na posição determinada pelo método de projeção, pode-se localizá-la em outras posições, com exceção da vista principal. É necessário, então, identificar o sentido da observação sobre uma projeção por uma flecha e uma letra maiúscula, junto da vista deslocada pela inscrição "Vista de A". Na Figura 66 está exemplificada este tipo de vista. A vista A será uma vista deslocada, não seguindo as regras de colocação das vistas, podendo ocupar qualquer espaço na folha de papel.

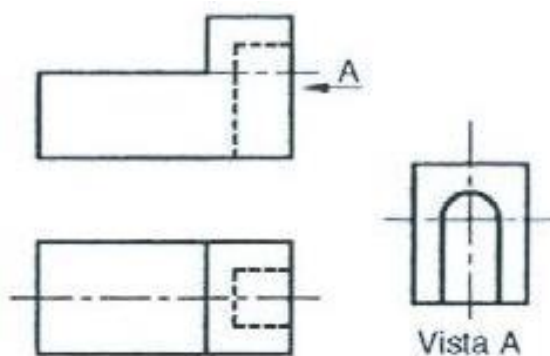


Figura 66 – Exemplo de vistas deslocadas

6.3 Vistas Interrompidas

A representação de um objeto longo, com características uniformes em todo o seu comprimento ou em pinos suficientemente longos, pode ser efetuada de duas formas distintas.

A primeira, como mostra a Figura 67, consiste na utilização de vistas interrompidas, representando apenas as extremidades de cada peça com características uniformes, não sendo desenhada a parte intermediária.

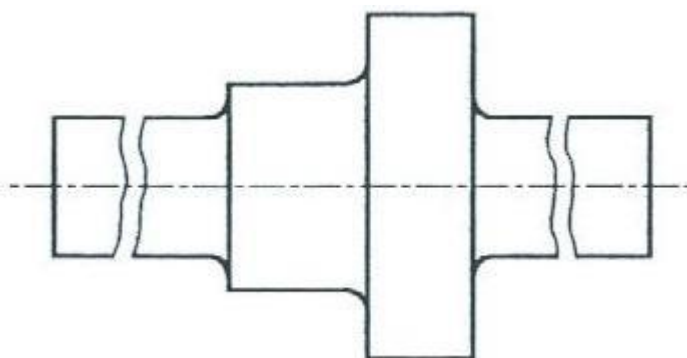


Figura 67 – Vistas interrompidas de peças compridas

A outra forma pode ser representada como mostra a Figura 68.

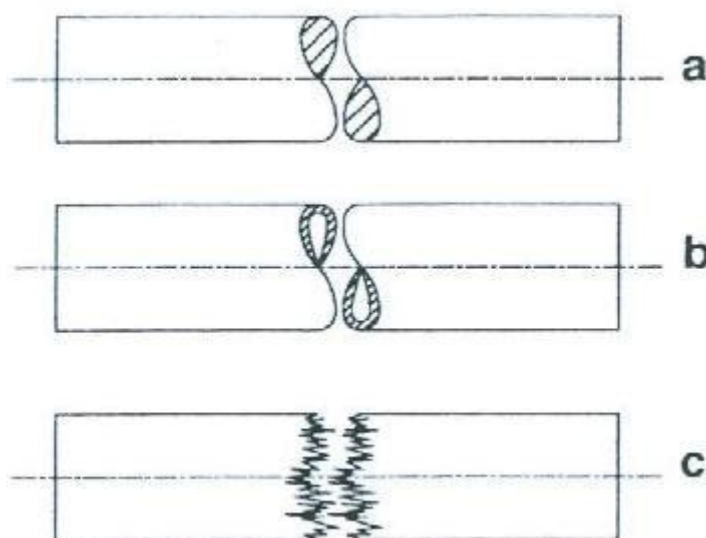


Figura 68 – Linhas de ruptura: a) barra metálica; b) tubo metálico e c) madeira

6.4 Vistas de Detalhe

As vistas de detalhe são usadas para destacar pequenas regiões de uma vista que não estão claramente representadas. A região a ser representada é envolvida por uma circunferência e identificada por uma letra maiúscula. A vista ampliada é acompanhada da letra e da escala em que é representada (Figura 69).

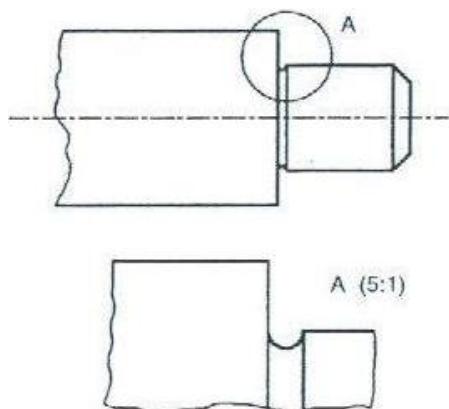


Figura 69 – Vista de detalhe de uma peça

6.5 Vista Única

Determinados objetos não necessitam das três vistas ortográficas normalmente utilizadas para que fiquem completamente esclarecidos todos os seus detalhes, seja pela sua simplicidade ou pela simetria de sua forma (Figura 70). Porém, para que se possa omitir uma ou duas vistas é necessário utilizar símbolos para a identificação de elementos geométricos, tais como: diâmetro ($\varnothing$), raio (R), quadrado ($\square$), diâmetro esférico ($\varnothing$ ESF) e raio esférico ($\varnothing$ ESF).

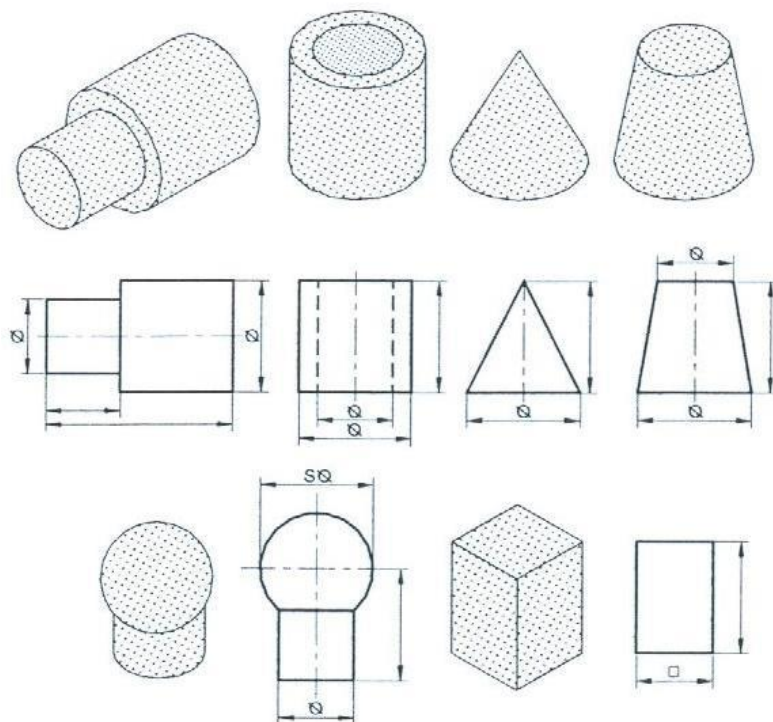


Figura 70 – Convenções em representações em vista única

6.6 Vistas Auxiliares

A Figura 71 mostra as três vistas principais de um objeto com superfície inclinada, pode-se observar que em nenhuma das três vistas aparece em verdadeira grandeza a parte inclinada do objeto.

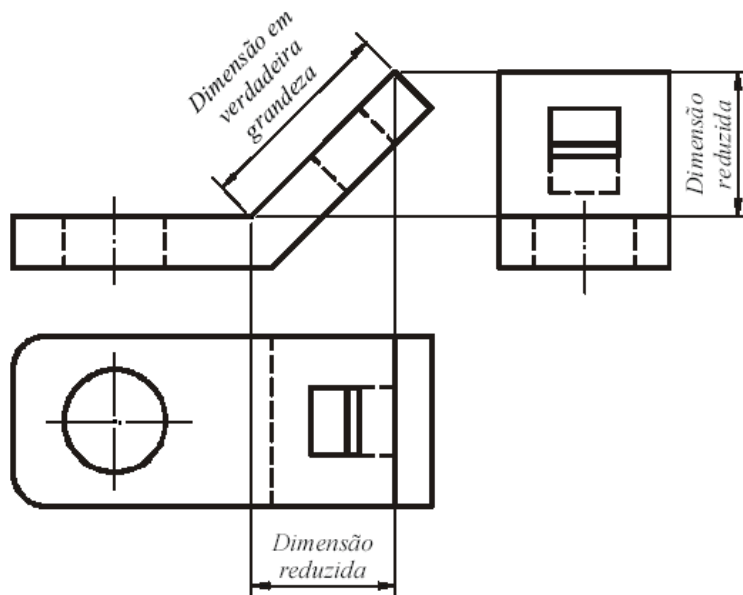


Figura 71 – Vistas ortográficas de um objeto com superfície inclinada

Fonte: <http://www.eel.usp.br>

A representação da verdadeira grandeza de uma superfície inclinada só será possível fazendo a sua projeção ortogonal em um plano paralelo à parte inclinada, como mostra a Figura 72.

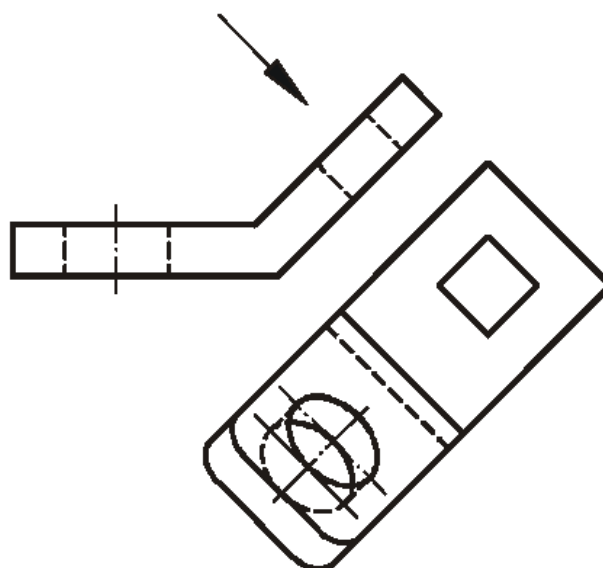


Figura 72 – Projeção ortogonal de um objeto num plano paralelo à superfície inclinada

Fonte: <http://www.eel.usp.br>

A Figura 73 mostra um exemplo de uma peça que possui uma superfície inclinada e onde foi acrescentado um plano de projeção paralelo a essa face de modo a representá-la em verdadeira grandeza.

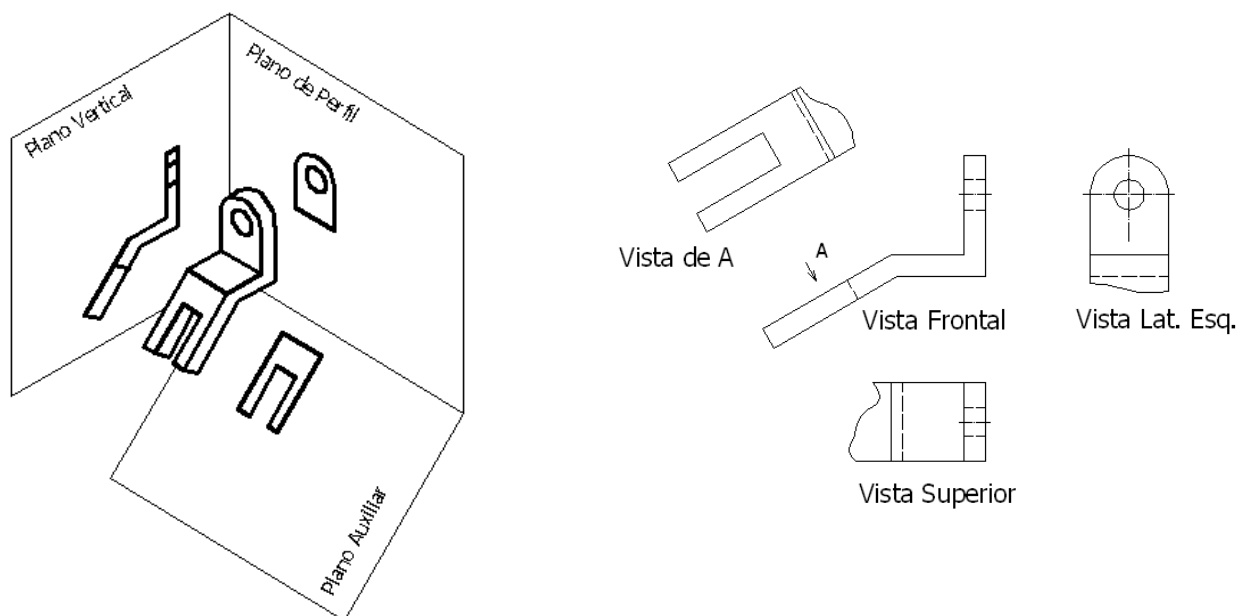


Figura 73 – Vista auxiliar de um objeto para identificar a VG de sua superfície inclinada

Como o desenho técnico tem como objetivo representar com clareza as formas espaciais dos objetos, não tem sentido prático desenhar as partes das vistas que aparecem com dimensões fora das suas verdadeiras grandezas. Desta forma, a ABNT recomenda a utilização de vistas parciais, limitadas por linhas de rupturas, que representam somente as partes que aparecem as formas verdadeiras dos objetos, conforme mostram as Figuras 73 e 74.

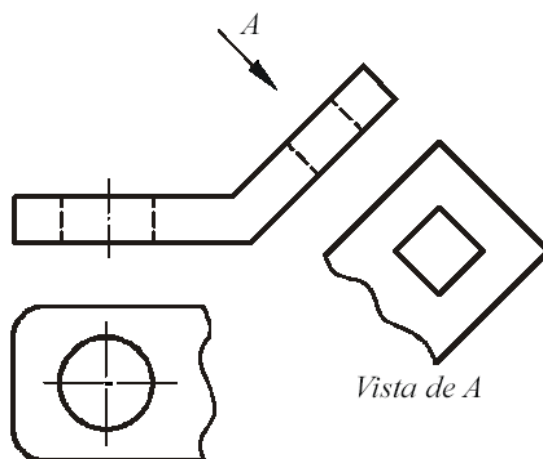


Figura 74 – Utilização de vistas parciais em vistas auxiliares

Fonte: <http://www.eel.usp.br>

As vistas auxiliares, como são localizadas em posições diferentes das posições resultantes das vistas principais, devem ter o sentido de observação indicado por uma seta designada por uma letra, que será usada para identificar a vista resultante daquela direção.

A Figura 75 mostra que as vistas auxiliares, além de representarem a forma do objeto com maior clareza, permitem que as cotas sejam referenciadas em verdadeiras grandezas nas dimensões cotadas.

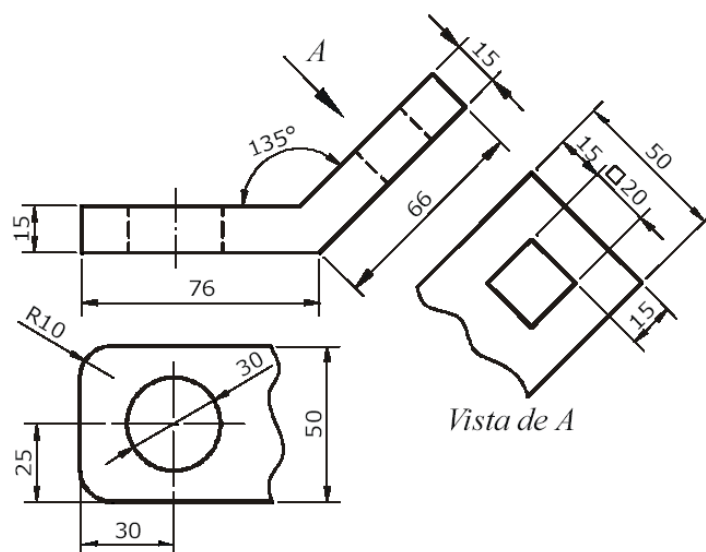


Figura 75 – Cotagem em vistas auxiliares

Fonte: <http://www.eel.usp.br>

Na Figura 76 são mostradas duas representações. Na primeira, (Figura 76a) o objeto está representado por meio de suas vistas frontal, superior, lateral esquerda e lateral direita, não sendo possível representar a verdadeira grandeza de alguns detalhes da peça. E na segunda (Figura 76b) são utilizados planos auxiliares de projeção paralelos a estes detalhes, de modo a representá-los em sua verdadeira grandeza. Portanto, a maneira correta de representar o objeto da Figura 76 é utilizando a segunda forma.

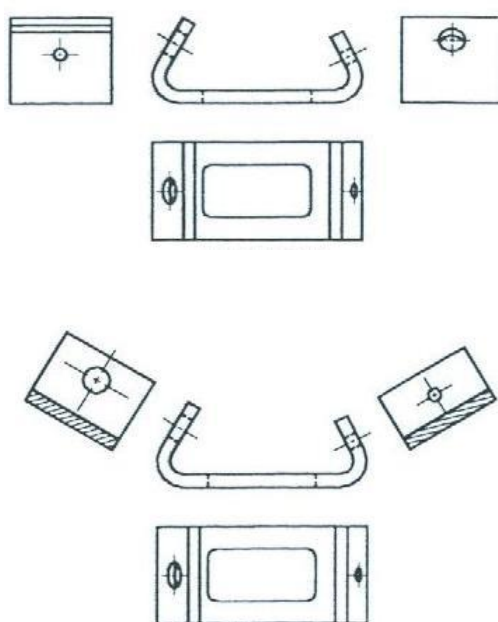


Figura 76 – Representação desaconselhável (em cima) e correta (embaixo) fazendo uso de planos auxiliares de projeção (vistas auxiliares)

Há peças que necessitam de dois planos auxiliares de projeção, pois contêm detalhes oblíquos em relação aos três planos de projeção. Um exemplo é mostrado na Figura 77 onde são utilizados dois planos auxiliares de projeção.

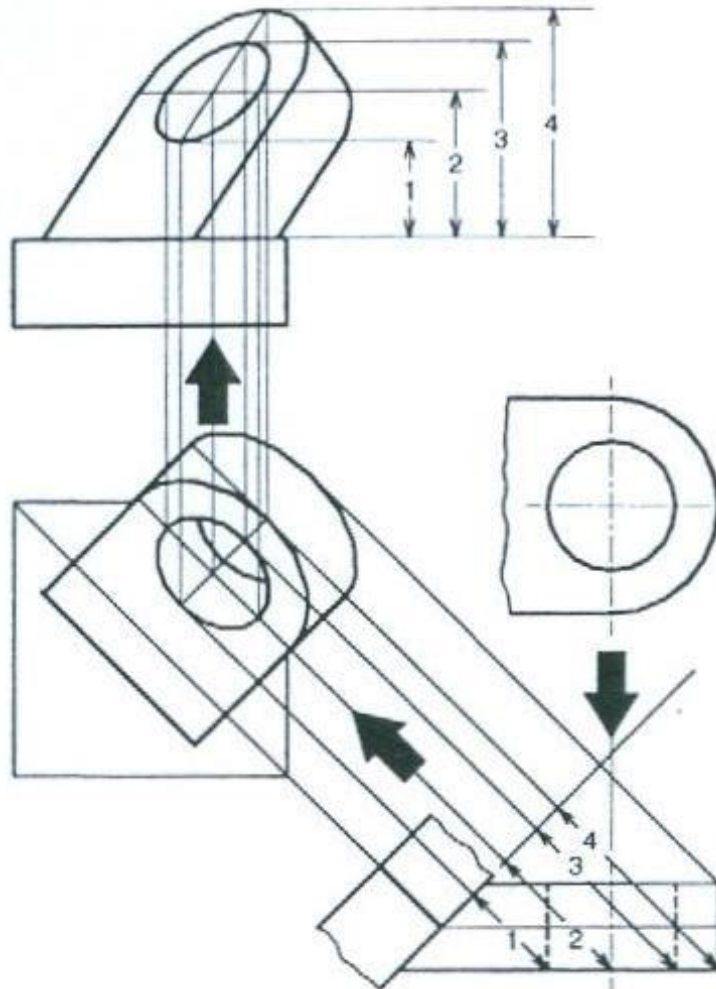
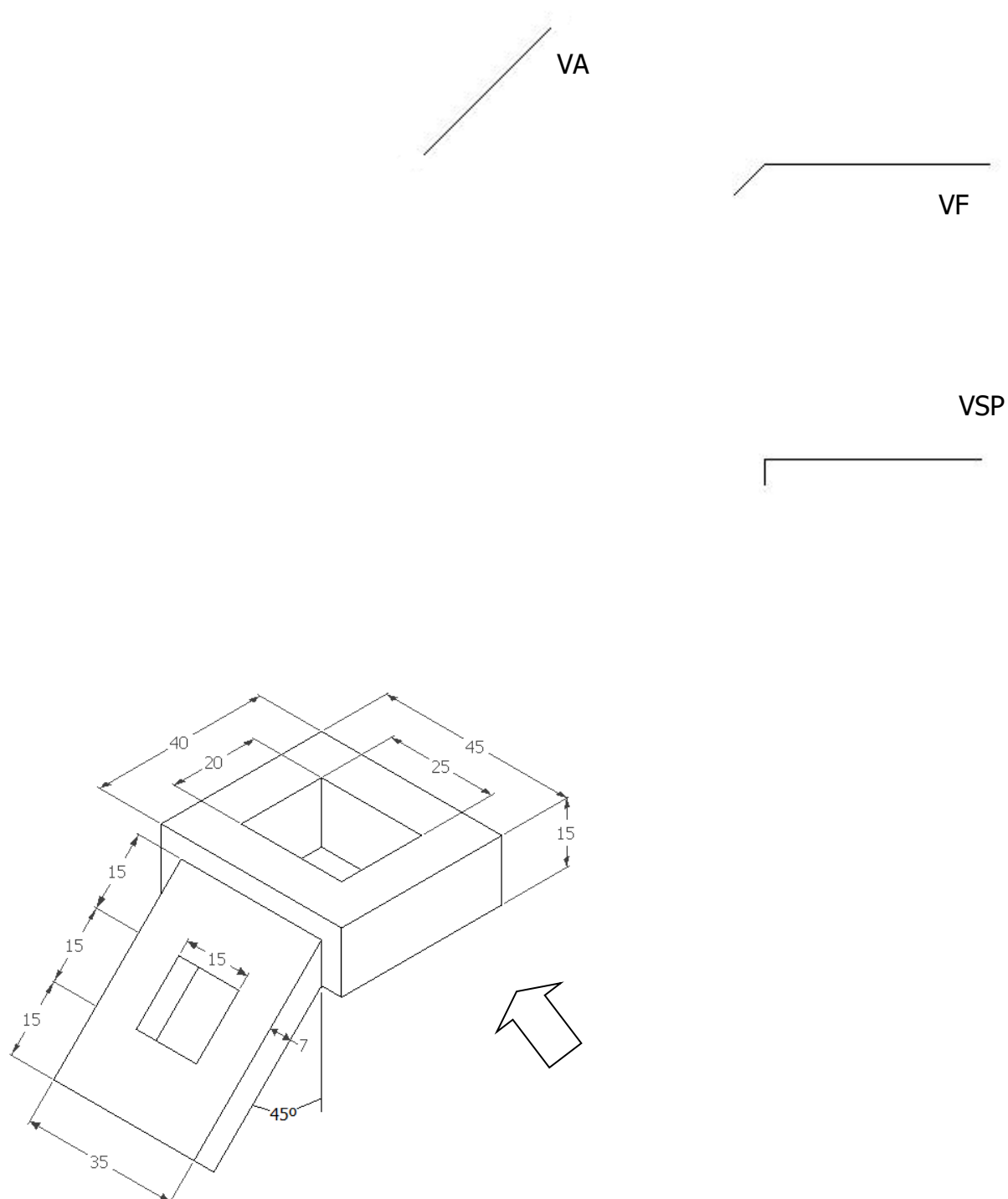


Figura 77 – Peça com dois planos auxiliares de projeção

6.7 Exercícios de Vistas Auxiliares

1) Representar o objeto por meio da vista frontal (VF), da vista superior parcial (VSP) e da vista auxiliar (VA) do detalhe inclinado.



VII – CORTES E SEÇÕES

Nas vistas ortográficas do desenho técnico os detalhes internos de uma peça ou conjunto de peças são mostrados através de linhas tracejadas. Dependendo do número de detalhes internos presentes no desenho, a interpretação do mesmo pode se tornar bastante prejudicada (Figura 78).

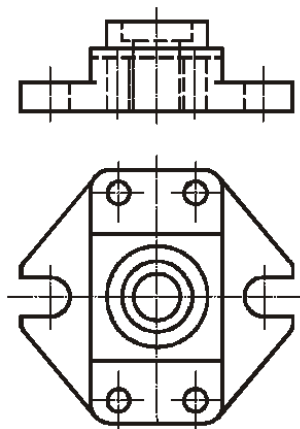


Figura 78 – Vistas ortográficas de um objeto

Para apresentar um desenho complexo, com muitos elementos, utilizamos um recurso denominado “corte”, que é a representação em que uma das partes do objeto é supostamente cortada e removida.

A vantagem dessa operação é mostrar claramente as partes ocultas do objeto e facilitar a cotação.

Na Figura 79 vê-se a execução do corte, que pode ser resumida pelos passos:

1º) corta-se o objeto por um plano secante imaginário, mostrando-se na vista ortográfica a sua trajetória, através de uma linha estreita traço-ponto larga nas extremidades e na mudança de direção (NBR 8403), acompanhada de duas letras e setas, que determinam a posição do observador;

2º) remove-se a parte do objeto situada entre o observador e o plano secante;

3º) a superfície seccionada, chamada de “seção”, será hachurada e as demais linhas serão mostradas, com exceção das invisíveis.

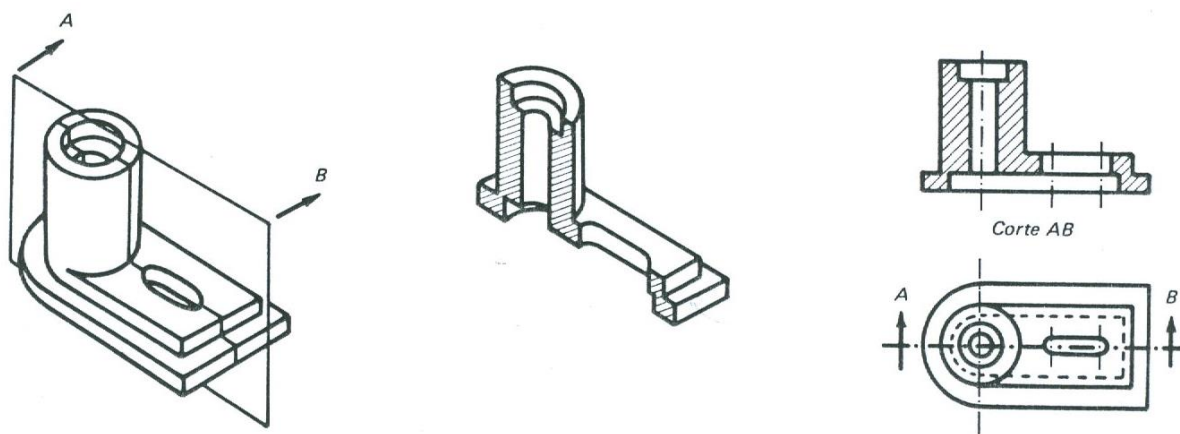


Figura 79 – Passos realizados num corte

Hachuras

A finalidade das hachuras é indicar as partes maciças, evidenciando as áreas de corte.

As hachuras são constituídas de linhas finas, eqüidistantes e traçadas a 45° em relação aos contornos ou aos eixos de simetria da peça, conforme mostra a Figura 80, na representação geral, de qualquer material.

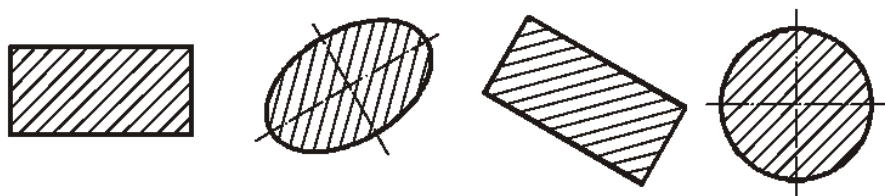


Figura 80 – Exemplos de hachuras para qualquer material

As hachuras podem ser utilizadas, em alguns casos, para indicar o tipo do material. As hachuras específicas, conforme o material, são mostradas na Figura 81. Outras hachuras podem ser utilizadas, desde que identificadas.



Figura 81 – Hachuras específicas: a) elastômeros, vidros cerâmicos e rochas; b) concreto; c) líquido; d) madeira e e) terra

Nervuras, dentes de engrenagens, parafusos, porcas, arruelas, pinos, rebites, eixos, cunhas, chavetas, esferas, rolos, roletes, polias e manivelas não são representados cortados em sentido longitudinal e, portanto, não são hachurados.

As hachuras devem ser interrompidas quando necessitar inscrever na área hachurada. Nos desenhos de conjunto, as peças adjacentes devem ser hachuradas em direções ou espaçamentos diferentes.

Exemplos de Cortes

As Figuras 82, 83 e 84 apresentam cortes nas vistas frontal, superior e lateral esquerda, respectivamente. A disposição dos cortes segue a mesma disposição das vistas ortográficas.

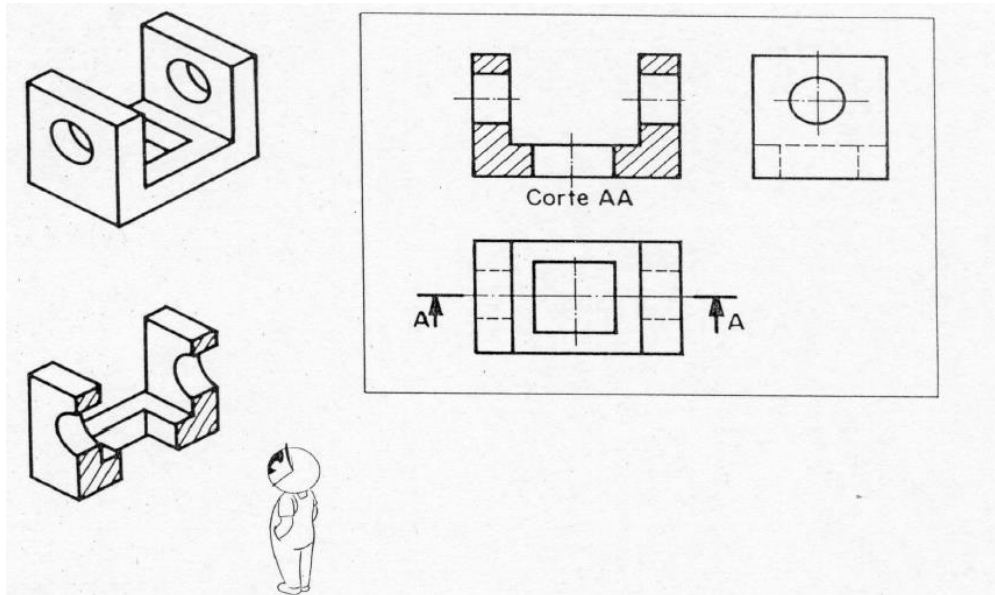


Figura 82 – Corte realizado na vista frontal

Fonte: Rosado, V. O. G., 2005.

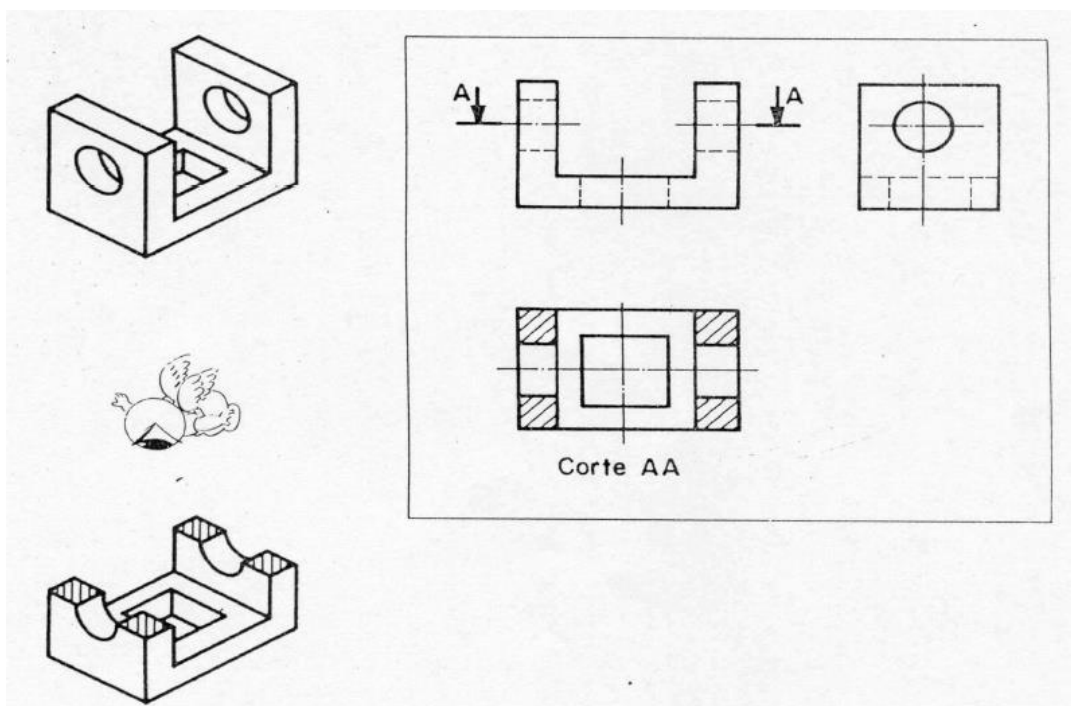


Figura 83 – Corte realizado na vista superior

Fonte: Rosado, V. O. G., 2005.

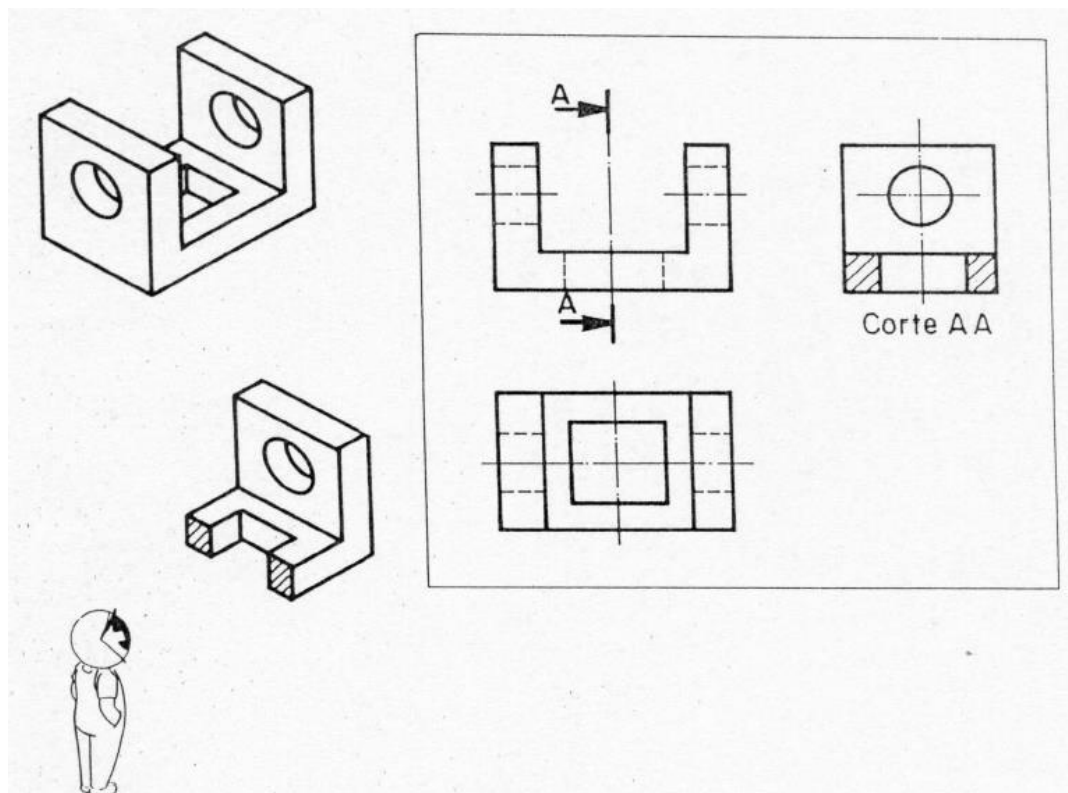


Figura 84 – Corte realizado na vista lateral esquerda

Fonte: Rosado, V. O. G., 2005.

Na Figura 85 se observa duas das vistas principais que foram substituídas pelos cortes.

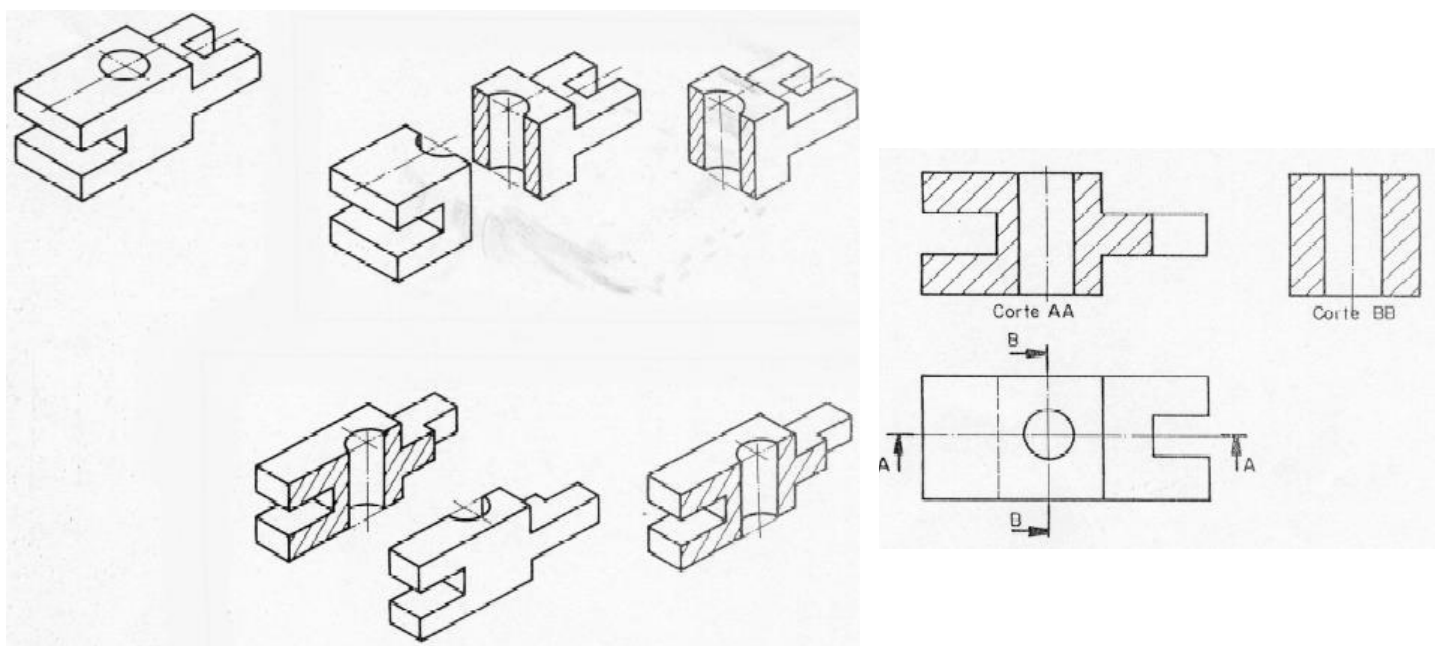


Figura 85 – Cortes realizados nas vistas frontal e lateral esquerda

Fonte: Rosado, V. O. G., 2005.

Tipos de Cortes

Corte pleno ou total: O objeto é cortado em toda a sua extensão. Normalmente o plano passa pelo eixo principal (Figura 86a).

Meio-corte: É utilizado no desenho de peças simétricas, onde metade aparece em corte e a outra metade aparece em vista externa (Figura 86b).

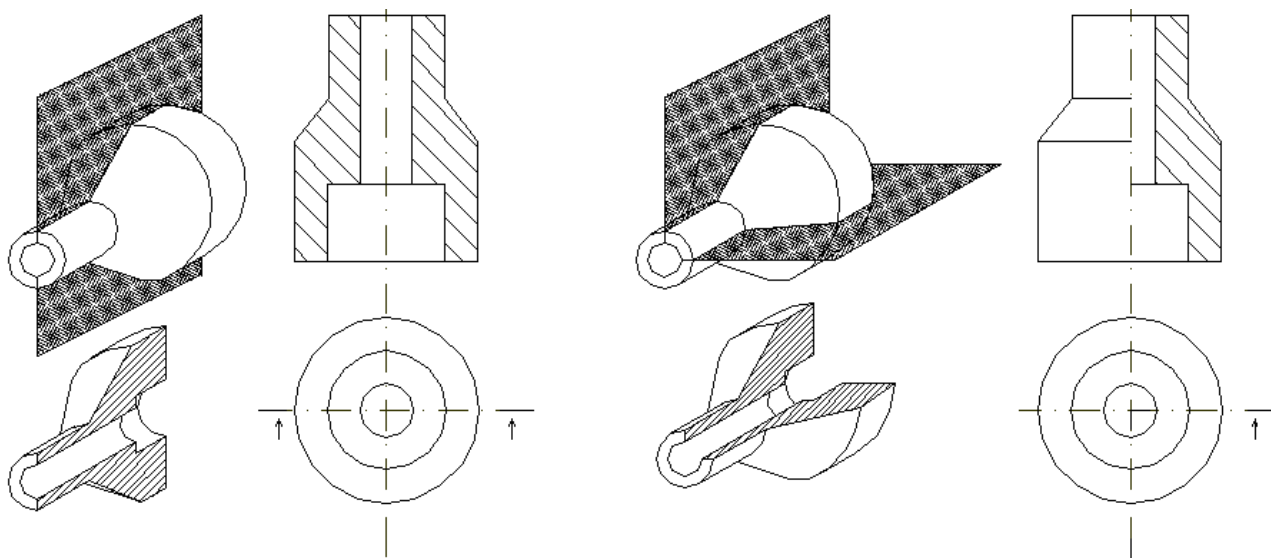


Figura 86 – Tipos de cortes: a) Corte pleno ou total; b) Meio-corte

Corte em desvio: Quando o plano muda de direção para mostrar detalhes fora do eixo principal (Figura 87a).

Corte parcial: Representado sobre parte de uma vista, para mostrar algum detalhe interno da peça (Figura 87b).

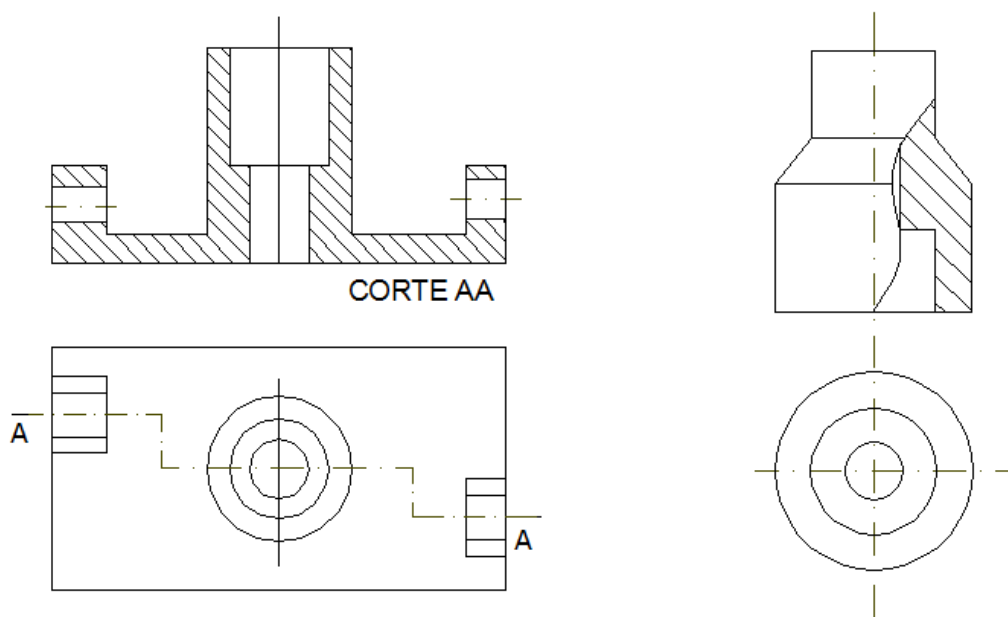


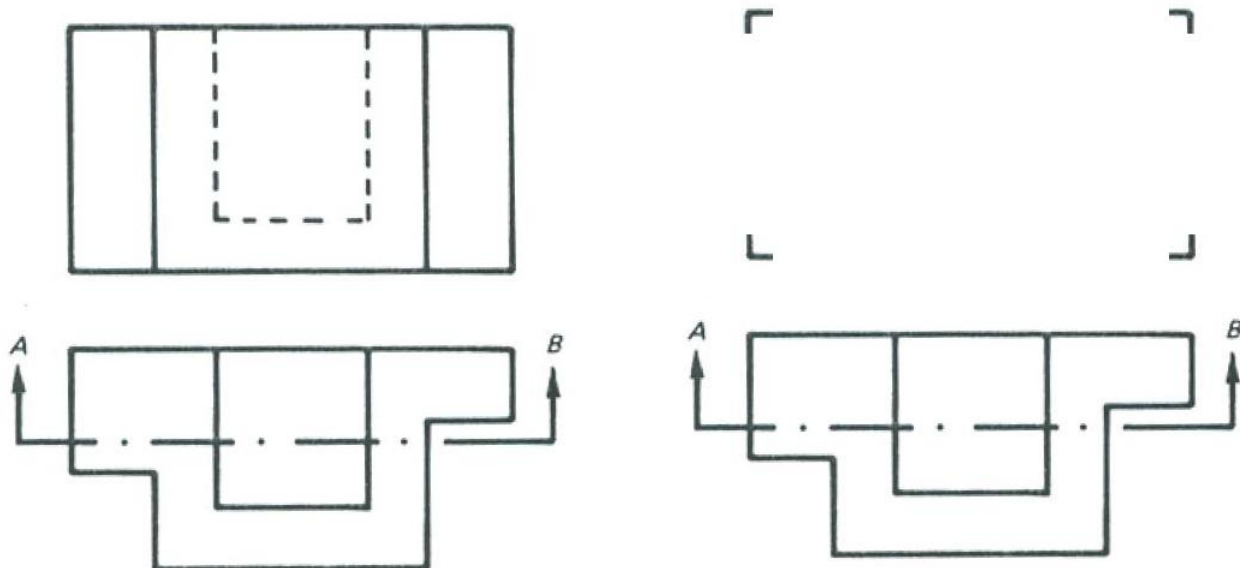
Figura 87 – Tipos de cortes: a) Corte em desvio; b) Corte parcial

Corte rebatido: Quando o objeto possui detalhes simétricos que não passam pelo plano de corte.

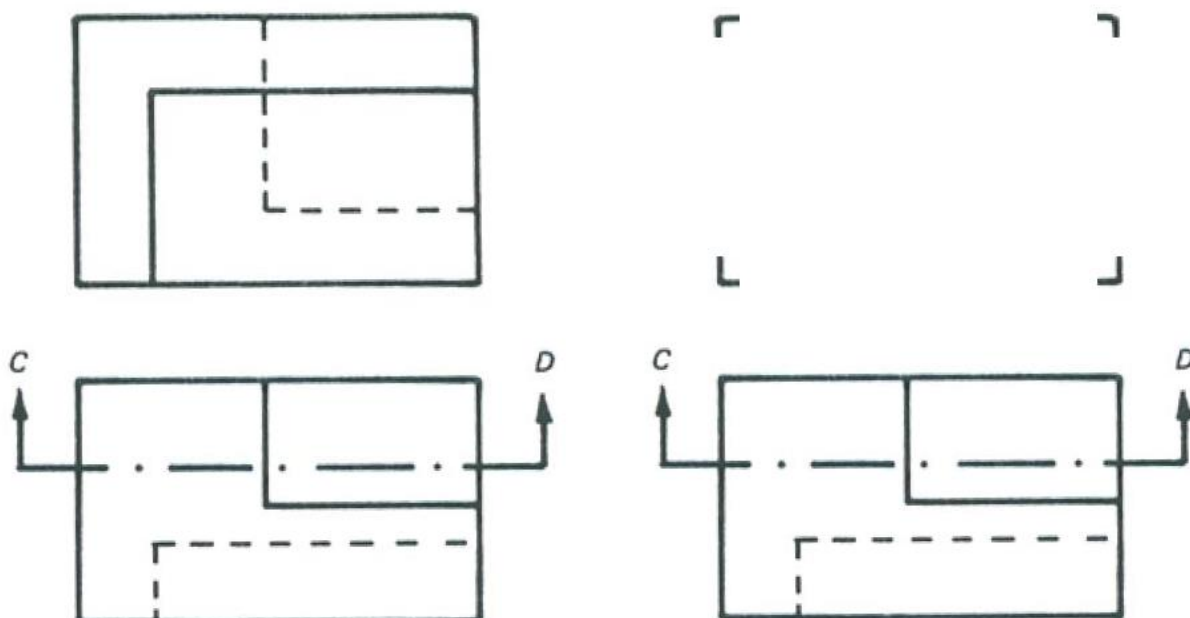
Exercícios de Cortes

1) Representar os cortes indicado nos objetos dados.

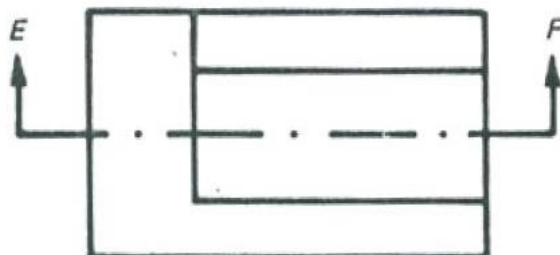
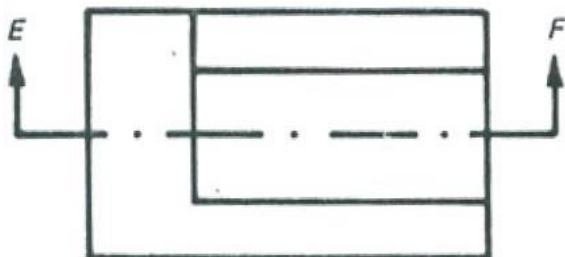
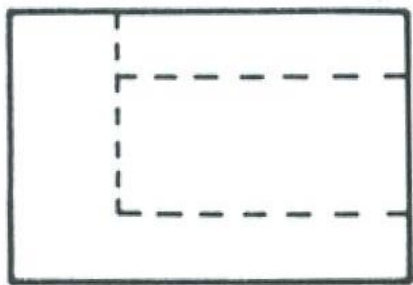
a)



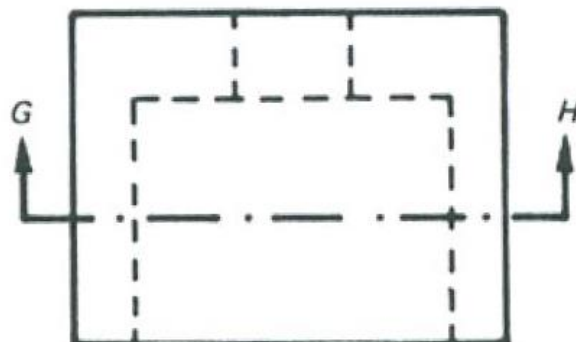
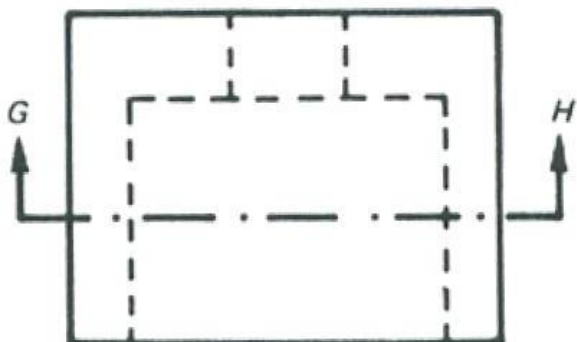
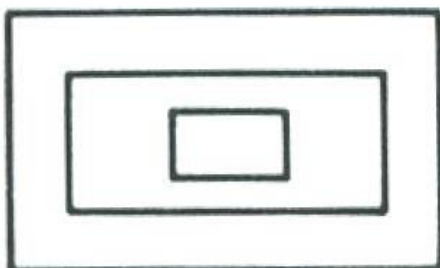
b)



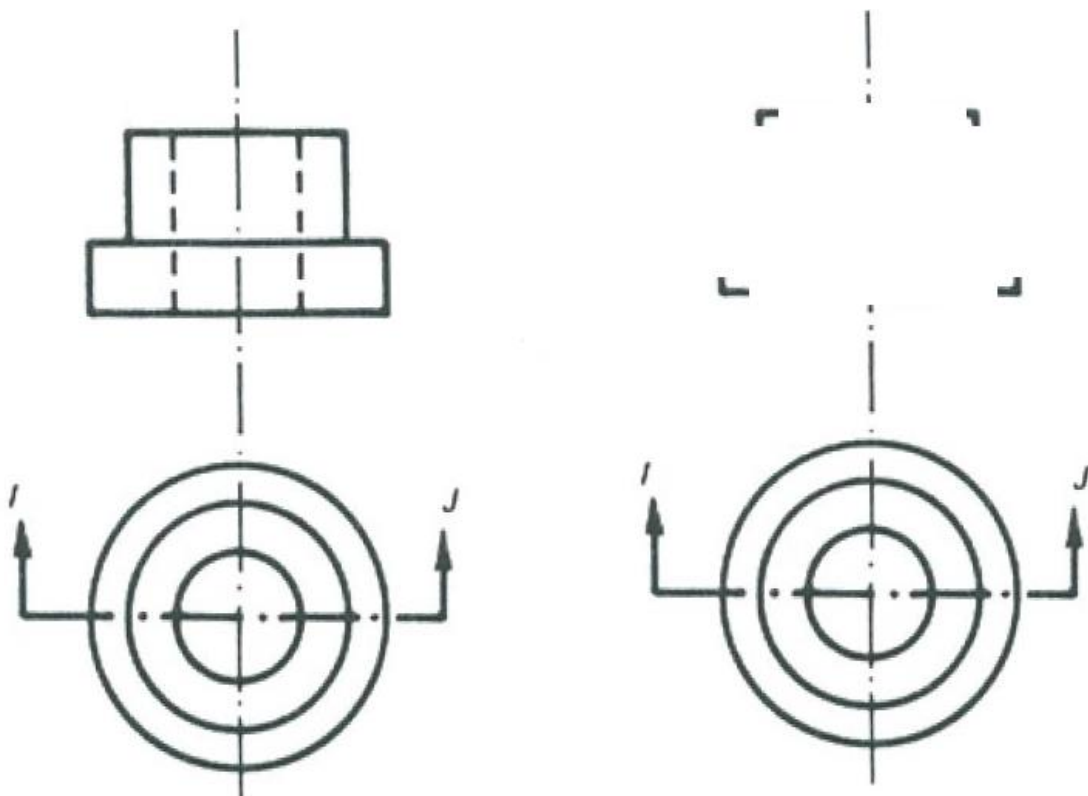
c)



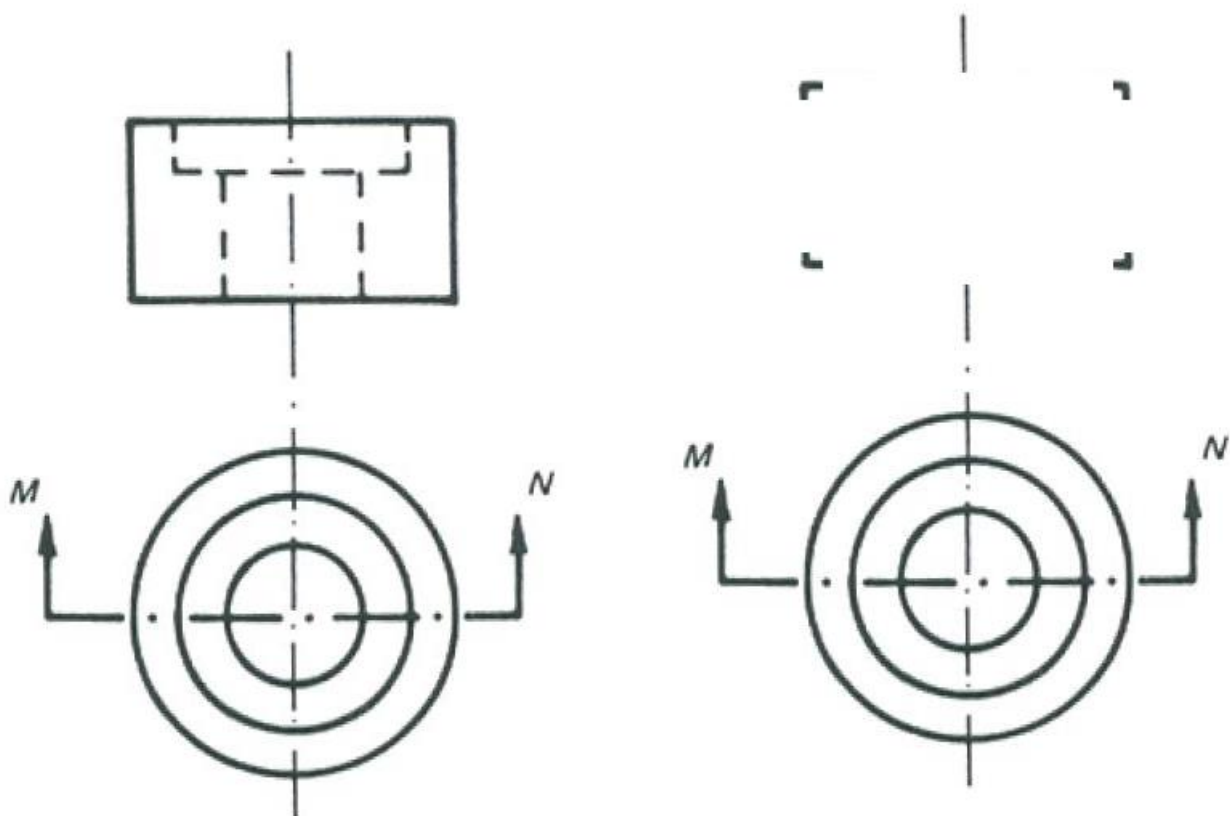
d)



e)

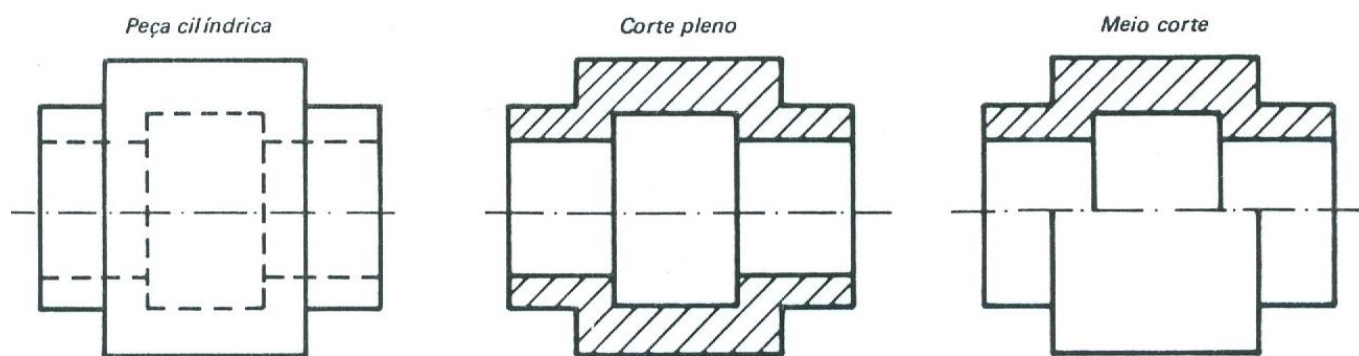


f)

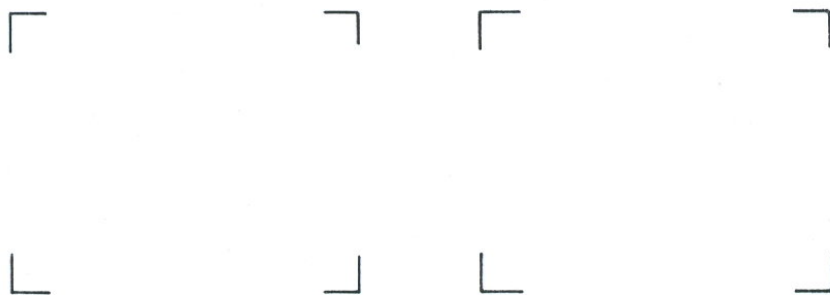
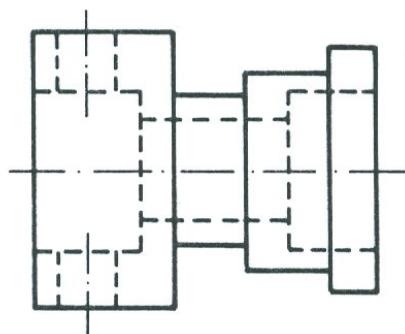


2) Representar o corte pleno e o meio corte das peças dadas, de acordo com o exemplo dado.

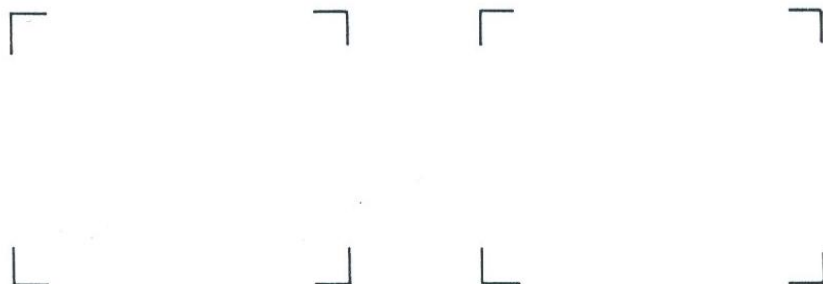
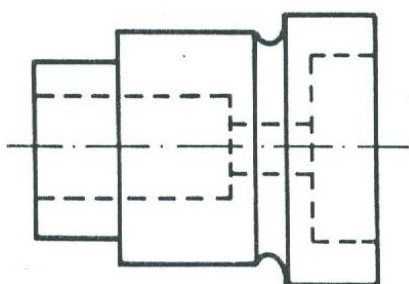
Exemplo



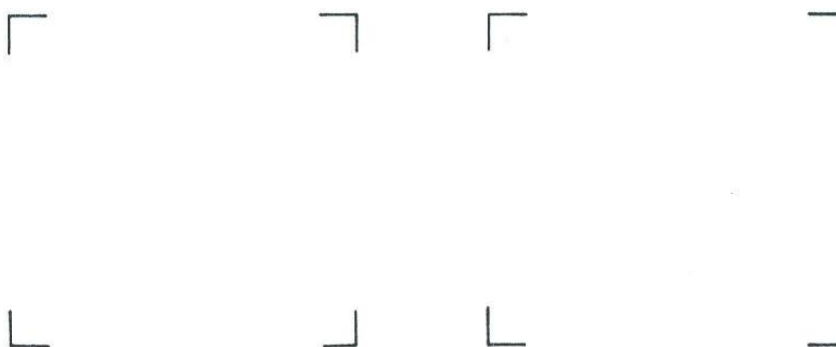
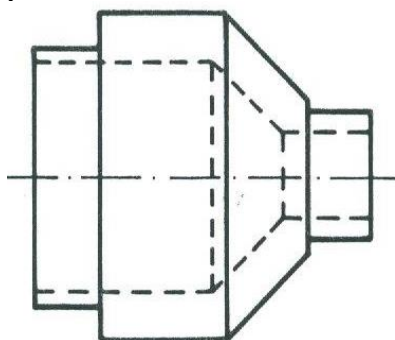
a)



b)

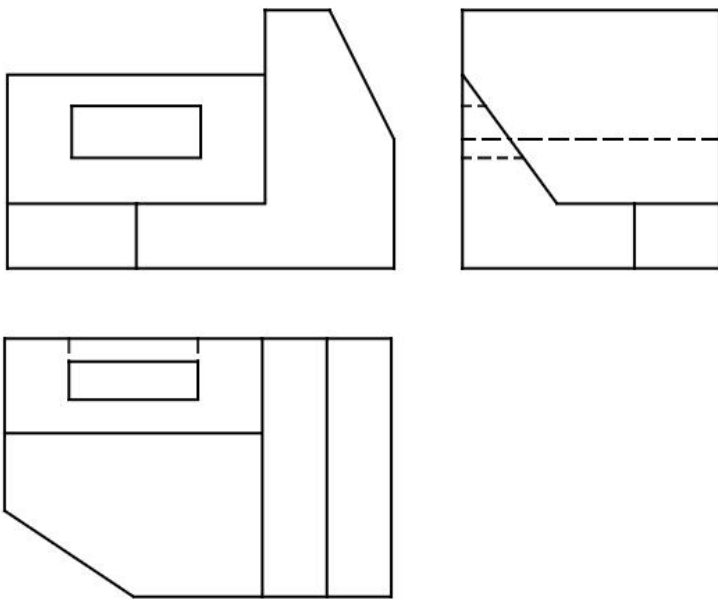


c)

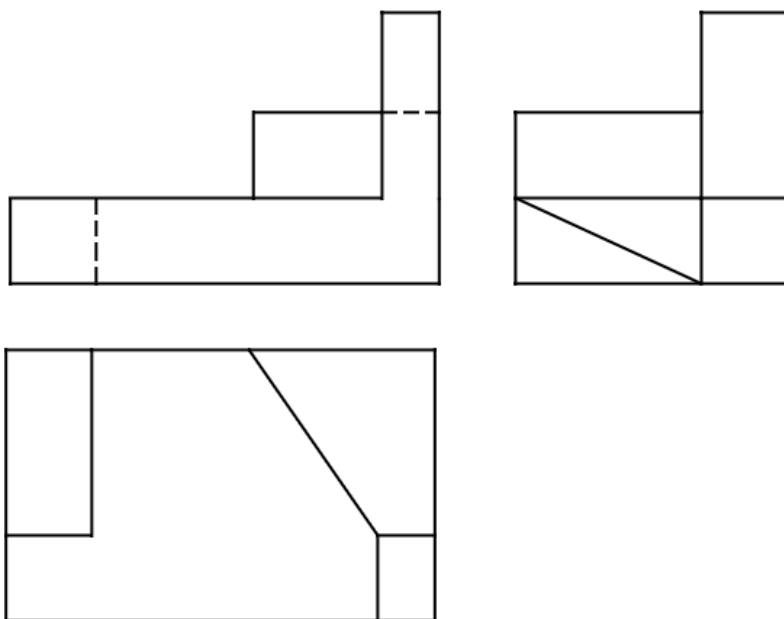


RESPOSTAS

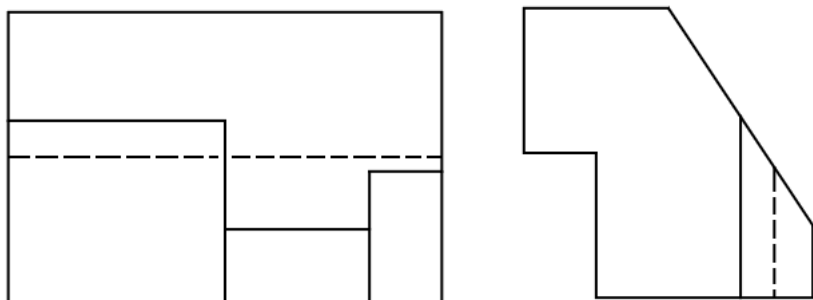
P 51 e19a



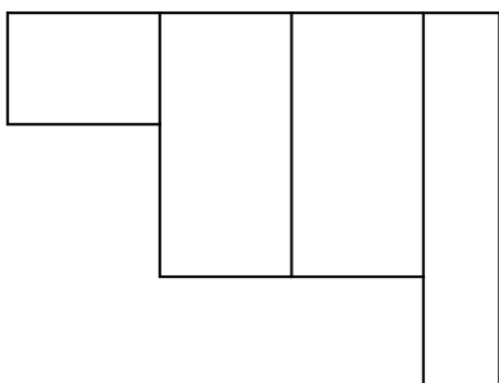
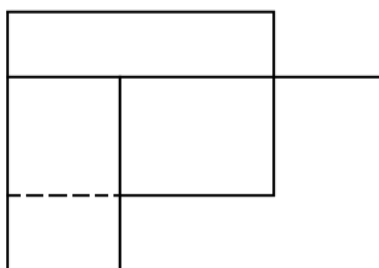
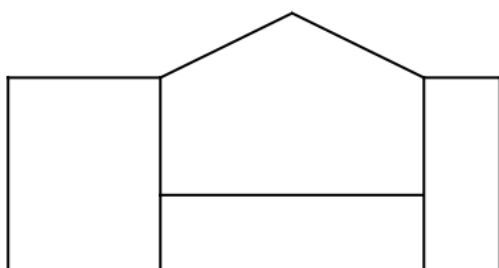
P51 e19b



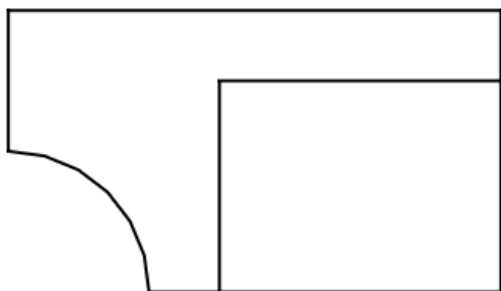
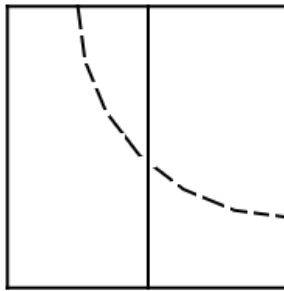
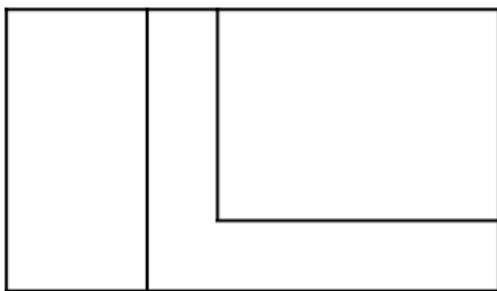
P52 e 19c



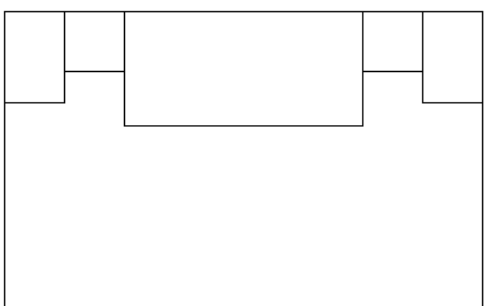
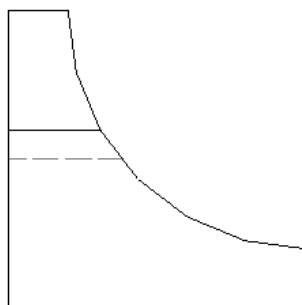
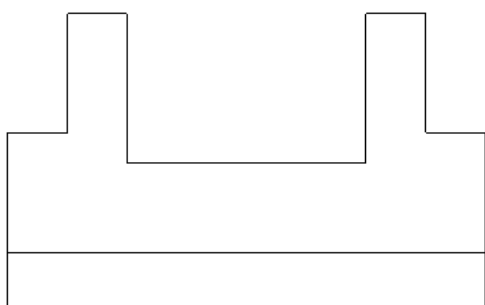
P52 e19d



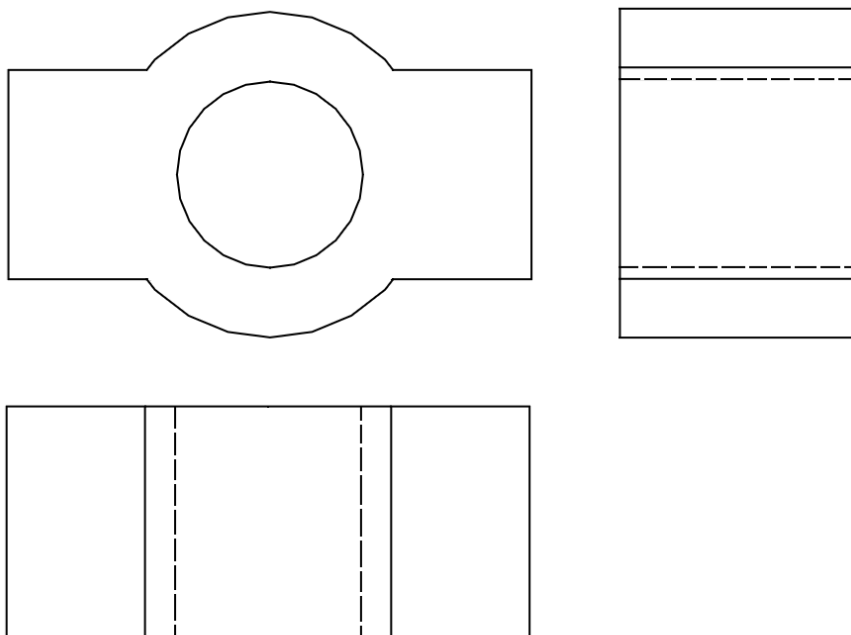
P53 e20a



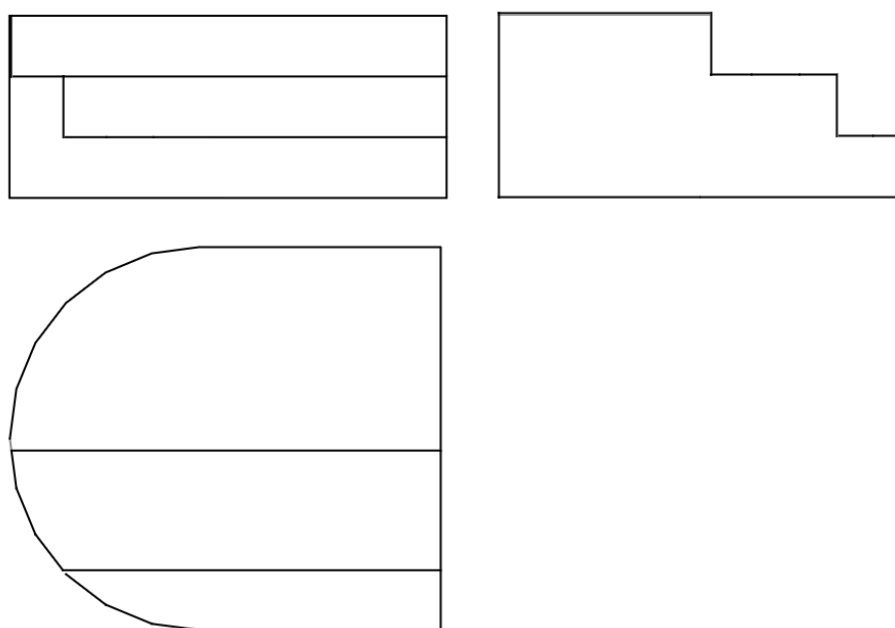
P53 e20b



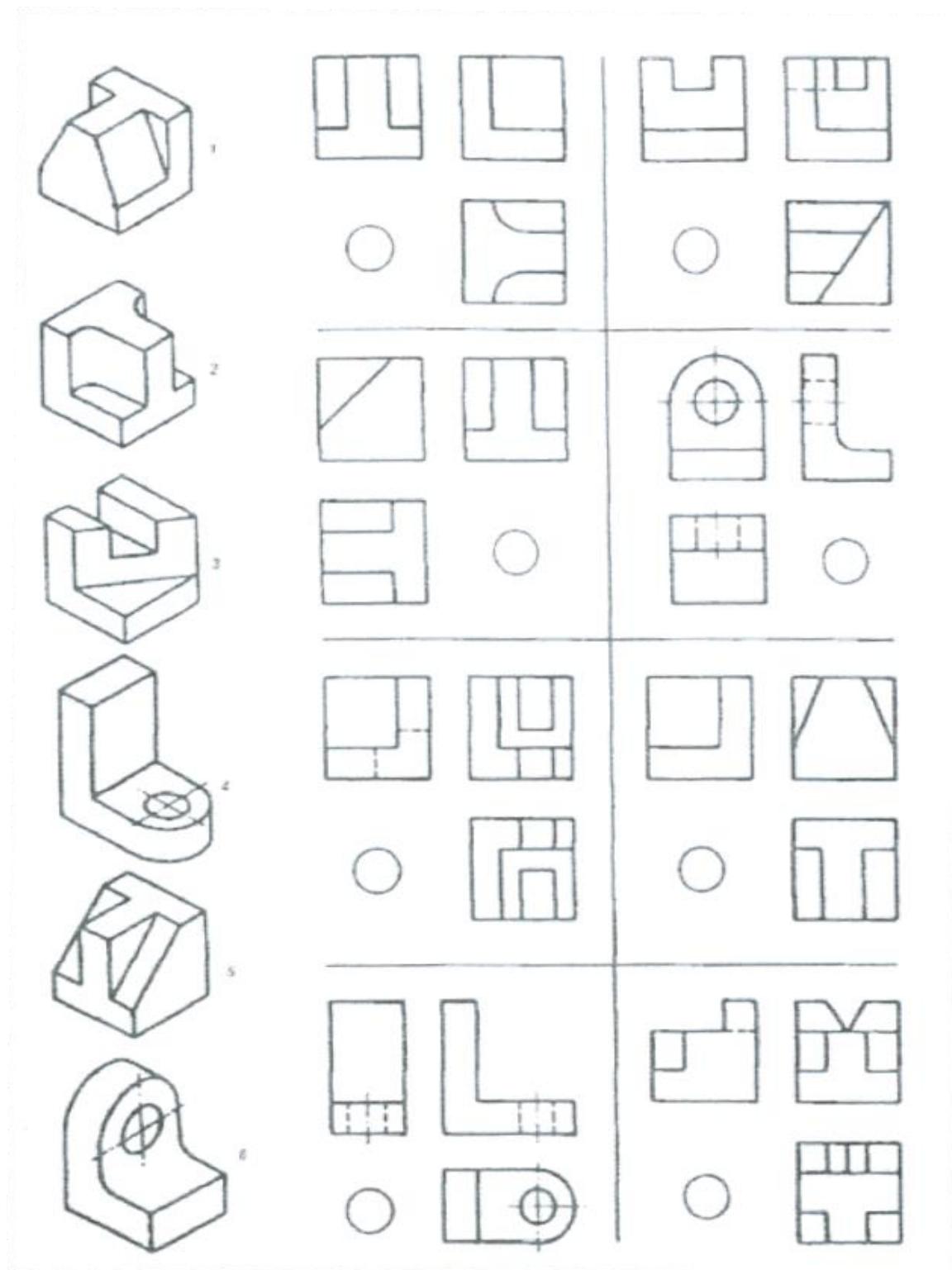
P54 e20c



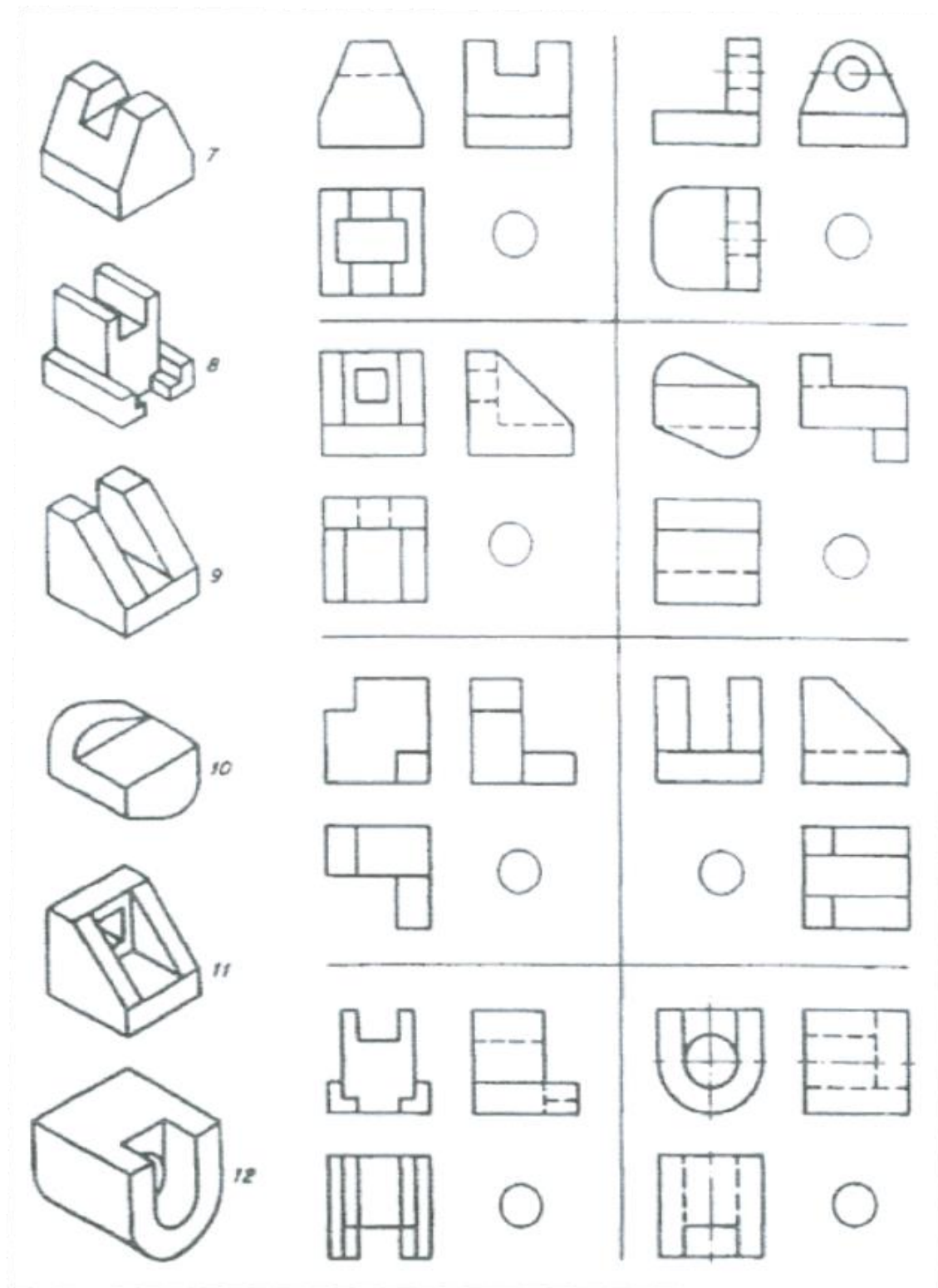
P54 e20d



Pag 27

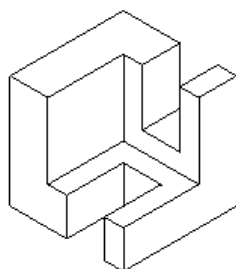


Pag 28

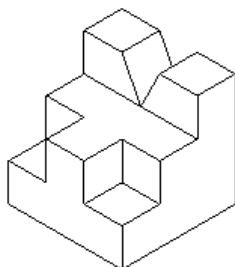


Perspectiva sólidos da pág 27 e 28 (são das Vistas que sobram)

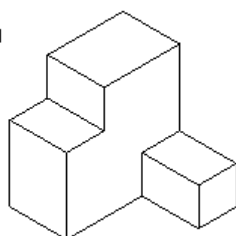
m



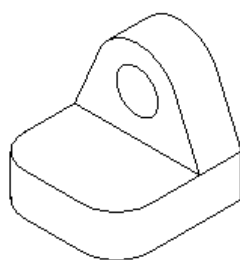
n



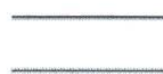
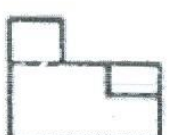
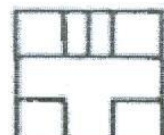
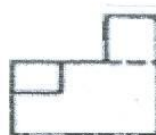
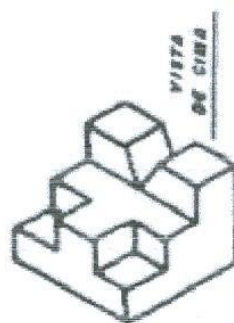
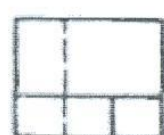
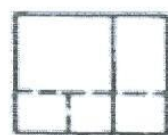
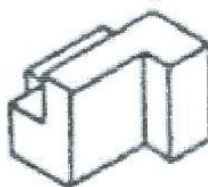
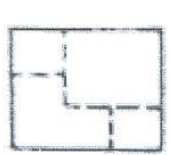
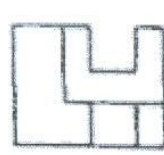
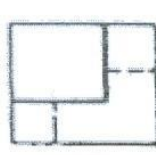
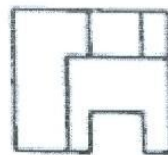
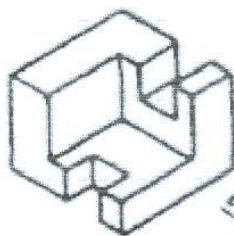
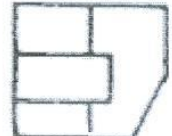
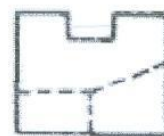
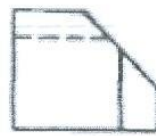
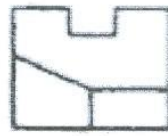
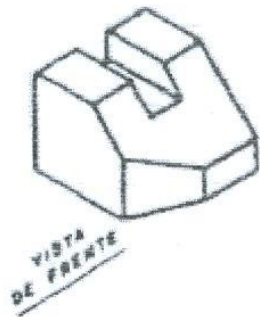
o



p



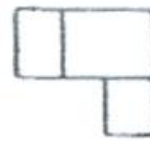
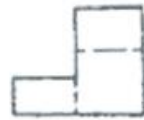
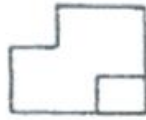
Pag 29



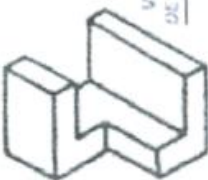
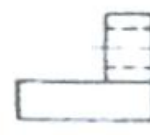
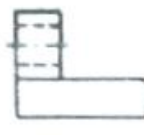
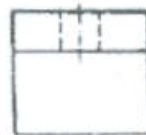
Pag 30



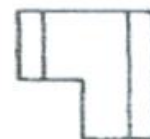
VISTA
DE FRENTE



VISTA
LAT. ESQUERDA



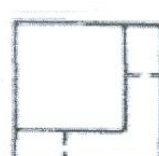
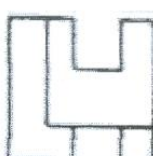
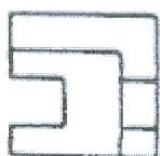
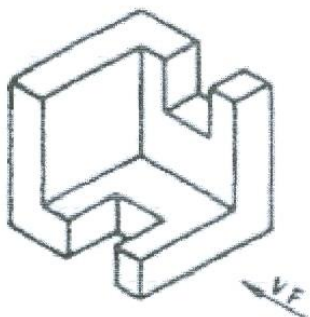
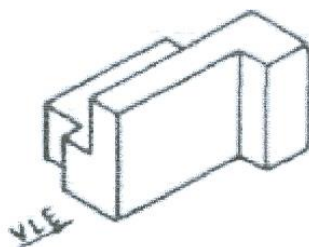
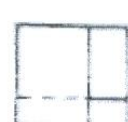
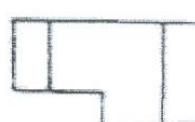
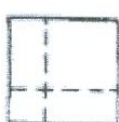
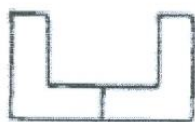
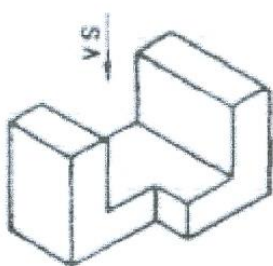
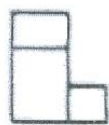
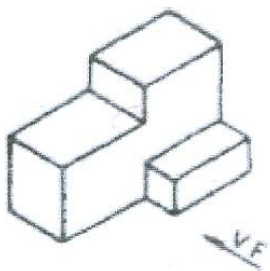
VISTA
DE CIMA



VISTA
DE FRENTE

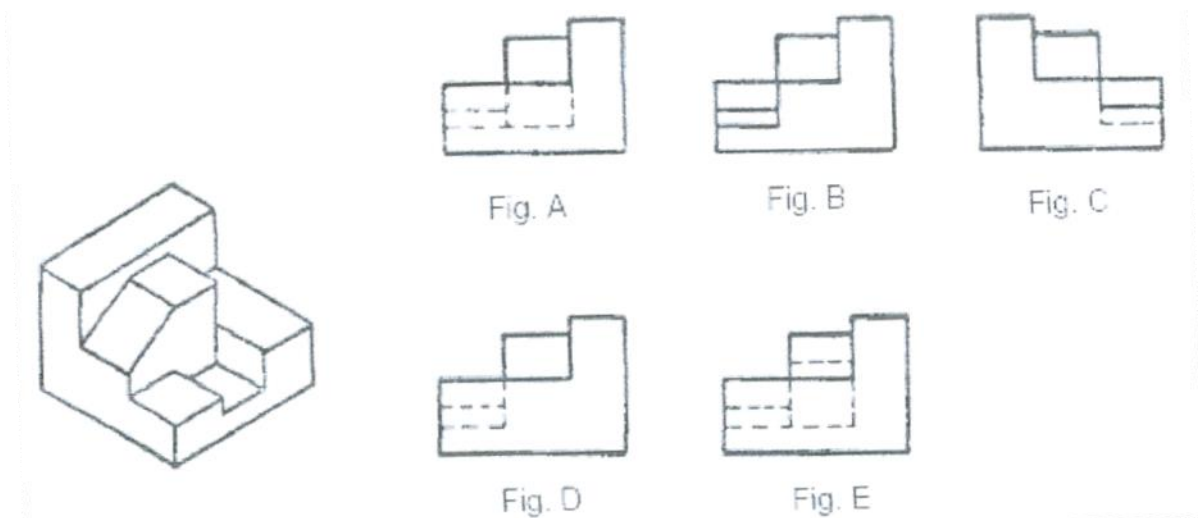


Pag 31

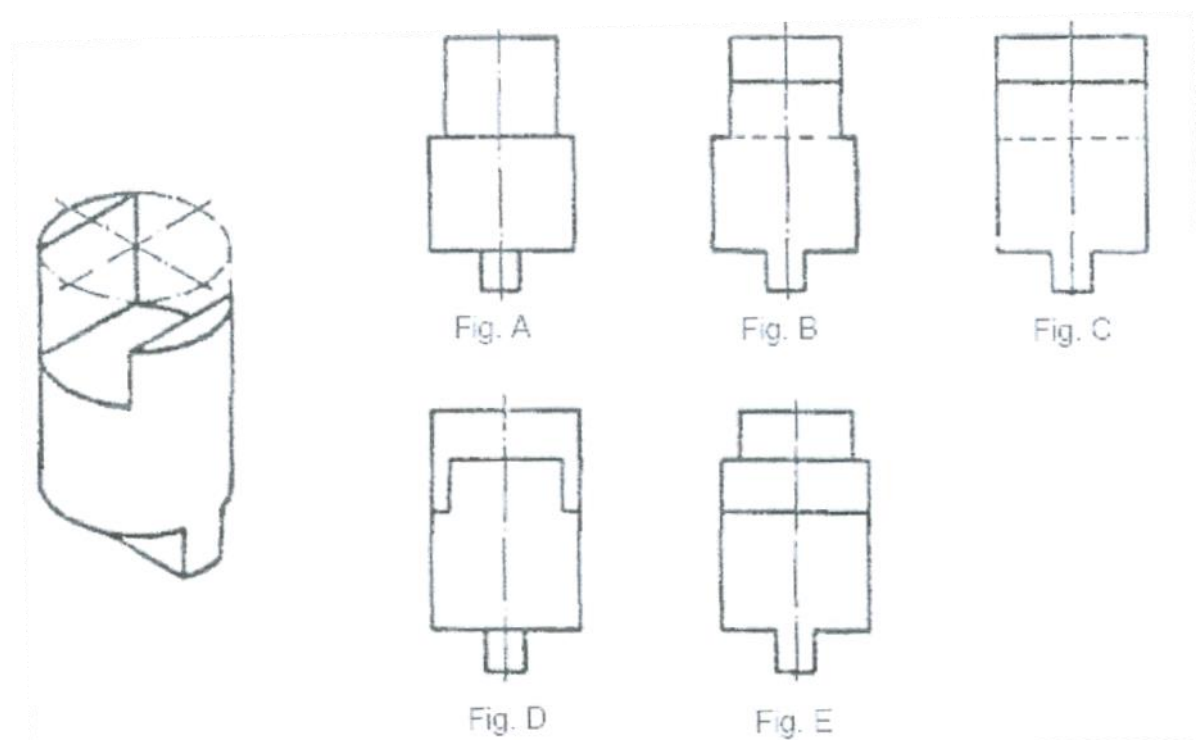


Pag 32

a)

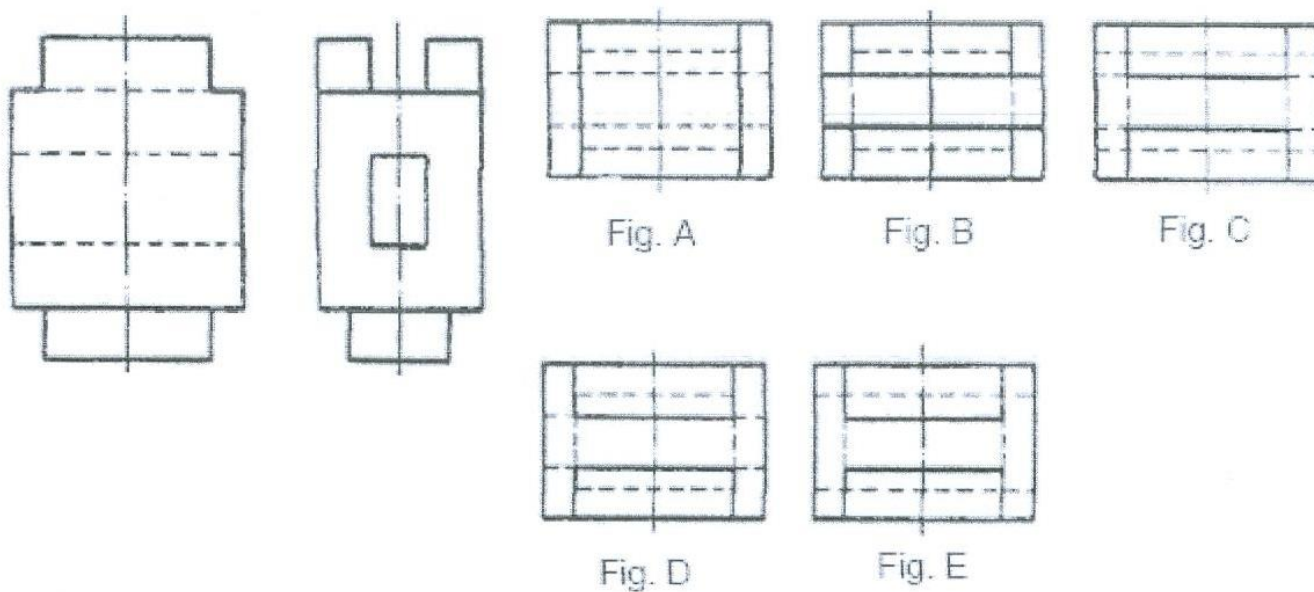


b)

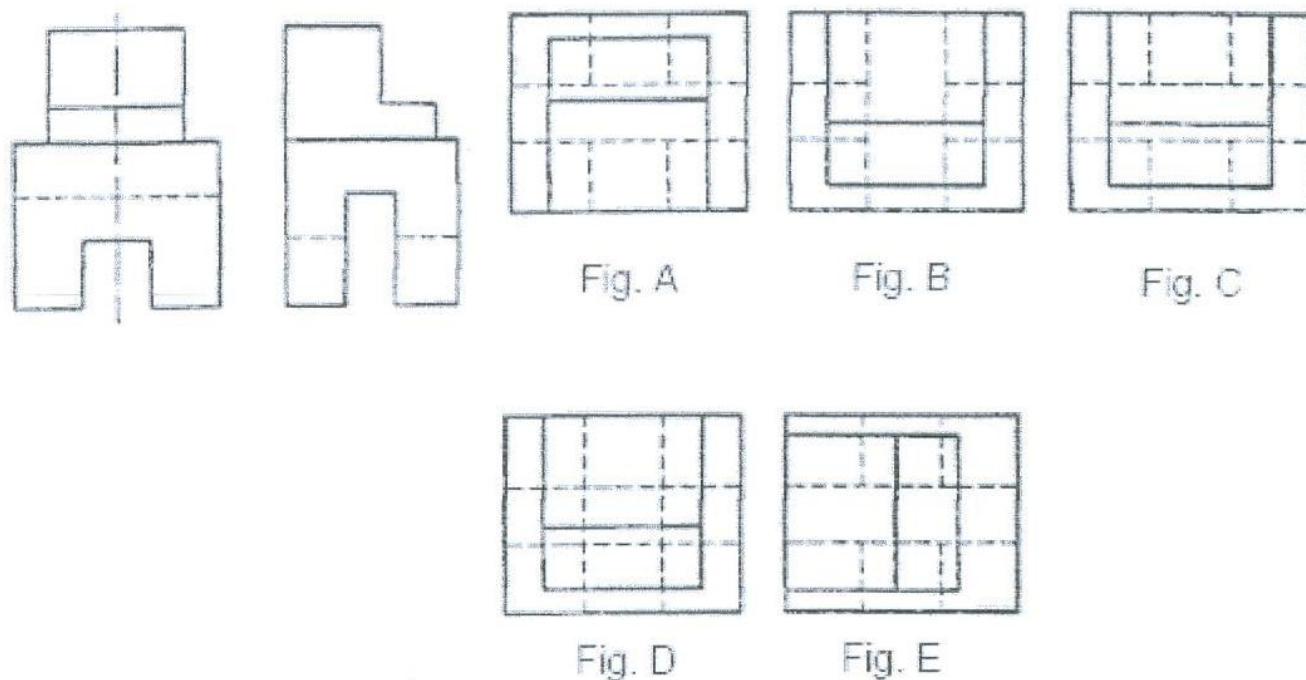


Pag 33

a)



b)



Pag 33

Resposta

