

Universidade de São Paulo
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
Curso de Engenharia de Alimentos
ZEB 0163 - Desenho Técnico

Apostila de Desenho Técnico

Prof. Dr. Juliano Fiorelli

Texto adaptado da apostila de
Desenho Técnico desenvolvida pelo
Prof. Dr. Holmer Savastano Júnior

SUMÁRIO

- 1 – Introdução ao Desenho Técnico**
- 2 – Aspectos Gerais do Desenho Técnico**
 - 2.1 - Esboço e projeto**
 - 2.2 - Escrita Normalizada**
 - 2.3 - Tipos de Linhas**
 - 2.4 - Folhas de Desenho**
 - 2.5 - Legenda**
 - 2.6 - Margens e Molduras**
- 3 – Escalas**
- 4 - Cotagem**
- 5 – Geometria Descritiva**
 - 5.1 - Projeções Ortogonais**
 - 5.2 - Cortes e Seções**
 - 5.3 - Perspectivas**
- 6 – Projetos Arquitetônicos**
- 7 – Desenho de Peças Mecânicas**
- 8 – Desenho de Tubulações**
- 9 – Desenho Assistido por Computador (CADD)**

1 – INTRODUÇÃO AO DESENHO TÉCNICO

O desenho é uma ferramenta imprescindível para o dia-a-dia do engenheiro, arquiteto e atualmente vem ganhando espaço nas diversas áreas das ciências agrárias como a agronomia e zootecnia.

Uma nova estrutura, uma nova máquina, um novo mecanismo, uma nova peça nasce da idéia de um engenheiro, arquiteto, agrônomo, zootecnista etc, em geral sob a forma de imagens no seu pensamento. Essas imagens são materializadas através de outras imagens: os desenhos. O projeto destes sistemas passa por várias fases, em que o desenho é usado para criar, transmitir, guardar e analisar informações.

Desenhar é saber transmitir os aspectos de FORMA e DIMENSÕES de PARTES e do TODO de objetos a serem construídos (peças, máquinas, estruturas, edificações etc).

A linguagem verbal é insuficiente para descrever forma, tamanho e relação de objetos sólidos. A engenharia é uma ciência aplicada, assim a comunicação de fatos físicos deve ser precisa e completa e os projetos específicos de cada área de atuação (máquinas e estruturas), dependem fundamentalmente de representação gráfica correta e adequada.

Todo estudante de engenharia deve saber FAZER e LER desenhos, ou seja, deve adquirir alguma habilidade na execução. Mas principalmente deve desenvolver a interpretação de linhas, símbolos e convenções, aliada a capacidade de visualização espacial.

O desenho técnico é um ramo especializado, caracterizado pela normatização e apropriação que faz das regras da geometria descritiva, sendo utilizado como base para a atividade projetual em disciplinas como a arquitetura, o design e a engenharia. O desenho técnico, é a ferramenta mais importante em um projeto, por ser o meio de comunicação entre quem projeta e quem fabrica. Nele constam todas as informações referentes ao projeto.

A comunicação gráfica através de desenho existe há muito tempo. As primeiras expressões de escrita eram constituídas por desenhos e denominadas hieróglifos egípcios.

Com a Revolução Industrial, os projetos das máquinas passaram a demandar maior rigor e precisão e conseqüentemente os diversos projetistas necessitavam de um

meio comum para se comunicar e com tal eficiência que evitasse erros grosseiros de execução de seus produtos. Desta forma, foi instituído, a partir do século XIX, as primeiras normas técnicas de representação gráfica de projetos, as quais incorporavam os estudos feitos durante o período de desenvolvimento da geometria descritiva, no século anterior.

A normatização hoje está mais avançada e completa e o desenho técnico passou a ser executado predominantemente em ambiente CADD – Computer-aided desing and drafting, ou seja, de forma eletrônica.

Pelo que foi apresentado, o estudo de desenho técnico é necessário, pois objetiva a compreensão de conhecimentos para saber fazer e ler desenhos e posteriormente elaborá-los por programas computacionais.

1.1 Tipos de desenho técnico

O Desenho Técnico é dividido em dois grandes grupos:

- Desenho projetivo – são os desenhos resultantes de projeções do objeto em um ou mais planos de projeção e correspondem às vistas ortográficas e às perspectivas. Neste grupo de desenho estão as plantas baixas e fachadas, objetode estudo.

- Desenho não projetivo – na maioria dos casos correspondem a desenhos resultantes dos cálculos algébricos e compreendem os desenhos de gráficos, diagramas etc.

1.2 O desenho em cada uma das etapas de um projeto

Normalmente a complexidade e quantidade de informações de um desenho variam de acordo com a etapa do projeto, que são estabelecidas pelas normas técnicas, conforme descrito a seguir:

- **Estudo preliminar:** É um desenho mais livre, constituído por um traço sem a rigidez dos desenhos típicos das etapas posteriores.

- **Anteprojeto:** Nesta etapa, com as várias características do projeto já definidas, (implantação, estrutura, elementos construtivos, organização funcional, partido, etc), o desenho já abrange um nível maior de rigor e detalhamento. Em um projeto residencial, por exemplo, costuma-se trabalhar nas escalas 1:100 ou 1:200.

- **Projeto legal ou Projeto de licenciamento:** Corresponde ao conjunto de desenhos que é encaminhado aos órgãos públicos de fiscalização de edifícios. Por este motivo, possui algumas regras próprias de apresentação, variando de cidade em cidade. Costuma-se trabalhar nas mesmas escalas do anteprojeto.

- **Projeto executivo ou Projeto de execução:** Esta etapa corresponde à confecção dos desenhos que são encaminhados à obra, sendo, portanto, a mais trabalhada. Devem ser desenhados todos os detalhes do edifício, com um nível de complexidade adequado à realização da construção. O projeto básico costuma ser trabalhado em escalas como 1:50 ou 1:100, assim como seu detalhamento é elaborado em escalas como 1:20, 1:10, 1:5 e eventualmente, 1:1.

1.3 - Normatização

A representação gráfica do desenho em si, deve ser elaborada de acordo com as recomendações das normas internacionais (sob a supervisão da ISO). Porém, geralmente, cada país costuma possuir suas próprias versões das normas, adaptadas por diversos motivos.

No Brasil, as normas são editadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), sendo as principais:

NBR-6492:1994 - Representação de projetos de arquitetura

NBR – 8196:1994 - Emprego de escalas em desenho técnico

NBR – 8403:1984 - Aplicação de linhas em desenhos

NBR-10067:1987 – Princípios gerais de representação em desenho técnico

NBR – 10068:1987 - Folha de desenho - Leitura e dimensões

NBR – 10126:1987 – Cotagem em desenho técnico

NBR – 10582:1988 - Apresentação da folha para desenho técnico

NBR – 10647:1989 - Desenho técnico

NBR – 13142:1994 - Dobramento de cópia de desenho técnico

As normas, além de padronizar a elaboração de desenhos, facilitam a leitura por parte dos envolvidos no processo de compreensão e execução do desenho técnico.

Para que o projeto seja bem representado, as normas estabelecem o uso de um conjunto de símbolos, signos, cotas e textos que complementam os desenhos e facilitam a interpretação.

CAPÍTULO

02

2 – ASPECTOS GERAIS DO DESENHO TÉCNICO

2.1 Esboço e Projeto

O esboço representa graficamente a idéia para um projeto, que, ao se transformar em um objeto material, apresentará características geométricas bem definidas, tais como: altura, largura e profundidade, além de detalhes internos que possa vir a possuir.

As idéias que surgem ao projetar devem ser registradas rapidamente no papel através dos esboços. Não devemos usar outros instrumentos de desenho além do lápis e da borracha, pois a atenção do projetista deve ser fixada nas suas idéias e não na manipulação de instrumentos.

Um engenheiro deve saber fazer esboços a mão livre que os outros sejam capazes de compreender (Figura 1.1). Um esboço não precisa ser uma obra de arte para ser útil. As qualidades desejáveis em um esboço são:

Inteligibilidade: permitir a compreensão das idéias.

Simplicidade: apresentar apenas as linhas necessárias.

Proporcionalidade: manter as relações entre as dimensões.

Muitas vezes, os esboços sozinhos não conseguem transmitir a idéia desejada e devem ser complementados por um texto escrito, para que todos os envolvidos no projeto possam compreendê-la.

Nesta aula, vamos aprender algumas técnicas de esboço, para melhorar o traçado das linhas e das letras.

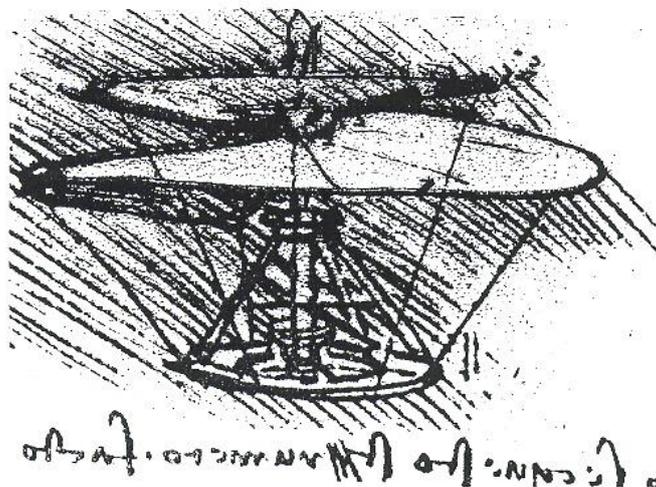


Figura 2.1 – Idéia esquemática de um helicóptero de Leonardo Da Vinci.

2.2 Técnicas de esboço

2.2.1 Material

O material para esboçar será um lápis ou lapiseira (com grafite HB ou B), uma borracha macia e papel (branco ou quadriculado).

2.2.2 Linhas retas

Uma linha feita à mão nunca será perfeitamente reta e com espessura uniforme. No entanto, algumas técnicas podem auxiliar-nos a obter linhas bem traçadas.

O lápis deve ser apoiado no dedo médio, e preso suavemente pelo polegar e o dedo indicador, a mais ou menos 3 centímetros da ponta.

As linhas horizontais são traçadas da esquerda para a direita. Pode-se inclinar o papel para um “ângulo conveniente”, de forma que as linhas horizontais e verticais assumam uma ligeira inclinação (Figura 2.2).

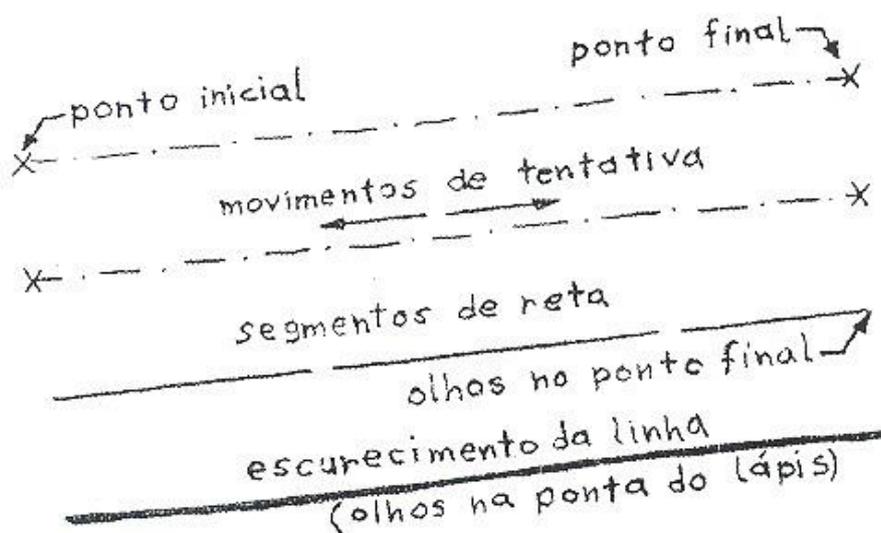


Figura 2.2 – Traçado linhas retas.

As linhas verticais curtas podem ser traçadas para cima ou para baixo, sem mudar a posição do papel.

O procedimento completo para traçar linhas retas é o seguinte:

Marcar os pontos extremos.

Fazer alguns movimentos de tentativa do traçado entre os pontos marcados, para ajudar os olhos e a mão (lembrar da sinuca e do golfe).

Traçar uma linha muito fraca entre os pontos, movendo o lápis para obter dois ou três segmentos de reta sucessivos. Enquanto estiver desenhando esta linha tentativa, os olhos devem estar fixados no ponto de chegada para o qual o movimento é direcionado. Ao traçar cada um dos segmentos, procurar orientá-lo de forma que a linha final seja relativamente reta.

Escurecer a linha, mantendo os olhos na ponta do lápis. A linha traçada, que se sobrepõe aos segmentos de reta anteriores, deve ser uniforme, escura e reta.

2.2.3 Circunferências

Pequenas circunferências podem ser esboçadas marcando as distâncias radiais sobre duas linhas de centro perpendiculares (Figura 2.3).

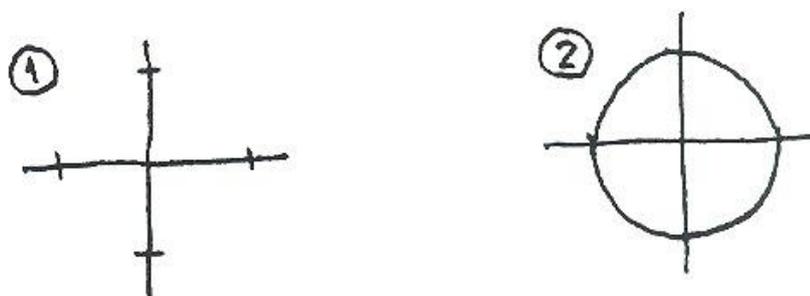


Figura 2.3.a – Traçado de circunferências pequenas.

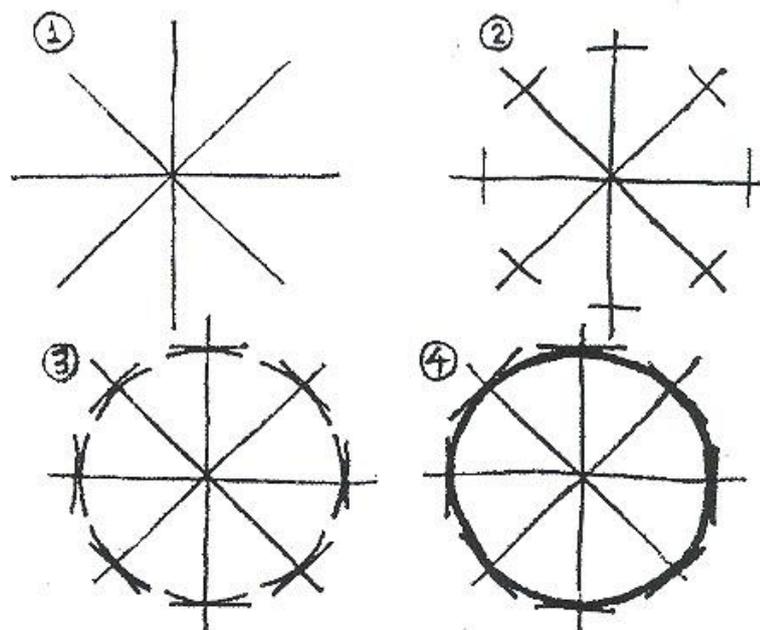


Figura 2.3.b – Traçado de circunferências maiores.

Circunferências maiores necessitam de duas ou mais diagonais, além das linhas de centro, e de pequenas linhas perpendiculares a estas, traçadas a igual distância do centro (Figura 2.3.b). Tangente a cada uma destas linhas, pequenos arcos são desenhados perpendiculares aos raios. A circunferência é completada com uma linha final, e os defeitos são corrigidos antes de escurecer.

2.2.4 Proporções

É importante desenvolver a capacidade de estimar relações comparativas entre as dimensões de um objeto antes de esboçado. Por exemplo, a largura do objeto pode ser igual ao dobro da altura e um terço da profundidade.

Os detalhes internos tais como furos e ressaltos também devem apresentar as proporções adequadas.

Antes de sermos capazes de reconhecer as proporções e desenhá-las “de vista”, o que será obtido através da prática, podemos usar um método gráfico para nos auxiliar na definição das proporções (Figura 2.4).

O método gráfico é baseado no fato de que um retângulo envolvendo o objeto pode ser dividido para obter as dimensões intermediárias ao longo dos lados. Definimos assim distâncias iguais à metade a um quarto a um terço etc, do tamanho dos lados do retângulo.

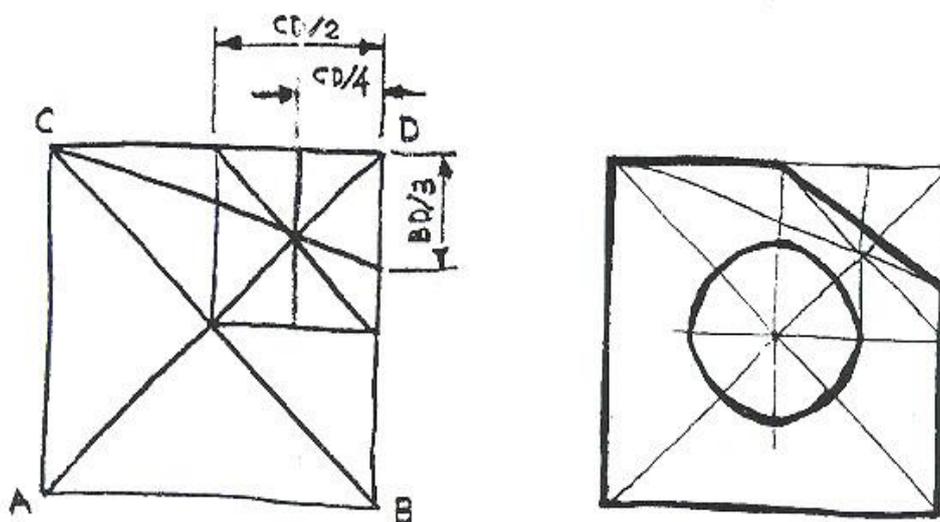


Figura 2.4 – Método gráfico para obtenção de proporções.

Este método só deve ser usado até termos desenvolvido a nossa habilidade de desenhar com proporções, devendo então ser abandonado. Isto porque as linhas

adicionais que são traçadas dificultam o entendimento do esboço, além de consumir tempo.

2.2.5 Letras

As letras traçadas à mão livre obedecem a um sentido de cima para baixo e da esquerda para a direita.



Utilizam-se letras maiúsculas e minúsculas, e podem ser traçadas de forma vertical ou inclinada.

Preferivelmente, as maiúsculas são usadas em títulos e as minúsculas em textos mais longos.

Como regra geral, não se misturam letras verticais e inclinadas.

Letras e algarismos verticais:

Maiúsculas: **A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z**
& 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

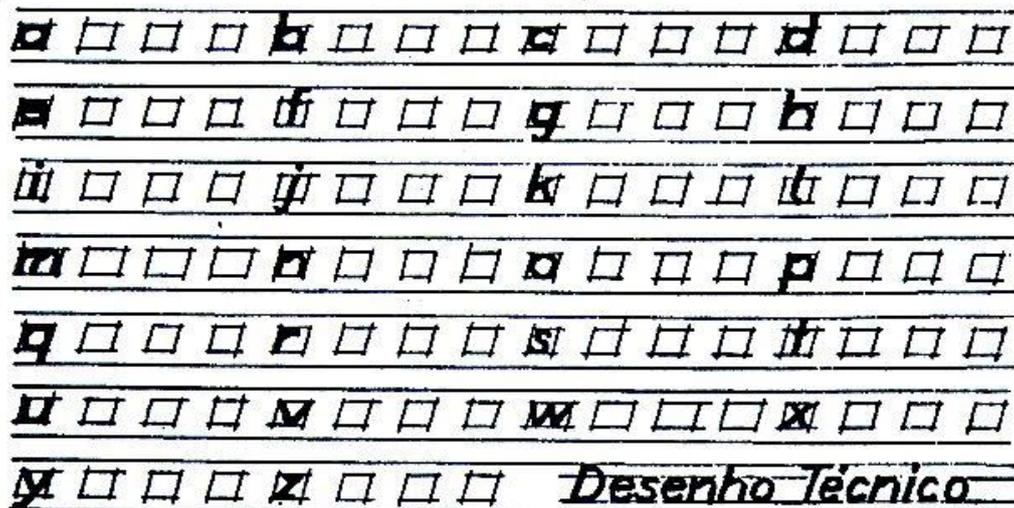
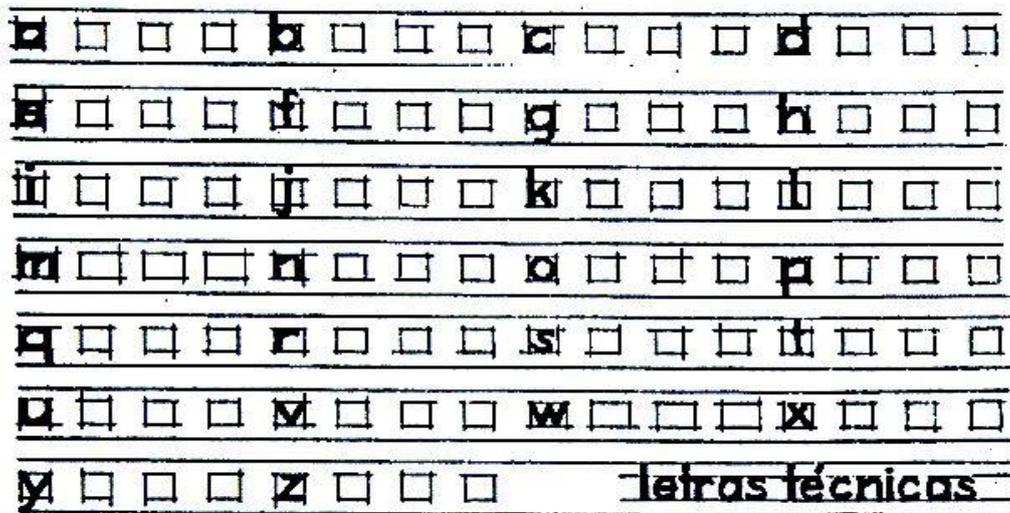
Minúsculas: **a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z**

Letras e algarismos inclinados:

Maiúsculas: **A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z**
& 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z

Reproduzir as letras e os textos indicados a seguir. Observe cuidadosamente as técnicas apresentadas no item 2.2.5 e procure aprender essa nova forma de esboçar os caracteres.



2.3 Escrita Normalizada

O estilo das letras e números adotado em Desenho Técnico é o Gótico Comercial, constituído de traços simples com espessura uniforme (Figura 2.5). Conforme exposto no item 2.2.5, podem-se utilizar tanto letras verticais como também inclinadas. A norma da ABNT que padroniza o uso da caligrafia em Desenho Técnico é a NBR 8402:1994 – Execução de caracter para escrita em desenho técnico.

DESENHO TÉCNICO -
DESENHO TÉCNICO -
 desenho técnico -
desenho técnico -

Figura 2.5 – Exemplos de letras tipo Gótico verticais e inclinadas.

As exigências básicas do uso de caligrafia em desenhos técnicos são:

Legibilidade.

Uniformidade.

Adequação à microfilmagem e a outros processos de reprodução.

Deste modo, deve-se (Figura 2.6):

Utilizar distância entre caracteres (a) no mínimo duas vezes a largura da linha

(d).

Aplicar a mesma largura de linha para letras maiúsculas minúsculas.

Ter a altura (h) com razão $\sqrt{2}$.



Figura 2.6 – Características da forma das letras (em um letreiro).

A Tabela 2.1 mostra as proporções e dimensões que devem ser utilizadas em símbolos gráficos.

Tabela 2.2 – Dimensões de símbolos gráficos.

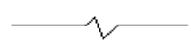
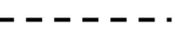
Características	Relação	Dimensões (mm)							
		2,5	3,5	5	7	10	14	20	
Altura das letras maiúsculas	h	2,5	3,5	5	7	10	14	20	
Altura das letras minúsculas	(7/10)h	1,75	2,5	3,5	5	7	10	14	
Dist. mínima entre caracteres	(2/10)h	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4	
Dist. mínima entre linhas de base	(14/10)h	3,5	5	7	10	14	20	28	
Dist. mínima entre palavras	(6/10)h	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4	12	
Largura de linha	(1/10)h	0,5	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2	
Parte da letra abaixo da linha de base	(3/10)h	0,7	1	1,5	2	3	4	6	

2.4 Tipos de Linhas

A norma da ABNT, NBR 8403:1984 – Aplicação de linhas em desenhos – Tipos de linhas – Larguras das Linhas, recomenda a utilização de apenas duas espessuras de linhas: larga e estreita, sendo que a relação entre elas não deve ser inferior a 2. A Tabela 2.2 traz a definição dos tipos usuais de linhas e suas aplicações. Outros tipos de linha podem ser utilizados, mas deve ser feita uma anotação explicativa no desenho. Seguem exemplos de aplicação nas Figuras 2.7, 2.8 e 2.9.

Tabela 2.2 – Tipos de linhas e aplicações.

	Linha	Denominação	Aplicação Geral
A		Contínua grossa	A1. Contornos visíveis A2. Arestas visíveis
B		Contínua estreita	B1. Intersecção imaginária B2. Linhas de cotas B3. Linhas auxiliares B4. Linhas de chamada B5. Hachuras B6. Contornos de seções rebatidas na própria vista

			B7. Linhas de centro curtas
C		Contínua estreita à mão livre	C1. Limites de vista C2. Cortes parciais C3. Interrupção curta
D			D1. Interrupção longa
E		Tracejada estreita	E1. (F1) Contornos não visíveis. E2. (F2) Arestas não visíveis.
F		Tracejada larga	
G		Traço ponto estreita	G1. Linhas de centro G2. Linhas de simetria G3. Trajetórias
H		Traço ponto estreita, larga nas extremidades e na mudança de direção	H1. Planos de corte
J		Traço ponto larga	J1. Linhas de superfícies com indicação especial
K		Traço dois pontos estreita	K1. Contorno 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

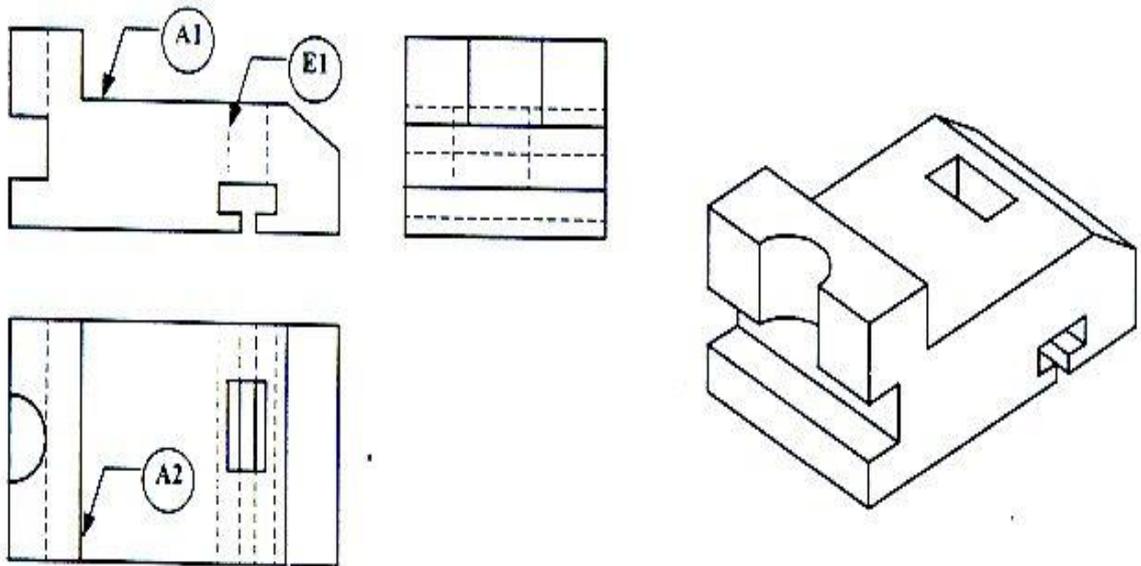


Figura 2.7 – Exemplo de aplicação de linhas no desenho das três vistas de uma peça.

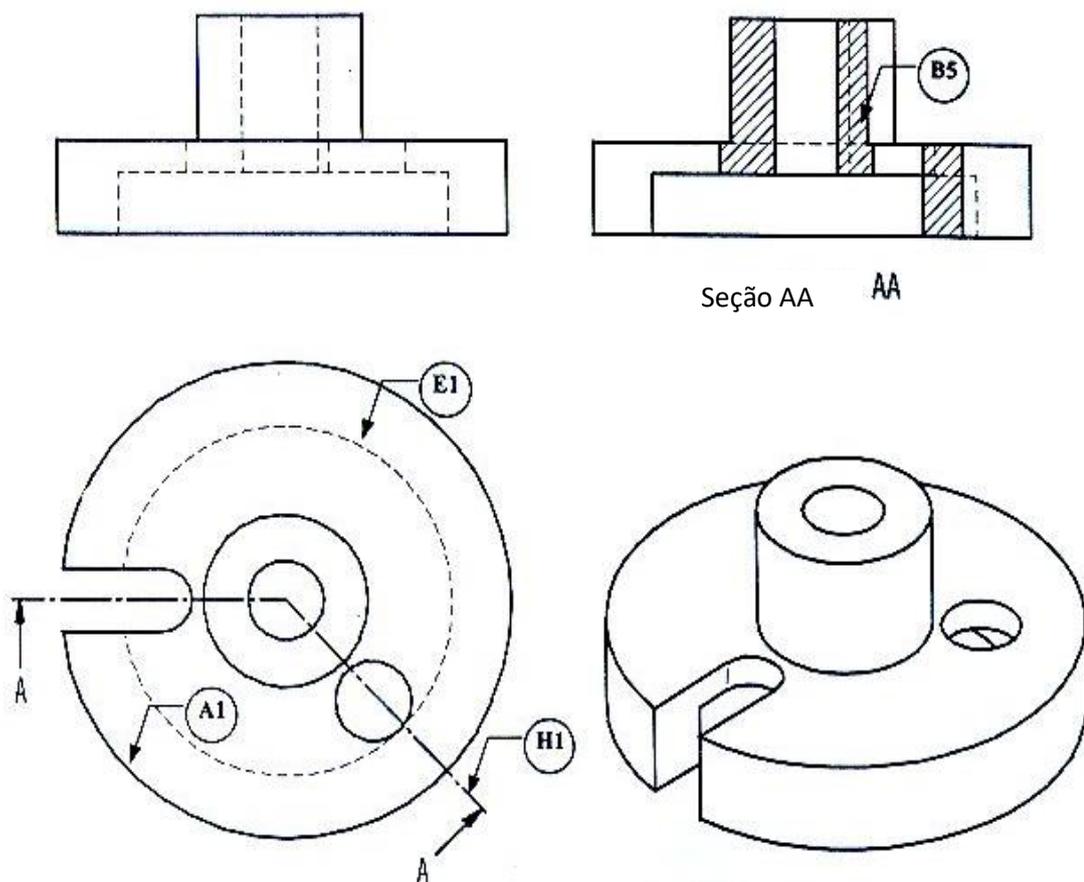


Figura 2.8 – Exemplo de aplicação de linhas no corte de uma peça.

No caso em que ocorrem coincidências de duas ou mais linhas de diferentes tipos, deve ser seguida a seguinte ordem de prioridade:

1. Arestas e contornos visíveis (linha tipo A).
2. Arestas e contornos não visíveis (linhas do tipo E ou F).
3. Superfícies de corte e seções (linhas tipo H).
4. Linhas de centro (linhas tipo G).
5. Linhas de centro de gravidade (linhas tipo K).
6. Linhas de cota e auxiliares (linhas tipo B).



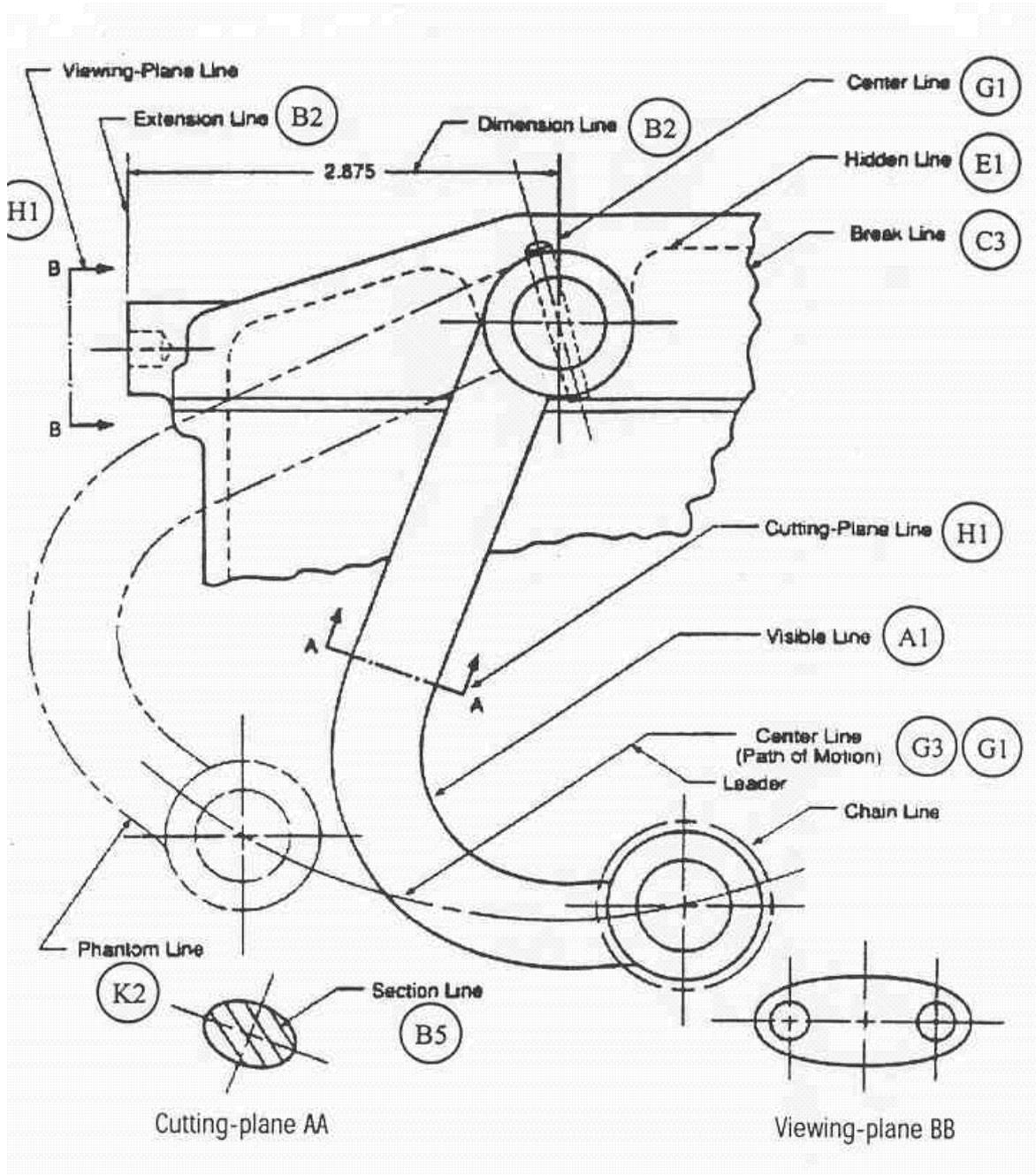
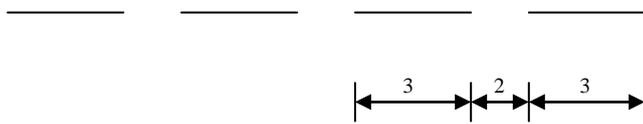


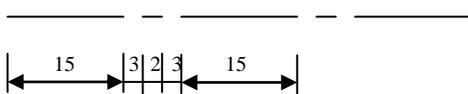
Figura 2.9 – Exemplo de aplicação de linhas.

Para o traçado das linhas, recomenda-se:

1. Os traços e os espaços de uma linha tracejada (linha tipo F) devem ter uniformidade em toda a extensão da linha. Recomenda-se o uso de traços de 3 mm, seguidos por espaços de 2 mm. Deste modo, a proporção da linha tracejada será boa:

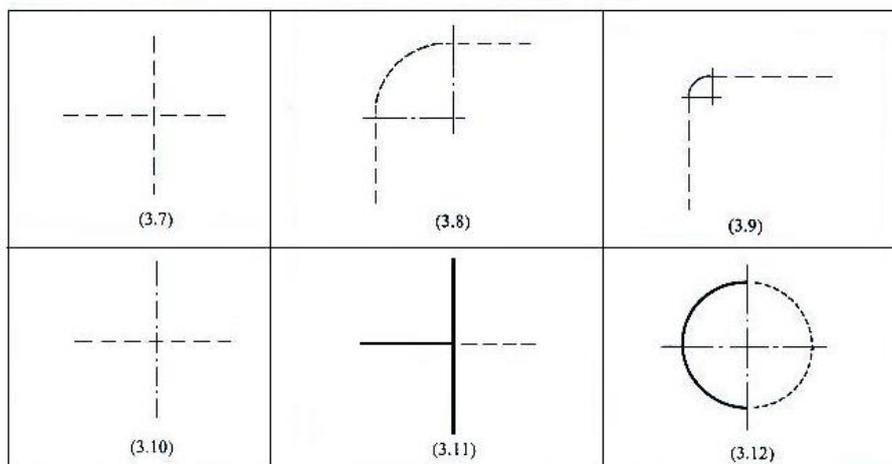
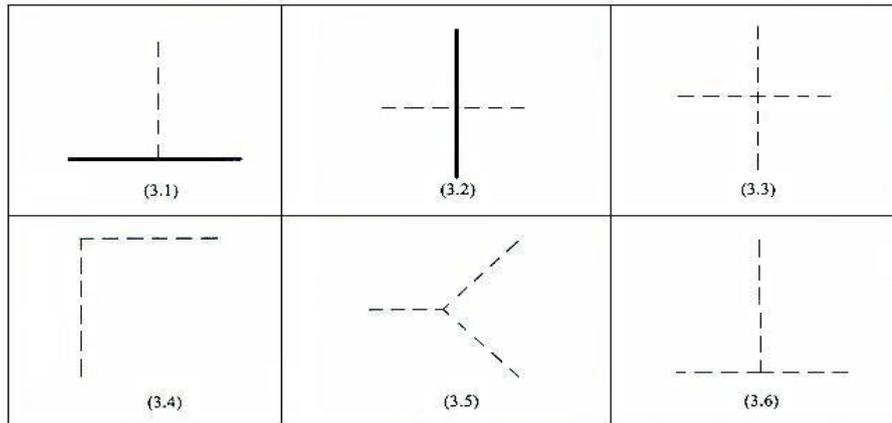


2. Os traços longos de linha tipo G, para eixos de simetria e linhas de canto, devem variar entre 10 e 15 mm, com espaço de 3 mm para intercalar os pontos (ou traços curtos de 2 mm).

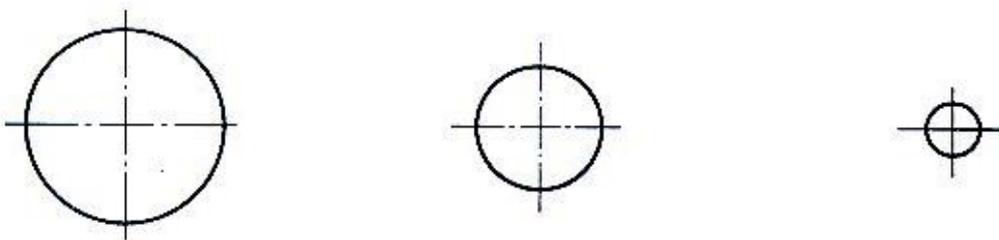


3. O cruzamento de linhas tracejadas entre si e com outras linhas em um desenho deve obedecer às seguintes regras:

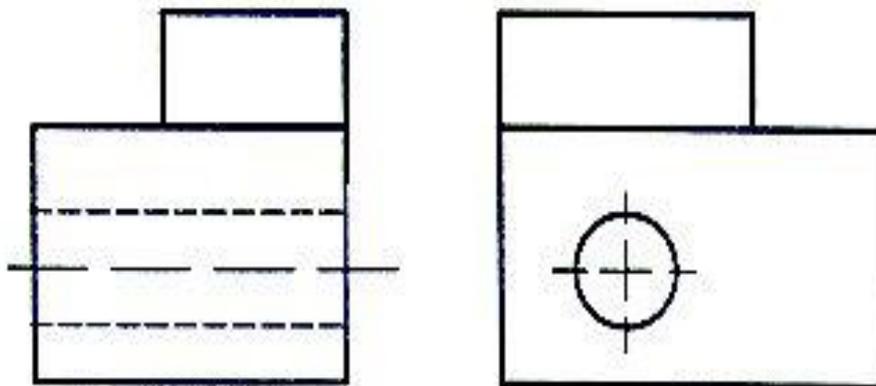
- Se uma aresta visível for limite de outra não visível, esta deve tocá-la (3.1).
- A linha tracejada não deve tocar a linha contínua em caso de cruzamento (3.2).
- Se as linhas não visíveis têm um vértice comum, i.e. são concorrentes, devem ligar-se no ponto de concorrência (3.3, 3.4, 3.5 e 3.6).
- Se as linhas não visíveis não têm ponto comum, devem ser interrompidas no cruzamento (3.7).
- Na concordância de retas com arcos, ambos não visíveis, os limites do arco tocam as linhas de centro e os limites de retas não as tocam (3.8). Para arcos muito pequenos, a representação pode ser feita por um traço curvo (3.9).
- O cruzamento de linhas de centro ou de simetria com linhas não visíveis deverá ocorrer nos seus traços (3.10).
- Quando uma aresta visível passar a ser não visível a partir de um ponto, deve-se iniciar a linha tracejada por um espaço neste ponto (3.11 e 3.12).



4. Os centros são definidos por linhas de centro que se cruzam em trechos dos traços longos e não nos espaços.



5. As linhas de centro não devem estender-se para os espaços entre as vistas e não devem terminar em outra linha do desenho.



2.5 Folhas de desenho

2.5.1 Formato das folhas de desenho

A norma brasileira NBR 10068:1987 – Folha de desenho – Leiaute e dimensões, e suas complementações NBR 10582:1988 – Apresentação da folha para desenho técnico e NBR 13142:1994 – Dobramento de cópia de desenho técnico, padronizam as características dimensionais das folhas que são utilizadas em todos os desenhos técnicos. Por meio de partições de uma folha básica retangular denominada formato A0 (A zero), obtém-se os demais tamanhos das folhas (definidas como série “A” para utilização em desenho técnico. O formato A0 mede 841 mm x 1189 mm e possui área igual a 1 m². A Figura 2.10 mostra o processo de obtenção dos formatos com dimensões inferiores ao A0 e a Tabela 2.3, as dimensões de diversos formatos em Desenho Técnico.

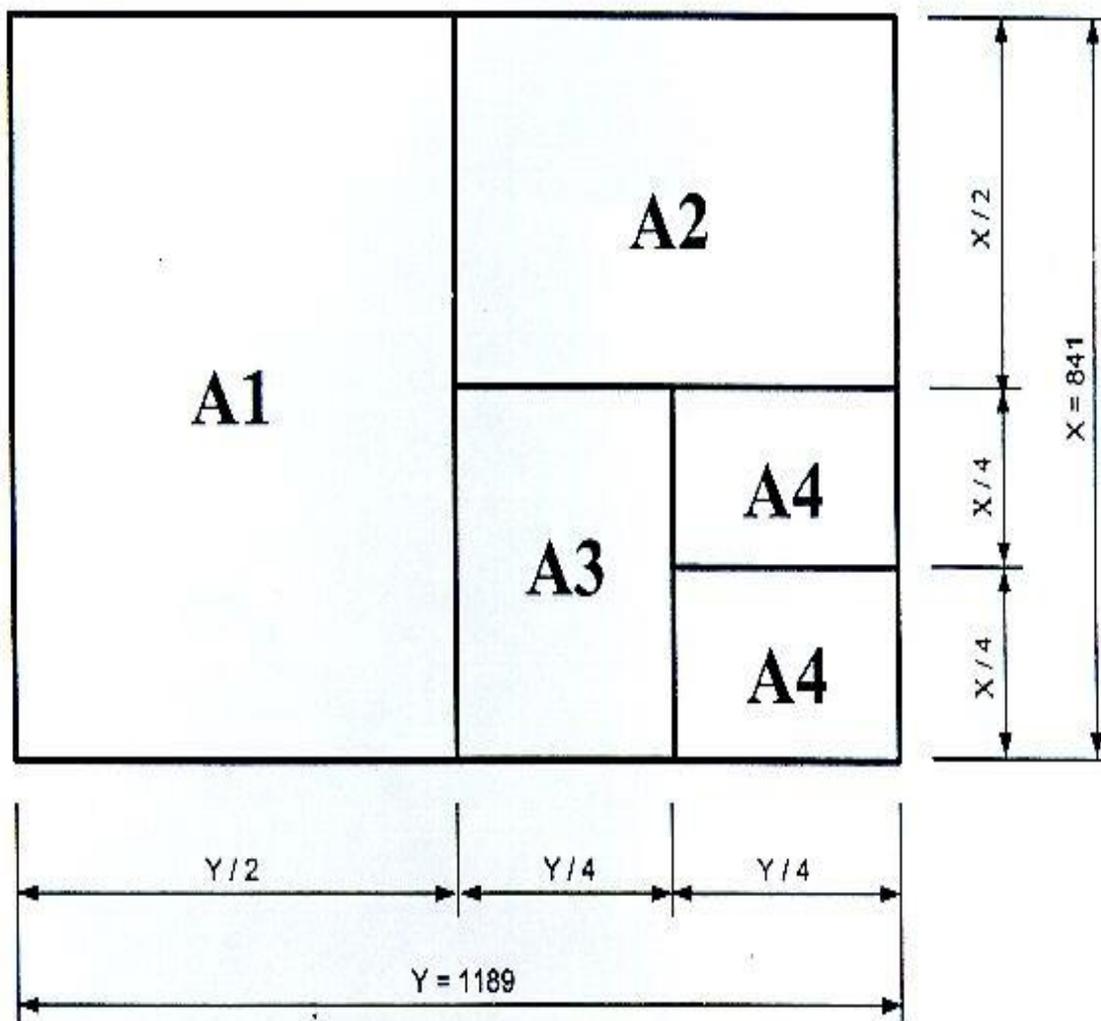


Figura 2.10 – Formatos derivados do formato básico A0.

Tabela 2.3 – Dimensões dos formatos (em mm).

Formato	Dimensões	Margens *
4A0	1678 X 2378	20
2A0	1189 X 1682	15
A0	841 X 1189	10
A1	594 X 841	10
A2	420 X 594	7
A3	297 X 420	7
A4	210 X 297	7
A5	148 X 210	5
A6	105 X 148	5

*A margem esquerda será sempre de 25 mm para todos os formatos.

Caso sejam necessários tamanhos de papel fora dos formatos especificados na Tabela 2.1, recomenda-se a escolha de tamanhos com comprimento ou largura múltiplos ou submúltiplos ao formato padrão A0.

2.5.2 Legendas, Margens e Molduras

A legenda pode ser definida como um quadro onde são escritas as informações para a identificação do desenho. Deve estar sempre no canto inferior direito, tanto para as folhas posicionadas horizontalmente, como verticalmente (Figura 2.11).

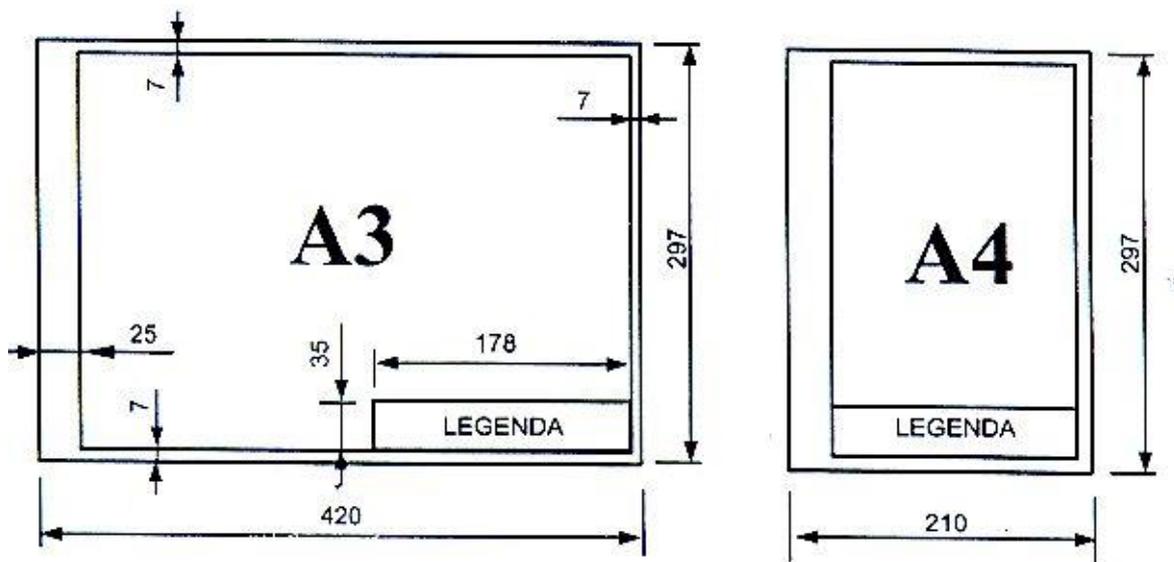


Figura 2.11 – Detalhe e legendas e margens para formatos A3 e A4 (medidas em mm).

O comprimento da legenda está sempre associado ao formato da folha. Deste modo, para os formatos A4, A3 e A2, o comprimento deve ser de 178 mm; para os formatos A1, A0, 2A0 e 4A0, 175 mm. A altura da legenda deve ser no mínimo de 35 mm. A Figura 2.12 exemplifica um modelo de legenda para os formatos A4, A3 e A2, com as dimensões recomendadas.

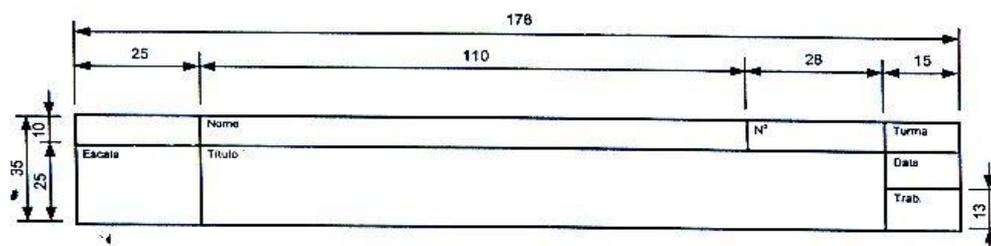


Figura 2.12 – Exemplo de legenda para os formatos A4, A3 e A2 (medidas em mm).

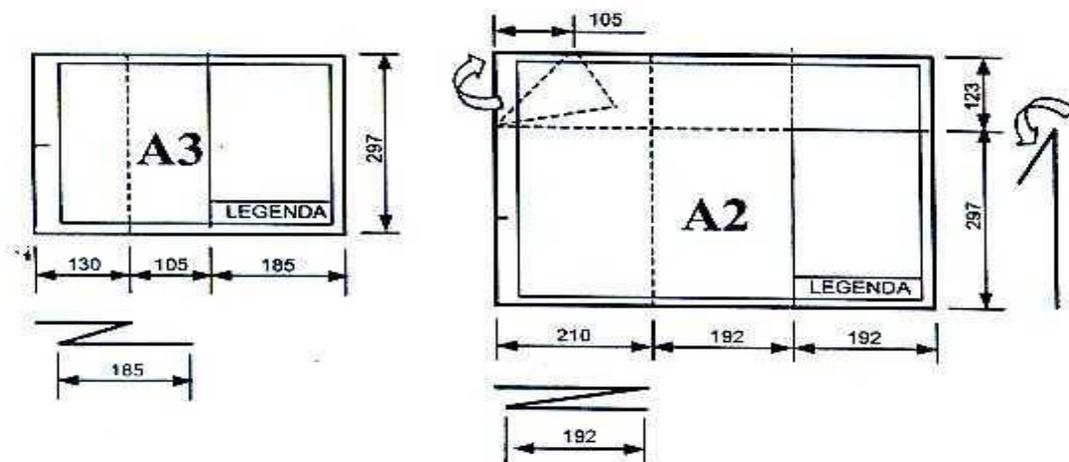
As informações contidas em uma legenda são as seguintes:

- Designação da firma ou instituição.
- Nome do desenhista ou responsável pelo desenho.
- Local, data e assinaturas.
- Título do projeto.
- Conteúdo do desenho.
- Escala.
- Número do desenho.
- Designação da revisão.
- Indicação do método de projeção.
- Unidade utilizada no desenho.

As dimensões das margens variam de formato para formato de folha, conforme a Tabela 2.3. Deve ser lembrado que a margem esquerda É SEMPRE igual a 25 mm, para que a dobragem e a fixação da folha para arquivamento possa ser feita.

2.5.3 Dobragem do papel

A dobragem da folha para arquivamento, independente de seu formato, é sempre feita de modo a deixar a legenda visível na folha de rosto e com formato final, após dobrado, igual a A4 (Figura 2.13).



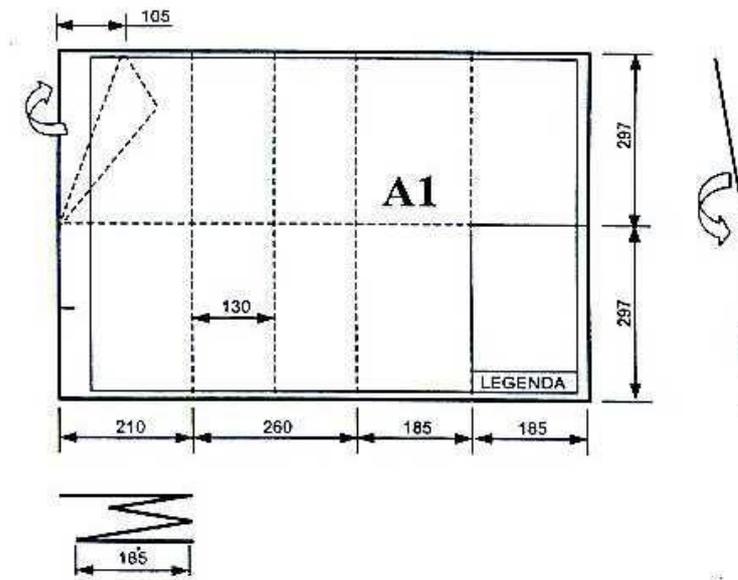


Figura 2.13 – Exemplos de dobragem de folhas da série “A” (A3, A2 e A1) (medidas em mm).

CAPÍTULO

03

3 – ESCALAS

A Norma Brasileira NBR 8196:1992 – Emprego de Escalas em Desenho Técnico define escala como sendo a relação da dimensão linear de um elemento, representado no desenho, para a dimensão real do mesmo elemento. A escolha da escala a ser utilizada em um desenho depende da complexidade do objeto a ser representado e da finalidade da representação. A escala deve sempre permitir a interpretação fácil e clara do objeto representado.

As escalas podem ser

- Redução.
- Ampliação.
- Natural (tamanho real).

Podem se abreviadas por “ESC.” (NBR 8196:1992), caso não haja a possibilidade de mal entendido, e devem ser OBRIGATORIAMENTE **indicadas** na legenda do desenho. Quando, em uma mesma folha, existirem desenhos com escalas diferentes, somente a escala principal deve ser escrita na legenda. As demais devem ser escritas junto aos desenhos correspondentes. A indicação da escala no desenho é feita da seguinte maneira:

Escala 1:1 → para tamanho real.

Escala x:1 → para ampliação.

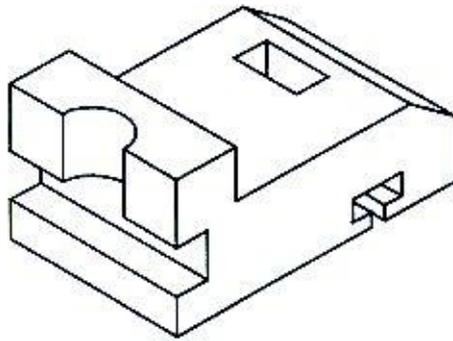
Escala 1:x → para redução.

onde x representa o valor numérico da escala.

As escalas recomendadas para uso em desenho técnico são apresentadas na Tabela 3.1. Segue um exemplo na Figura 3.1.

Tabela 3.1 – Escalas recomendadas.

Tipo	Escalas Recomendadas		
Ampliação	50 : 1	20 : 1	10 : 1
	5 : 1	2 : 1	-
Redução	1 : 5	1 : 2	1 : 10
	1 : 50	1 : 20	1 : 100
	1 : 500	1 : 200	1 : 1000
	1 : 5000	1 : 2000	1 : 10000



ESC. 1 : 1

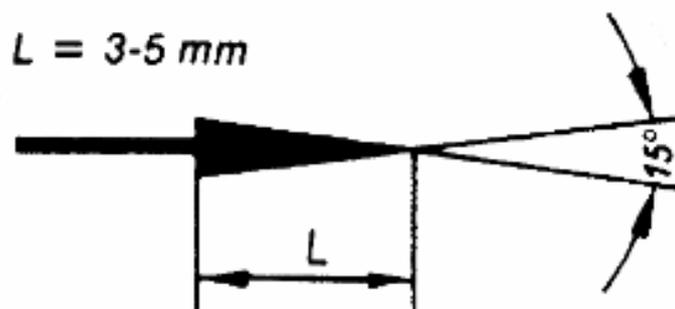
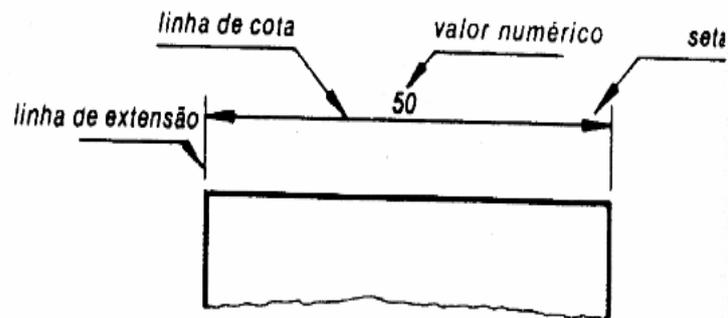
CAPÍTULO

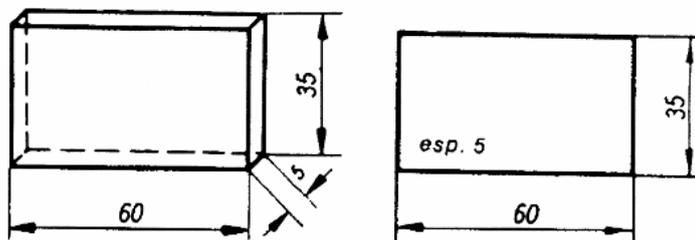
04

4 - COTAGEM

Cotagem é definida como a representação gráfica no desenho da característica do elemento por meio de linhas, símbolos, notas e valor numérico, em uma unidade de medida.

A cotagem em peças técnicas deverá obedecer às recomendações da norma NBR 10126:1987 – Cotagem em Desenho Técnico. As cotas indicam as medidas da peça concluída. Para a indicação das medidas usam-se traços principais e auxiliares finos e contínuos. As linhas de cota apresentam uma seta nas extremidades. As linhas de extensão devem ser perfeitamente alinhadas em ângulo reto com os traços de referência da própria peça. Devem ultrapassar as linhas de cota por $2 \text{ mm} \pm$. Os valores numéricos das cotas devem ser escritos conforme recomendações da norma NBR 10126:1987 e devem ter uma altura mínima de 3 mm.

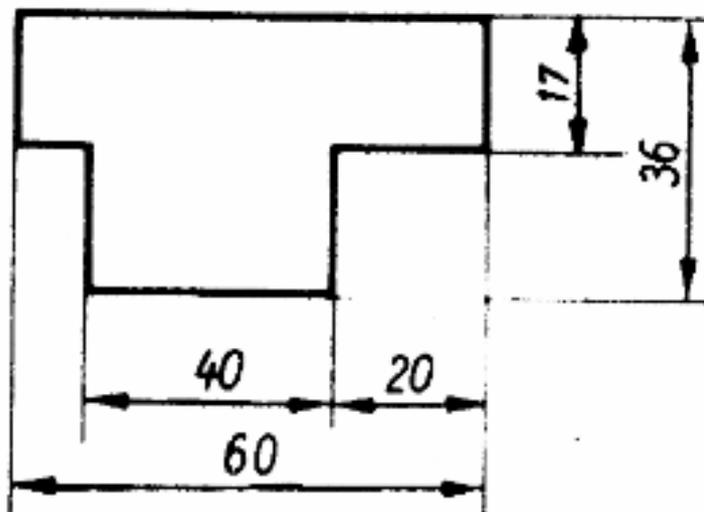




Como fazer uma cotação correta.

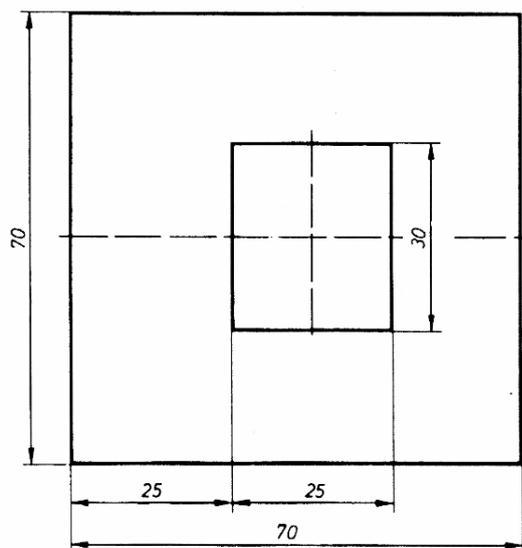
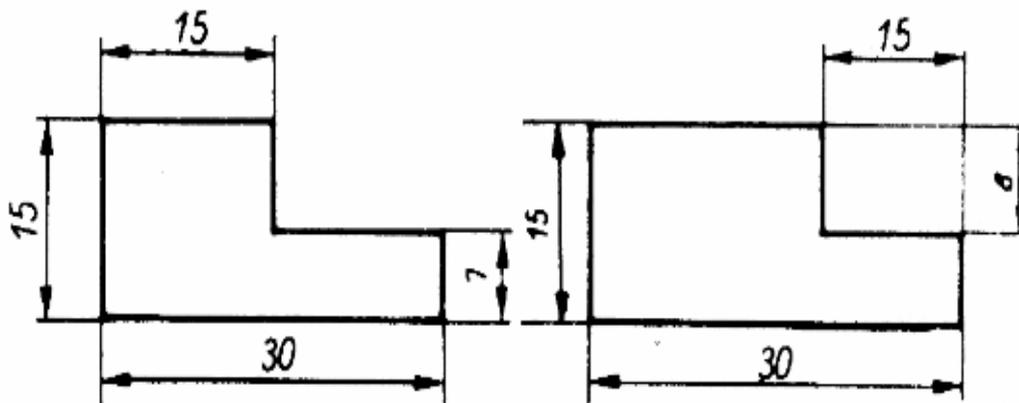
Representação de peças simples

Um corpo prismático é achatado e de espessura regular. Basta, pois, desenhá-lo visto frontalmente e escrever sua espessura ao lado. Do lado frontal desenham-se apenas os contornos, utilizando-se traços contínuos de 0,5 a 0,7 mm de espessura.



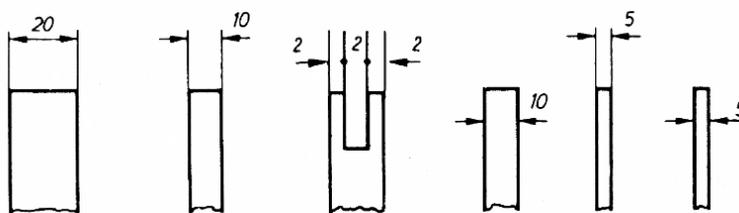
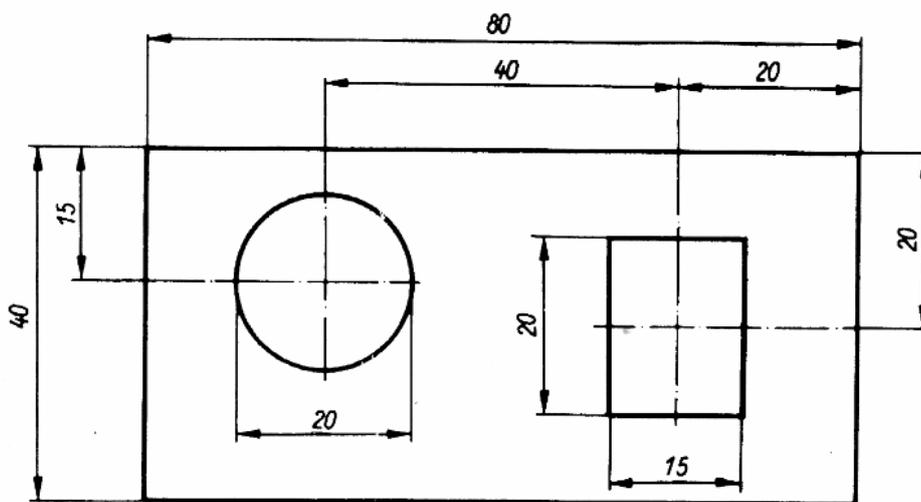
Seqüência da colocação das cotas

- 1 – Todas as cotas devem ser lidas de baixo para cima e da esquerda para a direita.
- 2 – Cada medida deve constar apenas uma vez.
- 3 – A distância das linhas de cota do traço de contorno da peça deve ser, no mínimo, de 8 mm. Linhas de cota paralelas devem distanciar-se 5 mm uma da outra.
- 4 – Os algarismos devem ser escritos sempre no sentido longitudinal e sobre as linhas de cota.
- 5 – Adotar um critério de cotagem partindo das três medidas externas para os detalhes.
- 6 – A indicação de medidas numa peça não pode oferecer margem a dúvidas. A escolha das medidas a serem indicadas obedece à seqüência de fabricação da peça ou à sua utilização



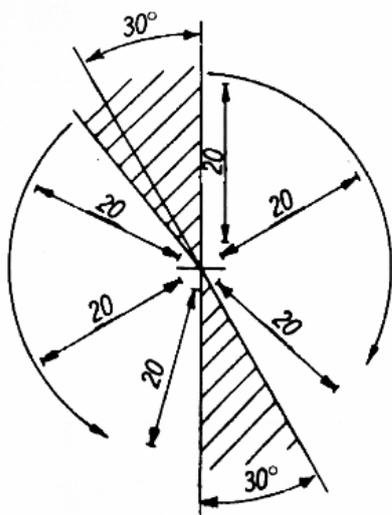
Eixo de simetria

- 1 - Corpos simétricos recebem uma linha de centro ou eixo de simetria (traço-ponto fino).
- 2 - No desenho de seções de peças quadradas ou redondas ou com espaços vazados traçam-se linhas de centro perpendiculares. Duas linhas de centro no seu ponto de cruzamento, são indicadas sempre com traços contínuos e finos.
- 3 - As linhas de centro podem ser usadas para a indicação de medidas (como extensão).

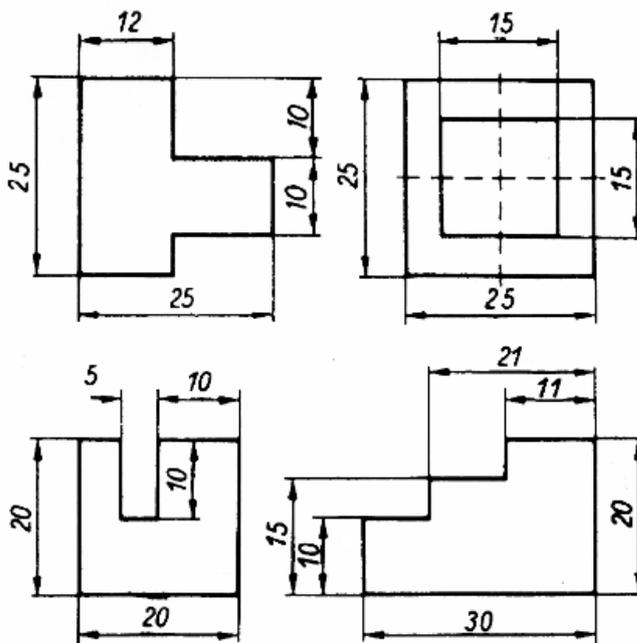


Medidas em espaços reduzidos

Quando o espaço disponível entre as linhas de contorno de determinada peça for bastante reduzido, pode-se proceder conforme a figura.

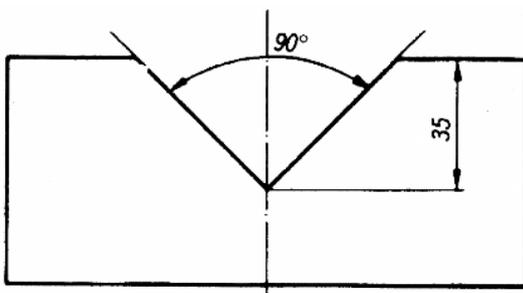


Na cotação dos detalhes, cuja posição se acha representada conforme a figura, evitar a colocação de cotas no espaço hachurado de 30° .

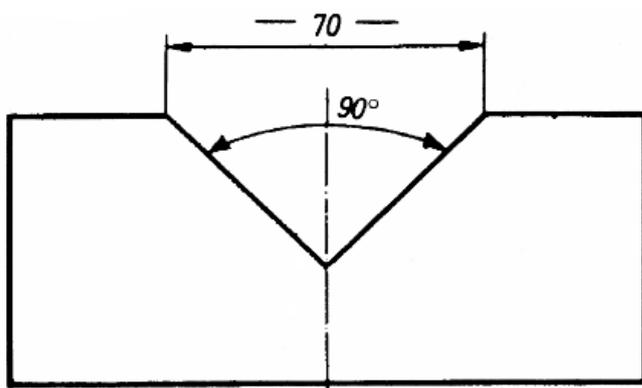


Exemplo de cotação por face de referência.

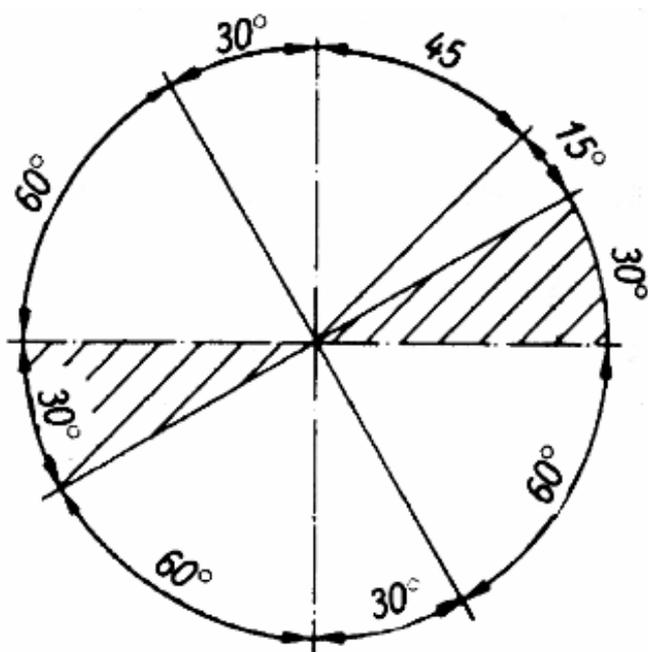
A cotação de ângulos



a) Indicação do ângulo e sua profundidade.



b) Marcação das cotas de largura e do ângulo.

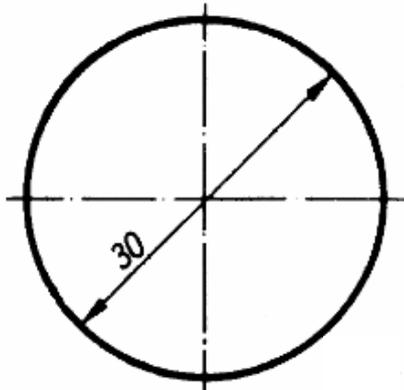


c) Evitar a marcação de cotas de ângulos dentro do espaço hachurado de 30°.

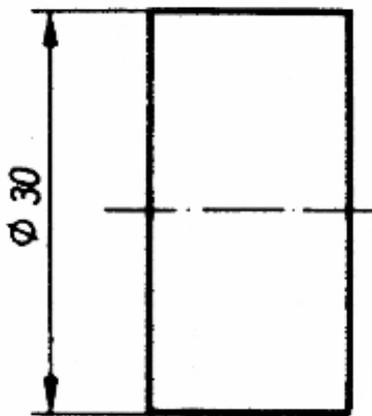


d) Quando o ângulo for muito fechado, podem-se marcar os graus conforme mostra a figura.

Aplicação do símbolo de diâmetro

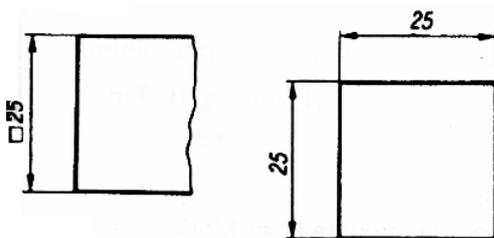


Quando se indica a medida da circunferência deve ser suprimido o símbolo do diâmetro.



Contudo, quando não for possível saber pelo desenho o formato circular da peça, deve-se usar sempre o símbolo do diâmetro.

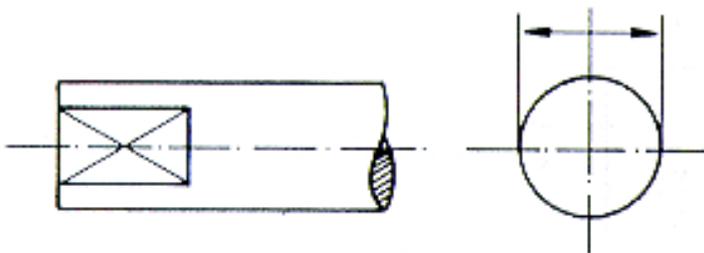
Aplicação do símbolo do quadrado



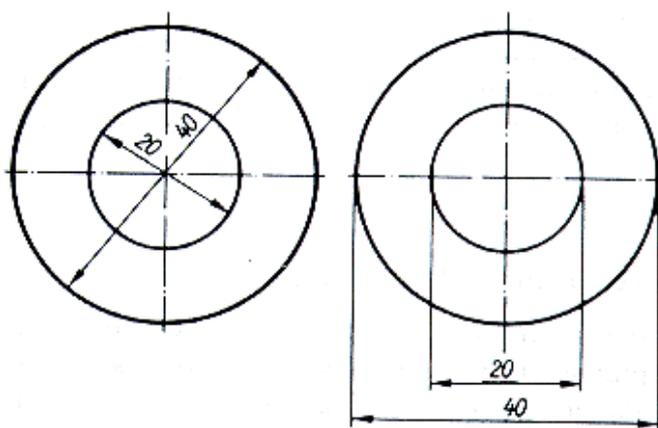
O uso do símbolo do quadrado é semelhante ao do diâmetro, sempre que no desenho não for possível determinar-se a forma quadrada da seção.

Normalmente a área de um quadrado é indicada pela marcação de duas medidas laterais.

Nota: O símbolo do diâmetro, assim como o do quadrado, são desenhados no tamanho dos valores numéricos.

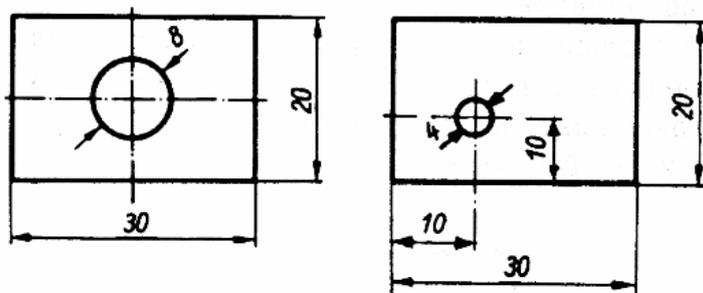


Quando uma peça é composta por seções quadradas ou planas feitas em superfícies cilíndricas, identifica-se por meio de uma cruz em diagonal (linha contínua fina), quando dada apenas uma vista.

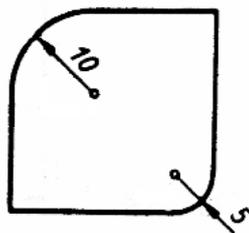
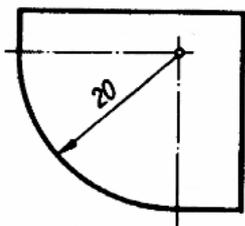


Indicação de medidas em circunferências

1. É determinada pela marcação direta do diâmetro.
2. O símbolo de diâmetro não será colocado em hipótese nenhuma.



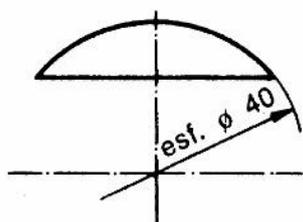
3. Para circunferência de até 8 mm, o diâmetro pode ser indicado por meio de setas externas.



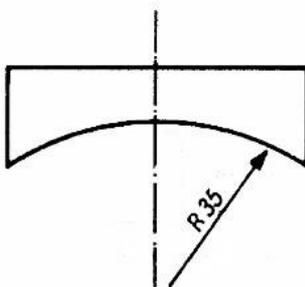
Indicação de raios internos e externos

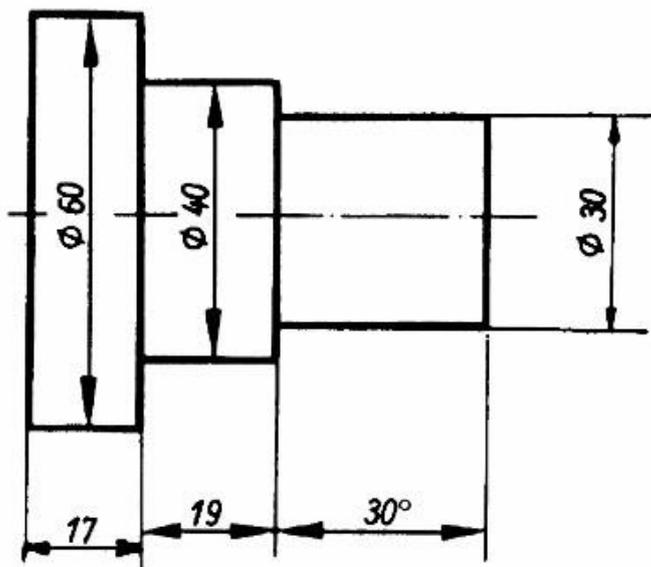
São indicados por meio do raio próprio que pode ser traçado tanto interna como externamente.

Para elementos esféricos procede-se como a figura.

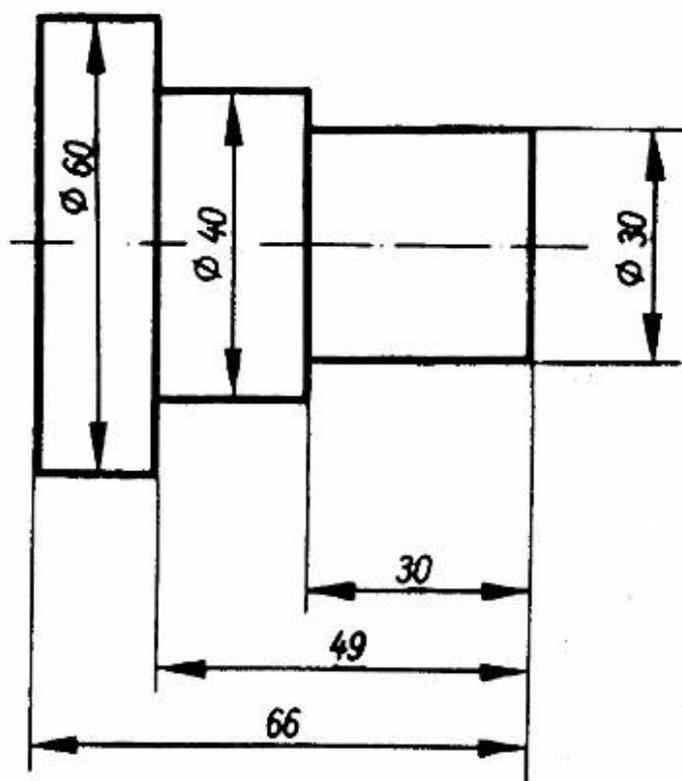


Desconhecendo-se o centro de determinado raio coloca-se a letra R antes do valor numérico.



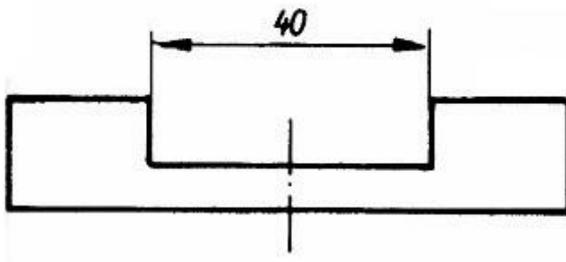


Nota: deve-se evitar na marcação das cotas a formação de seqüências numéricas, o que poderá causar erros de leitura durante a fabricação da peça.



Tais seqüências devem ser evitadas e substituídas pela indicação individual que deverá partir da linha de contorno da peça ou da linha de referência determinada, neste caso.

Este exemplo de cálculo é válido para a determinação de tolerâncias nos comprimentos e nos diâmetros.



Certas cotas vêm indicadas com a qualidade e precisão da tolerância. Os limites são encontrados em tabelas próprias.

CAPÍTULO

05

5 – GEOMETRIA DESCRITIVA

Este capítulo é de fundamental importância na disciplina. Por esta razão, se procurou dar a maior clareza possível na apresentação dos conceitos básicos, por um lado, e, por outro, fornecer um texto com muitas ilustrações e exemplos práticos. Desta forma, fica mais fácil a compreensão e a absorção destes conhecimentos para o aluno.

As informações apresentadas nos próximos itens são baseadas nas recomendações do documento normativo NBR 10067:1995 – Princípios gerais de representação em desenho técnico.

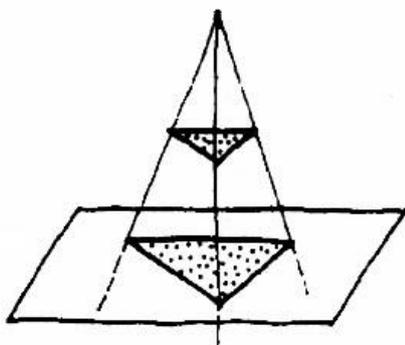
5.1 - Projeção

Projeção – aplicação dos pontos de uma figura sobre um plano por meio de retas paralelas ou divergentes.

Vista – sentido de visão de um objeto, ou seja, resultado da projeção de um objeto (três dimensões) sobre um plano (duas dimensões).

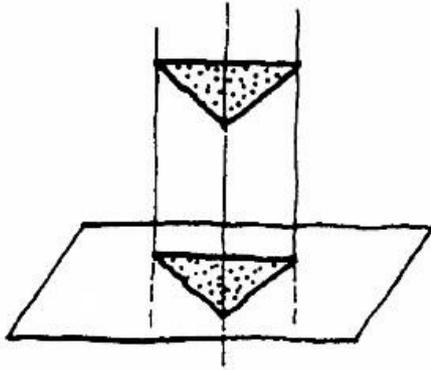
5.1.1 - Tipos De Projeção

Cônica

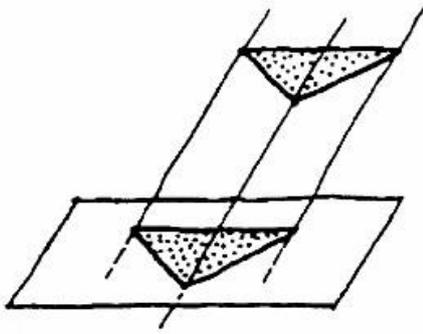


Cônica – é a projeção obtida por retas divergentes que partem de um ponto (estacionário no infinito).

Cilíndrica – é a projeção por retas paralelas (ponto estacionário no infinito).



Cilíndrica-ortogonal é a projeção obtida por retas paralelas entre si e perpendiculares ao plano de projeção.



Cilíndrica-oblíqua é a projeção obtida por retas paralelas, não perpendiculares ao plano de projeção.

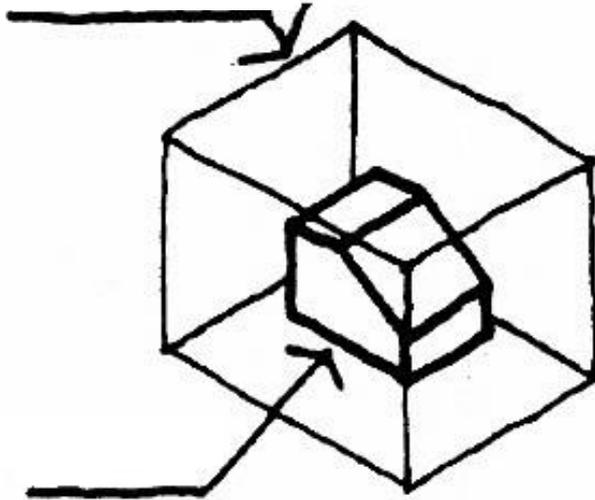
5.1.2 - Vistas Principais

Ortogonal – “estar em ângulo reto”

Ortográfica – “escrita correta”

Vistas ortográficas – é o resultado da representação por meio da Projeção Cilíndrica Ortogonal. É a representação da forma EXATA de um objeto.

PARALELEPÍPEDO DE



A combinação de seis planos de projeção perpendiculares entre si, chamados principais, forma o paralelepípedo de referência.

O conceito de paralelepípedo de referência vem da geometria descritiva, que considera apenas a projeção no 1º diedro (Normas Brasileiras – ABNT).

Através da Projeção Cilíndrica Ortogonal, cada face do objeto (tridimensional) pode ser projetada sobre um dos planos de projeção.

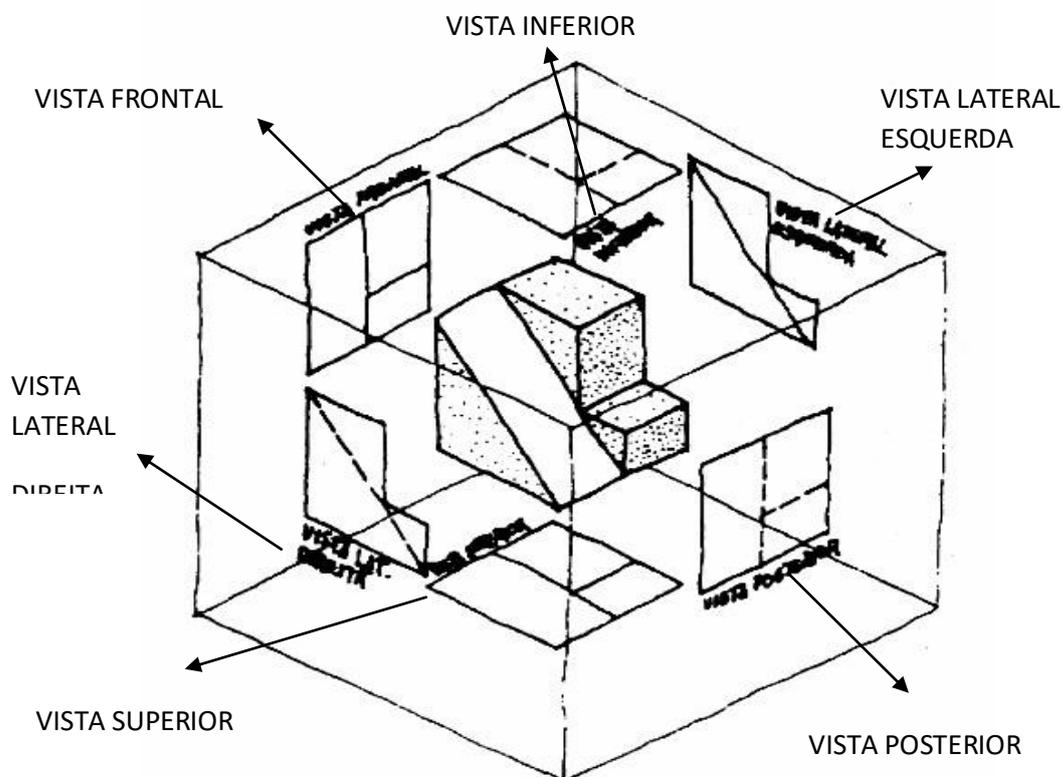


Figura 5.1 - Paralelepípedo de referência e a representação de um objeto.

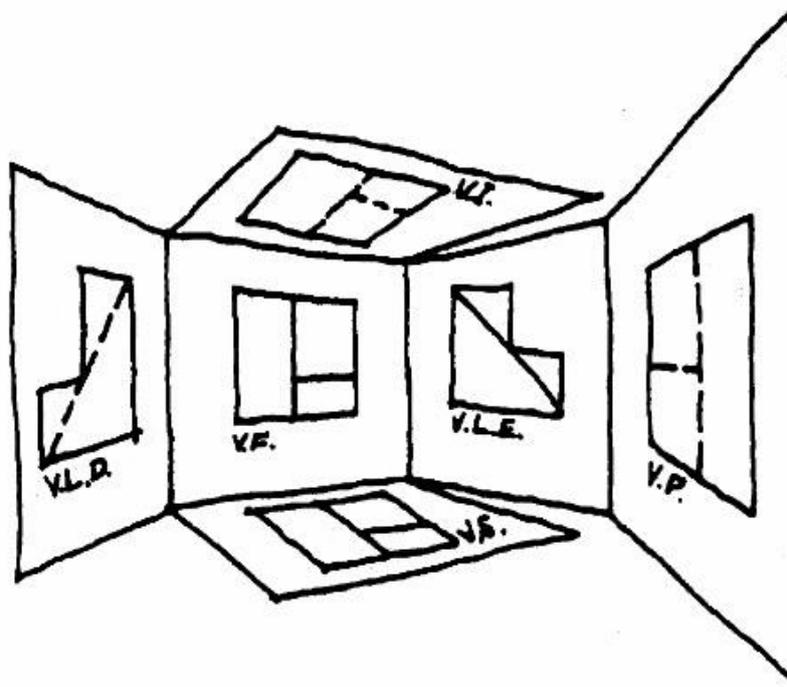


Figura 5.2 - Vistas Ortogonais Principais projetadas sobre os planos de projeção.

As vistas principais obtidas de um objeto sobre os seis planos de projeção são as seguintes:

Vista Frontal – é a representação da face anterior do objeto. A face anterior deve ser sempre a que mais explique o objeto, ou que mais identifique a sua posição de equilíbrio (nela se observam a largura e a altura do objeto, mas não se tem profundidade).

Vista Superior – é a representação da face de cima do objeto (aqui relevam-se a largura e a profundidade, deixando de ser definida a altura).

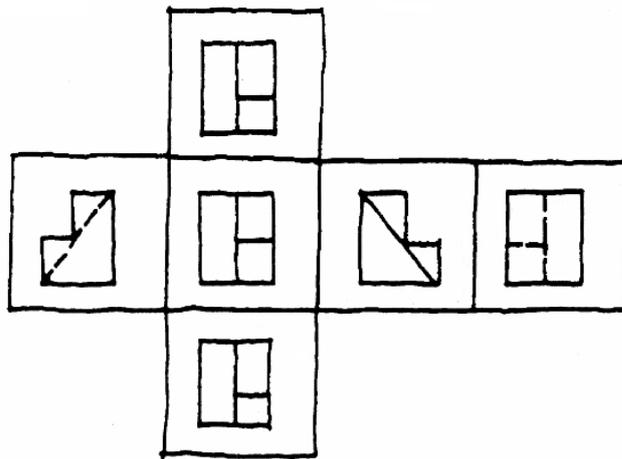
Vista Lateral Esquerda – é a representação da face esquerda do objeto (neste caso têm-se a altura e a profundidade, sem a dimensão da largura).

Vista Lateral Direita – é a representação da face (mesmas dimensões da vista lateral esquerda).

Vista Posterior – é a representação da face de trás (mesmas dimensões da vista frontal).

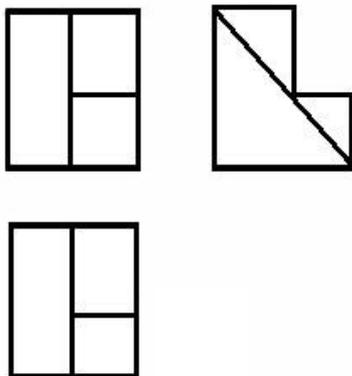
Vista Inferior – é a representação da face inferior (mesmas dimensões da vista superior).

As faces do paralelepípedo, após o rebatimento sobre o plano do desenho ficam assim dispostas:



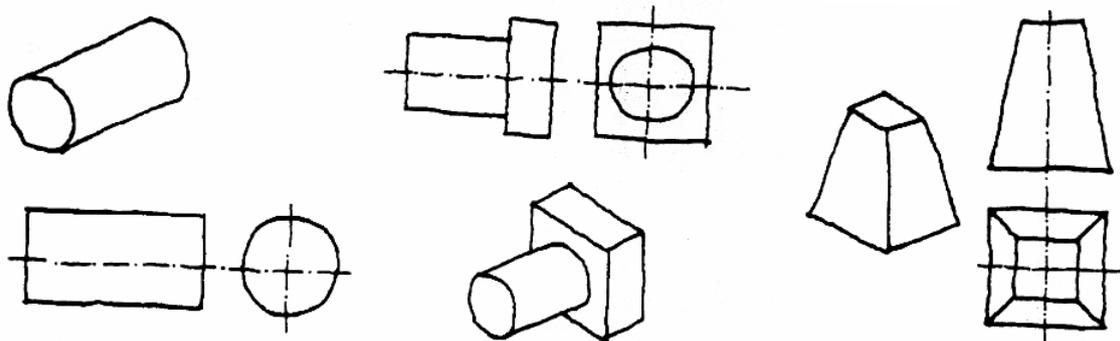
No desenho das vistas ortográficas não há necessidade de representar as arestas do paralelepípedo, e nem de escrever o nome das vistas. Porém, a montagem das vistas deve manter:

- a posição relativa entre elas, conforme o paralelepípedo de referência;
- as distâncias iguais entre si;
- os respectivos alinhamentos entre as vistas.



Cada uma destas projeções fornece duas dimensões, das três do objeto (largura, altura, profundidade). Portanto, em geral, bastam três vistas do objeto para representá-lo claramente (vistas frontal, superior e lateral esquerda).

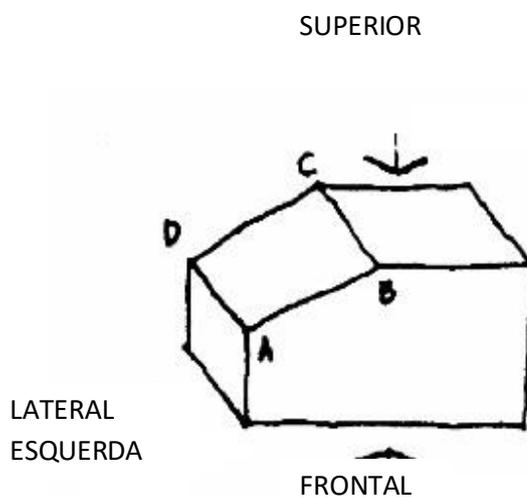
Existem peças em que apenas duas vistas são suficientes para sua representação. Nestes casos, escolhe-se a vista principal (seja frontal ou superior), e uma segunda vista, que melhor complete a representação.



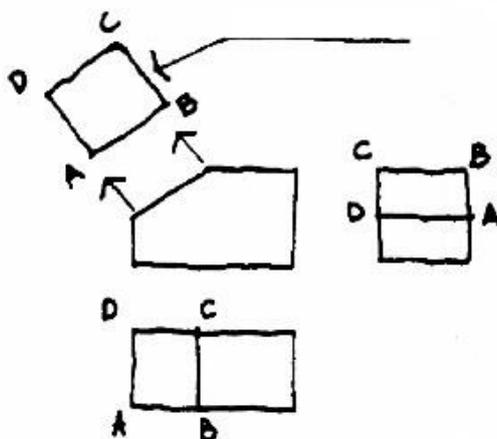
5.1.3 - Vistas Auxiliares

No desenho de vistas ortográficas, o objetivo é representar a forma EXATA do objeto, e o número de vistas, seja qual for, deve descrever totalmente o objeto.

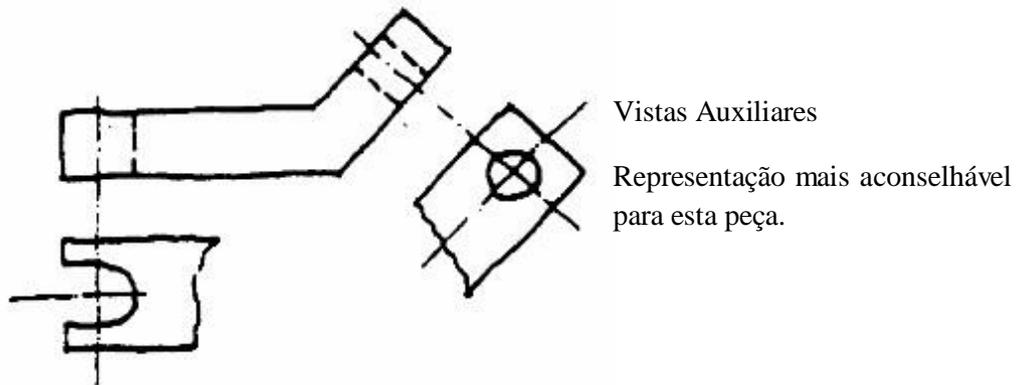
Às vezes, torna-se necessário, além das vistas principais, o uso de vistas seccionais, como será visto adiante. Outras vezes, pode-se precisar de vistas auxiliares para a representação de objetos que possuem faces não paralelas aos planos principais de projeção, exigindo o uso de planos auxiliares. Estes planos auxiliares são, portanto, inclinados em relação aos planos principais. As necessidades de vistas auxiliares não elimina o desenho das vistas principais de um objeto.



VISTA AUXILIAR

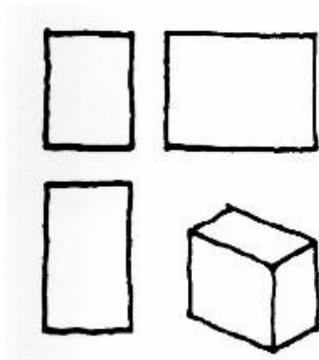


As vistas principais, superior e lateral esquerda, não permitem a visualização exata do plano ABCD. A sua verdadeira grandeza só pode ser obtida por de uma vista auxiliar.

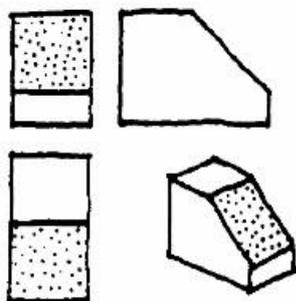


5.1.4 - Classificação de Superfícies

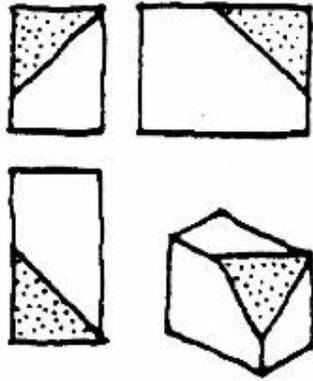
Qualquer objeto, dependendo de sua forma e posição no espaço, pode ou não apresentar faces paralelas ou perpendiculares aos planos de projeção. Desta forma, as faces de um objeto são classificadas segundo sua relação especial com os planos de projeção.



1 – Mantém a relação de perpendicular e paralelismo com os planos de projeção



2 – Inclinação em relação a dois dos planos de projeção (mas perpendicular ao terceiro).



3 – Forma ângulo com todos os planos de projeção.

As vistas auxiliares são necessárias para os casos de superfícies que formam ângulos com os planos de projeção.

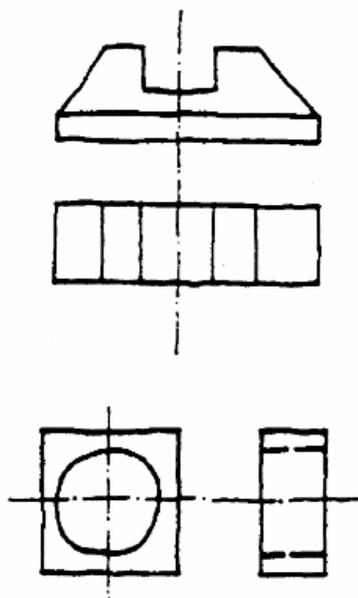
5.1.5 - Representação de Arestas e Contornos.

5.1.5.1 - Arestas Invisíveis

Em quase toda projeção ortográfica pode ocorrer a existência de partes invisíveis do objeto ao olho do observador. Estas partes são representadas por meio de linhas tracejadas, diferenciando das partes visíveis executadas com linhas cheias.

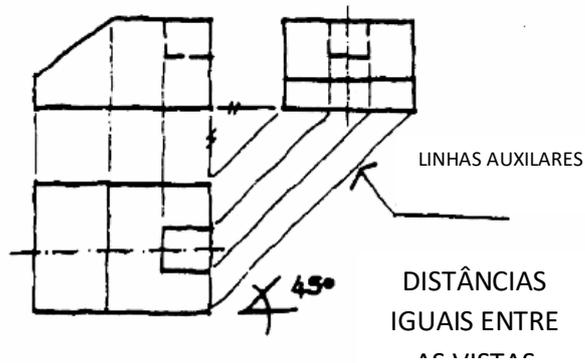
A linha tracejada é feita com menor pressão do lápis que a linha cheia e constituída de pequenos traços de comprimento e espaços (1/4) do traço sempre uniformes.

Linhas de Centro e Eixo de Simetria



Nas peças que são simétricas é importante a sua indicação pelo eixo de simetria. Da mesma forma, sempre que existem circunferências nos objetos desenhados, elas deverão ser destacadas por meio das linhas de centro. A forma usada para executar estas indicações compõe-se de uma linha fina composta de traços e pontos alternados e uniformes.

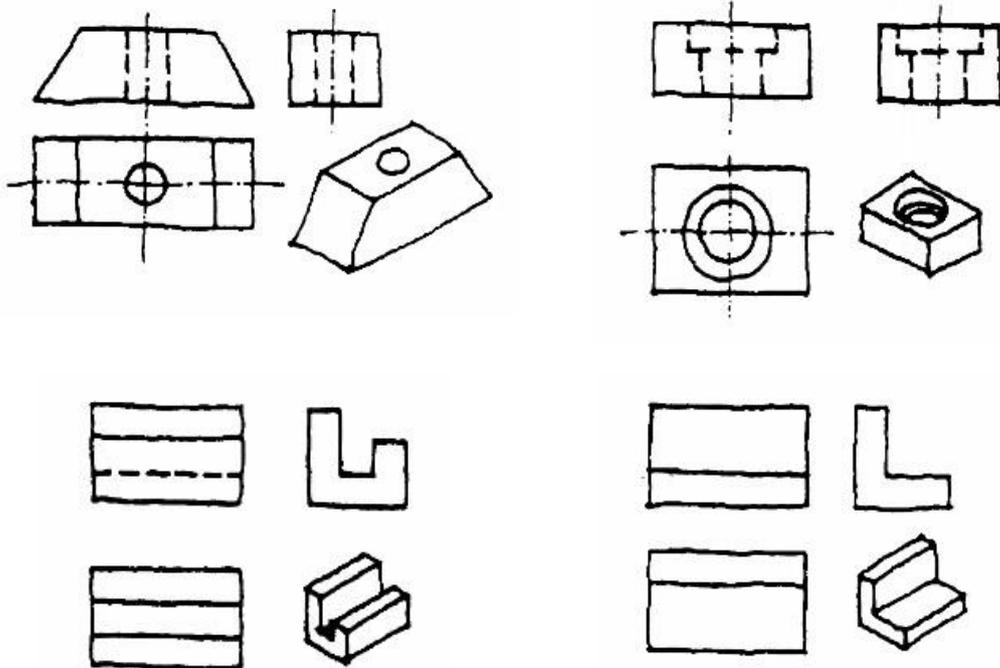
Traçado de vistas na profundidade

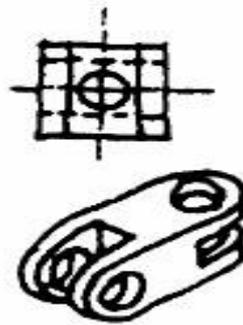
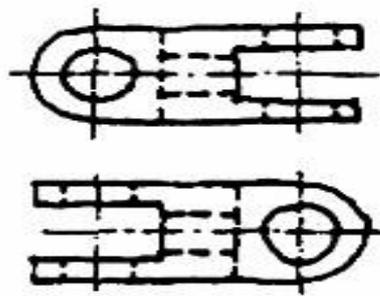
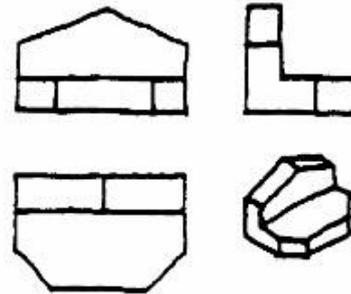
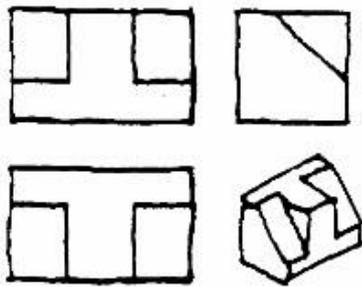
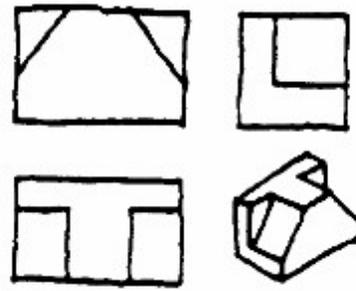
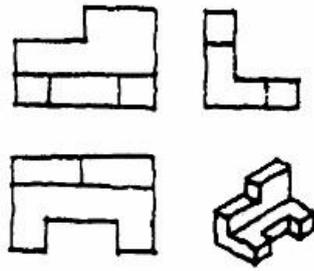


Para se obter mais precisão no desenho das vistas ortográficas, deve-se usar a régua apenas quando necessário. Ou seja, uma vez tomada uma medida numa vista, procurar transferi-la graficamente para as demais vistas. A utilização deste recurso leva também à obtenção de mais rapidez e menor ocorrência de erros.

5.1.6 - Interpretação de Desenhos

Por meio de exercícios práticos é possível aprimorar a visualização espacial e, por esta razão, foram incluídos os exemplos abaixo relacionados. É importante a análise de cada caso, procurando entender não somente os aspectos característicos, mas também a escolha das vistas executadas.





5.2 - Vistas ortográficas seccionais (cortes e seções)

Este capítulo apresenta o princípio de geração de cortes e seções e também, relaciona os tipos de cortes possíveis e aceitos como representação técnica, e alguns símbolos e representações simplificadas determinadas pelo uso e pelas normas do desenho técnico.

Para a maioria dos casos de representação de peças complexas, as vistas ortográficas não são suficientes para a definição e comunicação precisa daquilo que se deseja no que diz respeito a detalhes, ou seja, aqueles detalhes que nas vistas aparecem em linha tracejada porque não são diretamente visíveis a partir do ponto de vista daquela projeção.

Nesses casos, são necessários novos pontos de vista, que podem ser vistas auxiliares ou vistas ortogonais seccionais. As vistas ortogonais seccionais serão o resultado da intersecção de um plano secante, determinado pelo desenhista, com a peça.

Os critérios de escolha desse plano se baseiam no que se deseja deixar em evidência, de forma que as medidas e especificações sejam facilmente compreendidas. Isso faz levar em conta o comportamento das peças, a clareza da representação e o aproveitamento das vistas.

Podemos classificar, numa primeira divisão, conforme o nível de simplificação da representação, as vistas ortogonais seccionais em CORTES e SEÇÕES. A norma brasileira que regula o desenho dos cortes e seções é a NBR 10067:1995.

O CORTE tem como resultado a representação da intersecção com o plano secante e os detalhes que aparecem a partir do sentido de observação escolhido, enquanto SEÇÃO só representa a intersecção. A seguir apresentamos uma peça e alguns cortes possíveis:

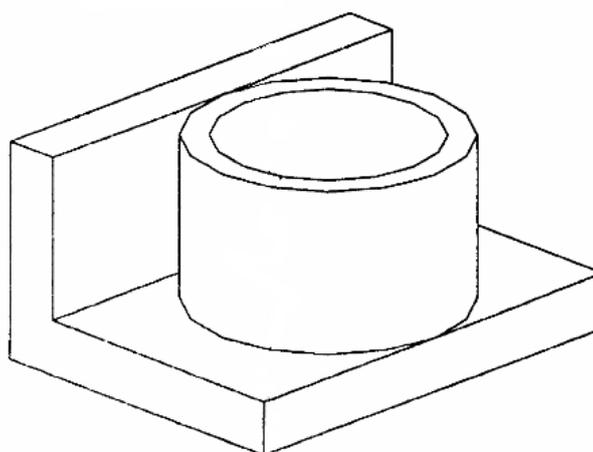


Figura 5.3 – Exemplo de uma peça a ser cortada.

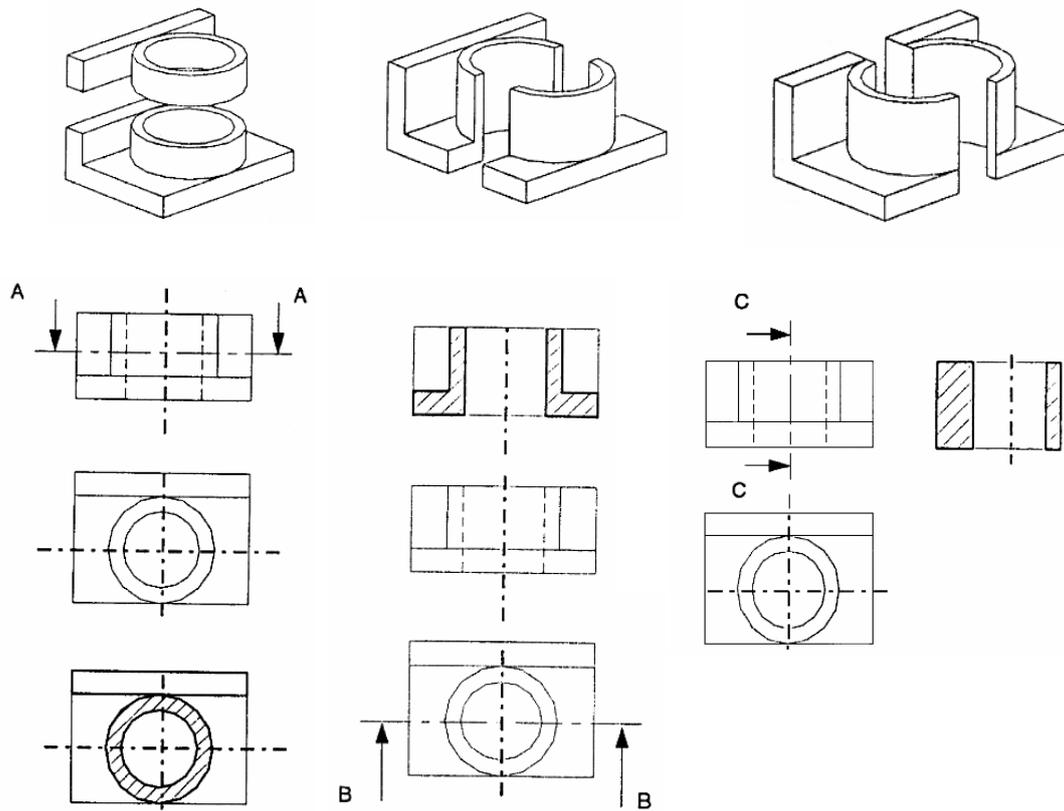


Figura 5.4 – Cortes AA, BB e CC.

Para se destacar a intersecção empregam-se hachuras, que são retas regularmente espaçadas, paralelas, a 45° em relação ao eixo da seção. Podem também seguir padrões gráficos correspondentes ao material que está sendo seccionado.

Para que haja maior distinção das peças seccionadas, as hachuras de peças diferentes seguem ângulos também diferentes quando são do mesmo material. Pode-se também variar o espaçamento ou a escala da hachura para casos em que isso deixe mais óbvia a representação.

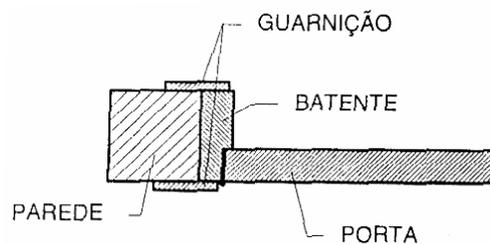


Figura 5.5 – Hachuras – exemplos de detalhes de um batente.

Áreas de seção muito grandes não precisam ser completamente hachuradas já que isso poderia “carregar” demais o desenho.

Áreas de seção estreitas podem ser completamente preenchidas e, no caso de serem representadas duas superfícies contíguas, deve-se deixar um espaço de no mínimo 0,7 mm.

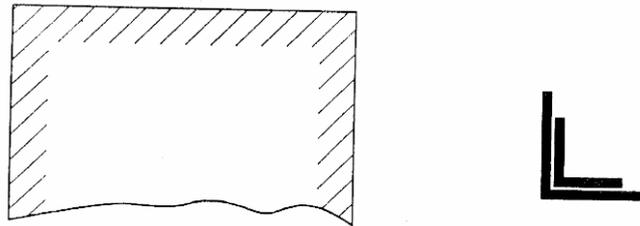


Figura 5.6 – Caso das superfícies grandes (esquerda) e pequenas superfícies (direita).

Deve-se evitar que cotas apareçam dentro da superfície hachurada. Se isso ocorrer, deve-se interromper a hachura no local da cota.

Já que vistas seccionadas são para mostrar detalhes não visíveis nas vistas, não se devem empregar linhas tracejadas, limitando-as, se for o caso, a detalhes realmente esclarecedores.

O plano secante é escolhido a partir da vista que melhor o diferencia e representado por uma linha traço e ponto estreita, chamada linha de corte, larga nas extremidades e com mudanças de direção, se for o caso.

Nas extremidades dessa linha indicam-se, por meio de setas, o sentido de observação, e com letras maiúsculas, a identificação daquele plano secante. Se o plano secante é muito evidente, permite-se a omissão da marcação dessa linha.

Ainda que, como dito, as peças cortadas sejam hachuradas, existem aqueles casos em que não se deve hachurar por questões de clareza e legibilidade do desenho. São, por exemplo, pinos, rebites, parafusos, porcas, arruelas, chavetas, eixos, nervuras nas vistas laterais, como na figura seguinte:

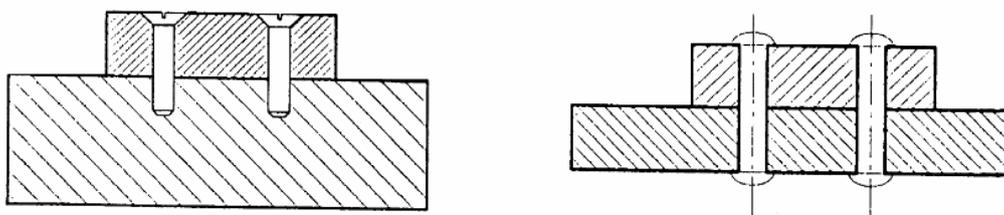


Figura 5.7 – Representação de cortes em parafusos (esquerda) e rebites (direita).

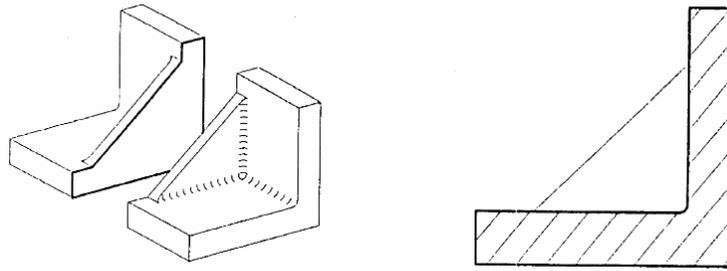


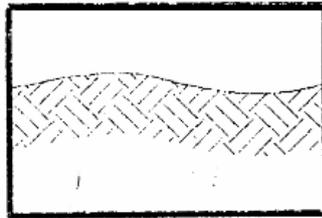
Figura 5.8 – Representação de cortes em nervuras.

Tabela 5.1 – Alguns padrões de hachuras recomendadas.

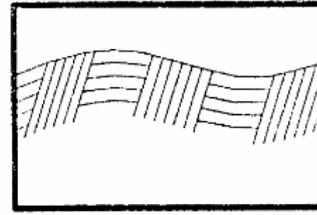
FERRO	AÇO	COBRE, BRONZE, LATÃO, ETC.
CHUMBO, ZINCO, LIGAS ANTI-FRICÇÃO	ALUMÍNIO, MAGNÉSIO, LIGAS LEVES	BORRACHA, PLÁSTI- COS E ISOLANTES
CORTIÇA, FELTRO, COURO, FIBRA, TECIDOS, ETC.	MÁRMORE, ARDÓSIA, PORCELANA, VIDRO, MATERIAL CERÂMICO	CONCRETO



ALVENARIA



TERRA



ROCHA

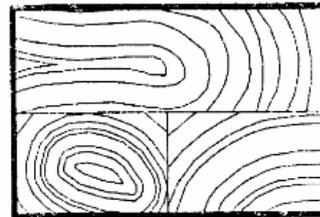


AREIA



AREIA

LONGITUDINAL

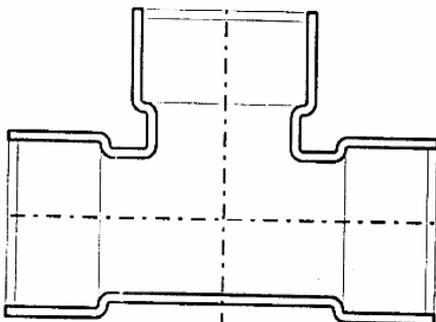
TRANSVERSAL
MADEIRAS

5.2.1 – Tipos de corte

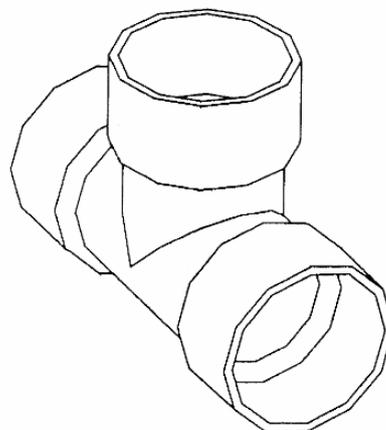
Conforme o posicionamento do plano secante e algumas alterações nele, obtemos vários tipos de corte. São escolhidos conforme necessidade e características da peça. Os principais são:

PLENO OU TOTAL: Seguindo toda a extensão da peça no sentido de um eixo principal ou linha média do objeto.

MEIO CORTE: Interrupção, em razão por exemplo da simetria do corte pleno, permanecendo o restante representado em vista.



CORTE PLENO AA



PERSPECTIVA DA PEÇA

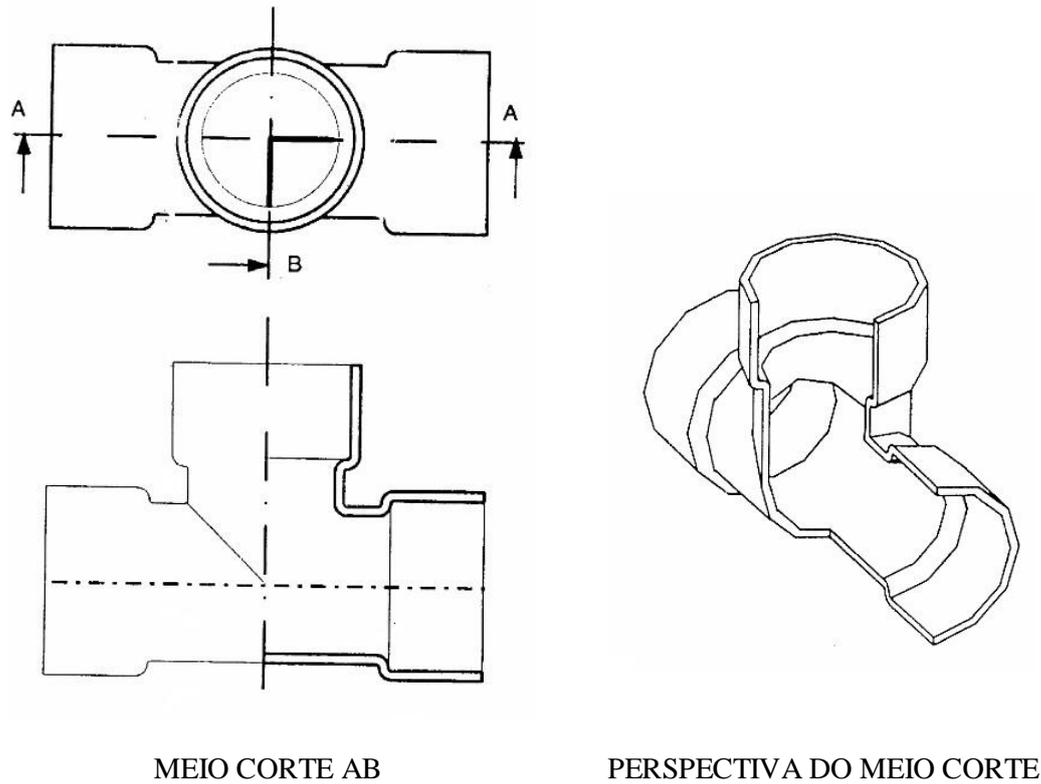


Figura 5.9 - Cortes

CORTE COMPOSTO: Desvio do plano secante na “busca” de detalhes mais interessantes a serem representados.

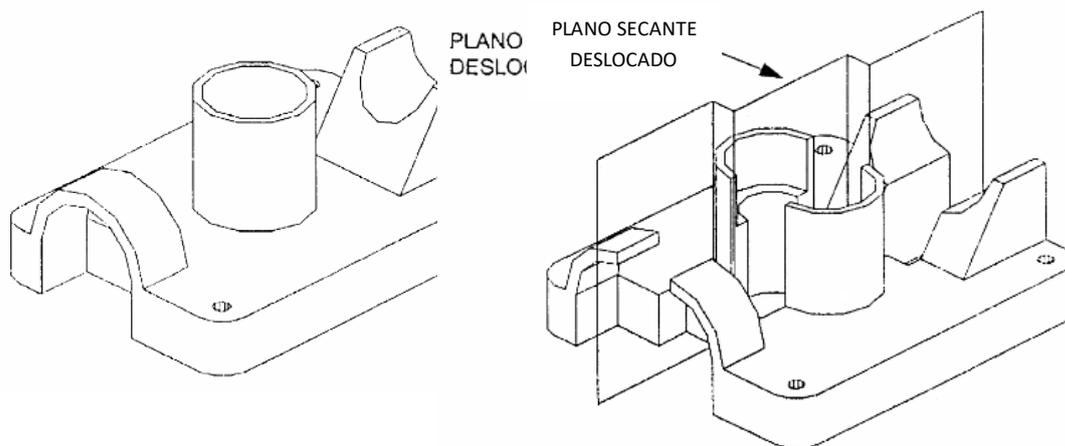


Figura 5.10 – Corte composto

CORTE REBATIDO: Para o caso de peças que tenham um eixo principal que sofre um desvio. Nesse caso o corte, que busca uma precisão nas dimensões, é rebatido.

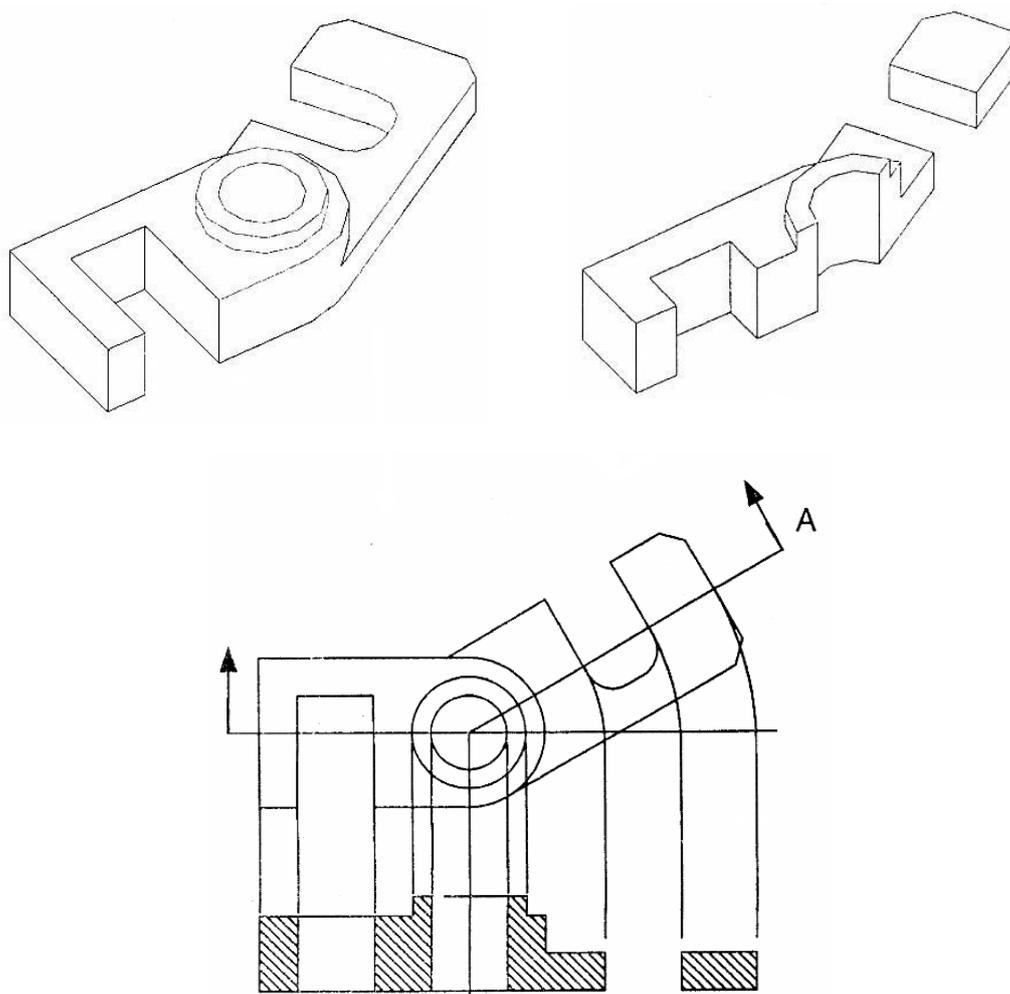


Figura 5.11 – Corte rebatido

CORTE PARCIAL: Quando se deseja representar o corte aproveitando uma vista, sem prejuízo da clareza. É o mesmo que representar a vista “arrancando” um pedaço que permite enxergar um detalhe interior.

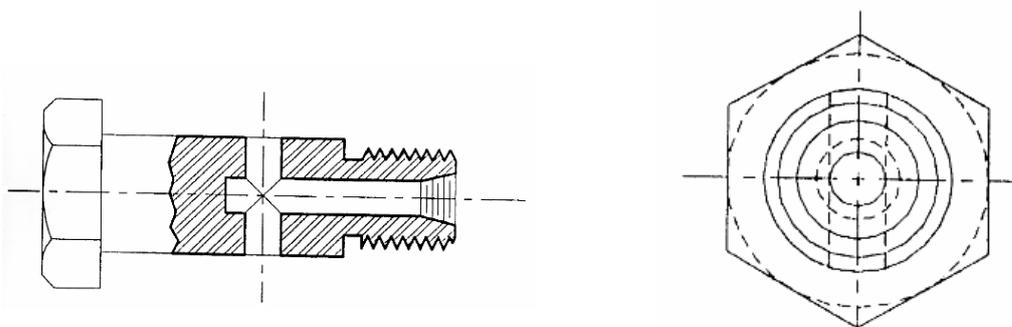


Figura 5.12 – Corte parcial

CORTE AUXILIAR: Quando os detalhes que interessam que apareçam em corte se apresentam num eixo que não coincide com um dos eixos da peça. Para tanto, o corte vai ser feito a partir de uma vista auxiliar paralela ao eixo em que estão os detalhes.

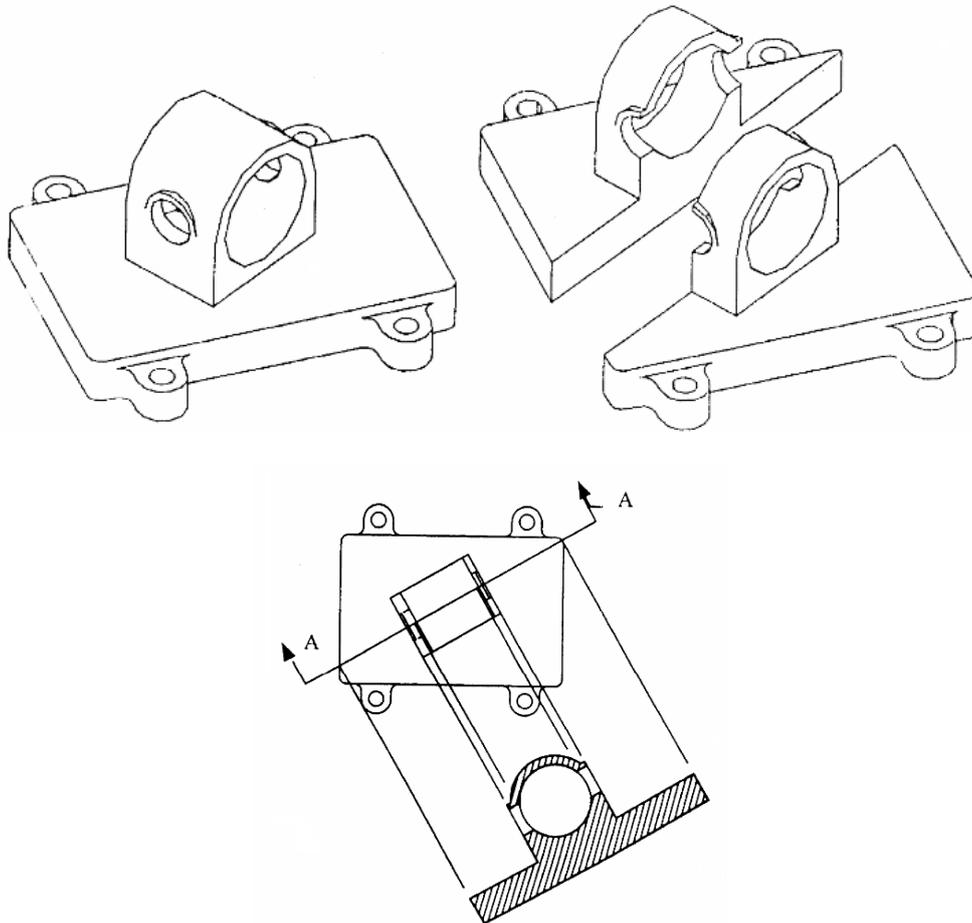


Figura 5.13 – Corte auxiliar

CORTE FANTASMA: Quando detalhes que foram retirados pelo plano secante são representados por uma linha pontilhada, indicando a sua antiga localização, o que se chama de projeção. É o caso dos desenhos de arquitetura, por exemplo.

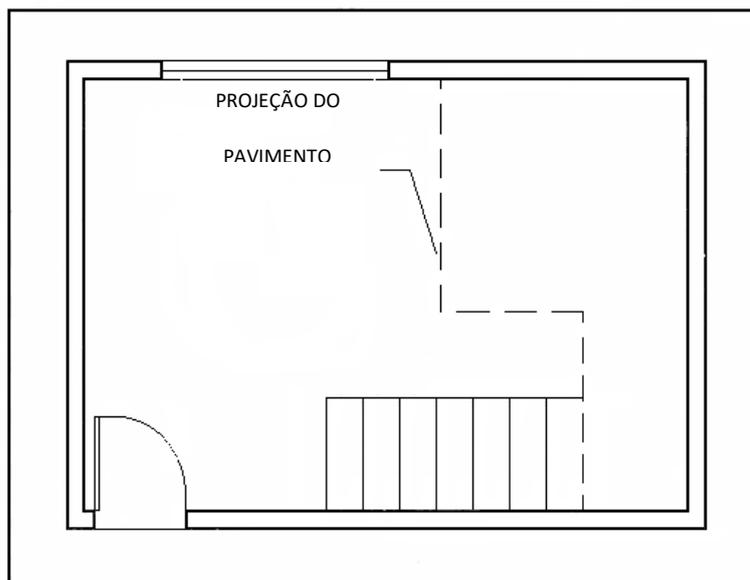


Figura 5.14 – Corte fantasma

5.2.2 – Representação simplificada de cortes

Em alguns cortes, por causa da dificuldade de representar detalhes relativamente simples e óbvios, permite-se uma simplificação para facilitar o desenho com os exemplos a seguir:

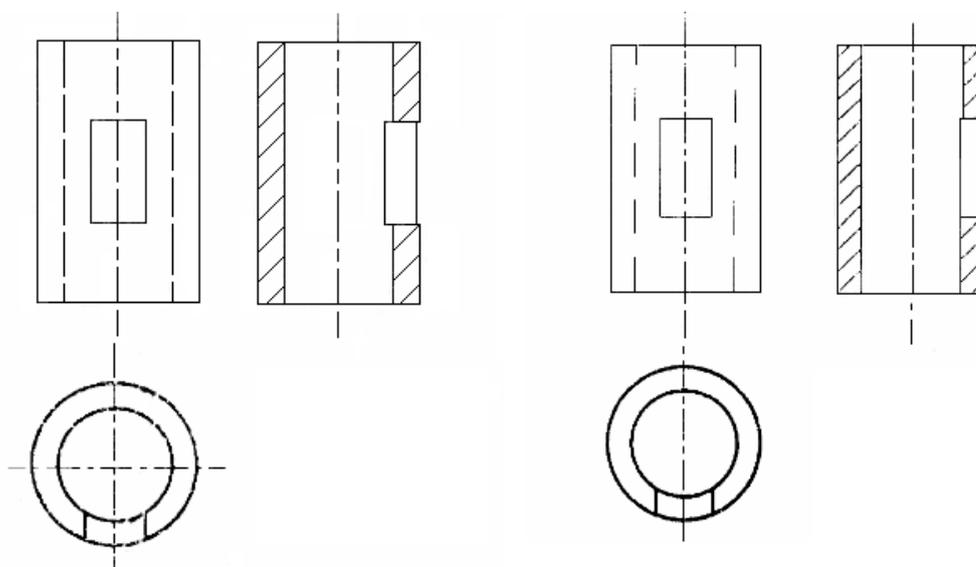
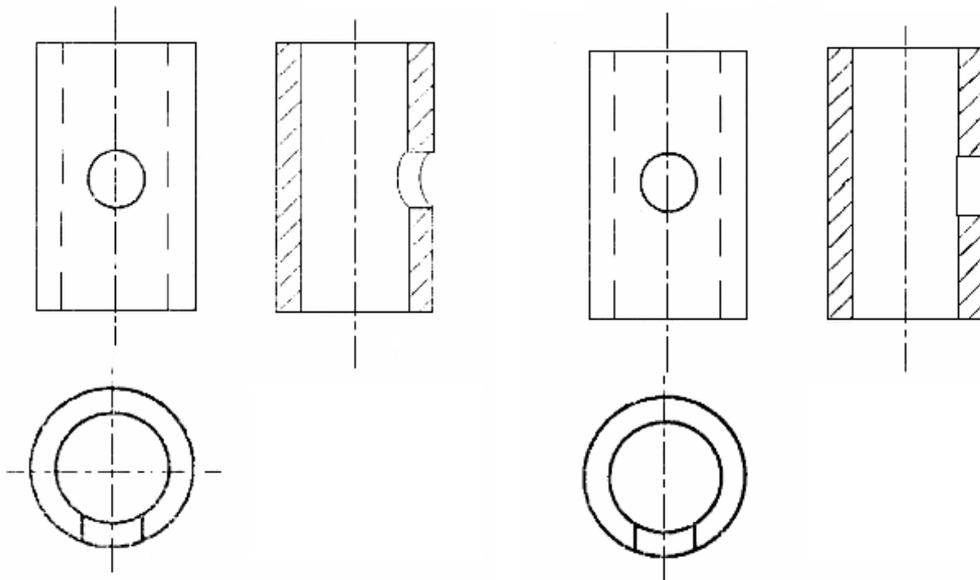


Figura 5.15 – Corte real (esquerda) e representação simplificada (direita)



5.2.3 – Representação de peças interrompidas

Peças que se prolongam homogeneamente ao longo de um eixo, e cuja representação total iria não acrescentar nenhuma nova informação, podem ser interrompidas. Essa interrupção pode ser feita seguindo alguns padrões, como os seguintes:

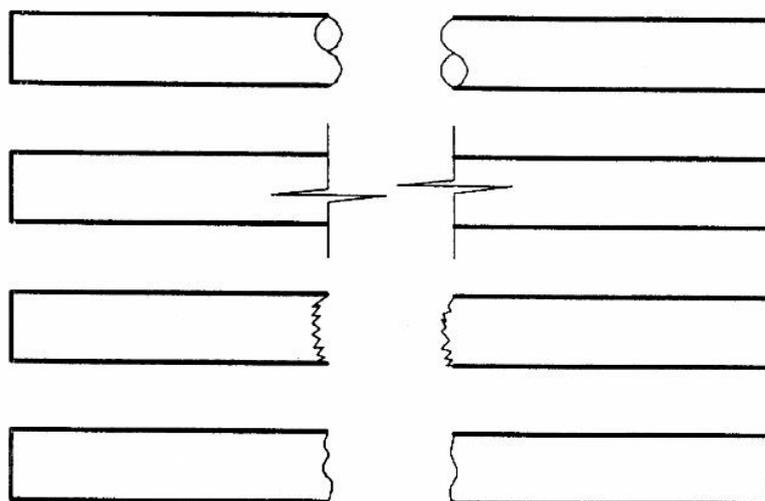


Figura 5.16 – Representação de peças interrompidas.

5.2.4 – Seções

Como já foi dito, as seções são simplificações dos cortes. A sua representação deve aproveitar a própria vista que a determinou, e podem estar fora ou dentro dessa vista. São alguns exemplos:

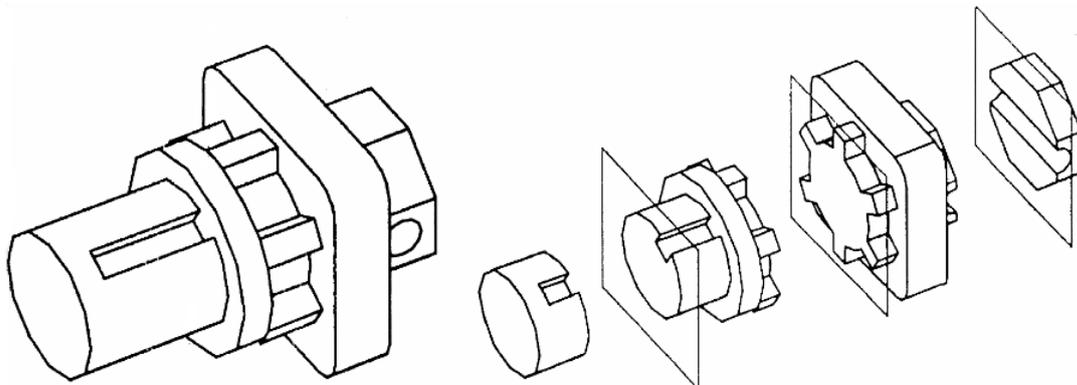


Figura 5.17 - Seções

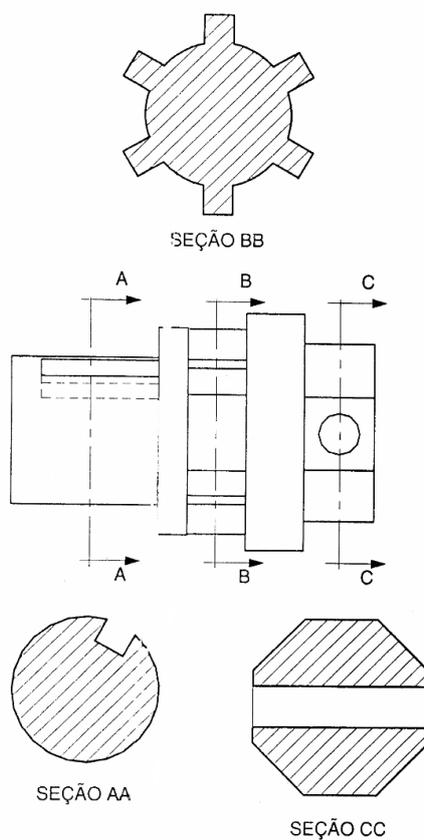


Figura 5.18 – Seções desenhadas ao lado das linhas de corte

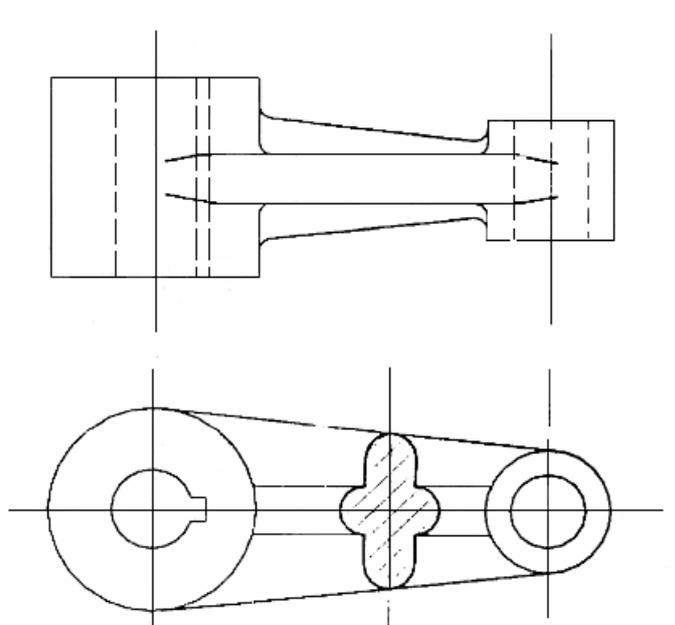
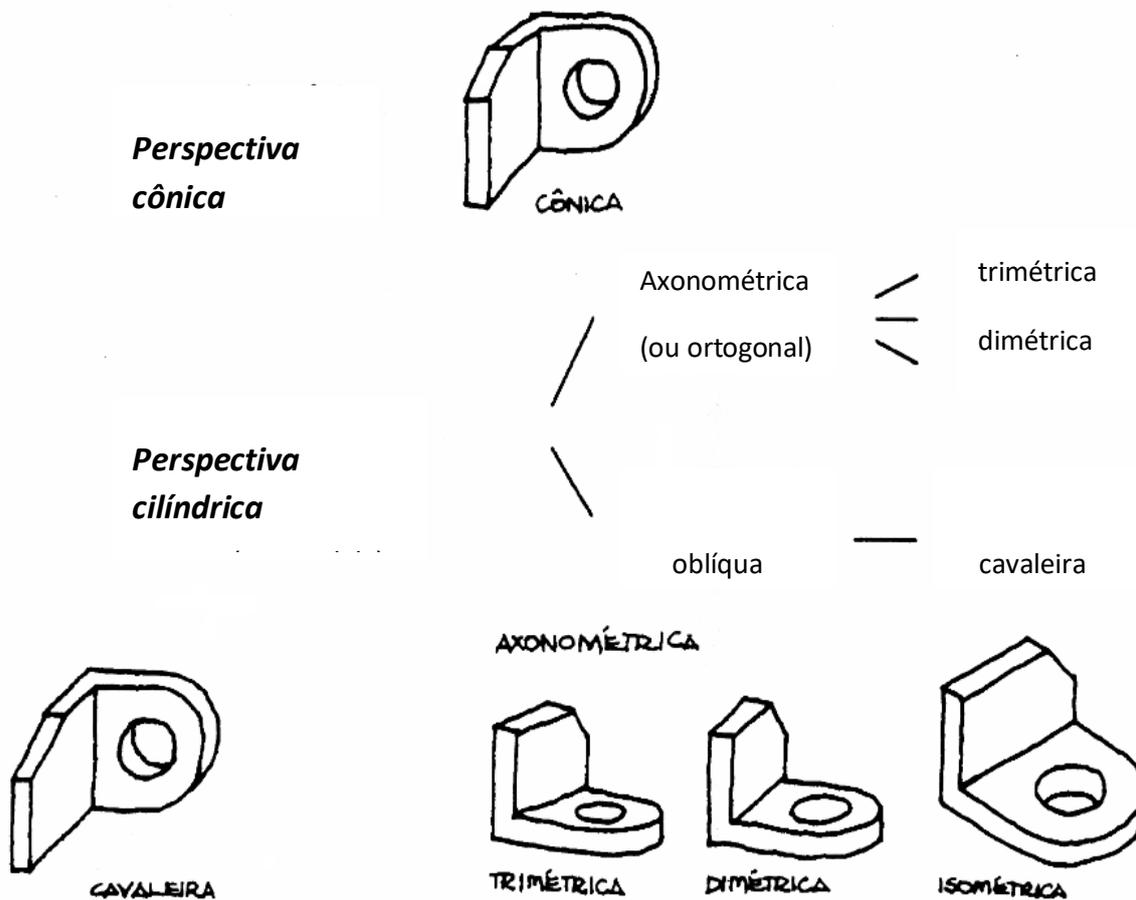


Figura 5.19 – Seções desenhadas dentro das vistas

5.3 - PERSPECTIVA

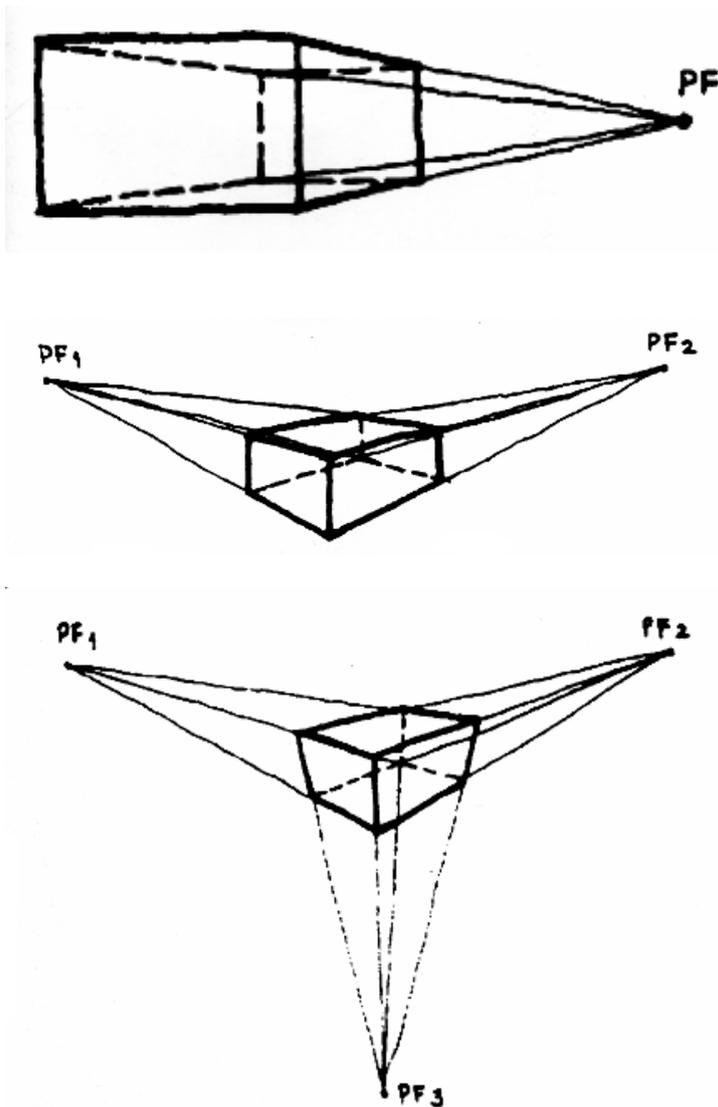
O estudo da perspectiva abrange:



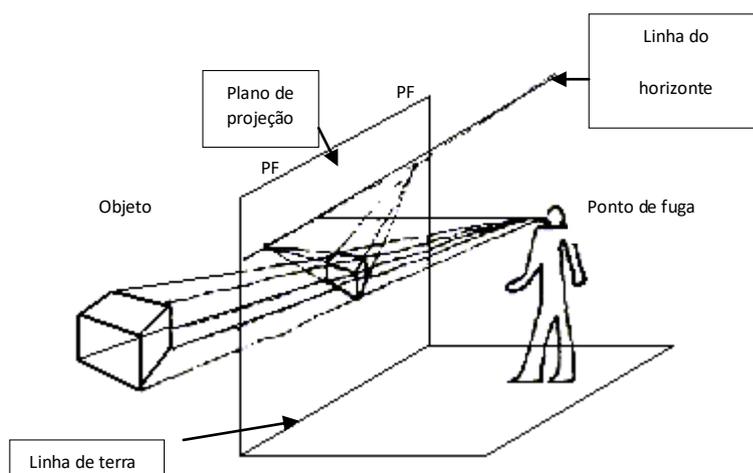
As diversas formas são obtidas através de combinação adequada dos tipos de projeção conhecidos (central, paralela ou ortogonal) com a posição da figura no espaço.

5.3.1 - Perspectiva Cônica

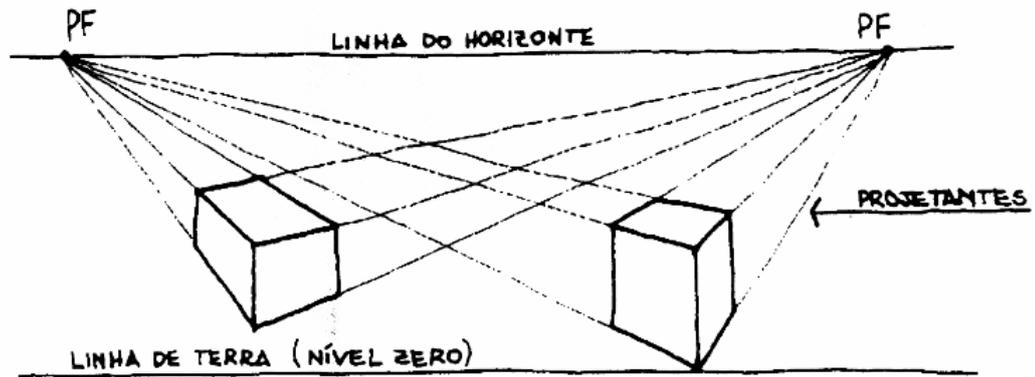
Resulta da projeção cônica do objeto sobre o quadro. Também conhecida como perspectiva “exata” ou “real” é o sistema de perspectiva que representa os objetos exatamente da forma como são vistos na realidade pelas pessoas, fornecendo uma imagem mais fiel do que a obtida pelas perspectivas paralelas. Podem ser de um, dois ou três pontos de fuga.



As linhas projetantes que ligam o objeto ao ponto de vista (observador) produzem, através da intersecção com o quadro, a sua perspectiva.

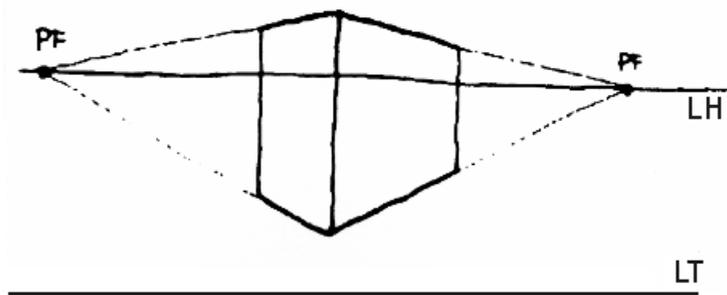


A linha do horizonte fica no nível do olho do observador.

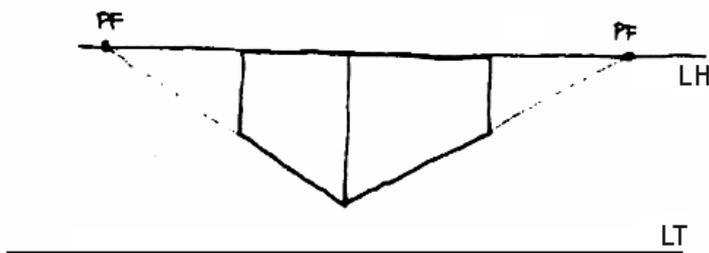


A linha contém os pontos de fuga da perspectiva.

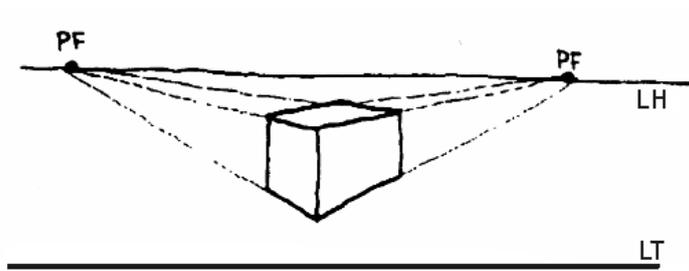
Assim, a altura do observador (ponto de vista) com relação ao objeto, determina a posição da linha do horizonte com relação à projeção do objeto.



ponto de vista à meia altura do objeto



ponto de vista à face superior do objeto

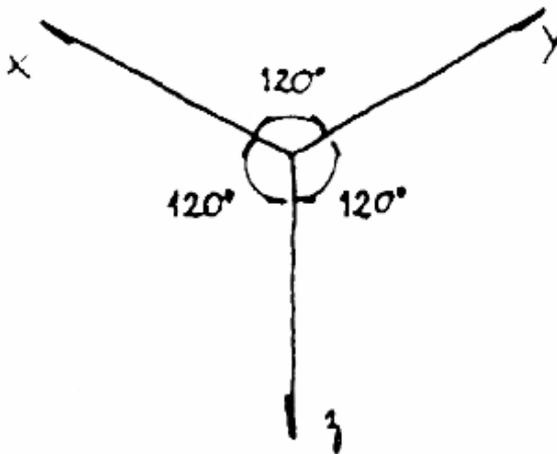


ponto de vista acima do objeto

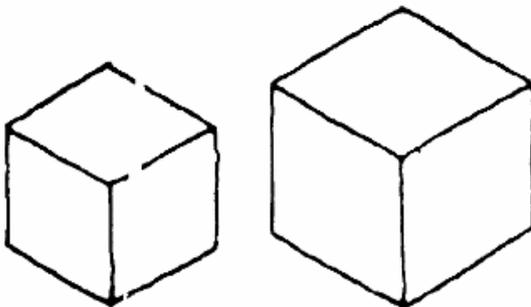
Uma boa perspectiva depende do perfeito planeamento destes elementos que definem a visualização do objeto.

5.3.2 - Perspectiva Isométrica

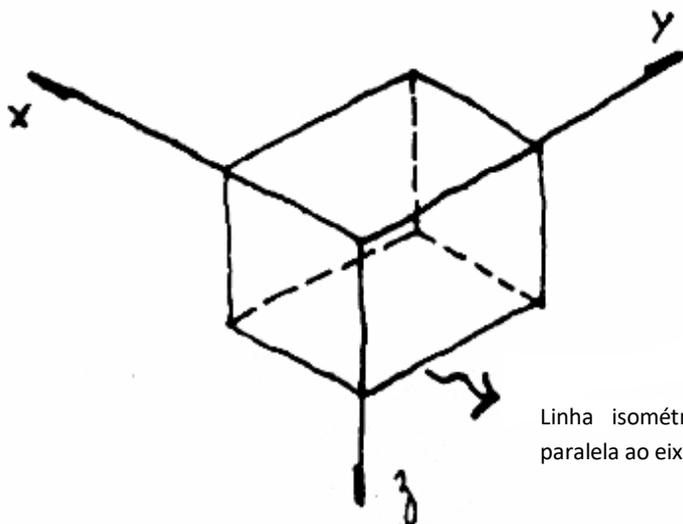
O método isométrico dá um resultado menos agradável à visão do homem que os dois primeiros (dimétrico e trimétrico); no entanto, é mais fácil de desenhar e de cotar.



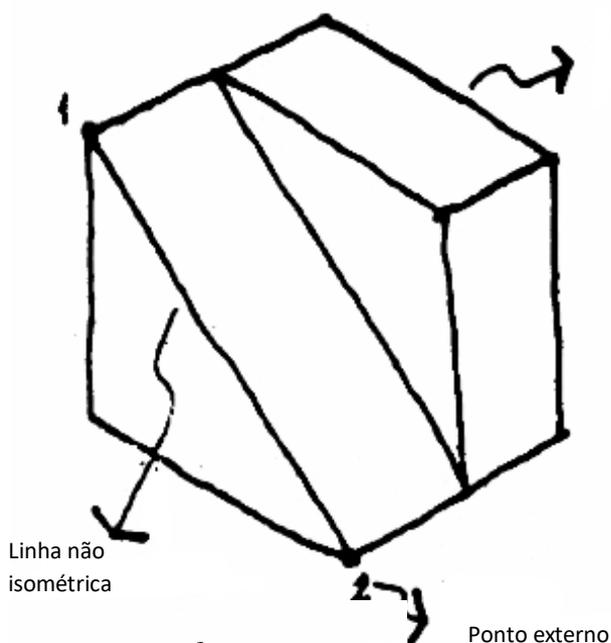
Na perspectiva isométrica, os três eixos formam ângulos iguais entre si (120°), as três faces do objeto têm a mesma importância e as reduções são iguais nos três eixos.



Na prática a redução de razão igual a 81:100 não é realizada, marcando-se sobre os eixos as medidas reais, ou seja, a Verdadeira Grandeza das arestas do objeto.

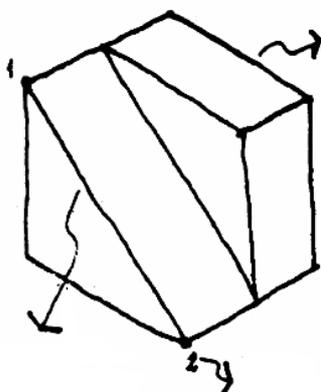


Linha isométrica
paralela ao eixo x



Linha não
isométrica

Ponto externo



(usar esquadro de 30°).

Segunda Posição

Linha isométrica

É qualquer linha paralela a uma aresta do paralelepípedo (ver exemplo dado) e cuja projeção é portanto paralela ao eixo isométrico.

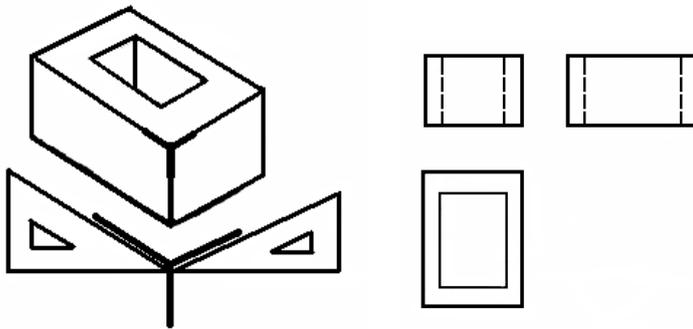
Linha Não-Isométrica

É a aresta cuja projeção não é paralela a um dos eixos isométricos (por exemplo, a diagonal da face de um cubo). Como a verdadeira grandeza de um segmento só é mantida quando este segmento for paralelo a um dos eixos, uma linha não-isométrica não aparece no desenho com seu comprimento real. A definição da linha não isométrica é feita a partir da localização de seus pontos extremos.

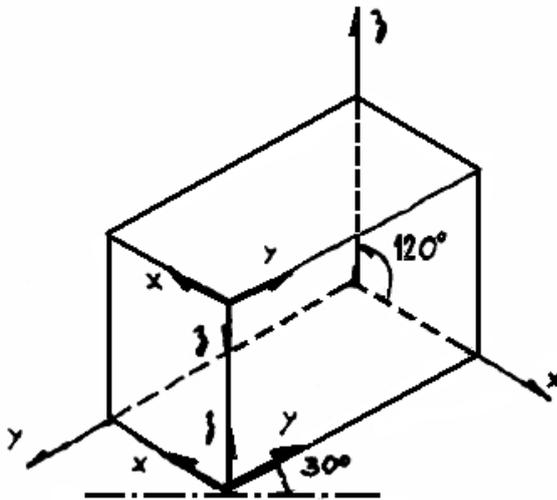
para se iniciar o traçado de um objeto na perspectiva considere o fato dos eixos isométricos x e y formarem 120° .

para se iniciar, iniciar por um ponto que represente o vértice frontal e os três eixos isométricos que formam entre si 120°

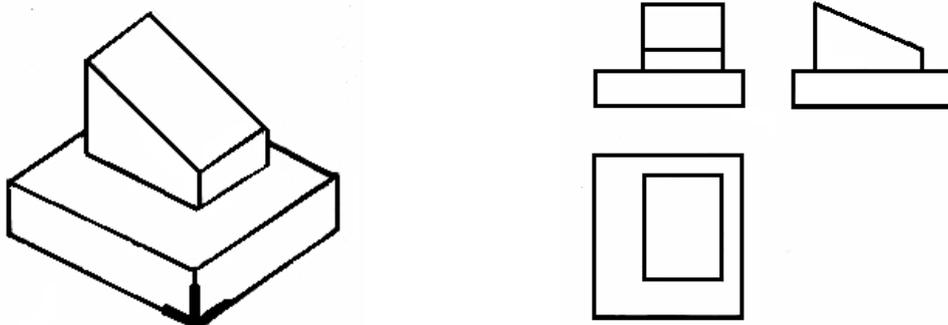
Iniciar a partir do vértice frontal inferior, um eixo vertical e dois oblíquos fazendo ângulo de 30° com a horizontal, também traçados com o auxílio do esquadro de 30° .



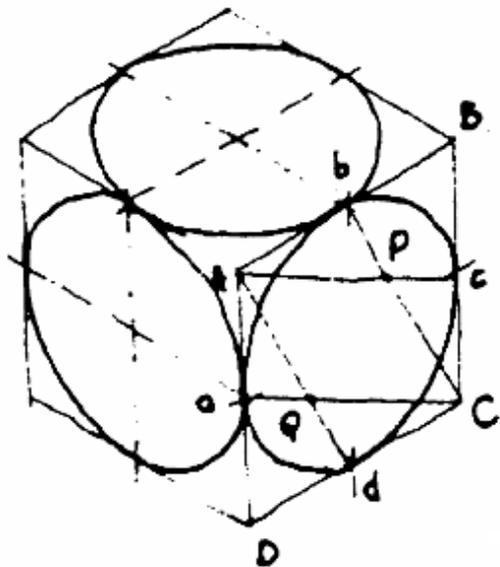
Primeira posição. O ponto inicial é o vértice frontal superior.



Primeira posição. O ponto inicial é o vértice frontal superior.



Esquema para o traçado aproximado da circunferência:



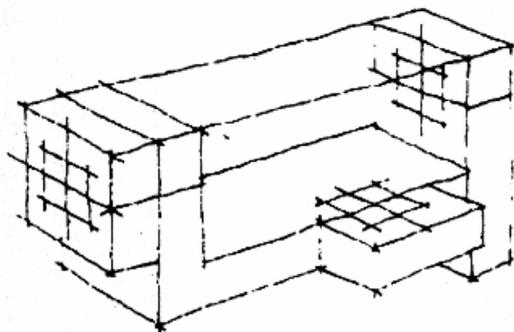
- Achar os pontos de tangência no meio de cada aresta a, b, c, d.

- Ligar os vértices dos ângulos obtusos aos pontos de tangência opostos.

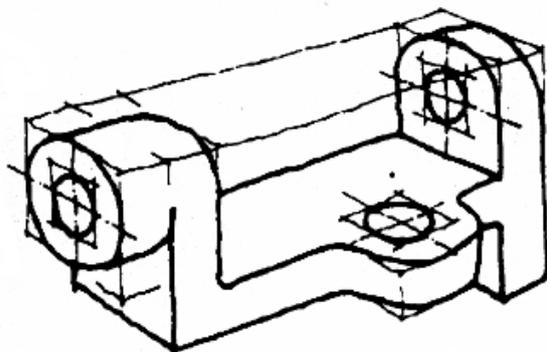
- Com o centro em A e raio Ac, traçar o arco cd.

- Com o centro em P e raio Pc, traçar o arco bc, e assim por diante.

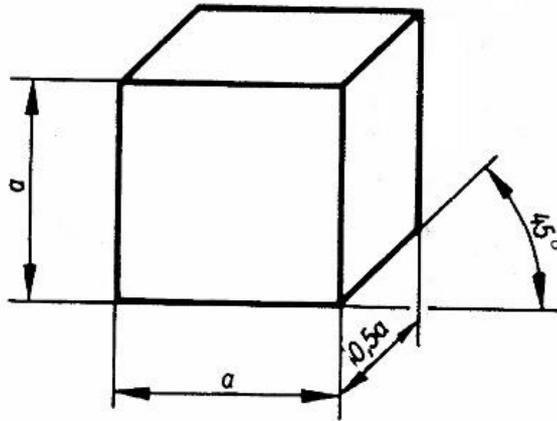
Circunferências em perspectiva isométrica. As elipses são tangentes aos quadrados isométricos circunscritos nos pontos médios dos lados.



Construção de enquadramento para peças de características circulares, isto é, necessário para assegurar a forma e a proporção corretas.



5.3.3 - Perspectiva Cavaleira



A vista frontal é representada em tamanho real. Todas as arestas situadas no plano do desenho são representadas horizontal ou verticalmente, sem redução. As arestas pertencentes à perspectiva, propriamente dita, normalmente são desenhadas a partir de um ângulo de inclinação de 45° (eixo fugitivo) e reduzidas pela metade.

Inicia-se o desenho pela representação frontal, seguindo-se a representação das arestas que formam a própria perspectiva, chamadas linhas fugitivas.

A perspectiva-cavaleira não obedece a nenhuma norma. Por isso podem ser usados, ainda, ângulos de 30° e 60° com reduções de $1/3$ e $2/3$ respectivamente dos eixos fugitivos

CAPÍTULO

06

6 – PROJETO ARQUITETÔNICO

Para se iniciar um projeto arquitetônico são necessárias algumas informações básicas que irão orientar e direcionar a proposta de projeto a ser elaborada. É o momento de se constatar quais são as necessidades do cliente, a função do edifício, o tipo de terreno, as condições climáticas, o tipo de meio urbano onde o terreno se insere, as condições financeiras, as exigências legais, as técnicas e os materiais construtivos.

A partir disto, naturalmente, as idéias vão tomando forma, o partido arquitetônico vai se definindo, através de esboços e croquis. Estas são as primeiras tentativas de expressão e de síntese do pensamento e, por isto mesmo, são executadas com bastante liberdade gráfica. Em geral, usa-se lápis de grafite bastante macio e espesso em papel transparente (papel manteiga), para permitir a sobreposição de esboços. Nesta fase, não são usados os instrumentos de desenho e não existem maiores preocupações com escalas: é pensamento criativo aliado ao traço à mão livre. Progressivamente as idéias vão se estruturando até se chegar a uma proposta que “mereça” ser submetida a uma apresentação mais elaborada, o que chamamos de Estudo Preliminar. Este tipo de desenho ainda está muito próximo dos esboços iniciais, quanto ao nível de elaboração, mas já são exigidos maiores cuidados na organização das pranchas e no uso de escala, para permitir a sua apresentação ao cliente e a outros profissionais envolvidos, proporcionalmente às discussões iniciais.

A partir desta etapa, as definições de projeto vão se aprofundando na mesma medida que o nível de desenho, chegando-se aos Anteprojeto e Projeto de Apresentação, que são compostos de desenhos bem mais elaborados.

O Anteprojeto é a fase em que o projetista procura observar mais precisamente as dimensões e proporções do edifício a ser construído, as possíveis soluções estruturais e as viabilidades executivas. Para isto, o desenho do anteprojeto e do projeto de apresentação já devem ser executados com os instrumentos e em escala, porém ainda reduzida (normalmente 1:200 ou 1:100). Os objetivos destas projetos são: esclarecer as possíveis dificuldades construtivas das propostas iniciais, antecipando decisões para problemas de composição formal, instalações em geral e projetos complementares; permitir a quantificação de áreas parciais e totais e a elaboração de estimativas de custo e prazos de execução dos serviços de obra, para uma proposta de viabilidade financeira; possibilitar ao cliente a perfeita compreensão da obra a ser executada, sendo que, para isto, muitas vezes, além de desenhar uma planta, com todo o mobiliário e as propostas

de uso dos ambientes, pode ser necessária a apresentação de perspectivas internas ou externas para facilitar a visualização dos espaços propostos.

O Projeto de Prefeitura compreende a fase de produção de desenhos (normalmente escala 1:100) e memoriais técnicos (exigidos por lei) relativos aos diversos órgãos públicos nos quais o projeto, conforme sua natureza, deve ser submetido para análise e aprovação: prefeitura, Engenharia Sanitária, Corpo de Bombeiros e Cetesb, por exemplo.

O Projeto Executivo consiste da solução definitiva do anteprojeto aprovado pelo cliente, representado em escalas ampliadas (1:50, 1:40) com todos os pormenores de que se constitui a obra a ser executada. Nesta fase, o autor do projeto deve coordenar e orientar os projetos e cálculos complementares (projeto de estruturas, instalações hidráulicas, elétricas, etc.). O projeto ainda deve ser detalhado tanto quanto as técnicas e materiais instrutivos escolhidos o exigirem.

6.1 – Planta baixa

Planta é o nome que se dá a uma vista ortogonal superior e faz parte do sistema projetivo mongeano. A norma NBR 6492:1994 – Representação de projetos de arquitetura, define que as plantas são divididas em três categorias:

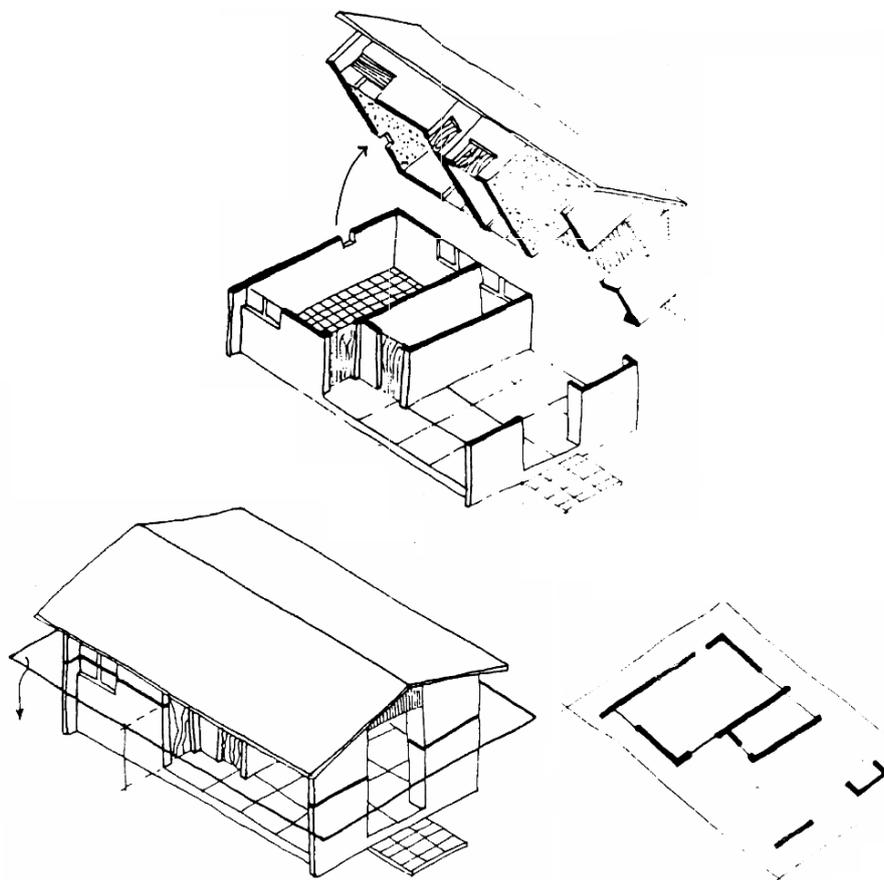
- Planta de situação – Planta que compreende o partido arquitetônico como um todo, em seus múltiplos aspectos (ex. localização do terreno no loteamento);

- Planta de locação (implantação) – Planta que compreende o projeto como um todo, contendo além do projeto de arquitetura, as informações necessárias dos projetos complementares;

- Planta de edificação – Vista superior do plano secante horizontal, localizado a aproximadamente 1,50 m do piso de referência. O termo também é usado para se referir a uma planta baixa (vista superior de um corte horizontal), principalmente quando relacionando-se às plantas baixas do desenho arquitetônico. Uma planta pode representar uma pequena obra de engenharia, como uma casa, um sítio ou loteamento. Em razão das pequenas dimensões que representa as plantas são feitas em escalas grandes. Nela devem estar detalhadas em escala as medidas das paredes (comprimento e espessura), portas, janelas, o nome de cada ambiente e seu respectivo nível

As plantas baixas informam sobre o interior da edificação através de uma vista superior. São cortes horizontais que permitem remover a parte superior, deixando a parte inferior, ou planta baixa, visível. O que fica acima da linha de corte deve ser

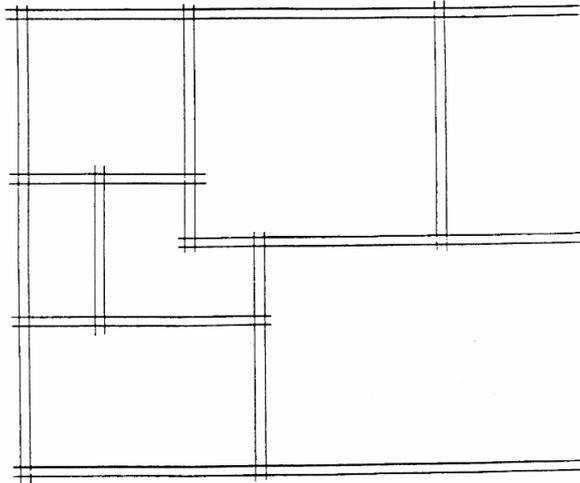
representado por linhas tracejadas. A mobília é usada para dar a sensação de escala e auxiliar na definição das diferentes áreas de uso, nas fases iniciais do projeto (anteprojeto e projeto de apresentação). A colocação do mobiliário não é usada em projetos executivos. Em geral, as plantas baixas são feitas em 1:100 ou 1:50.



6.1.1 – Etapas de montagem do desenho

1ª Etapa: Traços finos e a lápis

- A. Marcar o contorno externo do projeto.
- B. Desenhar a espessura das paredes externas.
- C. Desenhar as principais divisões internas.



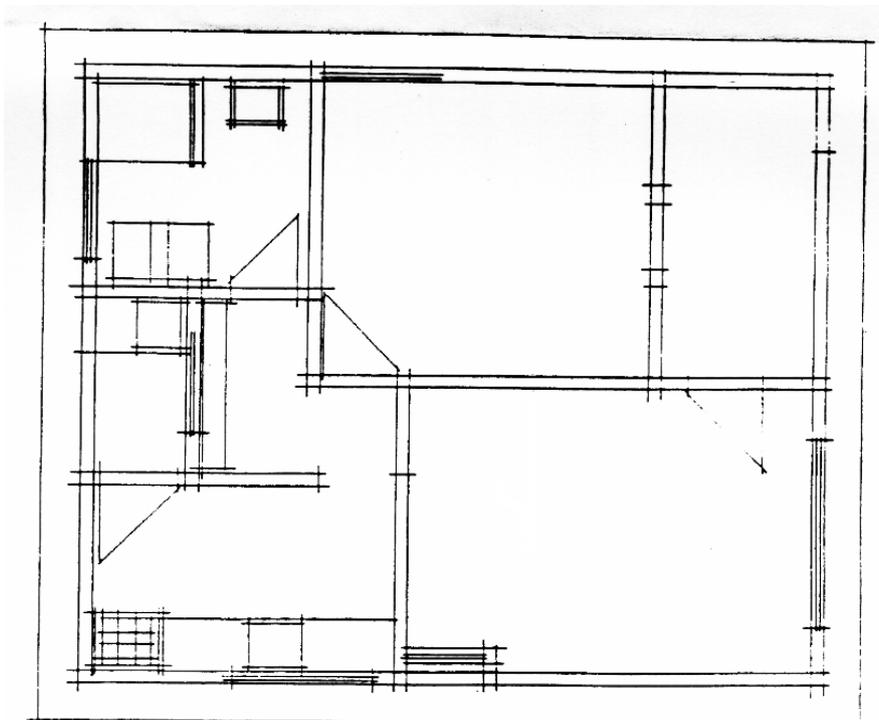
2ª Etapa: Traços finos e a lápis

A. Desenhar portas e janelas. As portas são desenhadas abertas nas plantas e fechadas nos cortes e fachadas.

B. Desenhar equipamentos: balcão, bidê, bacia, etc.

C. Apagar os excessos das linhas tracejadas.

D. Desenhar a projeção da cobertura.



3ª Etapa: Traços definitivos

A. Desenhar as linhas tracejadas (projeção do beiral, p. ex.).

B. Diferenciar os traços através da espessura (paredes e janelas, p. ex.).

C. Planejar a cotagem (externa e interna).

- Colocar linhas finas para as cotas.

- Evitar muito cruzamento de linhas de cota para não carregar o desenho.

- Prever a possibilidade de colocar cotas internas (parciais) e externas (totais).

- Colocar as cotas internas sem conflitar com as demais indicações (nomes dos ambientes, nível de piso e áreas).

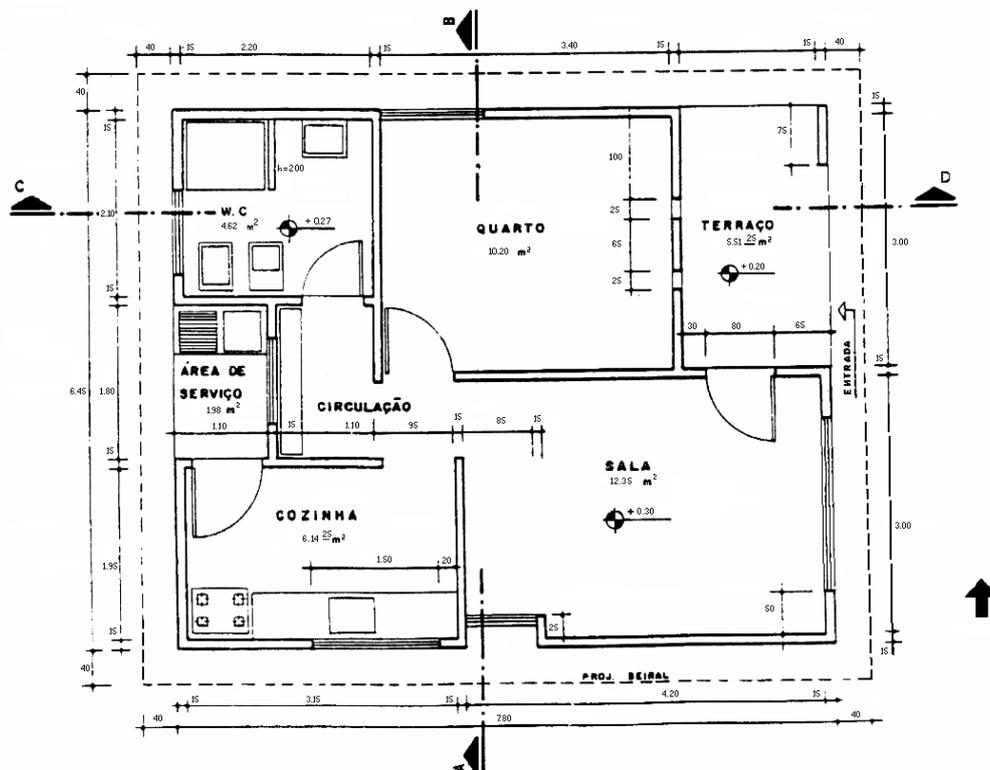
- Explorar a possibilidade de cotar as esquadrias na da forma L x H (largura x altura).

- Usar a cotagem sem linhas de cota sempre que necessário (em projetos de prefeitura é muito comum).

D. Colocar níveis de piso.

E. Escrever os nomes dos ambientes e suas respectivas áreas.

F. Indicar a posição dos cortes, a entrada e o norte.



6.2 – Corte

Os cortes são obtidos através de planos verticais que interceptam a edificação. Permitem a caracterização de paredes, portas, janelas, lajes e escadas. Na visão do edifício seccionado por um plano vertical, pode-se obter um desenho que apresenta as diferentes alturas de peitoris de janelas e portas, as espessuras de lajes de piso e de forro, com o objetivo de facilitar a compreensão e, conseqüentemente, a execução da obra. Em geral, são necessários no mínimo dois cortes para esclarecer melhor o projeto, um longitudinal e um transversal. Deve-se dar preferência a passar os cortes em ambientes que proporcionem o máximo de informação sobre o edifício. Os cortes são indicados nas vistas por traços grossos interrompidos por pontos (ou pequenos traços) e terminados por setas e letras maiúsculas, que indicam a posição do observador em relação ao plano de corte. É comum usar o corte com desvio, ou seja, desviar a direção do plano de corte para mostrar um maior número de informações e detalhes do edifício, eliminar assim a necessidade de mais cortes.

6.2.1 – ETAPAS DE MONTAGEM DO DESENHO

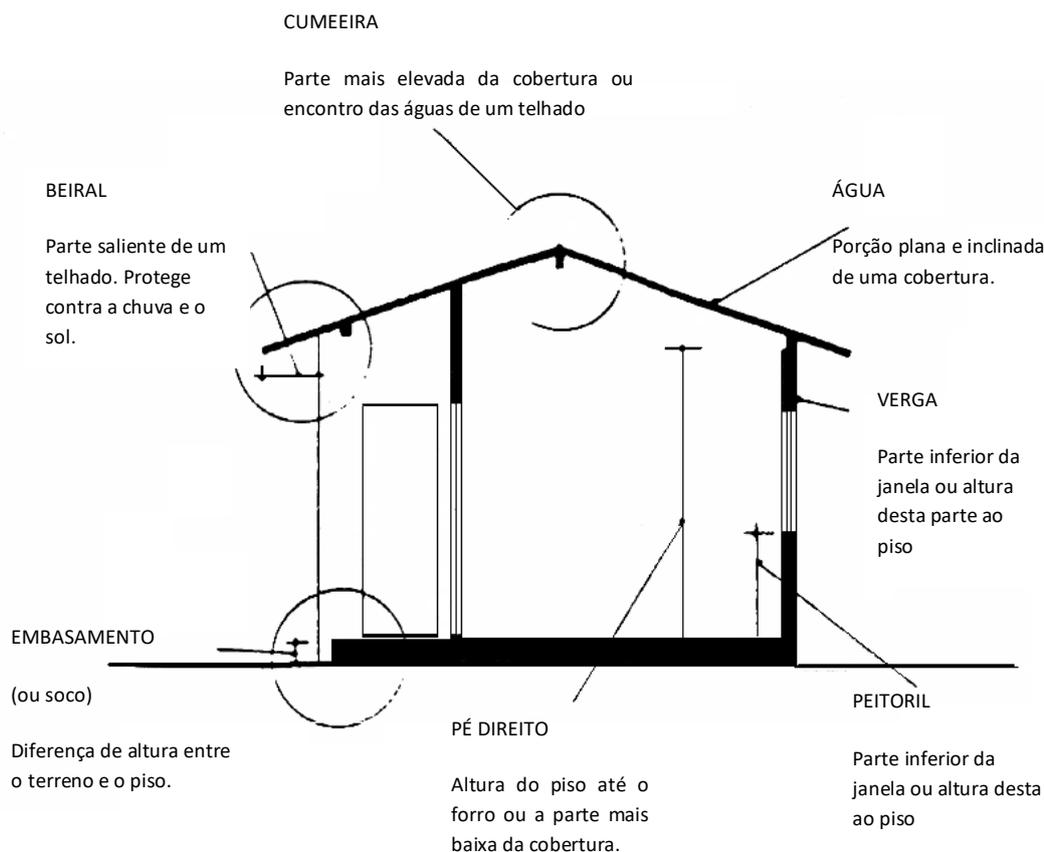
- A. Colocar papel manteiga sobre a planta.
- B. Desenhar a linha do terreno.
- C. Marcar o nível do piso e traçar.
- D. Desenhar as paredes externas e marcar suas alturas.
- E. Desenhar a laje ou o forro, quando houver.
- F. Desenhar a cobertura ou telhado.
- G. Desenhar as paredes internas cortadas (linhas grossas).
- H. Marcar as portas e janelas seccionadas (linhas finas).
- I. Desenhar os elementos que são vistos após o plano do corte – recortes de parede, portas e janelas (linhas finas).
- J. Colocar linhas de cota e cotar.
- K. Colocar os níveis de piso.
- L. Diferenciar traços: grossos, médios e finos.

Em qualquer desenho a tinta, devem ser feitos inicialmente todos os traços a lápis, sem exceção. Ao utilizar a tinta primeiro, devem ser feitas as linhas curvas, depois as oblíquas, em seguida as linhas verticais (da esquerda para a direita e de baixo para cima), e finalmente, as linhas horizontais (de cima para baixo e da esquerda para a

direita. Este procedimento tem por objetivo garantir a concordância das linhas e evitar borrar o desenho com os instrumentos.

Nos desenhos feitos com tinta nanquim sobre papel vegetal, deve-se limpar a prancha com algodão embebido em benzina, para retirar o excesso de grafite. Por melhor que seja o nanquim, sempre existe o risco de estragar o desenho quando se usa borracha, no mínimo perdendo-se o brilho do traço.

A figura abaixo traz a nomenclatura usual do desenho arquitetônico.

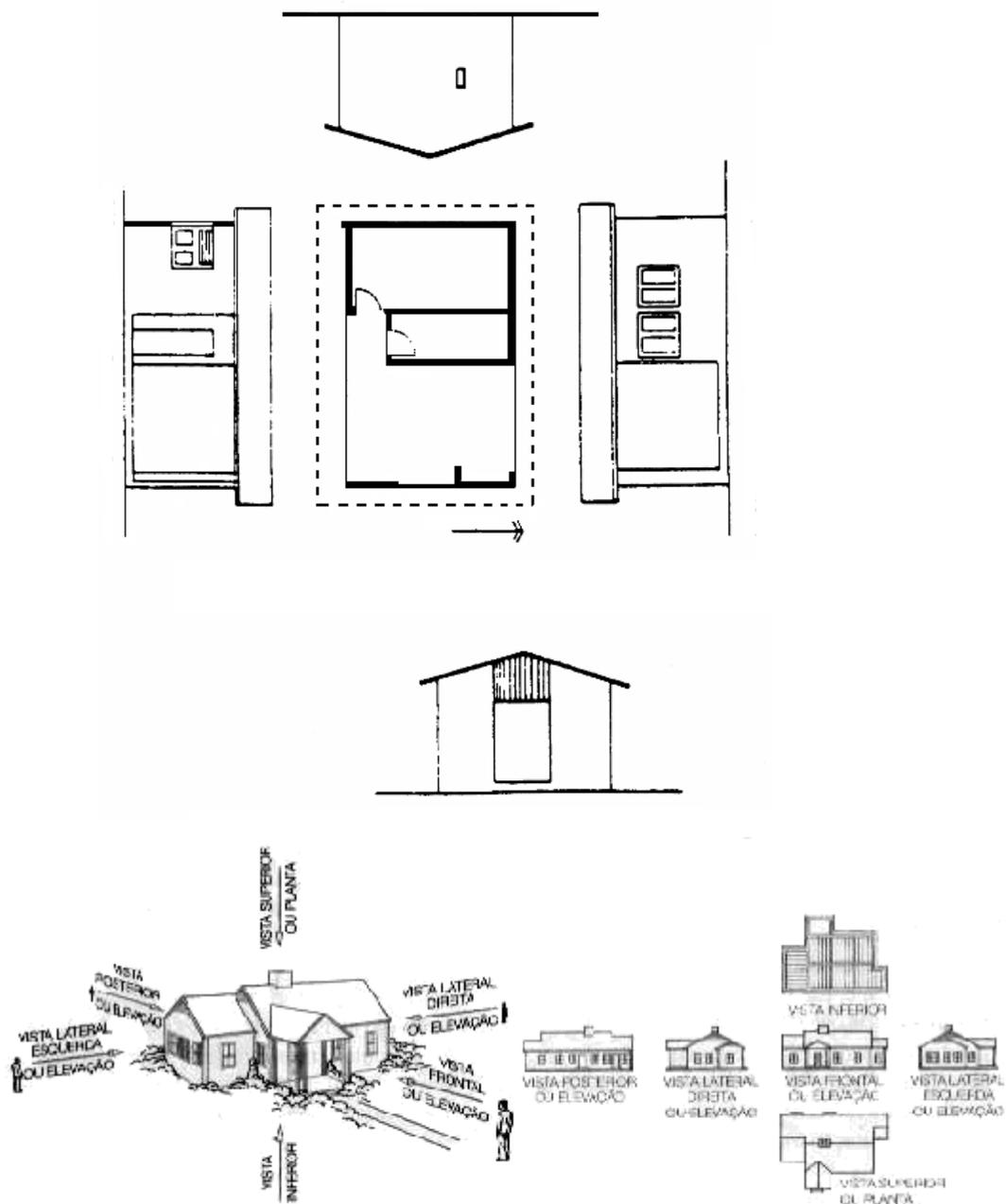


6.3 – Fachada

As fachadas mostram o aspecto exterior de uma edificação, como altura, volume, composição, material de acabamento, dimensão e localização de portas e janelas e, em geral, são desenhadas nas escalas 1:100 e 1:50. Numa fachada, a edificação é representada em relação ao seu plano de terra, ou seja, ao nível do terreno, abaixo ou acima dele. A linha de terra, que indica o nível do terreno, é uma linha de referência importante a ser traçada em cada elevação da edificação.

Nas fachadas, a sensação de profundidade pode ser obtida através de variações na espessura do traço, como também do uso de tonalidade e sombras. As linhas grossas são usadas nos planos mais próximos e as linhas finas nos planos mais recuados.

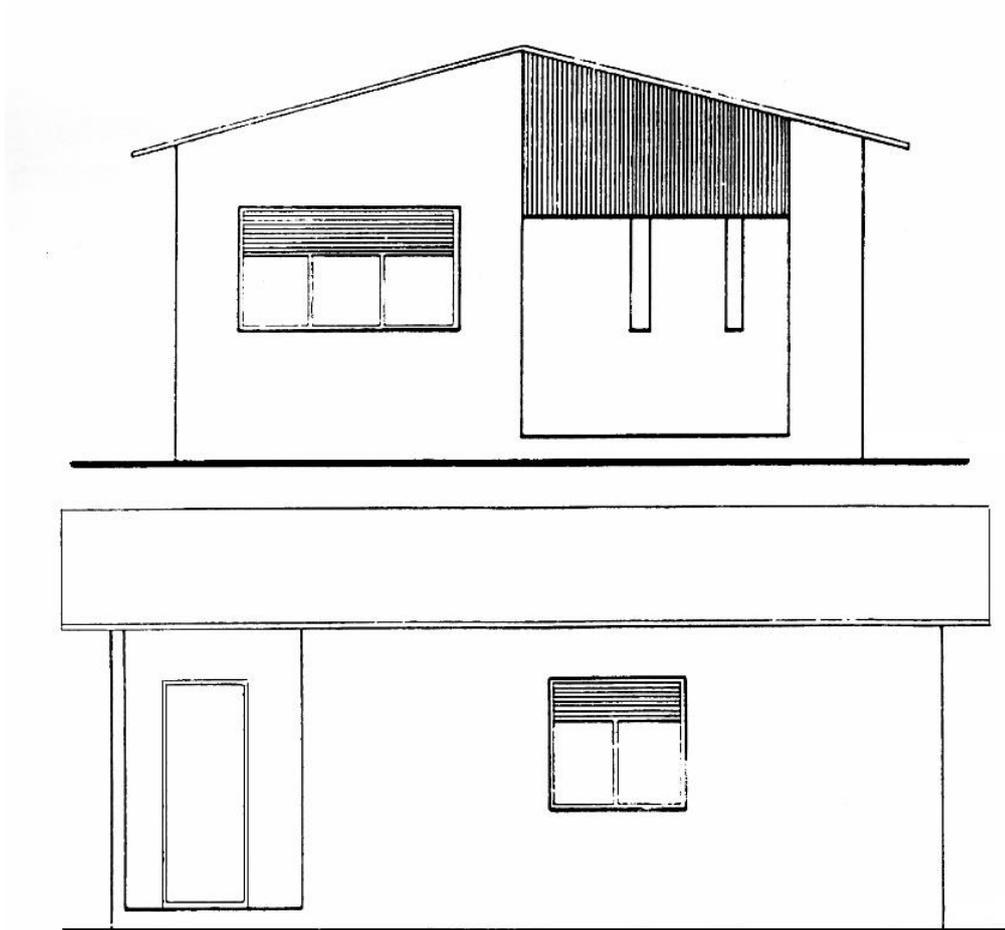
As fachadas podem ser classificadas de acordo com os Pontos Cardeais. A elevação norte de uma edificação, por exemplo, está voltada para o norte, ou seja, um observador, olhando para esta elevação, teria o norte às suas costas. É muito comum adotar a forma vinda da Projeção Ortogonal: fachadas frontal (ou principal), lateral esquerda, lateral direita e posterior.



Pessoas, vegetação e automóveis podem ser representados nas elevações para enfatizar o sentido de escala.

6.3.1 – Etapas de montagem do desenho

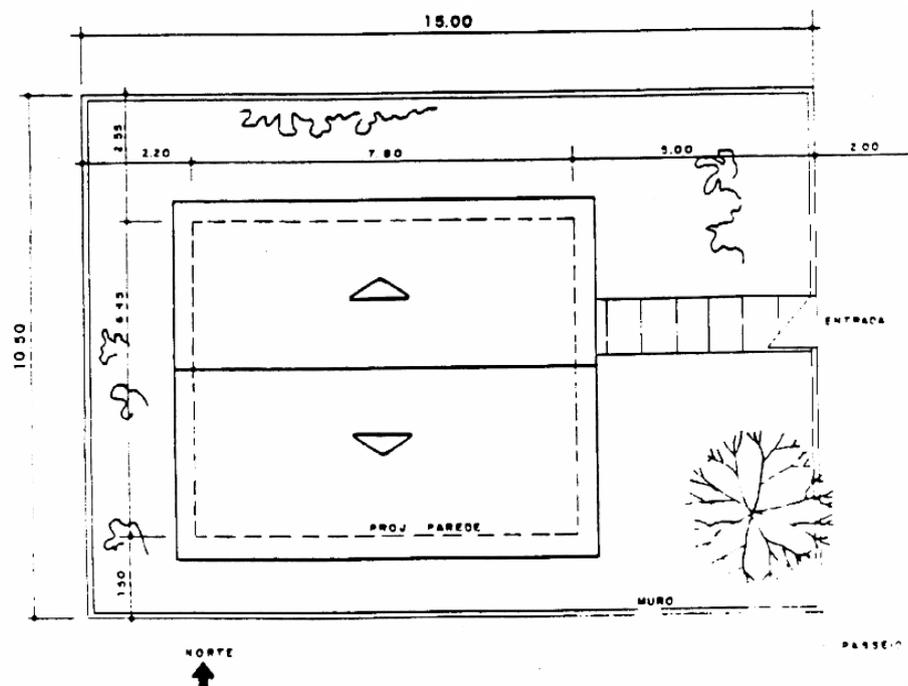
- A. Deve ser desenhada depois da planta baixa e dos cortes.
- B. Desenhar a linha do terreno e marcar as medidas horizontais.
- C. Todas as medidas relativas às alturas serão transportadas dos cortes para as fachadas.
- D. As fachadas não devem ser cotadas.
- E. Repassar todas as linhas (a lápis ou a tinta) em traços finos transformando-os, onde for o caso, em médios ou grossos, atendendo à convenção, ou seja, reduzindo sua espessura na medida em que eles estão mais distantes do plano mais próximo do observador.



6.4 – Planta de locação e cobertura

A planta de locação mostra a disposição da construção no lote. Não se limita apenas ao desenho da construção. Deve indicar todos os elementos existentes no terreno: muros, portões, vegetação (existente ou a plantar) e calçada, e, se for o caso, as construções adjacentes.

Nesta planta, o observador tem, em primeiro plano, a cobertura e, para a sua definição, devem ser usados os traços mais grossos do desenho. O contorno das paredes, se encoberto pela projeção do telhado, deve ser feito através de linha tracejada. A escala usual é a de 1:100 ou 1:200. Em situações especiais, podem ser usadas as escalas 1:50 (ampliando mais) e 1:500 (reduzindo mais).

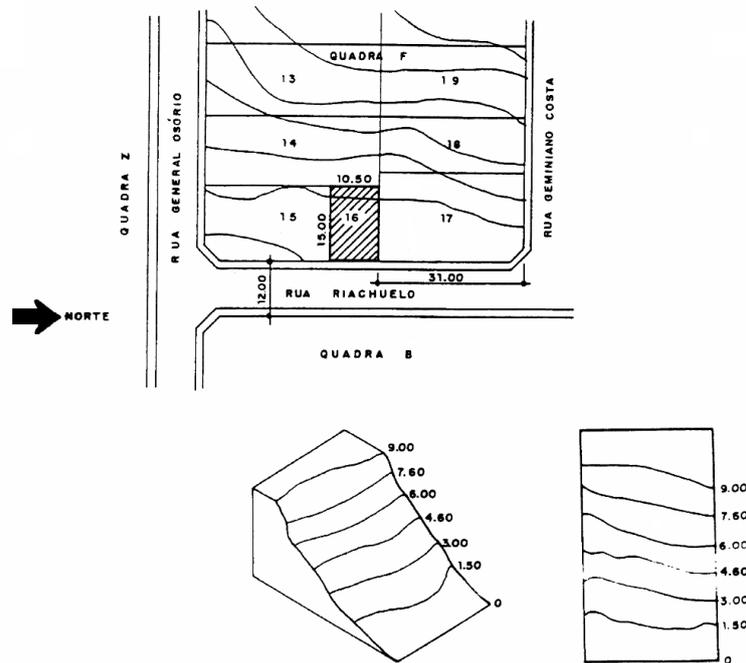


6.5 – Planta de situação

A planta de situação deve mostrar a forma e as dimensões do terreno, os lotes e as quadras vizinhas, a orientação (norte), o relevo do terreno, as ruas adjacentes e os pontos de referência que interessem ao serviço. Em geral, são usadas as escalas de 1:500, 1:1000 ou 1:2000.

As curvas de nível são colocadas nas plantas de situação para indicar a inclinação natural do terreno. Cada curva de nível é representada a partir de planos de corte feitos a intervalos regulares em altura, e indicada por valores em metros a partir do

nível do mar. Quanto mais próximas estiverem umas das outras, em planta, mais íngreme será a inclinação do terreno.



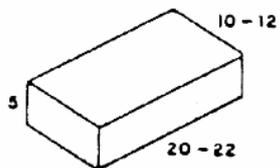
6.6 – Convenções gráficas

As convenções e os símbolos gráficos são fundamentais no desenho arquitetônico. A necessidade de utilização das escalas de redução, por causa das grandes dimensões dos objetos envolvidos (residências, hotéis, hospitais, praças e parques industriais), exige, conseqüentemente, o uso intensivo dos símbolos e convenções e leva à elaboração de desenhos densos em significado e informação. Por esta razão, estes elementos são, em geral, simples e esquemáticos e asseguram clareza e objetividade, para proporcionar uma comunicação rápida e direta. É importante que o desenhista conheça estas convenções para aplicá-las corretamente e evite a criação de novos padrões. Estes símbolos gráficos são fundamentados em normas nacionais e internacionais e as alterações podem dificultar o entendimento da linguagem gráfica por seus diversos interlocutores (pedreiros, técnicos e clientes).

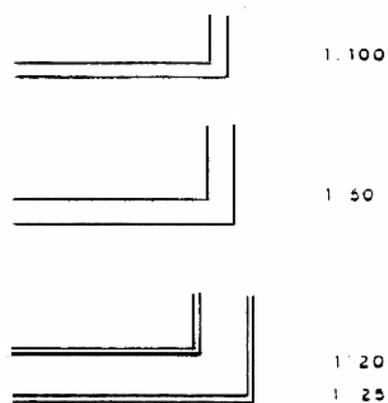
Existe no mercado uma grande variedade de gabaritos, com diversos tipos de símbolos gráficos (peças sanitárias e coberturas, p. ex.) e em diferentes escalas (1:20, 1:25, 1:50 e 1:100), que garantem maior facilidade e uniformidade no trabalho do desenhista.

PAREDES

- DE UM TIJOLO - PAREDES EXTERNAS - 25 cm.
- DE 1/2 TIJOLO - PAREDES INTERNAS - 15 cm.
- ESPELHO - DIVISÓRIAS - 10 cm.

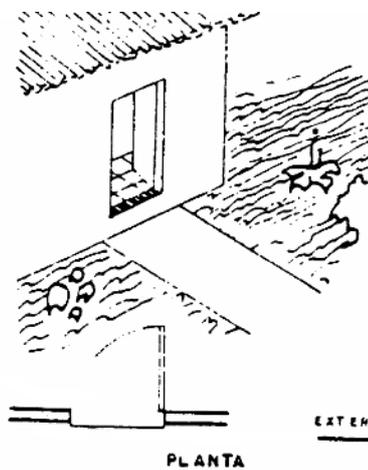
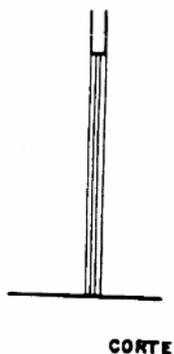
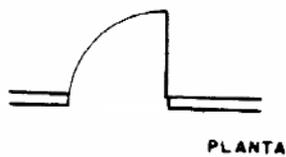
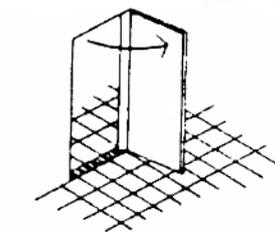


REPRESENTAÇÃO NA ESCALA

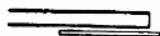


PORTAS

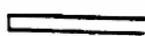
L x A
0.80x2.10



PORTAS DE CORRER



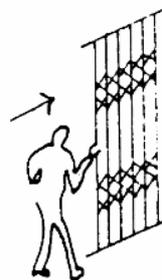
PLANTAS



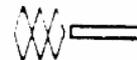
EMBUTIDA

APARENTE

PORTAS PANTOGRÁFICAS

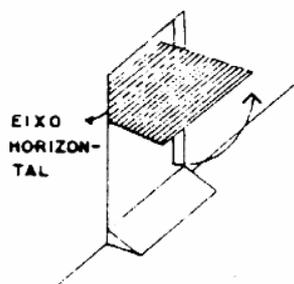


QUANDO FECHA OCUPA 1/3 DO VÃO.

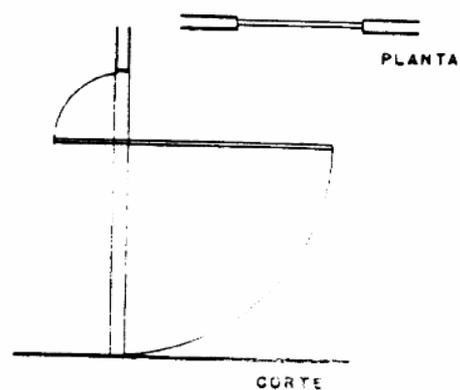


PLANTA

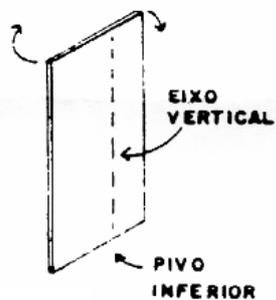
PORTAS BASCULANTES



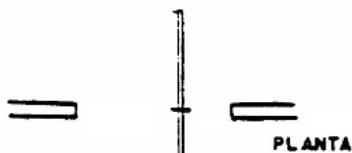
GIRO EM TORNO DE UM EIXO HORIZONTAL



PORTAS PIVOTANTES



GIRO EM TORNO DE UM EIXO VERTICAL

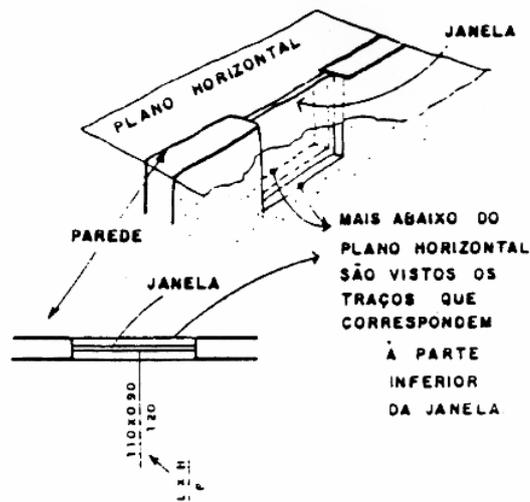
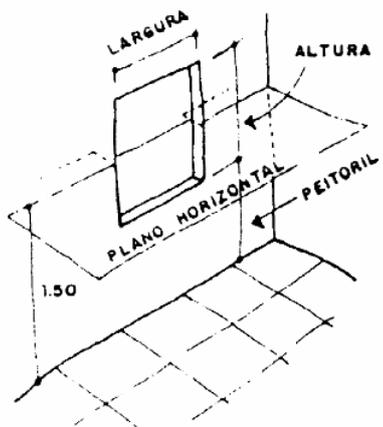


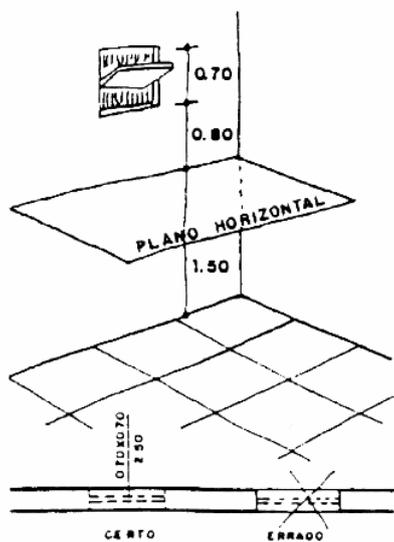
PORTAS DE ENROLAR



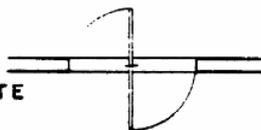
CORTE

JANELAS





PIVOTANTE

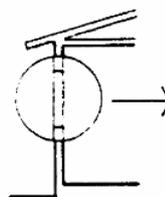


PLANTAS
INDICANDO O
MOVIMENTO
DA
JANELA

DE
CORRER



CORTES
INDICANDO
O
MOVIMENTO
DA
JANELA

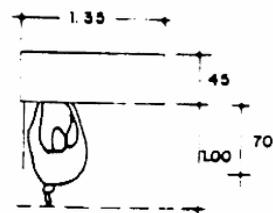
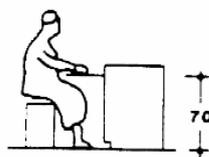
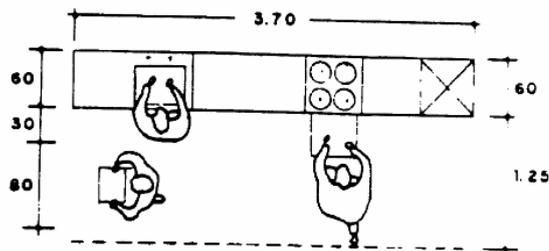
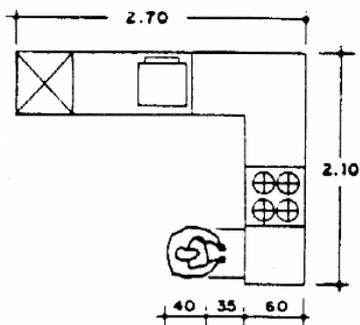
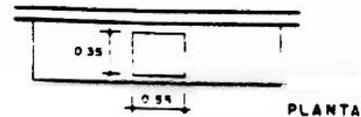
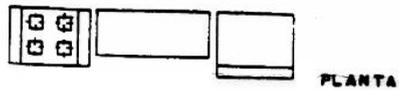
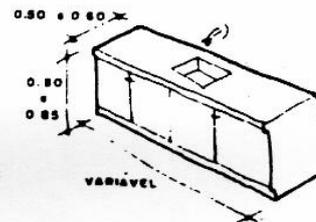
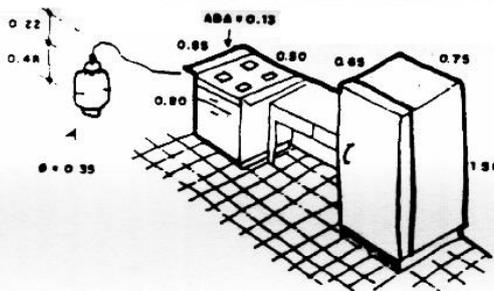


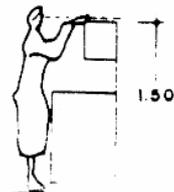
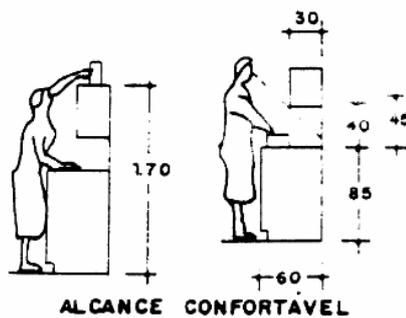
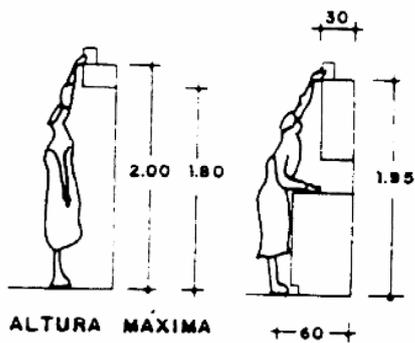
GUILHOTINA . BASCULANTE

NESTA ESCALA NÃO SE
DETALHA A PIA

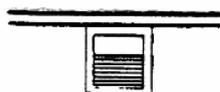
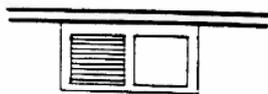
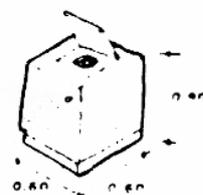
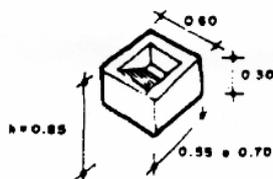
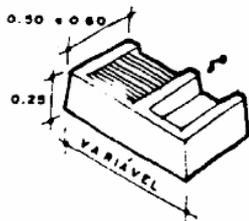


CORTE

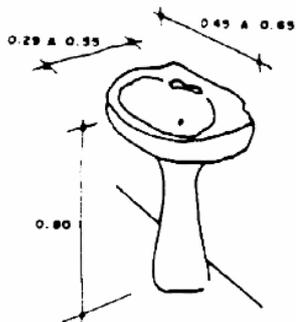




LAVANDERIA



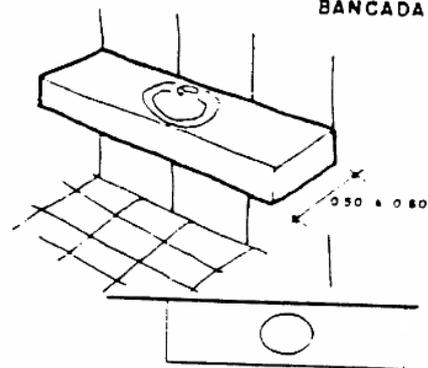
PEÇAS SANITÁRIAS



PIA

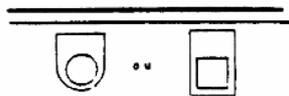


BANCADA



PLANTA

BACIA



PLANTA



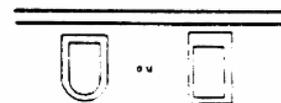
CORTE

COSTUMA-SE DESENHAR
A BACIA E O BIDE
COM 0.40 x 0.60

AFASTAMENTOS MÍNIMOS

DA PAREDE À PEÇA → 5 cm

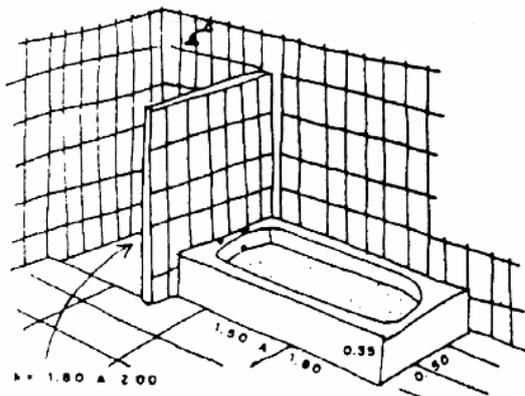
ENTRE DUAS PEÇAS → 15 cm



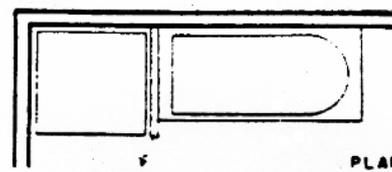
PLANTA



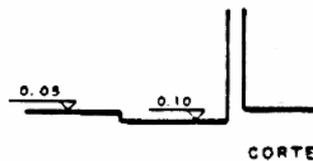
BIDÊ



**CHUVEIRO E
BANHEIRA**



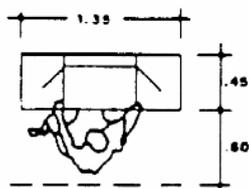
PLANTA



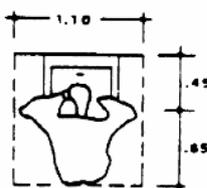
CORTE



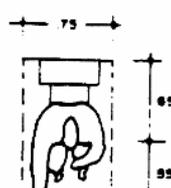
CORTE



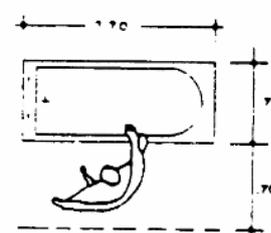
VER-SE
NO
ESPELHO



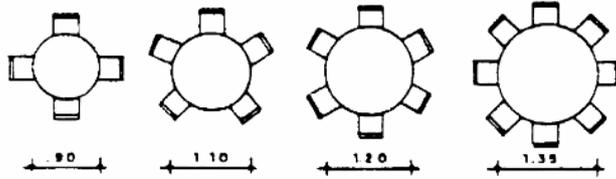
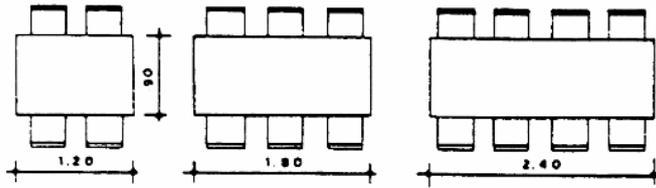
LAVAR
O
ROSTO



USAR
A
BACIA

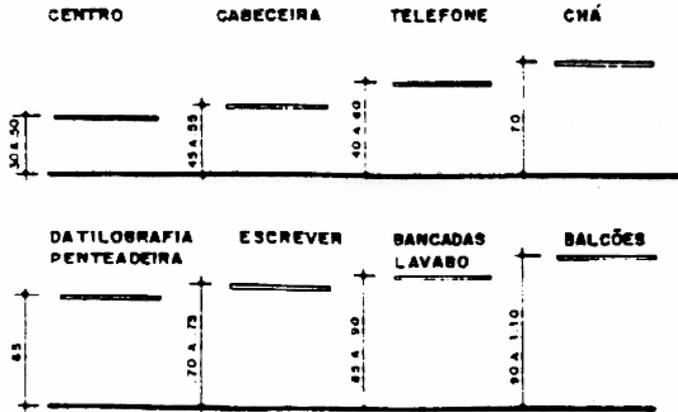
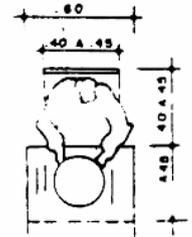


IR
À
BANHEIRA

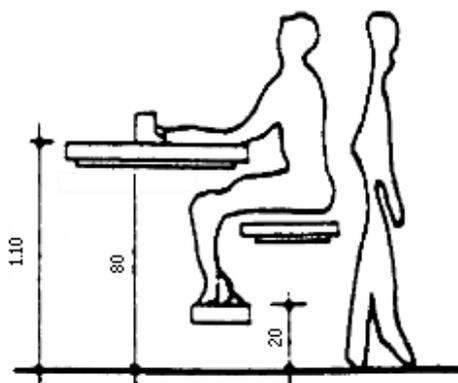
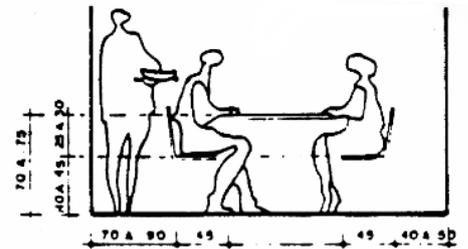


MESAS

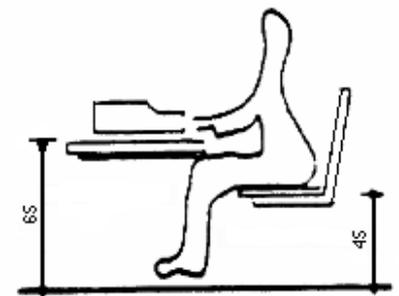
INDIVIDUAL



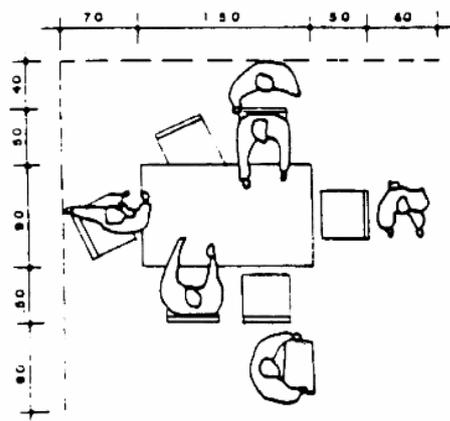
ALTURA DE MESA



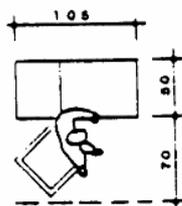
COM APOIO DOS PÉS



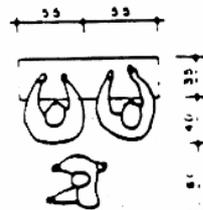
PARA DATILOGRAFIA



COM CIRCULAÇÃO EM VOLTA

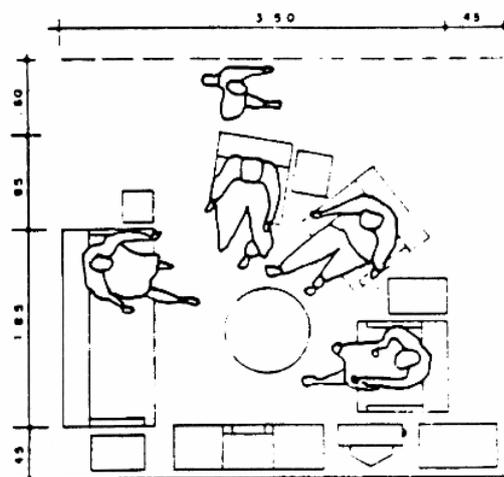
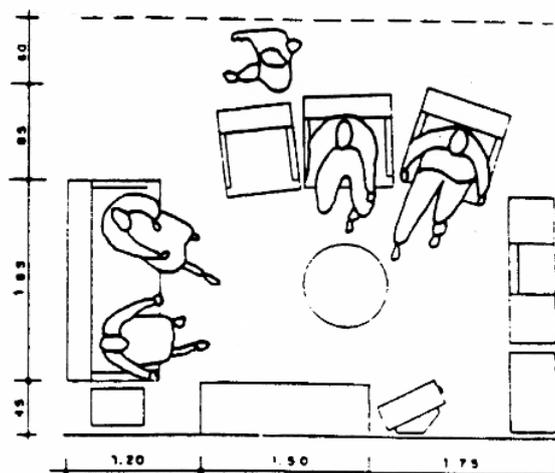
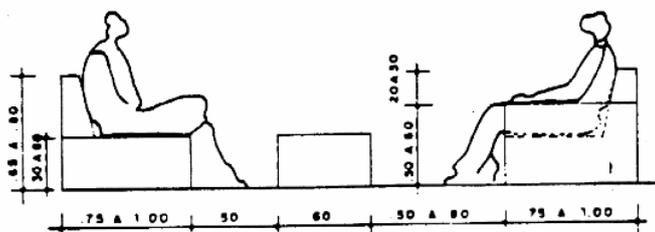
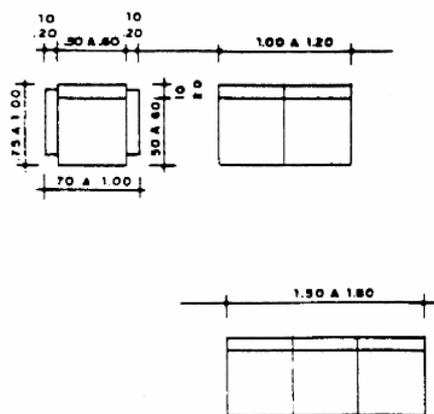


COM AFASTAMENTO DA CADEIRA

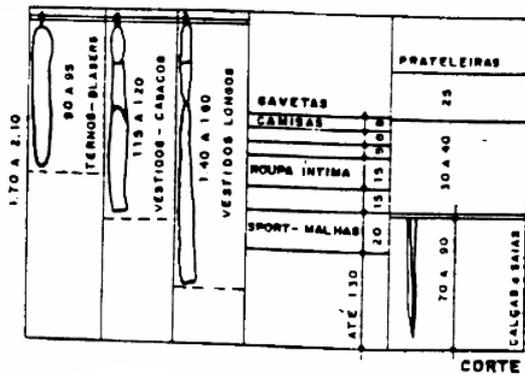


COM CIRCULAÇÃO ATRAS

SOFÁS

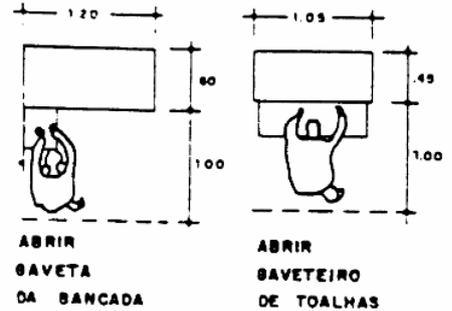


ARMÁRIO EMBUTIDO

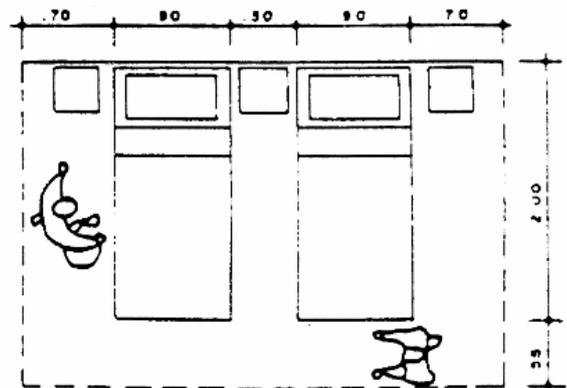
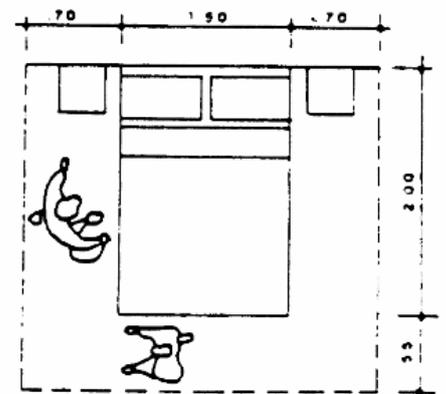
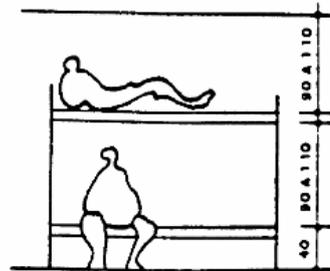
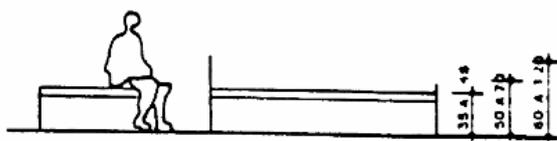
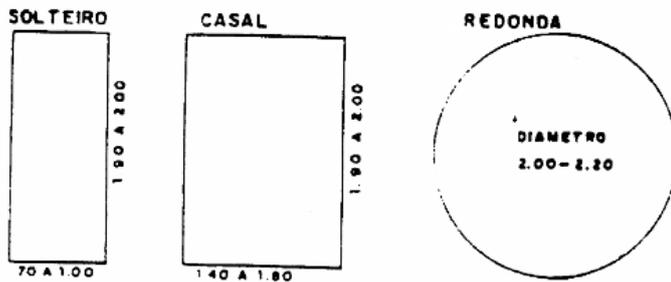


PROFUNDIDADES DE ARMÁRIOS E ESTANTES

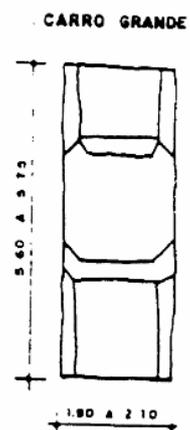
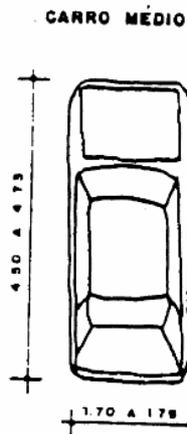
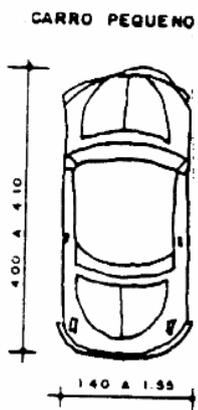
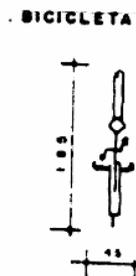
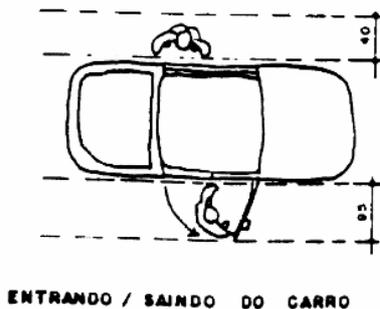
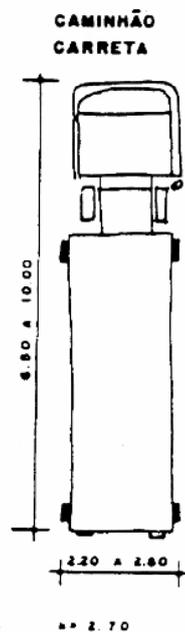
ARMÁRIO / ROUPAS	50 A 60 cm
SAVETAS / ROUPAS - CALÇADOS	45 A 50 cm
ARMÁRIO / LENÇÓIS - TOALHAS - ETC...	45 A 60 cm
ARMÁRIO / LOUÇAS - BUFFET	35 A 45 cm
ARMÁRIO / CRISTAIS	30 A 35 cm
ARMÁRIO / BARRAFAS DEITADAS	40 A 45 cm
ARMÁRIO / PANEIAS	50 A 60 cm
ESTANTES / LIVROS	20 A 35 cm
ESTANTES / PAPÉIS - FOLHETOS	35 A 45 cm
ESTANTES / EQUIPAMENTOS DE SOM	40 A 50 cm



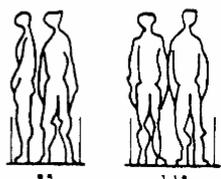
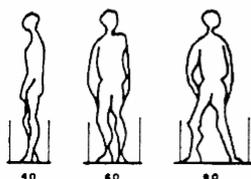
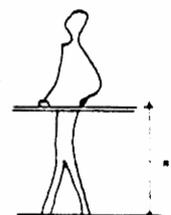
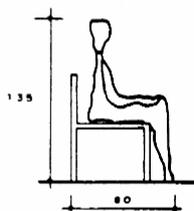
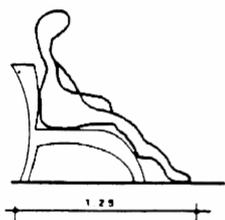
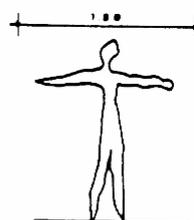
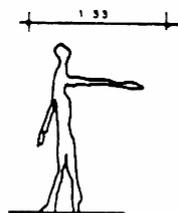
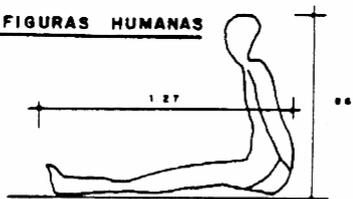
CAMAS



VEÍCULOS



FIGURAS HUMANAS



CAPÍTULO

07

7 – DESENHO DE PEÇAS MECÂNICAS

O desenho mecânico é a representação gráfica voltada ao projeto de máquinas, motores, peças mecânicas. O profissional que atua no desenho mecânico realiza desenhos, projeções, perspectivas e cortes utilizando principalmente meios eletrônicos CADD, prepara folhas de trabalho e diagramas detalhados de máquinas e peças e de projetos mecânicos contendo as informações necessárias para a sua produção e documentação e elabora relatórios e outras formas de documentação textual, de acordo com as normas técnicas ABNT, ISO ou DIN, atendendo condições de qualidade, segurança e preservação ambiental. O principal enfoque dos desenhos mecânicos são: desenho de elementos de união (roscas, rebites e soldas) e desenho de elementos de transmissão (engrenagens). Para a elaboração de um desenho mecânico de qualidade, é necessário utilizar o desenho projetivo, a perspectiva e os cortes. Sendo assim, a seguir são apresentadas informações sobre estes tipos de desenho e posteriormente de desenhos de elementos de união e transmissão, elaborados de acordo com as recomendações normativas nacionais comumente empregadas na representação dos principais componentes mecânicos utilizados na montagem de equipamentos.

7.1 – Desenho de elementos mecânicos de fixação

Os elementos de fixação são divididos em dois grupos, união desmontável e união não desmontável. A seguir são apresentadas descrições para representação destes elementos.

7.1.1 - Processos de união desmontáveis

São processos onde as peças unidas podem ser separadas sem a necessidade de destruí-las (elementos roscados como parafusos e porcas);

- Representação de roscas

Para o desenho destes elementos, a norma NBR 8993/85 – Representação convencional de partes roscadas fixa as condições exigíveis do método convencional de representação simplificada de partes roscadas. Para estas representações recomenda-se utilizar o método de projeção do 1º Diedro.

A representação natural (ou exata) de uma rosca é um processo complexo e demorado e, portanto, não é comumente empregado nos desenhos técnicos de

engenharia. Isso se deve ao fato das roscas apresentarem os traços de seus vértices e fundos dos filetes como projeções de hélices que são difíceis de desenhar. Assim, os desenhos empregam formas de representação convencional.

- **Roscas visíveis** – Neste tipo de rosca, a crista do filete é representada por uma linha contínua, larga (tipo A, NBR 8403) e a da raiz por uma linha fina, contínua estreita (tipo B da NBR 8403).

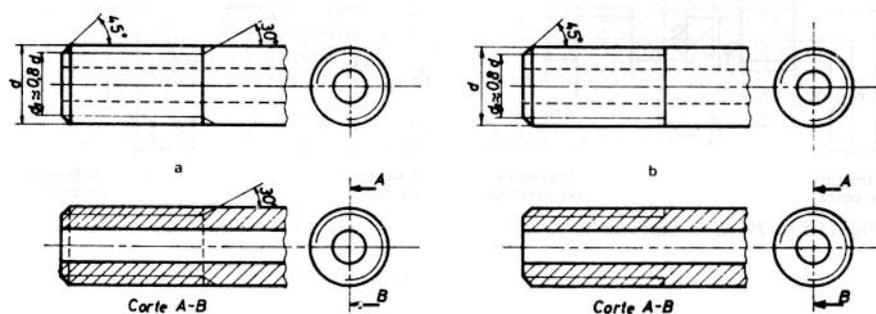


Figura 7.1 – Representação simplificada de roscas exteriores em peças à vista

- **Roscas encobertas** – Para este tipo de rosca, a crista e a raiz são representadas por linhas tracejadas (tipo E ou F NBR 8403 – Aplicação de linhas em Desenho), porém somente um tipo no mesmo desenho.

- **Corte das partes roscadas** – as hachuras devem ser estendidas até a linha da crista da rosca.

- **Vista de topo da rosca** – na vista de topo de uma rosca visível, a raiz deve ser representada por uma circunferência parcial, de linha contínua estreita, de comprimento aproximadamente $\frac{3}{4}$ da circunferência, já na vista de topo de rosca encoberta, a circunferência deve ser tracejada.

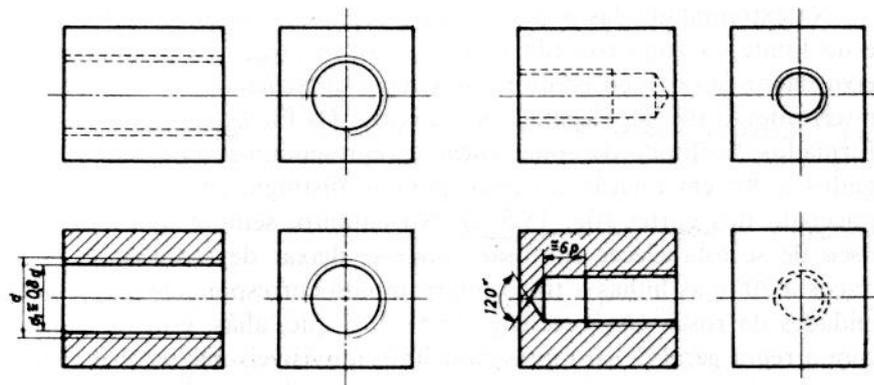


Figura 7.2 – Representação simplificada de roscas interiores

- Representação de Parafusos

Um parafuso é, no caso mais geral, constituído por três partes:

- a cabeça que é a parte destinada a transmitir o movimento ao parafuso ou a imobilizá-lo quando se aperta a porca;
- a ponta que é a extremidade do parafuso oposta à cabeça;
- a espiga que é a parte intermediária, roscada total ou parcialmente.

Na cotação dos parafusos uma cota que se indica sempre é o comprimento total l , que é definido como a distância desde a ponta do parafuso à face do apoio da cabeça.

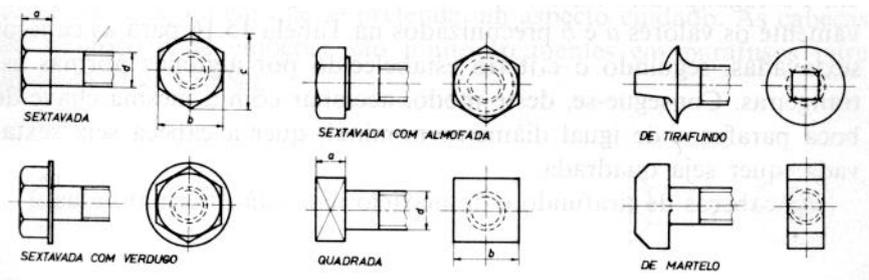


Figura 7.3 – Cabeças de parafusos prismáticas

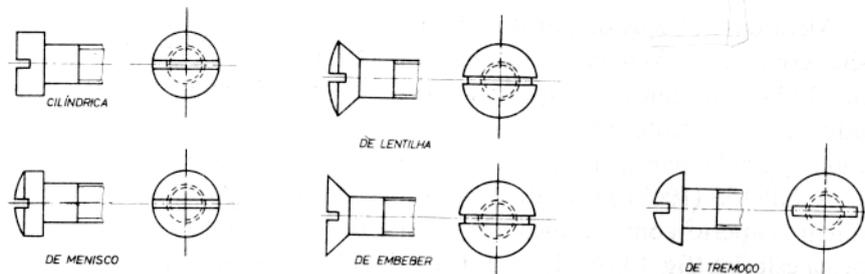


Fig. 15.65 – Cabeças de parafuso com fenda

Figura 7.4 – Cabeças de parafuso com fenda

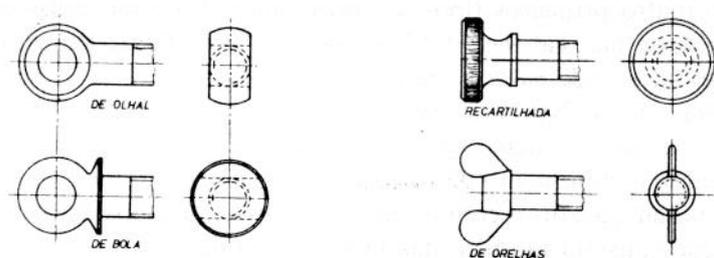


Figura 7.5 – Cabeças de parafuso para apertar com, travinca e à mão

7.1.2 - Processos de união permanentes ou não desmontáveis

São aqueles onde as peças unidas não podem ser separadas sem que ocorra sua destruição ou dos elementos de união (rebites e soldagem).

- Rebites

Os diversos tipos de rebites são diferenciados entre si pela forma da cabeça que, segundo a NBR 8800 - Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios, são divididos em 4 classes: Rd (cabeça redonda), Cg (cabeça de cogumelo), Ch (cabeça chata) e EC (cabeça escareada chata). Além dos rebites maciços existem também os semitubulares e os bifurcados.

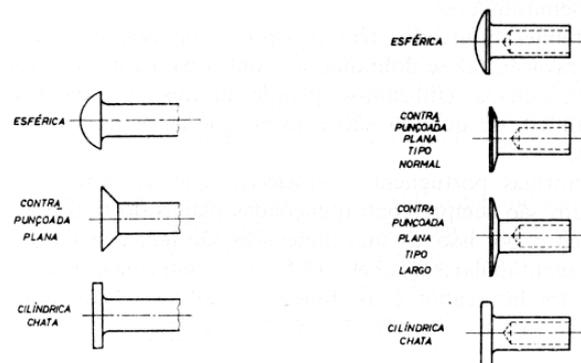


Fig. 15.15 – Tipos normalizados de rebites para chapa

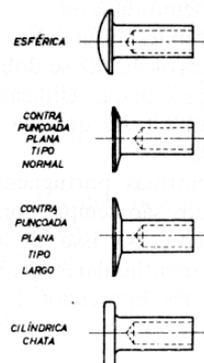


Fig. 15.16 – Tipos normalizados de cabeças de rebites semitubulares

Figura 7.6 – Tipos normalizados de rebites

As dimensões características de um rebite são, no caso dos rebites maciços, o diâmetro nominal e o comprimento. O diâmetro nominal “d” deve ser definido a uma certa distância da cabeça do rebite. O comprimento é medido entre a extremidade da haste do rebite e a superfície perpendicular ao eixo que vai coincidir com a superfície exterior da chapa a ligar que fica ao lado da cabeça.

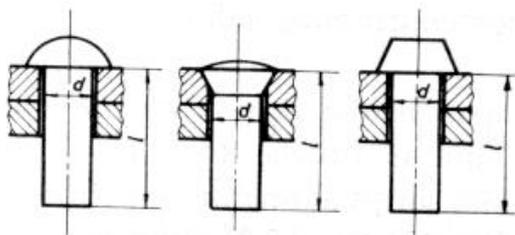


Fig. 15.19 – Cotagem de rebites maciços

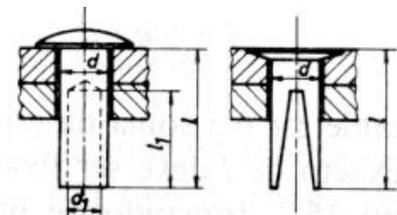


Fig. 15.20 – Cotagem de rebites semitubulares e bifurcados

Figura 7.7 – Cotagem de rebites

- Soldas

As uniões soldadas tem substituído as peças fundidas e forjadas na produção de componentes de máquinas pois, dessa maneira, obtém-se peças mais leves e mais resistentes e, em geral, mais baratas, a norma NBR 8800 - Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios, estabelece as condições exigíveis na representação de uniões soldadas.

Na soldagem a ligação se faz realizando a fusão das peças na zona a ligar, podendo ou não utilizar um metal de adição. Conforme a disposição das peças que se pretende soldar podem ser distinguidas vários tipos de juntas de soldagem: topo a topo, sobrepostas, paralelas, de ângulo e múltiplas.

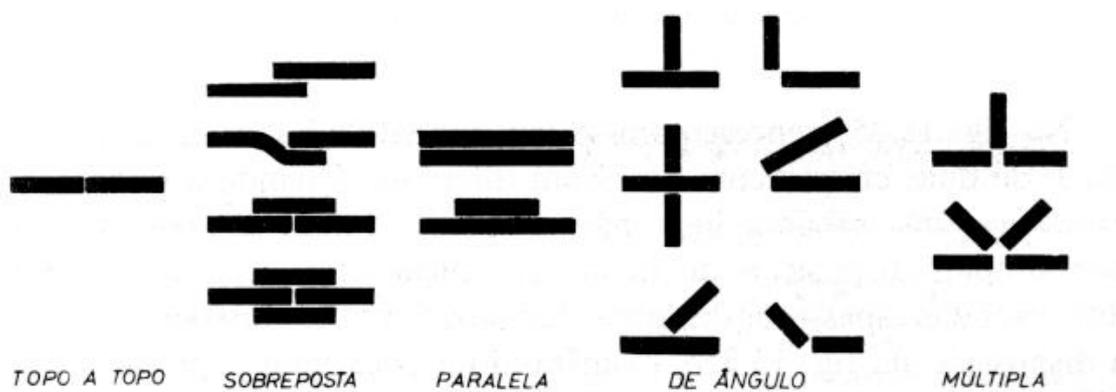


Figura 7.8 – Tipos de juntas de solda

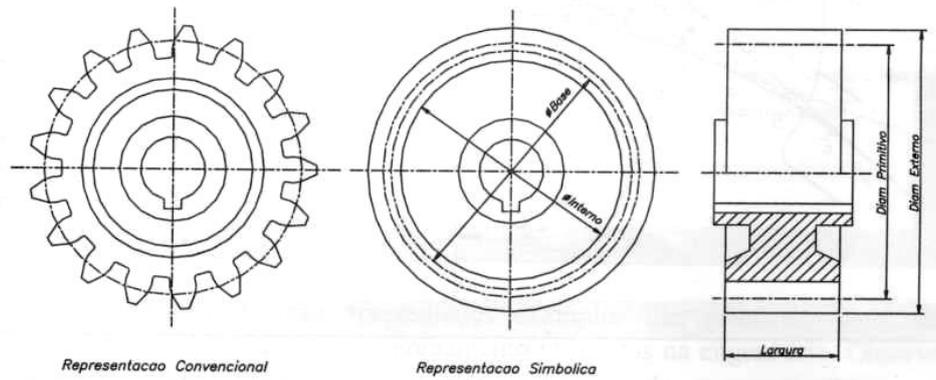
7.2 – Desenho de elementos mecânicos de transmissão (engrenagens)

O desenho técnico é muito utilizado para representação de elementos mecânicos de transmissão, como por exemplo as engrenagens. A norma NBR 11534 – Representação de engrenagem em desenho técnico fixa as condições para representação gráfica de engrenagem em desenho técnico.

Como princípio fundamental a norma NBR 11534 apresenta que uma engrenagem é representada, exceto na seção axial, como uma peça sólida, sem dentes, por circunferências concêntricas que representam as diversas superfícies que as constituem: externa, fundo do dente e uma superfície cilíndrica especial de referência, indicando-se apenas o diâmetro primitivo com uma linha, traços e pontos estreitos.

Se for necessário representar um ou dois dentes no desenho, ele deve ser representado com uma linha contínua larga. Se necessário representar a direção e forma dos dentes de uma engrenagem em uma das vistas, usar linha contínua estreita.

Como regra geral, não se representa a raiz do dente, exceto em seções ou cortes. Contudo, se for necessário representá-la com linha contínua estreita. Veja figura a seguir.



Além das engrenagens a que se fez referência, utilizam-se ainda outros tipos diferentes de transmissão, com correntes articuladas. A figura abaixo ilustra as representações convencional, simplificada e esquemática de uma transmissão por corrente de acordo com as normas alemãs.

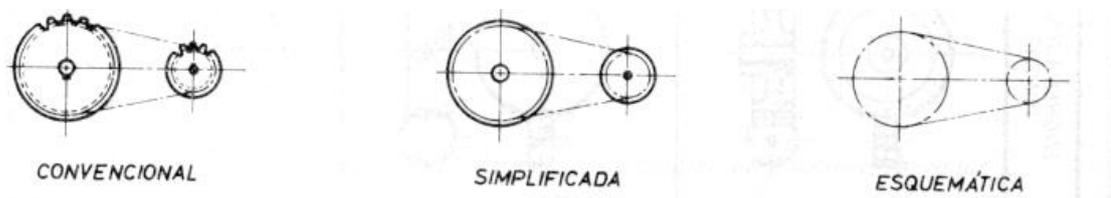


Figura 7.9 – Representação de uma transmissão por corrente

CAPÍTULO

08

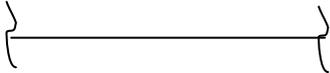
8 - DESENHO DE TUBULAÇÕES

Na elaboração de projetos industriais é necessário adotar sistemática de identificação para todas as tubulações, vasos, equipamentos e instrumentos. Essa identificação, que individualiza cada um desses elementos, visa não só ajudar na execução dos desenhos e dos cálculos, na fase do projeto, como também, facilitar a construção e a futura operação e manutenção.

Os desenhos de tubulação, assim como quaisquer outros desenhos de engenharia, devem obedecer às normas de desenho técnico, da ABNT, que rege este assunto no Brasil.

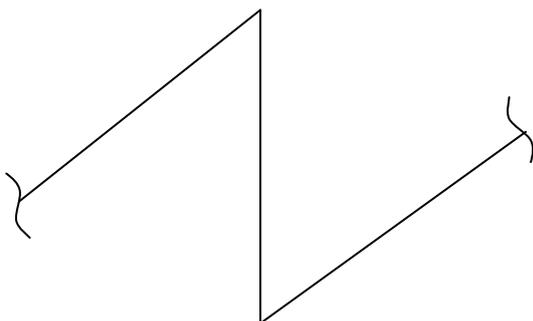
O assunto a ser estudado nesta aula, está contido de forma mais detalhada no livro de Tubulações Industriais – Materiais, Projeto e Montagem do autor Pedro C. Silva Telles, Caps. 13 e 14.

8.1 - Informações básicas

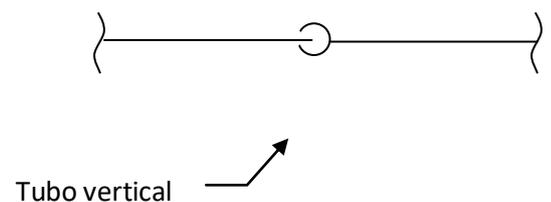
Para tubos até 12"		(linha simples)
Para tubo com $\phi \geq 14$ " (escala)		(linha dupla, em escala)

Correspondência entre Desenho e Perspectiva

Em perspectiva

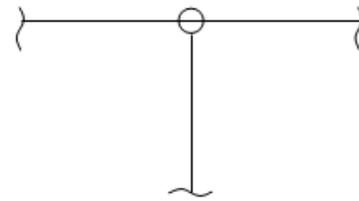
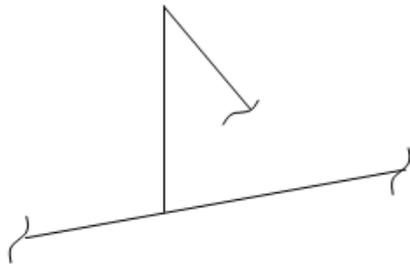
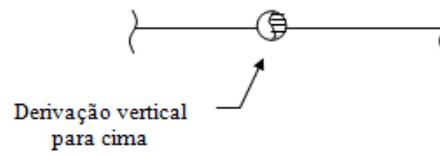
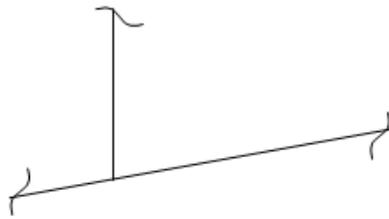
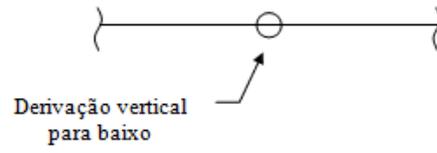
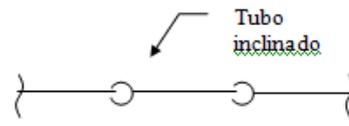
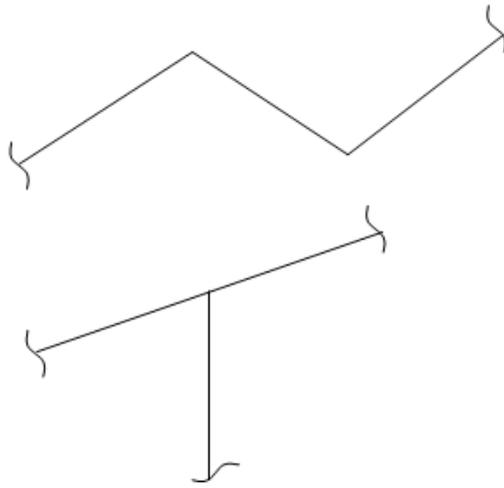


Em projeção

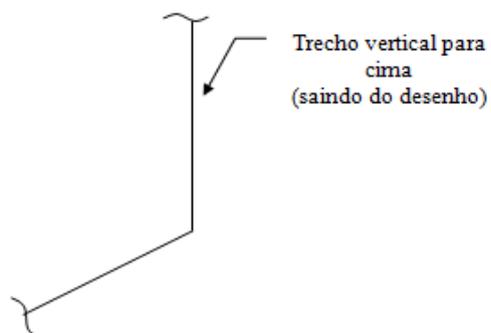


Em perspectiva

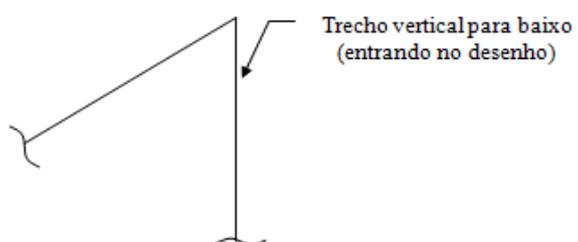
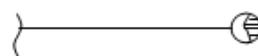
Em projeção



Em perspectiva



Em projeção



9 – Desenho Assistido por Computador (CADD)

Atualmente existem vários programas para auxiliar a elaboração de DT (Solid Works, Deform, Google SetchUp, Latex etc). No entanto, o software mais completo para elaboração de projeto e desenho assistido por computador é denominado CADD - Computer-aided desing and drafting. Por sua popularidade e ampla divulgação, muitas pessoas confundem a computação gráfica e suas inúmeras aplicações com o CADD. Outro erro muito comum, daqueles que desconhecem esta aplicação, é acreditar que o CADD é uma ferramenta de desenho, só que em vez de lápis e borracha, utiliza-se o computador. Essa é uma outra noção falha que precisa ser alterada.

Sempre nos referimos a CADD com dois "D's", em vez de CAD, coisa comum de ser encontrada na literatura técnica sobre o assunto, mesmo em publicações muito sérias. Essa diferença entre um ou dois "D's" é fundamental para o entendimento de duas coisas distintas. CAD é o acrônimo de "computer-aided drafting", enquanto CADD é o acrônimo de "computer-aided design and drafting", ou seja, a diferença não é tão sutil.

O CADD, antes de constituir uma ferramenta de desenho, é principalmente uma ferramenta de projeto.

Um aplicativo CADD possui uma série de ferramentas de apoio e desenvolvimento de desenhos técnicos. Dispensa o uso de esquadros, transferidores, compassos, tira-linhas, borracha e outros utensílios tão comuns no processo manual. O operador traça linhas, ângulos, círculos, arcos, elipses, retângulos e, nos sistemas tridimensionais, esferas, poliedros, cubos e outros sólidos geométricos, sem uma vez sequer recorrer a estes utensílios de desenho. Basta que indique alguns pontos e medidas básicas, e o computador encarrega-se do resto.

Mas as funções do programa vão além disso. Os bons aplicativos de CADD possuem recursos de mensuração e dimensionamento. O operador recebe na tela, permanentemente, as coordenadas dos pontos apontados pelo seu cursor. Ao traçar um segmento de reta, indicar a altura de um triângulo ou o raio de um círculo, o sistema lhe fornece a medida exata, em escala, desta dimensão. Se estiver cotando um desenho, bastará que aponte dois pontos, e o computador calculará a cota respectiva, escrevendo-na na posição pré-determinada pelo usuário.

O sistema pode calcular ângulos, distâncias, curvas, áreas e volumes, numa velocidade incrível. Nos sistemas mais evoluídos e de grande porte, as possibilidades de

aceleração de projetos são inúmeras. Eles permitem que, por trás do modelo gráfico e visual, coexista e esteja a ele associado um banco de dados, no qual o projetista pode armazenar tudo o que estiver associado ao desenho e suas partes.

Desta maneira, em um projeto de planta e fachada, o banco de dados poderá conter o código de cada elemento, suas dimensões, o tipo de material, as características unitárias deste material, a cor da pintura e assim por diante.

Ainda não paramos: quando se altera o arquivo visual do desenho, o banco de dados associado a ele é atualizado automaticamente, refletindo a mudança. O processo inverso também é viável. Manipulando-se o banco de dados, as modificações de natureza gráfica serão imediatamente processadas e visualizadas pelo operador.

Se ainda for necessário, um sistema CADD controla traçadores gráficos, produzindo desenhos bi e tridimensionais das peças, componentes, conjuntos e detalhes da máquina ou edificação que foram projetadas com ele.

9.1 - Sistemas CADD

Entre os sistemas de médio e grande porte comercializados no Brasil, podem ser citados o MicroStation e o AutoCAD, que é o mais popular. No entanto, de alguns tempos para cá houve uma proliferação de aplicativos com capacidades semelhantes as do AutoCAD, tais como o DATACAD, o TurboCAD, IntelliCAD e VisualCAD.

O treinamento de engenheiros e projetistas na utilização de estações CADD constitui um processo bastante demorado e dispendioso, mas as vantagens oferecidas justificam o esforço e são necessários.

Cada programa aplicativo de CADD tem um menu específico. Um programa de CADD para engenharia mecânica deverá ter um menu voltado à engenharia mecânica, enquanto um programa de CADD para arquitetura terá um menu voltado para a arquitetura.

Sistemas mais modernos como o AutoCAD, possibilitam um menu flutuante, onde o usuário clica com o mouse no evento desejado. Assim, existem menus com desenhos de linhas, arcos, círculos, que obviamente indicam cada finalidade.

Os sistemas CADD também são dotados de um “grid”, ou seja, uma malha graduada conforme a necessidade do usuário, que pode ser utilizada para aumentar a precisão e a execução do desenho/projeto. Os “grids” podem ser visualizados e modificados conforme a necessidade do usuário podendo ser ou não impressos no desenho final.

Como o computador é uma excelente ferramenta para engenharia, tanto em termos de desenho como para projeto, muitos dos métodos utilizados para desenhar manualmente foram acrescentados aos sistemas CADD. Entre eles é possível destacar:

Layers: possibilita a separação do projeto em diferentes “camadas”, possibilitando assim um projeto efetuado de maneira otimizada que pode ser visualizado com maior clareza através do “congelamento” de determinadas “layers”. As “layers” são também utilizados para definir as espessuras das linhas que serão impressas no projeto final.

View: São funções de manipulação de desenho dentro dos sistemas CADD

Transformation: As funções de transformação, ao contrário, das funções de manipulação, alteram as informações dos elementos no banco de dados do desenho: “espelhar”, “copiar” e “rotacionar”;

Hachuras: Os sistemas CADD normalmente possuem um grande número de hachuras, que podem ser introduzidas dentro de um desenho;

Automatic and Semiautomatic Dimensioning: Os sistemas CADD possuem recursos capazes de cotar automaticamente os desenhos, apenas pela indicação dos elementos que se deseja cotar.

Além das potencialidades apresentadas anteriormente, os arquivos feitos em CADD podem ser gravados na memória do computador e abertos quando for desejo do usuário, possibilitando assim, correções sem os antigos borrões do processo manual.

O sistema CADD possibilita o desenho de plantas e fachada com mais rigor, precisão e qualidade. Os desenhos assistidos por computador configuram uma realidade na área da engenharia que vem sendo utilizada a cada dia com maior intensidade.

9.2 – Áreas de aplicação do projeto assistido por computador

Os projetos assistidos por computador têm uma vasta área de aplicação na Engenharia de Biosistemas. O conhecimento das normas que regem o desenho técnico é o início de um processo de conhecimento que será coroado com o uso da ferramenta CADD.

Na Engenharia de Biosistemas, a ferramenta CADD pode ser utilizada para elaborar projetos de instalações zootécnicas (plantas baixas, cortes, fachadas, locação), projetos topográficos (altimetria e planimetria), projeto de elementos de máquinas, projetos de sistemas de armazenamento de grãos e finalmente projetos voltados à

agricultura de precisão por meio de utilização de GPS (Sistema de posicionamento global).

A ferramenta CADD auxilia os desenhos, confere qualidade e maior precisão dos traços. O avanço tecnológico exige dos futuros profissionais o conhecimento desta ferramenta computacional que agrega tecnologia as diversas áreas da Engenharia.

10 – Referências Bibliográficas

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas:

NBR 6492 - Representação de projetos em arquitetura;

NBR 8196/94 - Emprego de escalas em desenho técnico;

NBR 8403/84 - Aplicação de linhas em desenhos;

NBR 10067/87 – Princípios gerais de representação em desenho técnico;

NBR 10068/87 - Folha de desenho - Leiaute e dimensões;

NBR 10126/87 – Cotagem em desenho técnico;

NBR 10582/88 - Apresentação da folha para desenho técnico;

NBR 10647/89 - Desenho técnico;

NBR 13142/94 - Dobramento de cópia de desenho técnico.

ALMEIDA NETO, J.T.P. org. **Desenho técnico para a construção civil 2**. São Paulo, EPU-Edusp, 1976. (Coleção Desenho Técnico)

BORTOLUCCI, M.A. (org.) **Desenho Técnico: teoria & prática**. São Carlos:SAP/EESC-USP, 2005.

BORTOLUCCI, M.A.; CORTESI, M.V.P. (org.) **Sistemas Geométricos**. São Carlos, EESC-USP, ago. 1998. /apostila/

CHING; Francis D. K. **Representação gráfica em arquitetura**. Porto Alegre: Bookman Editora.

CHING; Francis D. K. **Técnicas de Construção Ilustradas**. Porto Alegre: Bookman Editora.

FRENCH, T. E.; VIERCK, C. J. **Desenho Técnico e Tecnologia Gráfica**. 6.ed. São Paulo, Globo, 1999.

KAWANO, T.E.; VIERCK, C. J. **Desenho técnico e tecnologia gráfica**. 6 ed.São Paulo, Globo, 1999.

MONTENEGRO, Gildo A. **Desenho arquitetônico**. São Paulo: Edgar Blucher, 2001.

SILVA, E.O.; ALBIERO, E. ref. Adapt. **Desenho Técnico Fundamental**. São Paulo, EPU, 1977. (Coleção Desenho Técnico).

SILVA, A. et. al. **Desenho Técnico Moderno**. Rio de Janeiro. LTC, 2006.

TELLES, P.C.S. **Tubulações Industriais: materiais, projeto e desenho**. 7 ed. Rio de Janeiro, LLTC, 1987.

VENETIANER, T. **Desmistificando a Computação Gráfica**. Capítulos 1 e 2, 4ªEdição, Editora McGraw-Hill, São Paulo, 1988.