

DESENHO TÉCNICO:

DESENHO TÉCNICO

MARIA ANGELA BORTOLUCCI
MYRIAN V. PORTO CORTESI

EESC - USP
SÃO CARLOS, 1996

Class.				
Cult.				
Tombo				



APRESENTAÇÃO

Esta apostila, apresentada sob o título "Desenho Técnico", é o resultado de sucessivas revisões e acertos efetuados na antiga apostila "Desenho I - Notas de Aula"(1), chegando, finalmente, a essa última versão, totalmente revisada e ampliada, para melhor atender os objetivos da disciplina DESENHO - SAP.400 do Curso de Engenharia Civil. Juntamente com as apostilas "Desenho Arquitetônico"(3) e "Sistemas Geométricos"(4), já publicadas e atualizadas, integra o conjunto de conhecimentos básicos ministrados aos alunos do Curso de Engenharia Civil na referida disciplina.

Neste exemplar, estão incluídas informações valiosas para a elaboração de desenhos a mão livre e a instrumento. Inclui, ainda, uma abordagem detalhada de projeção ortogonal e perspectivas cavaleira e isométrica.

É preciso destacar a contribuição fundamental prestada pelos funcionários Donizeti A. Becaro e José Eduardo Zanardi, nas ilustrações, digitação e diagramação deste trabalho.

S.Carlos, abril 1996.

Maria Angela P.C.S. Bortolucci

Myrian V. P. Cortesi

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	01
1 MATERIAL E INSTRUMENTOS	02
Instrumentos e Uso.....	03
Cuidados Necessários no Uso dos Instrumentos	07
Material Necessário para as Aulas	08
2. CLASSIFICAÇÃO E APRESENTAÇÃO DOS DESENHOS TÉCNICOS.....	10
Etapas de Elaboração	11
Planejamento das Pranchas	12
Formato de Papel e Dobramento de Pranchas....	12
Legendas	15
3. LINHAS	16
Tipos de Linhas e seu Emprego	17
Primazia das Linhas	18
4. CALIGRAFIA TÉCNICA	19
5. ESCALAS.....	21
Escala Numéricas	22
Escala Gráficas.....	22
6. VISTAS ORTOGRÁFICAS.....	23
Noções de Projeção.....	24
Vistas Principais	24
Vistas Auxiliares	27
Representação de Arestas, Contornos, Etc.....	29
Interpretação de Desenhos	30
Vistas Seccionais	31

7. COTAGEM.....	36
8. DESENHO A MÃO LIVRE - ESBOÇOS.	
CROQUIS	41
Esboço de Vistas Ortográficas	43
Esboço de Perspectivas	44
9. PERSPECTIVA.....	47
Perspectiva Cônica.....	48
Perspectiva Cavaleira.....	50
Perspectiva Axonométrica	53
BIBLIOGRAFIA	57

INTRODUÇÃO

Desenhar projetos 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 inadequada para descrever forma, tamanho, e relação de objetos sólidos (relação de componentes).

A engenharia é uma ciência aplicada, assim a comunicação de fatos físicos deve ser precisa e completa; as relações quantitativas são expressas matematicamente, e os projetos específicos de cada área de atuação (máquinas, estruturas, etc.) dependem fundamentalmente da 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 à capacidade de visualização espacial (visualizar claramente os objetos no espaço).

De acordo com a Teoria das Projeções, dois métodos de representação podem ser usados - vistas ortográficas e perspectivas (assuntos tratados nesta apostila).

Na prática, existem duas formas fundamentais de “escrever” a linguagem gráfica: a mão livre e a instrumento.

O desenho a mão livre é um excelente método no processo de aprendizado da linguagem gráfica; é um importante meio de comunicação de idéias espaciais, muito usado profissionalmente em projetos preliminares e em alguns trabalhos definitivos.

O desenho a instrumento, por sua vez, é um método padronizado de expressão, organizado através de códigos internacionais.

Desta forma, é imprescindível que o aluno de engenharia se exercite, tanto no desenho a mão livre como no desenho a instrumento, para desenvolver, não só a precisão e a destreza manual, mas também a capacidade de julgamento dos trabalhos feitos sob sua direção futuramente.

Sendo assim, o objetivo desta apostila é auxiliar o aluno nas disciplinas de desenho, fornecendo instrumental básico para a obtenção de recursos e técnicas de projeto e representação.

1. MATERIAL E INSTRUMENTOS

Este capítulo trata dos instrumentos de desenho e da forma correta de manuseio, com a finalidade de propiciar ao aluno os conhecimentos básicos para uma execução eficiente de sua produção gráfica. Vale ressaltar que o uso adequado dos instrumentos evita a imprecisão, a lentidão, as dificuldades na construção do desenho e, finalmente, a baixa qualidade da apresentação gráfica.

INSTRUMENTOS E USO

O bom resultado obtido na apresentação do Desenho Técnico depende de vários fatores. entre eles estão o material e os instrumentos utilizados. Por esta razão, estão relacionados, a seguir, os principais instrumentos de Desenho acompanhados de esclarecimentos e cuidados que devem ser tomados pelo aluno na aquisição e no uso dos mesmos.

Prancheta

O tamanho médio do tampo de madeira deve ter 1.00 x 1.20. Existem vários modelos à disposição nas casas comerciais (a solução mais simples é uma porta de compensado sobre dois cavaletes). A boa iluminação sobre a prancheta também é importante (a luz deve vir da esquerda, no caso da pessoa destra).

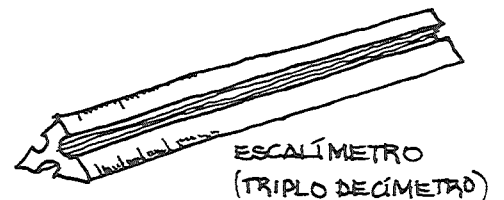
Papel

Os tipos mais comuns são o manteiga (ou arroz) e o vegetal, pois são transparentes e dão condições para cópias heliográficas. O papel sulfite é muito comum também, principalmente no desenho técnico mecânico (para esboços).

Alguns cuidados devem ser tomados com relação ao papel: o tamanho necessário para o desenho; a forma de prender na prancheta (próximo ao cabeçote da régua T e com fitas adesivas).

Régua Graduada ou Escalímetro

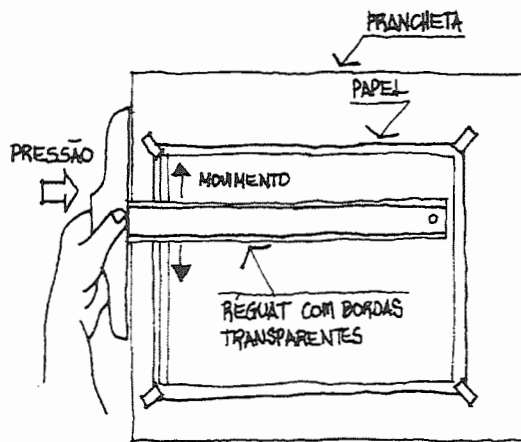
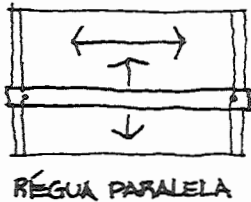
Devem ser usadas para tomar medidas. Deve-se evitar marcá-las com lápis e nunca devem ser usadas para traçar retas e nem cortar o papel, pois acabam por perder as marcações e a precisão.



Régua T ou Paralelas

Auxiliam o traçado de linhas paralelas horizontais e o manejo dos esquadros. Existem vários tipos e tamanhos, tanto de régua T, como de régua paralelas, entretanto a régua T mais conveniente é a que tem cabeçote fixo com borda transparente, e comprimento de 1.00. A régua T deve ser

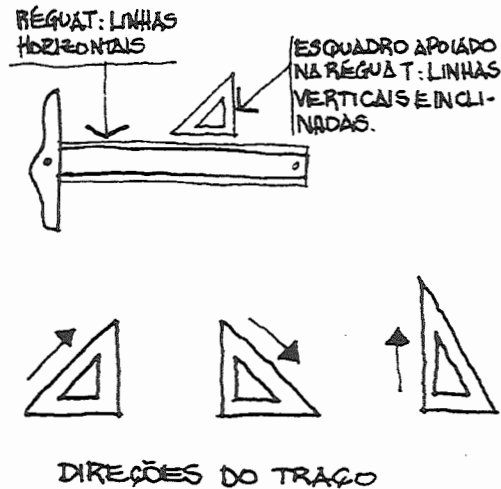
manejada com a mão esquerda e sempre ser colocada no lado esquerdo da prancheta, quando a pessoa é destra.



Esquadros

Servem para traçar retas paralelas, perpendiculares e inclinadas, com o apoio da régua ou do seu par.

Devem ser transparentes e sem graduação, um de 45° e outro de 60°, com um comprimento em torno de 30cm.



Lápis ou Lapiseiras

Os lápis de madeira sextavados são muito comuns, embora o uso de lapiseiras seja muito prático.

A consistência do grafite varia desde mole (6B, 4B, 2B, B), média (HB, F) até dura (H, 2H, 4H). Os grafites mais moles são mais indicados para desenhos a mão livre, de expressão; para os desenhos técnicos a instrumento são mais usados os grafites médio e duro.

Borracha

Existe grande variedade. mas deve ser macia para lápis e dura para tinta.

Transferidor

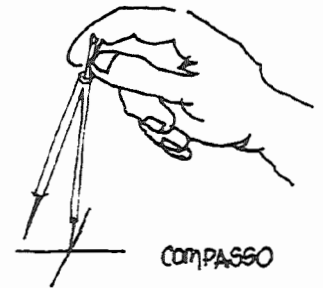
Serve para marcar ângulos e fazer leituras. Deve ser transparente e ter de 15 a 25cm de diâmetro.

Curvas Francesas, Flexível e Universal

Servem para traçar qualquer curva desejada.

Compasso

Serve para traçar arcos e circunferências. grandes e pequenos. Para usá-lo, deve-se marcar o centro no papel (+), colocar a ponta seca neste centro e girá-lo no sentido horário, segurando-o com os dedos no pino e inclinando-o um pouco.



Canetas de Estilete e "Graphos"

São usadas no desenho a tinta nanquim (traços retos e curvos, letras - normógrafo, etc.), tanto a mão livre como a instrumento.

Atualmente as canetas de estilete são mais usadas e suas penas variam de espessura desde as mais finas até as mais grossas (0.1, 0.2, 0.3, 0.4, ... 1.2).

Normógrafo

É usado para fazer letras e números. Existem vários tipos: chapas metálicas, régua transparentes vasadas e régua gravadas (para serem usadas com aranha).

Nanquim

Existem diversas cores, mas no desenho a instrumento o preto é mais usado (escolher sempre uma boa marca).

Líquido Removedor de Nanquim

Serve para limpar as canetas após o uso, por meio de imersão na solução diluída em água.

Benzina

Serve para manter a prancheta e os instrumentos limpos, durante a execução dos desenhos.

Fita Adesiva

É usada para prender o papel na prancheta.

Escova

Serve para limpar o desenho, durante sua execução.

Pano de Algodão (Flanela ou Similar)

Utilizado no trabalho a tinta.

Estilete ou Cortador

Usado para cortar o papel e apontar lápis.

Lixa

Utilizada para “manter” a espessura do grafite do lápis e do compasso.

CUIDADOS NECESSÁRIOS NO USO DOS INSTRUMENTOS

Para se obter maior qualidade no resultado gráfico e melhores condições de uso dos instrumentos e material de desenho, é preciso tomar certos cuidados de manutenção.

Antes de iniciar um desenho é preciso limpar a prancheta e os instrumentos que vão ser utilizados. Caso contrário, o desenhista poderá ter como consequência uma prancha suja, principalmente se o desenho for a lápis. É aconselhável manter os instrumentos sempre limpos.

Nunca cortar o papel com canivete ou lâmina, usando a régua T ou o esquadro como guia. Poderá provocar dano ao material (tirar "lascas"), alterando a precisão dos traços.

Usar o lápis sempre bem apontado. Nunca trabalhar com a ponta do lápis gasta ou com grafite solto na lapiseira (final de grafite). Quando for apontar o lápis, fazê-lo longe da prancheta (evitar sujar o desenho).

Ao usar a régua T, colocá-la sempre no lado esquerdo da prancheta (para manusear com a mão esquerda, se a pessoa é destra), e desenhar sempre com a aresta superior. Nunca desenhar com a aresta inferior da régua T e nunca colocar pesos para mantê-la no lugar.

Usar o escalímetro apenas para tomar medidas. Nunca usá-lo para traçar retas.

Nunca traçar uma linha a lápis, ou a tinta, voltando para trás. Seguir sempre a orientação correta das direções do traço, tanto a mão livre como a instrumento (puxar o lápis).

Nunca dobrar papel manteiga ou vegetal. Apenas as cópias (heliográficas, xerox, etc.) feitas em papel opaco podem ser dobradas para arquivamento.

MATERIAL NECESSÁRIO PARA AS AULAS

A lista de material apresentada a seguir será usada nas disciplinas de Desenho dos cursos de Engenharia da EESC. Entretanto, o professor deverá orientar o aluno quanto ao momento oportuno para a sua aquisição e utilização.

• Papel

Um bloco de papel sulfite (opaco) tamanho A3 (29,7 x 47,0 cm), para a realização de todos os exercícios a mão livre ou a instrumento (o aluno pode optar pela aquisição de folhas soltas ao invés do bloco). É aconselhável que as folhas já tenham margens para maior facilidade do aluno.

• Lápis ou Lapiseira

Podem ser usados tanto a lapiseira como o lápis de madeira sextavado. O aluno deve ter, pelo menos, 4 grafites diferentes na sua lapiseira, ou em lápis sextavados: 4B, HB, F, 2H.

• Borracha

Deve ser macia para não estragar o papel, brancas ou verdes; se possível, experimente antes de comprar.

• Régua Graduada ou Escalímetro

Pode ser usada a régua graduada em milímetros, ou, se preferir, o escalímetro (triplo decímetro).

• Régua T

Deve ser com cabeçote fixo e bordas transparentes (ou totalmente transparente) com comprimento de 1.00 m.

- **Esquadros**

Não devem ter graduação. Devem ser transparentes e com tamanho aproximado de 30 cm (um de 45° e um de 60°)

- **Compasso**

Pode ser simples, sem muita sofisticação, mas com articulações nas hastes.

- **Fita Adesiva**

Pode ser crepe ou transparente, de boa marca.

- **Estilete ou Apontador**

O uso de lâminas (estilete) é mais apropriado para apontar o lápis.

- **Pano para Limpeza dos Instrumentos**

Pode ser de flanela ou algodão.

2. CLASSIFICAÇÃO E APRESENTAÇÃO DOS DESENHOS TÉCNICOS

Quanto ao aspecto geométrico, o desenho técnico pode ser: **desenho projetivo** - quando é o resultado da projeção do objeto sobre planos (vistas ortográficas e perspectivas), e **desenho não projetivo** - diagramas, esquemas, fluxogramas, organogramas, gráficos, etc.. Tendo em vista os objetivos das disciplinas de Desenho, apenas o desenho técnico projetivo está sendo abordado nesta apostila.

ETAPAS DE ELABORAÇÃO

Esboço (ou croqui) - é a primeira representação gráfica, elaborada geralmente a lápis, a mão livre e, algumas vezes, até sem escala, usando papel manteiga ou sulfite. O esboço é, antes de tudo, o suporte gráfico do raciocínio do projeto, do pensar espacial. Um esboço a mão livre, em qualquer situação, facilita muito a escolha das vistas e o planejamento geral da prancha.

Desenho Preliminar (ou anteprojeto) - é o esboço “melhorado”, podendo ainda ser feito a mão livre, mas com o uso constante da escala. Nesta etapa, as idéias são discutidas para se proceder às alterações necessárias.

Desenho Definitivo (ou Projeto) - é sempre elaborado a instrumento. Contem todas as informações necessárias a compreensão e execução do projeto (por esta razão também é chamado de desenho de execução). As informações técnicas e a cotação devem ser precisas, procurando evitar a necessidade de dedução de cotas, por exemplo.

Desenho de Detalhe - é o desenho de elementos isolados, ou de parte do conjunto. O detalhe é necessário para complementar as informações de um desenho definitivo. Também são feitos a instrumento, usando escalas mais ampliadas que permitem a clareza e a precisão.

Desenho de Conjunto - é o desenho que mostra, juntos, os vários elementos que formam o todo de um equipamento ou mecanismo.

PLANEJAMENTO DAS PRANCHAS

A distribuição do desenho em diversas folhas deve obedecer a uma lógica, conforme o conteúdo do trabalho que está sendo apresentado.

Selecionar a escala, por meio de cálculos e medições, e escolher a folha padronizada de dimensões convenientes, pode ser a seqüência de procedimento a ser adotada. Ou, ao contrário, usar uma folha padronizada a priori, e encontrar a escala adequada, posteriormente. Não importa o método de trabalho escolhido, é sempre necessário o planejamento inicial. Calcular o tamanho de cada vista, o espaço entre as vistas, o número de linhas de cotas, o espaço entre as margens e o desenho, enfim, ter o cuidado necessário para assegurar maior clareza e legibilidade.

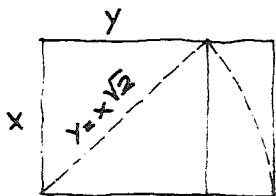
Para isto, deve-se observar:

- limpeza do trabalho (instrumentos e material limpos)
- distribuição adequada dos desenhos em cada folha
- escala adequada para cada tipo de desenho
- uniformidade dos traços para cada finalidade
- precisão dos traços (uso correto dos instrumentos)
- uso do grafite adequado a cada tipo de traço
- desenhar primeiro os círculos, furos ou arcos nas vistas (primeiro a linha curva, depois as retas)
- planejar também a colocação de texto e cotagem
- conferir o desenho final cuidadosamente.

FORMATO DO PAPEL E DOBRAMENTO DE PRANCHAS

A normalização das dimensões e formato do papel para desenho é uma exigência do próprio desenho em si, seja qual for a sua especificidade (economia de material e uso racional) e, até mesmo, de mobiliário (para arquivamento, etc.).

O formato escolhido pelas normas é o do retângulo harmônico $\sqrt{2}$ (razão do lado do quadrado e sua diagonal) que dá origem à série A. O formato básico do papel A_0 é o que tem 1m^2 de superfície. Deste formato derivam os demais.



Retângulo Harmônico $\sqrt{2}$
(que dá origem à série A)

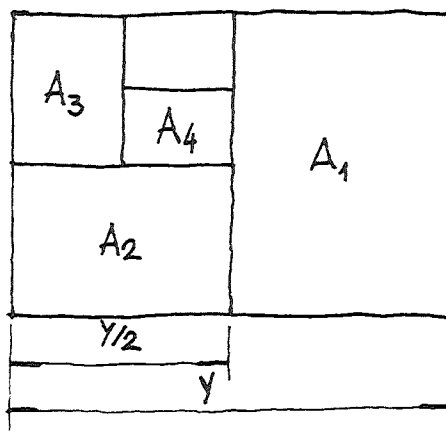
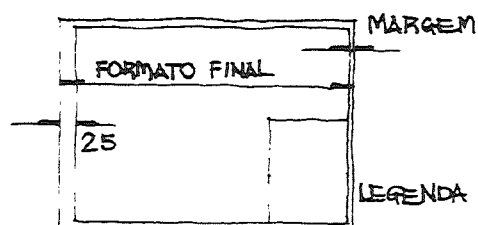
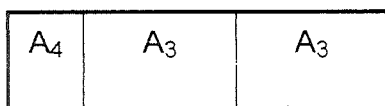


Tabela da Série A

CLASSE	FORMATO FINAL	MARGEM
4 A0	1682 X 2378	20
2 A0	1189 x 1682	15
A0	841 x 1189	10
A1	594 x 841	10
A2	420 x 594	10
A3	297 x 420	10
A4	210 x 297	5
A5	148 x 210	5
A6	105 x 148	5



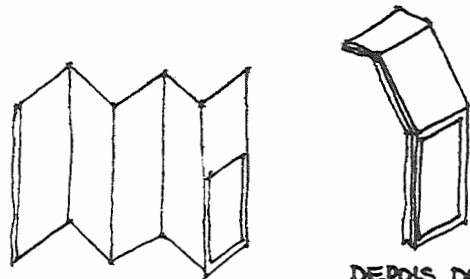
No lado vertical esquerdo deve-se deixar uma margem de 25mm para arquivamento
A legenda é o local onde são dadas informações sobre o desenho



pode haver a combinação de formatos iguais ou consecutivos

O dobramento de pranchas de desenho é necessário para o arquivamento. As folhas devem ser dobradas deixando visível a legenda. No dobramento o formato final é o A4. Isto é feito em função, também, do arquivamento em pastas ou classificadores.

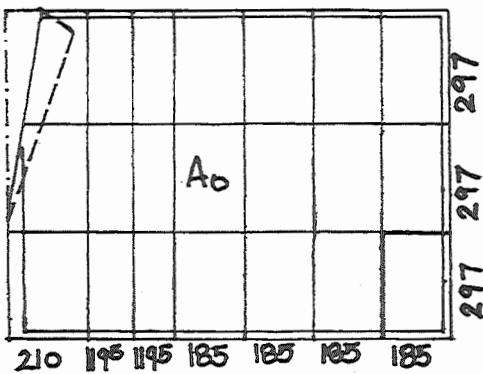
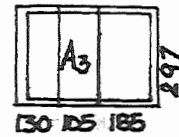
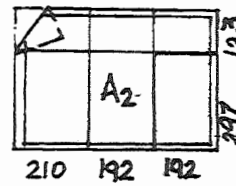
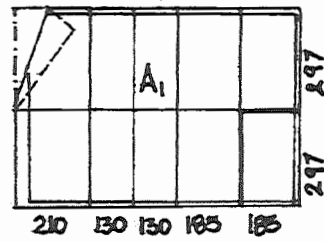
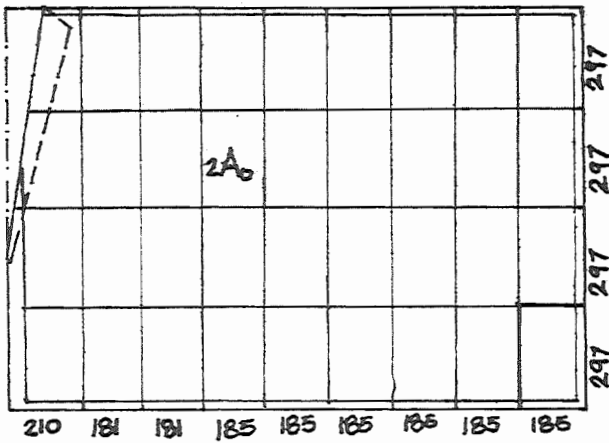
As dobras são feitas a partir do lado direito em dobras verticais. Depois de feito o dobramento no sentido da largura, são feitas as dobras horizontais no sentido da altura.



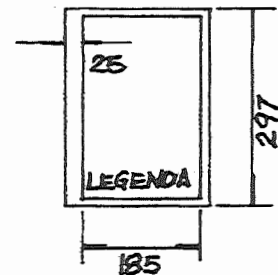
PRIMEIRO DOBRAS VERTICAIS

DEPOIS DOBRAS HORIZONTAIS

Nos formatos 2A₀, A₀, A₁ e A₂ deve ser dobrado o canto superior esquerdo, quando forem perfurados para arquivamento.



Formato final A₄, depois de dobrada a prancha para arquivamento.



LEGENDAS

A legenda e a lista de peças sempre são colocadas no canto inferior direito da prancha de tal modo que, depois de dobrada a prancha, estas informações continuem visíveis. A lista de peças e outras indicações devem ser colocadas logo acima, ou à esquerda da legenda.

A disposição da legenda deve ser a mais conveniente para a firma responsável ou órgão que irá aprovar o projeto (prefeituras municipais, por exemplo) mas sempre evitando que seja ultrapassada a largura de 17,5 cm.

Devem constar da legenda.

- Nome da firma
- Título do desenho
- Unidade de cotação
- Número de desenho e demais informações para classificação e arquivamento
- Datas e assinaturas dos responsáveis pela execução, verificação e aprovação

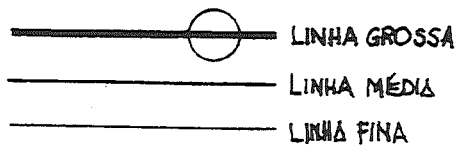
Legenda para ser usada nos exercícios realizados em sala de aula

80		20	
NOME	AN	FOLHA	
ESCOLA			30
DISCIPLINA		DATA	15
EXERCÍCIO		ESCALA	15

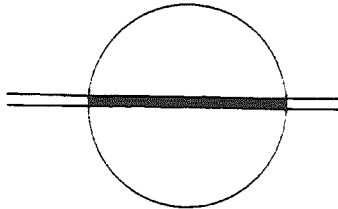
3. LINHAS

No Desenho Técnico, o tipo e a espessura das linhas variam para atender a convenções específicas carregadas de significado. É preciso dizer, ainda, que o bom resultado gráfico na execução das linhas depende, fundamentalmente, do uso correto do lápis ou da lapiseira.

TIPOS DE LINHAS E SEU EMPREGO



As linhas podem variar de espessura: grossa, média e fina. Podem ser fortes ou fracas, contínuas ou não. Para um traço ficar mais forte que outro, o lápis deve ser repassado várias vezes. E o traço grosso deve ser obtido pela soma de vários traços finos.

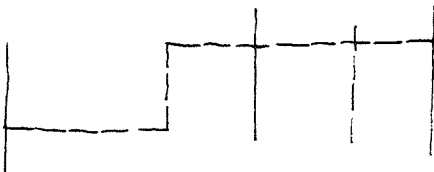


LINHA GROSSA
Dois traços finos paralelos preenchidos por tantos traços quantos necessários.

Linha grossa cheia ou contínua - arestas e contornos visíveis.

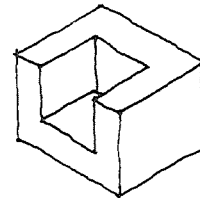
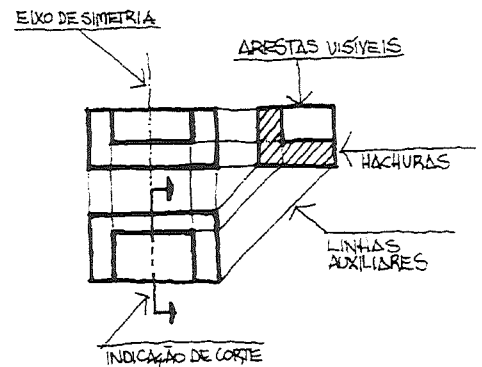
Linha grossa traço-ponto - indicação de cortes e seções.

Linha média tracejada - arestas e contornos não visíveis. A linha tracejada é constituída de pequenos traços e espaços (1/4 do comprimento do traço) sempre uniformes.

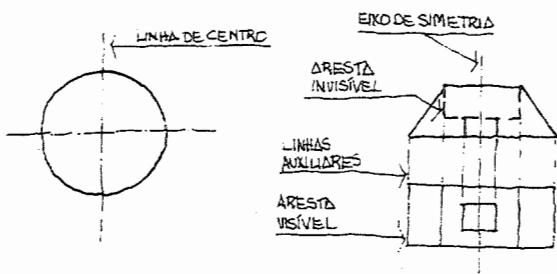


A linha tracejada sempre deve iniciar e terminar com um traço. E, sempre que houver cruzamentos, estes devem ser feitos com traços.

Linha fina contínua - linhas de cota e de extensão, hachuras, linhas de chamada e linhas auxiliares.



Linha fina traço-ponto - eixos de simetria e linhas de centro; posições extremas de peças móveis.



A linha traço-ponto é feita com traços longos, alternados por pontos, sempre regulares e uniformes. Deve ultrapassar ligeiramente o contorno da vista ou da circunferência. Deve, também, ser o traço inicial de um desenho, servindo de orientação para todas as medidas e dimensões do objeto.

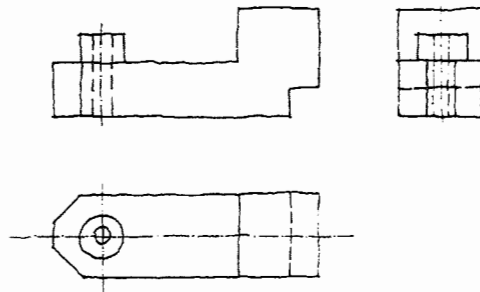
PRIMAZIA DAS LINHAS

Em qualquer projeção pode existir coincidência de linhas. As partes invisíveis de um objeto podem projetar-se de modo a coincidir com as partes visíveis.

Tendo em vista que as características físicas do objeto devem ser representadas, as linhas cheias e as tracejadas têm primazia sobre todas as demais. E por sua vez, o contorno visível é mais importante que o invisível, logo, a linha cheia tem primazia sobre a linha tracejada.

Quando o eixo e a indicação de um plano de corte coincidem, aquele que for mais importante para a legibilidade do desenho tem primazia sobre o outro. Observe a ordem de primazia.

1. Linha cheia ou contínua
2. Linha tracejada
3. Linha de centro ou de indicação de plano de corte
4. Linha de ruptura
5. Linha de cota e de chamada
6. Linha hachurada



4. CALIGRAFIA TÉCNICA

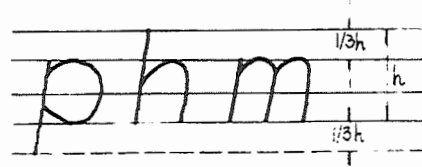
A caligrafia técnica é a forma de escrever usada no desenho técnico. Ela pode ser executada com o uso de instrumentos, como o normógrafo, ou a mão livre.

O objetivo deste capítulo é tratar exclusivamente da caligrafia técnica a mão livre. Portanto, as informações colocadas aqui estarão voltadas, principalmente, para esta finalidade.

CALIGRAFIA TÉCNICA

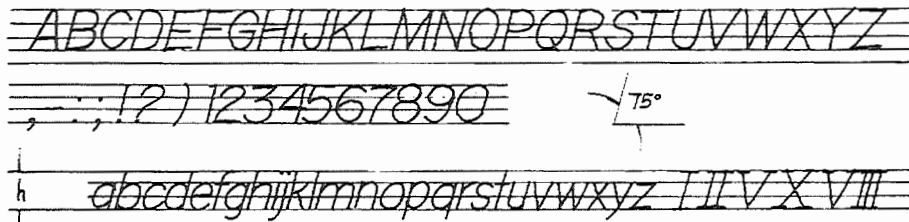
A caligrafia técnica a mão livre exige maior esforço para obter a regularidade e a precisão das letras. Neste sentido dois aspectos são fundamentais. Primeiro, a escolha da altura adequada da letra. A altura das letras, no desenho técnico, deve variar de acordo com a importância da informação fornecida, mas nunca deve se sobressair mais que o próprio desenho. Segundo, o uso de linhas auxiliares é fundamental para assegurar a regularidade, independentemente do tamanho ou tipo de letra.

- dividir a altura em 3 partes iguais, traçar linhas horizontais nas divisões e acrescentar mais uma para baixo.
- o corpo da letra maiúscula ocupa toda a altura (h) e o corpo da letra minúscula ocupa 2/3 de altura; a haste da letra minúscula ocupa 1/3, para cima ou para baixo.
- a espessura do traço é igual a 1/7 da altura (h).
- o espaçamento entre letras é 1/7 até 2/7 da altura, e entre palavras é de 4/7 da altura.

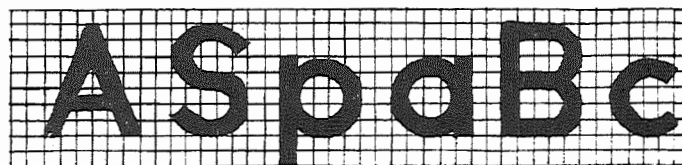


$h = 4\text{mm}$ é uma altura aconselhável para textos incluídos nos desenhos.

As letras podem ser verticais ou inclinadas. Nas letras inclinadas usar ângulo de 75° .



Quando são exigidas letras de altura muito grande, pode-se recorrer ao uso da quadricula.



5. ESCALAS

A necessidade de usar escalas no desenho técnico existe porque, na maioria dos casos, não é possível desenhar os objetos no seu tamanho natural.

Desenhar um lápis ou uma xícara em suas dimensões reais é uma tarefa bastante fácil. Mas desenhar um prédio de vários pavimentos, ou as peças de um relógio de pulso, nas dimensões reais é impossível. Nestes casos, é necessário fazer um desenho em tamanho reduzido para o prédio, e um desenho ampliado para as peças do relógio de pulso. Isto pode ser feito através do uso da escala.

Os recursos de ampliar, reduzir ou manter o tamanho natural de um objeto são explorados também de acordo com o grau de detalhamento exigido na apresentação do projeto.

ESCALAS

Escala é a relação entre as medidas do desenho e as correspondentes dimensões reais de um objeto

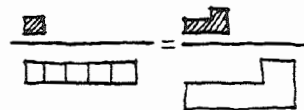
As escalas podem ser numéricas e gráficas.

$$\frac{D}{R} = \frac{\text{medida do desenho}}{\text{medida real}}$$

ESCALAS NUMÉRICAS

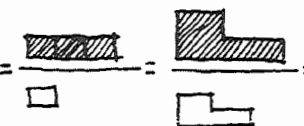
Escala Natural - Quando a escala é chamada natural significa que não houve redução nem ampliação. Ou seja, as dimensões reais do objeto são iguais às dimensões do desenho e sua representação é escala 1:1.

Escalas de Redução - As escalas de redução têm o numerador igual à unidade: escalas 1:2; 1:5; 1:10; 1:20; 1:25; 1:50 e outras. Na escala de redução 1:5, por exemplo, cada 1cm do desenho representa 5cm do objeto real.

$$\frac{1}{5} = \frac{D}{R} = \frac{\text{DESENHO}}{\text{REAL}}$$


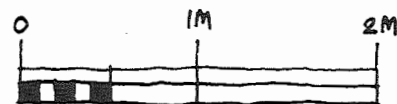
Escalas de Ampliação - As escalas de ampliação têm o denominador igual à unidade: escalas 2:1; 5:1; 10:1, etc.

Na escala de ampliação 3:1, por exemplo, cada 1cm real representa o triplo no desenho.

$$\frac{3}{1} = \frac{D}{R} = \frac{\text{DESENHO}}{\text{REAL}}$$


ESCALAS GRÁFICAS

Além da representação numérica, as escalas podem ser representadas graficamente, através das escalas gráficas.



6. VISTAS ORTOGRÁFICAS

Este capítulo é de fundamental importância nesta apostila. 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

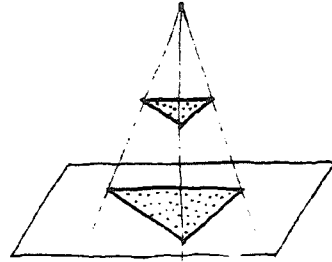
NOÇÕES DE PROJEÇÃO

Projeção - aplicação dos pontos de uma figura sobre um plano através 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).

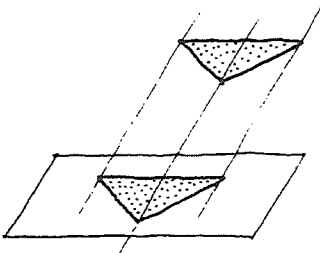
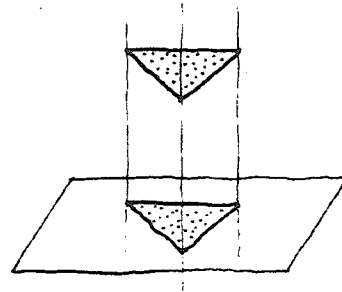
Tipos de projeção

Cônica - é a projeção obtida por retas divergentes que partem de um ponto (estacionário no finito)



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

VISTAS PRINCIPAIS

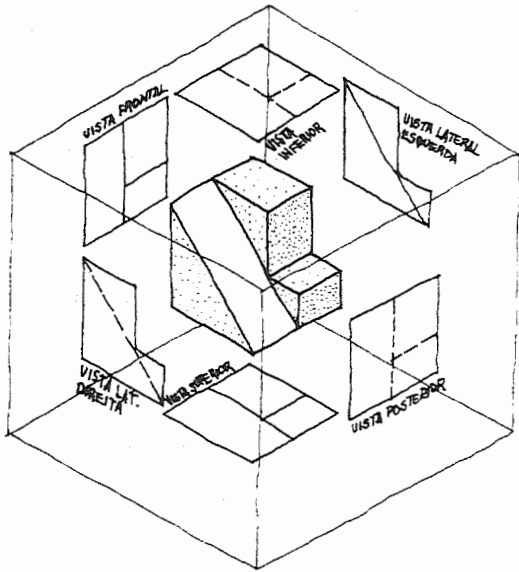
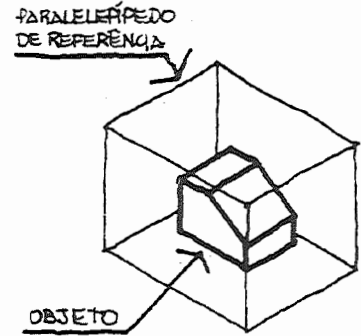
Ortogonal - "estar em ângulo reto"

Ortográfica - "escrita correta"

Vistas ortográficas - é o resultado da representação através da Projeção Cilíndrica-Ortogonal. É a representação da forma EXATA de um objeto

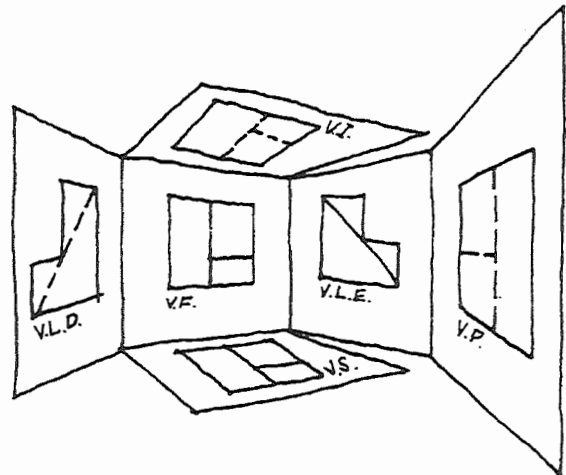
Usando a combinação de seis planos de projeção perpendiculares entre si, chamados Principais, que formam o Paralelepípedo de Referência.

O conceito de Paralelepípedo de Referência vem da geometria descritiva, considerando 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.

Paralelepípedo de Referência e a representação de um objeto



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 a 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)

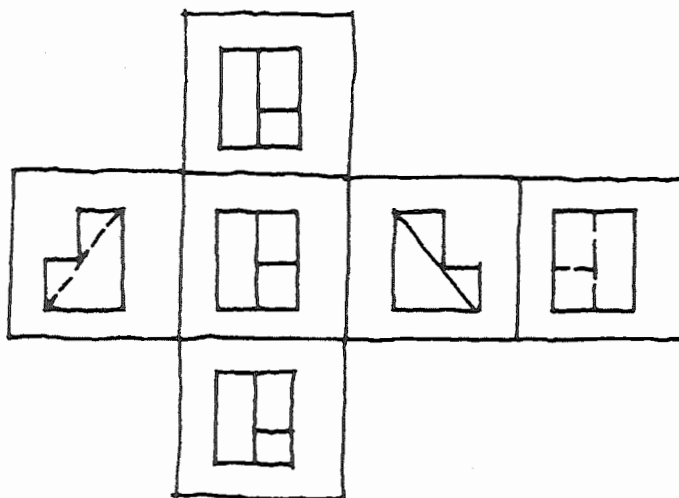
Vista Lateral Esquerda - é a representação da face esquerda do objeto (neste caso têm-se a altura e a profundidade, sem a dimensão da largura)

Vista Lateral Direita - é a representação da face direita (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)

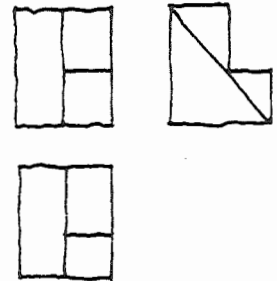
As faces do paralelepípedo, após o rebatimento sobre o plano do desenho ficam assim dispostas:



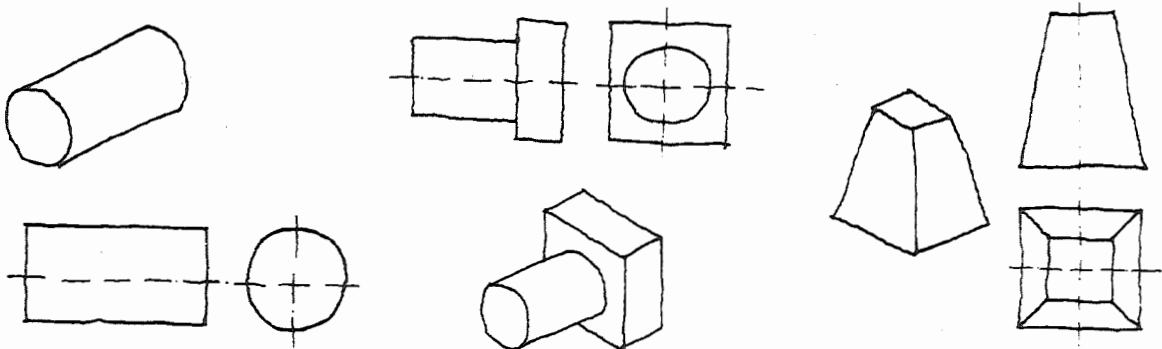
No desenho das vistas ortográficas não há necessidade de representar as arestas do paralelepípedo e nem de escrever o nome das vistas. Porém a montagem das vistas deve manter

- 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)



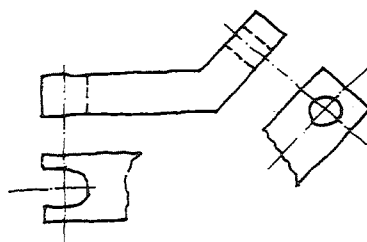
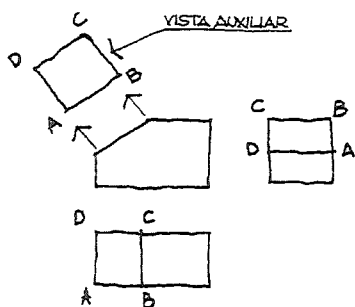
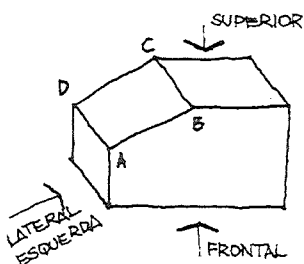
Existem peças em que apenas duas vistas são suficientes para sua representação. Nestes casos, escolhe-se a vista principal (seja frontal ou superior), e uma segunda vista, que melhor complete a representação.



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 mais 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. A necessidade de vistas auxiliares não elimina o desenho das vistas principais de um objeto.

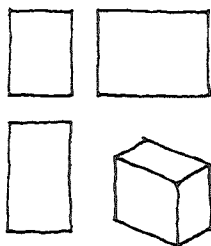


As vistas principais, superior e lateral esquerda, não permitem a visualização exata do plano ABCD. A sua verdadeira grandeza só pode ser obtida através de uma vista auxiliar.

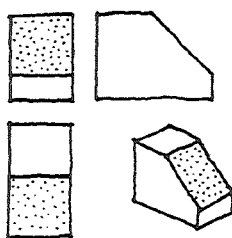
Vistas Auxiliares - Representação mais aconselhável para esta peça.

Classificação de Superfícies

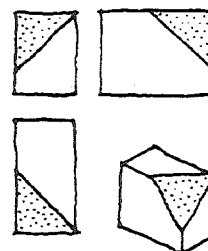
Qualquer objeto, dependendo de sua forma e posição no espaço, pode ou não apresentar faces paralelas ou perpendiculares aos planos de projeção. Desta forma, as faces de um objeto são classificadas segundo sua relação espacial com os planos de projeção.



1 - Mantem a relação de perpendicularidade e paralelismo com os planos de projeção.



2 - Inclinada 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.

REPRESENTAÇÃO DE ARESTAS, CONTORNOS, ETC.

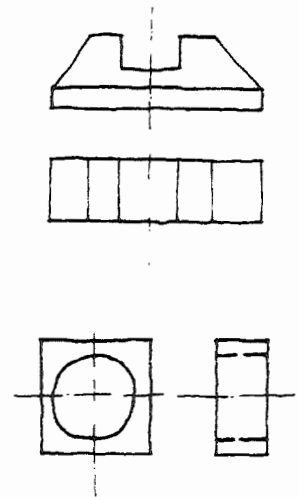
Arestas Invisíveis

Em quase toda projeção ortográfica pode ocorrer a existência de partes invisíveis do objeto ao olho do observador. Estas partes ocultas são representadas através 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.

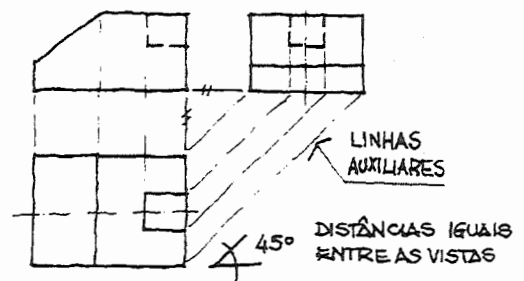
Linhas de Centro e Eixo de Simetria

Nas peças que são simétricas é importante a sua indicação através do eixo de simetria. Da mesma forma, sempre que existirem circunferências nos objetos desenhados, estes deverão ser destacados através das linhas de centro. A forma usada para executar estas indicações é através de uma linha fina composta de traços e pontos alternados e uniformes.



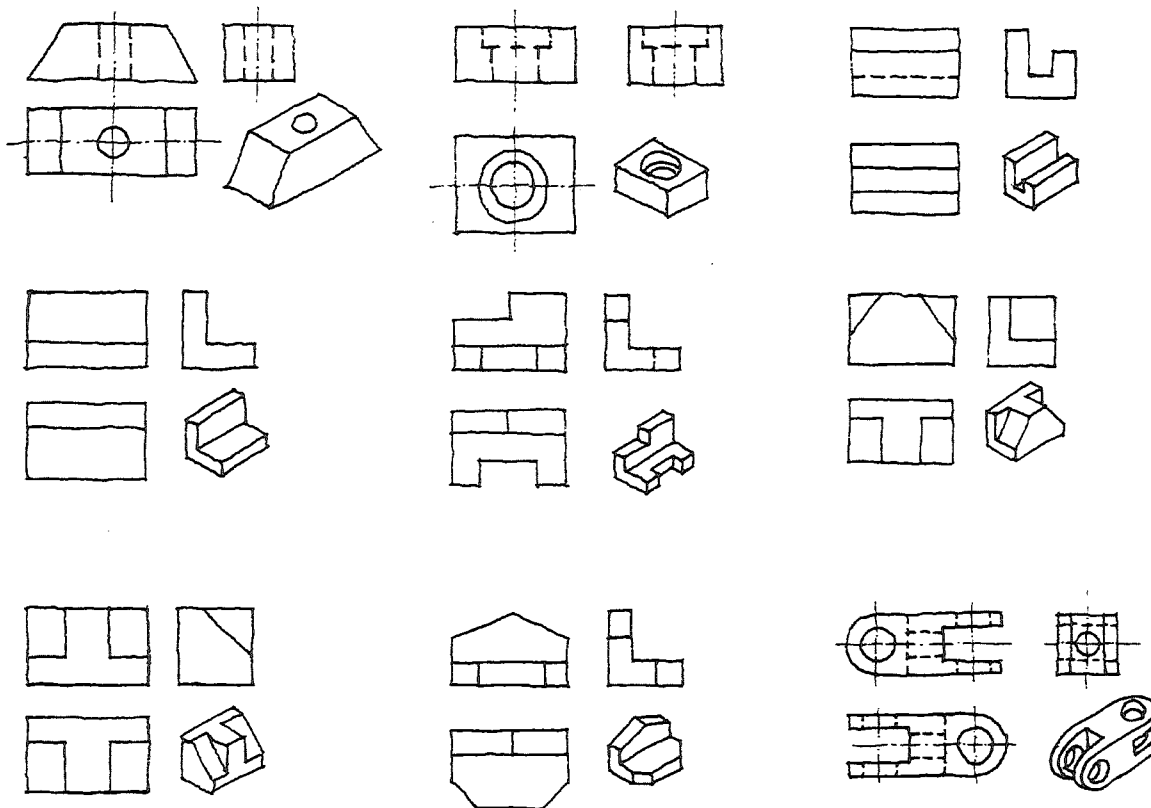
Traçado de vistas na profundidade

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.



INTERPRETAÇÃO DE DESENHOS

Através 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 de cada objeto, mas também a escolha das vistas executadas.

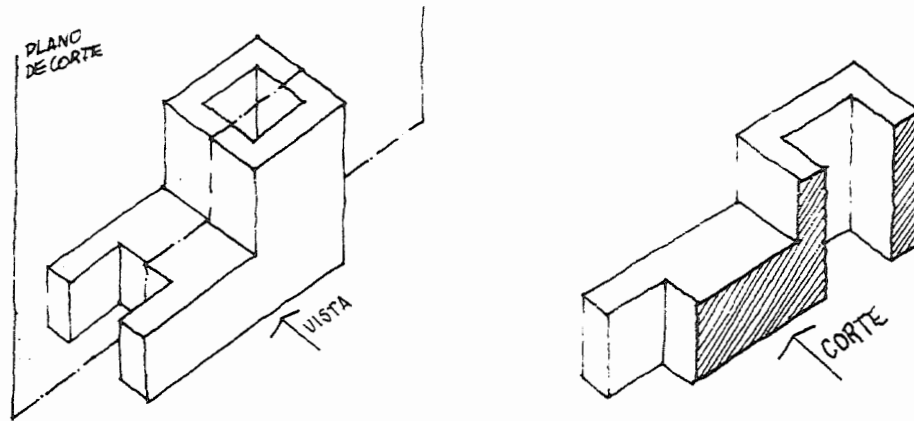


VISTAS SECIONAIS

A representação do objeto, exclusivamente através das vistas principais é insuficiente. Na prática, é necessário recorrer às vistas seccionais. As vistas seccionais são o resultado da intersecção do objeto por um plano secante, imaginando a remoção da parte que fica entre o plano e o observador. Desta forma, podem ser mostrados, de modo mais claro, detalhes internos das peças ou

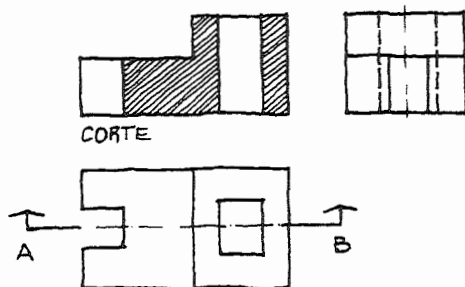
de conjuntos, indicando o material o tipo de acabamento das peças, etc. Além disto, as vistas seccionais permitem maior facilidade para a colocação de cotas internas.

As vistas seccionais se classificam em cortes e seções



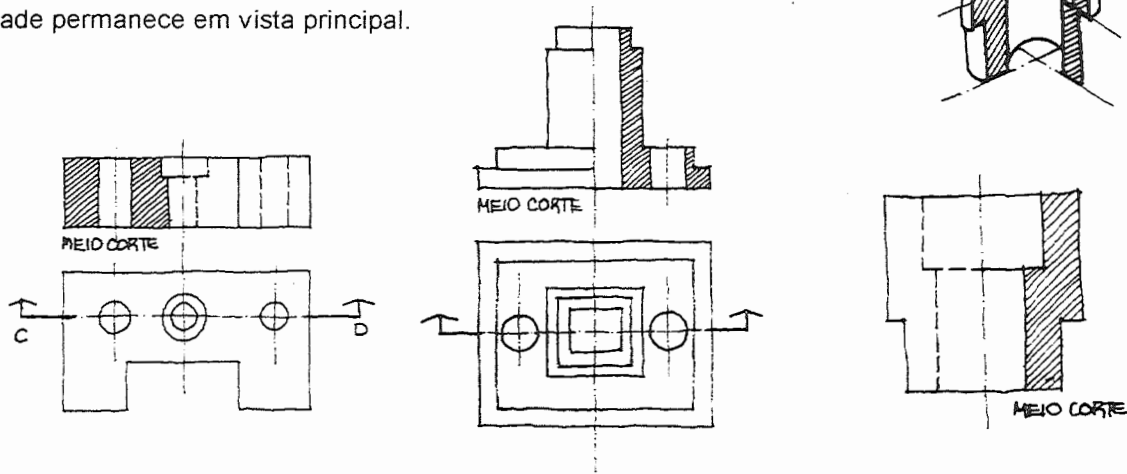
Cortes

Nos cortes são indicados a interseção do plano secante com o objeto e a projeção da parte do objeto que está depois do plano. Em geral a colocação do corte no desenho é feita em substituição à vista de mesmas visuais. Por exemplo na peça abaixo, o corte indicado na vista superior só poderia ser feito em substituição à vista frontal (conforme o sentido das setas). Não há necessidade de representar as arestas invisíveis nos cortes, exceto no caso de contribuir para a clareza ou simplificação do desenho. Os cortes podem variar de acordo com a extensão que atinge o objeto: corte pleno (ou total), meio corte, corte parcial, corte composto - com desvio ou rebatido.

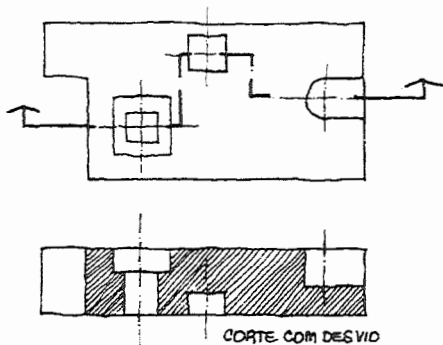
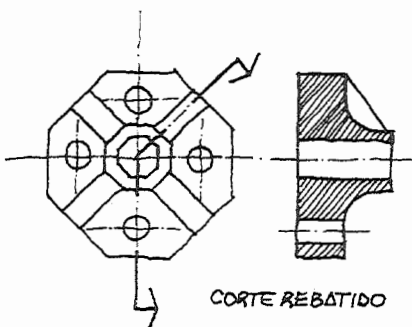
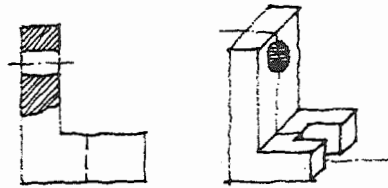


No corte pleno o objeto é cortado em toda a sua extensão. Pode ser longitudinal (no sentido da maior dimensão da peça - comprimento) e transversal (no sentido da menor dimensão - largura).

No meio corte, somente a metade do objeto é cortada. Este corte é conveniente em objetos simétricos, pois permite fornecer mais informações num único desenho: uma metade aparece em corte, enquanto a outra metade permanece em vista principal.



No corte parcial se evidencia um detalhe interno pode ser feito sobre uma vista principal (ou auxiliar) do objeto, delimitando-se a zona de corte com linha de ruptura.



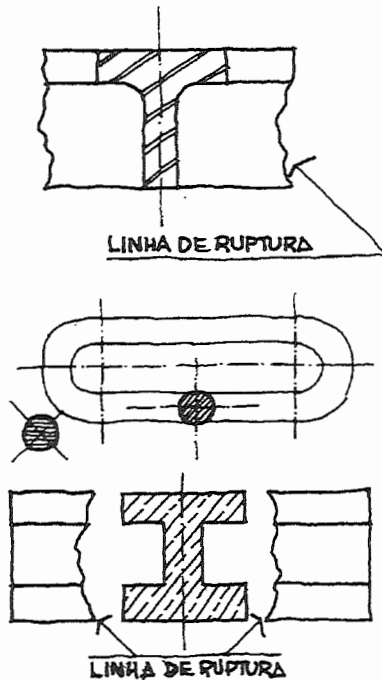
No corte composto, se recorre à associação de planos secantes diferentes num mesmo corte. Podem ser planos secantes paralelos (corte em desvio) ou planos concorrentes (corte rebatido). Adota-se este tipo de corte em determinados objetos para facilitar o desenho e a clareza. A rotação de detalhes ou partes oblíquas de algumas peças, através do corte rebatido, permite a representação em verdadeira grandeza.

A indicação do plano de corte é feita com linha grossa traço-ponto e com a colocação de setas nas extremidades da linha, mostrando a direção da parte da vista que está sendo visualizada no corte.

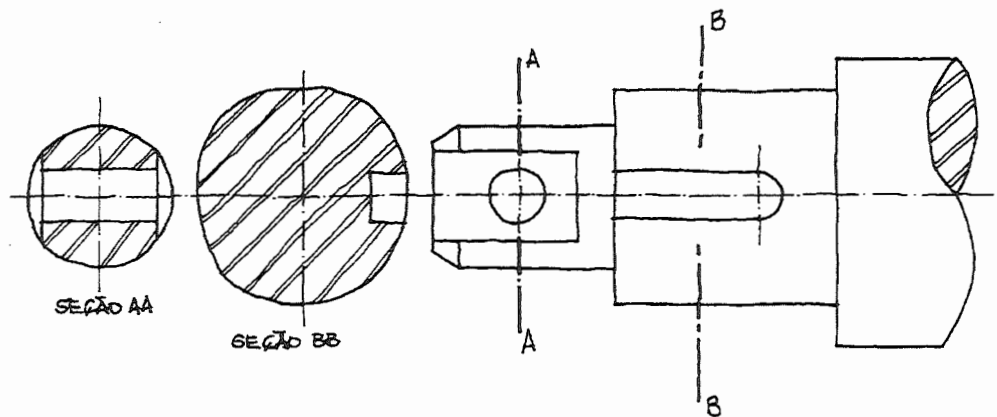
A direção do corte, normalmente passa pelo eixo principal da peça, mas pode também, quando isto se fizer necessário, mudar de direção (corte com desvio), para passar por detalhes situados fora do eixo. A mudança de direção do corte também deve ser assinalada pela linha grossa traço-ponto.

Seções

As seções indicam apenas a intersecção do plano secante com o objeto, desprezando a parte que fica depois do plano.



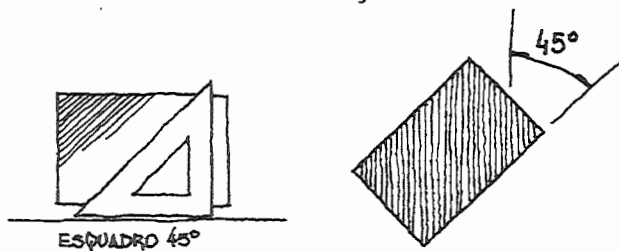
As seções podem ser executadas diretamente sobre a vista ou fora delas. Com este recurso, pode-se dar o perfil de algumas partes de um objeto, como braços de um volante, perfilados, etc., evitando-se o desenho de vistas que, na maioria das vezes, não dão a mesma clareza. Pode-se interromper o traçado da vista com linhas de ruptura, quando isto for auxiliar a clareza do desenho.



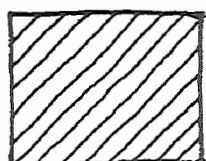
Hachuras

As hachuras são usadas para ressaltar as partes da peça em contato com o plano secante, tornando mais clara a representação. São traços equidistantes e paralelos, inclinados a 45°.

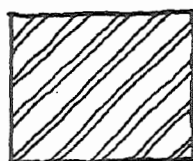
Nas peças cortadas ou seccionadas, a hachura adotada deve indicar o tipo de material que será utilizado na sua execução.



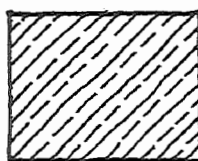
Alguns exemplos de hachuras usadas no desenho técnico:



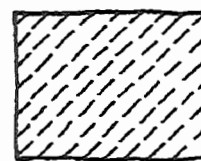
FERRO



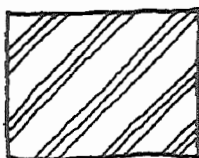
AÇO



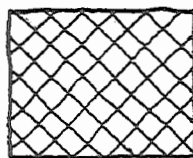
COBRE, LATÃO
BRONZE



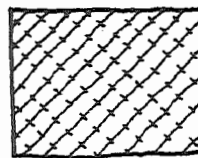
VIDRO



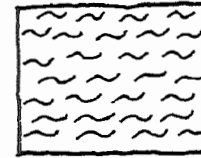
PLÁSTICO



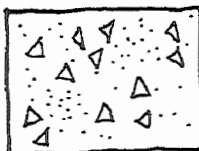
CHUMBO



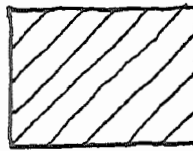
ALUMÍNIO



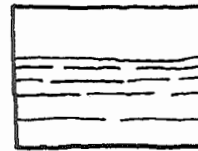
COURO, CORTIÇA
FIBRAS



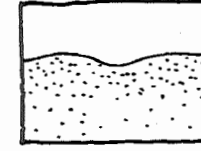
CONCRETO



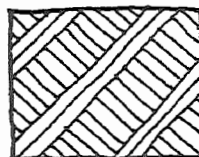
ALVENARIA



ÁGUA



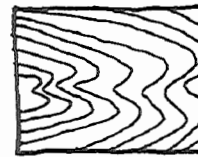
AREIA



TERRA



ROCHA

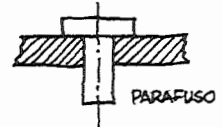
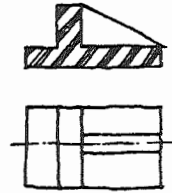
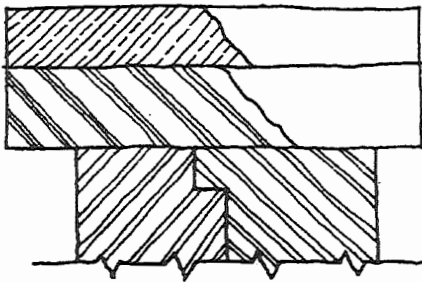
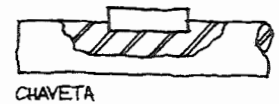
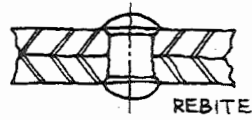


MADEIRA LONG.

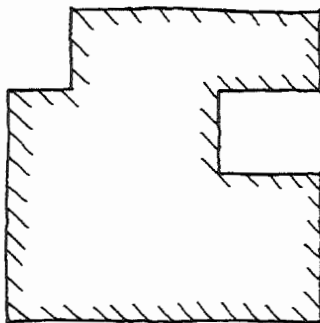
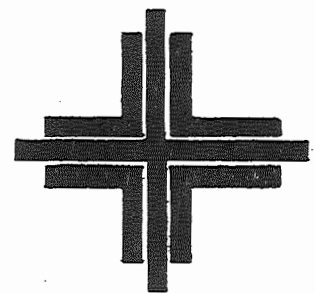


MADEIRA TRANSV.

No desenho de conjunto, as peças adjacentes devem ter hachuras diferindo na direção ou no espaçamento.



Quando a área a hachurar é muito pequena, em vez de hachuras, a peça pode ser enegrecida. No caso de peças adjacentes, a separação é feita por uma "linha de luz".



Quando a área de hachuras é muito grande, pode-se hachurar somente nas proximidades de contorno da peça, ficando a parte central sem hachuras.

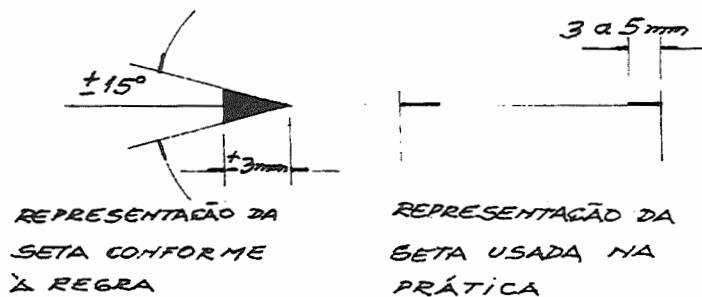
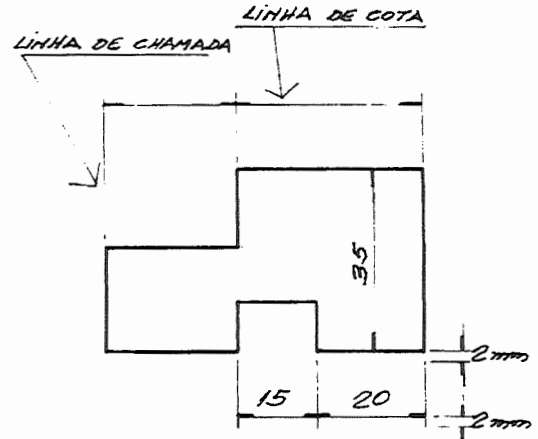
7. COTAGEM

As cotas são informações numéricas colocadas no desenho e correspondem às dimensões reais do objeto representado. As cotas são colocadas nos desenhos com o objetivo de permitir a execução do objeto, sem ter que recorrer à medição dos segmentos com escalímetro.

COTAGEM

As cotas são representadas com o auxílio de linhas de cota, limitadas por setas e pelas linhas de chamada, usando traços finos.

As linhas de chamada não devem tocar o desenho, mantendo sempre uma distância de 2mm. Por outro lado, devem se prolongar, além da última cota que abrangem, também por 2mm.

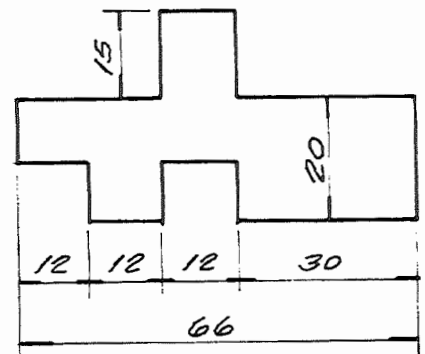


As setas colocadas nas extremidades das linhas de cota devem ter um ângulo de 15° e um comprimento de 3mm. Entretanto, na prática, a seta é executada apenas pelo reforço do traço nas extremidades da linha de cota.

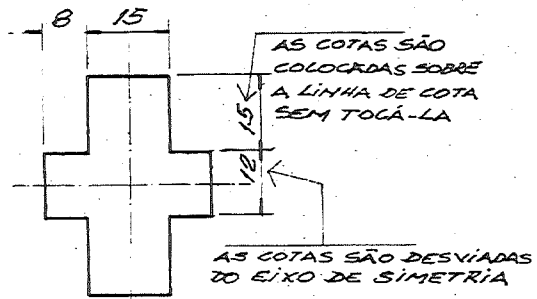
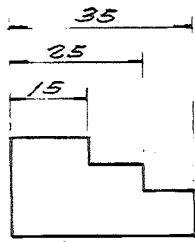
As linhas de cota devem ficar afastadas entre si e também de qualquer linha do desenho cerca de 7mm, seja qual for a escala do desenho.

As linhas de eixo de simetria, de centro e as do objeto não podem ser usadas como linhas de cota, apenas como linha de chamada.

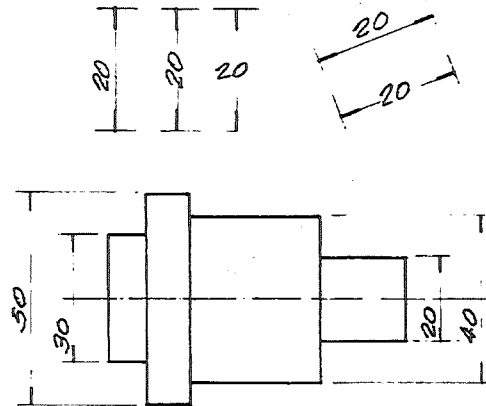
As cotas podem estar dentro ou fora do desenho, respeitando sempre que as cotas totais sejam colocadas por fora das parciais. Deve-se sempre colocar as cotas totais nos desenhos das vistas para dar uma visão geral das dimensões finais dos objetos.



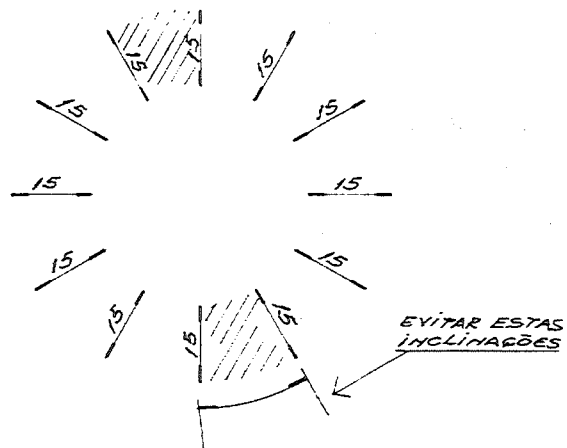
As cotas que têm a mesma direção podem ser dispostas em série, em paralelo, ou combinando as duas formas. Deve-se evitar o cruzamento e a repetição de cotas para não sobrecarregar o desenho.

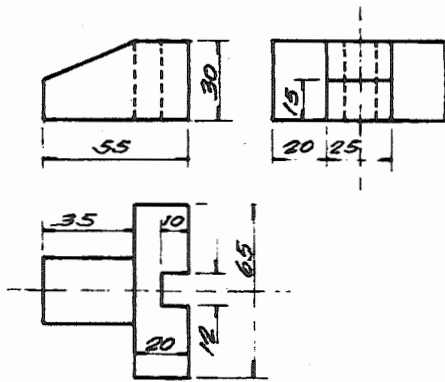


As linhas de cota podem ser contínuas ou interrompidas, e os algarismos sempre devem ser colocados no centro da dimensão, se forem apoiados diretamente nas linhas de cota. Por outro lado, não se deve colocar algarismos por cima de linhas do desenho, de eixo de simetria e de centro. Nestes casos, os algarismos devem ser desviados do centro para a esquerda ou para a direita, procurando a visualização mais clara.



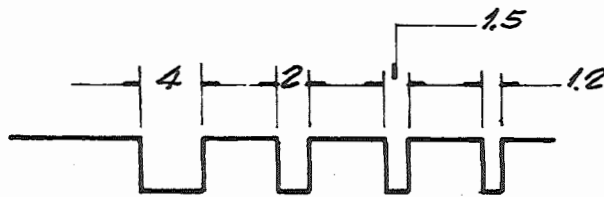
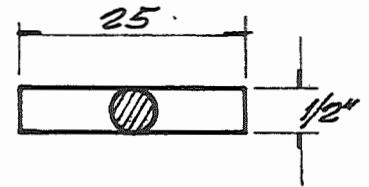
Deve ser evitada a colocação de cotas em direções que dificultem a leitura.





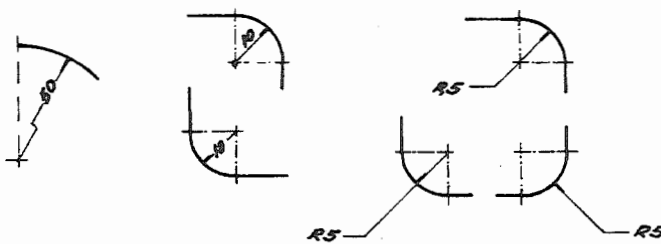
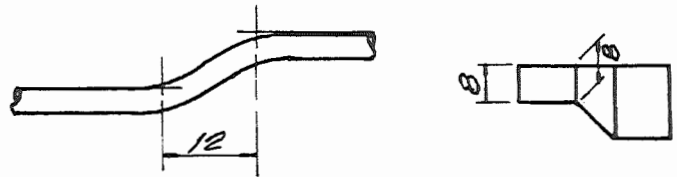
As cotas devem ser colocadas nas vistas que melhor caracterizem a informação, em função da clareza. De maneira geral, pode-se dar preferência à colocação das cotas entre as vistas (frontal e superior; frontal e lateral esquerda).

As cotas são sempre colocadas em milímetros, sem a necessidade de escrever o símbolo da unidade. Somente nos casos em que aparece uma unidade diferente é que deve constar o símbolo correspondente.



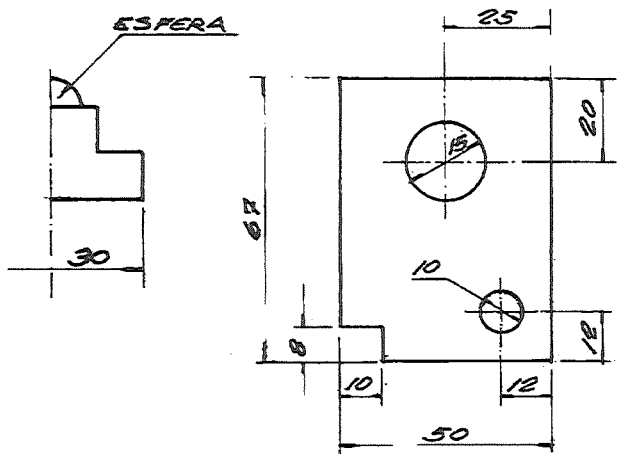
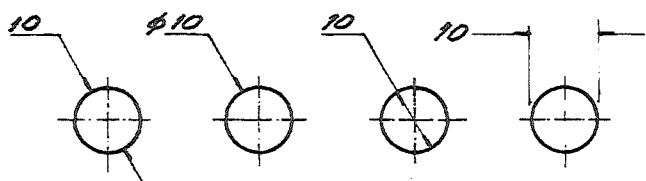
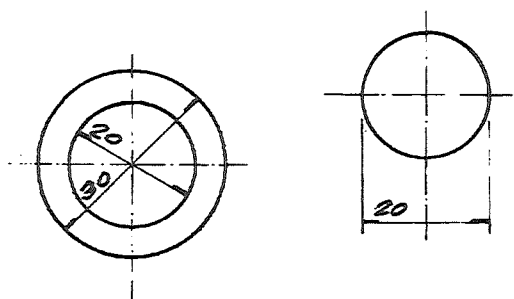
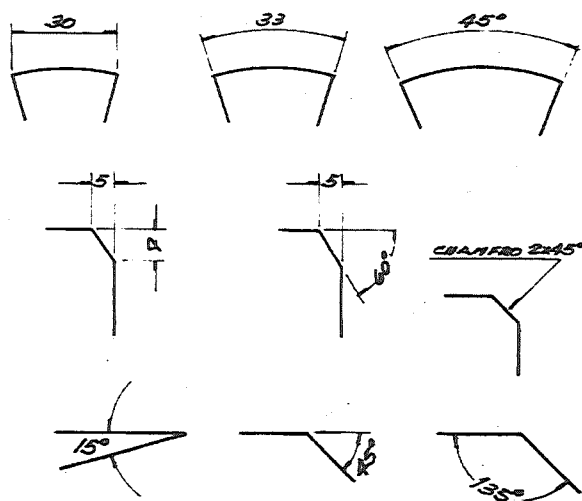
Existem várias formas para indicar os valores de cotas em pequenos espaços.

As linhas de extensão são sempre construídas perpendicularmente à dimensão cotada, entretanto, em casos excepcionais, é necessário traçá-las de forma oblíqua, mas conservando o paralelismo entre si. Existem situações em que a linha de cota se refere a linhas de construção.



As cotas de diâmetros são precedidas pelo símbolo \varnothing , as de raio pela letra R e as de quadrado pelo símbolo \square . As linhas de cota de arcos não levam seta na extremidade que está no centro do arco. A forma escolhida para indicação da cota em arcos se faz de acordo com o espaço disponível.

As cotas de corda, arco e ângulo apresentam formas distintas de representação. A cotagem de bisel e chanfros apresentam variações também.



A cotagem de círculos se faz de diversas formas, de acordo com o espaço disponível.

Os elementos esféricos são cotados pelo diâmetro, acrescentando a palavra esfera. Sempre que possível, deve-se aproveitar a simetria do desenho na cotagem. Além disso, nos desenhos simétricos em que aparecem vistas parciais, a linha de cota pode se estender um pouco além do eixo de simetria, conservando apenas a seta da outra extremidade - o valor da cota é o valor total.

8. DESENHO A MÃO LIVRE - ESBOÇOS, CROQUIS

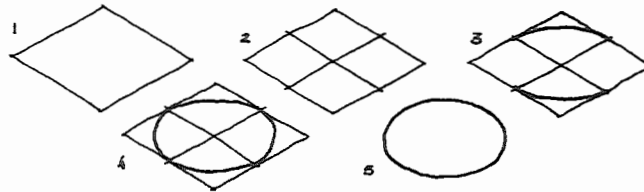
Desenvolver a habilidade para execução de desenhos a mão livre é parte indispensável da bagagem intelectual de todo engenheiro, mesmo quando são utilizados os avançados recursos disponíveis através da informática.

A utilização do desenhó a mão livre, em vez dos instrumentos, permite economia de tempo aliada à resolução de um maior número de problemas.

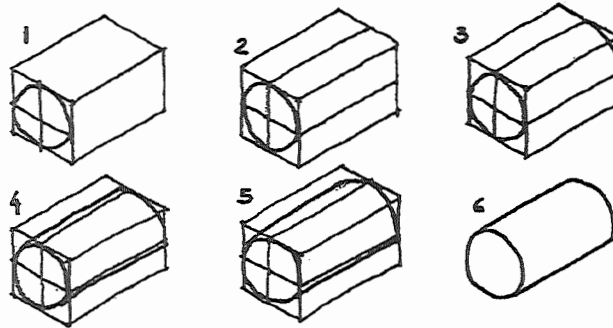
DESENHO A MÃO LIVRE - ESBOÇOS, CROQUIS

O desenho a mão livre é sem dúvida um exercício excelente para desenvolver a capacidade de observação e a visualização espacial.

Pode-se construir um esboço realizando medições com o auxílio da escala: primeiro, traça-se a linha; depois, indica-se a dimensão, pontuando início e fim.



Um bom desenho a mão livre pode ter traço ondulante (não precisa ser igual ao que é feito a instrumento). Porém deve ter direções precisas, proporções corretas, e deve possuir aparência tão "esmerada" quanto um desenho a instrumento.



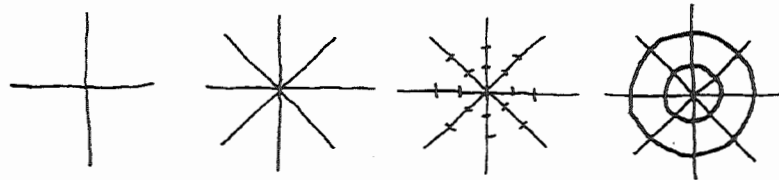
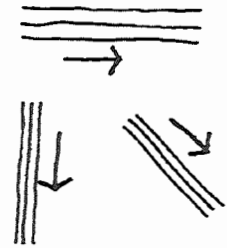
Fases do traçado a mão livre
Elementos Cilíndricos

O traço a mão livre deve ser contínuo e seguro; para isto é preciso usar o lápis adequado. Nos desenhos a mão livre são indicados os grafites mais moles e espessos, por exemplo 2B, 4B e 6B. Deve-se observar também a forma de pegar o lápis. É preciso dar sempre uma leve inclinação e puxar o lápis, nunca empurrá-lo. Não esquecer também de girar o lápis a fim de garantir a ponta arredondada e, conseqüentemente, a uniformidade do traço.

Outros cuidados podem ser tomados com o objetivo de assegurar a qualidade do traçado a mão livre:

- ao traçar uma reta entre dois pontos, deve-se manter os olhos no ponto terminal da linha, em vez de acompanhar a ponta do lápis.
- traços construtivos (linhas auxiliares) finos e fracos são valiosos na execução do desenho.

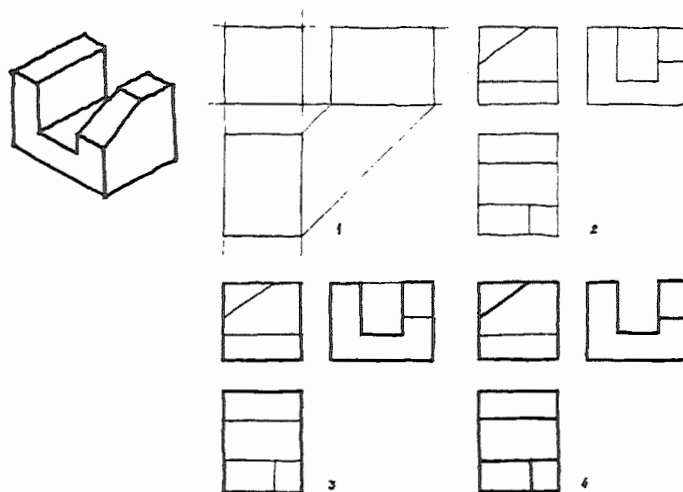
- as linhas horizontais devem ser traçadas da esquerda para a direita; as verticais e as inclinadas são traçadas de cima para baixo.
- no traçado de uma circunferência pode ser utilizado o seguinte processo:



Tanto no desenho de vistas ortográficas, como no de perspectivas, existem muitas vantagens em desenvolver a habilidade de construir esboços a mão livre.

ESBOÇO DE VISTAS ORTOGRÁFICAS

O desenho a mão livre é um método excelente para aprender os fundamentos da projeção ortográfica, podendo ser utilizado pelos principiantes, mesmo que ainda não dominem o uso de instrumentos na execução de desenhos ortográficos.

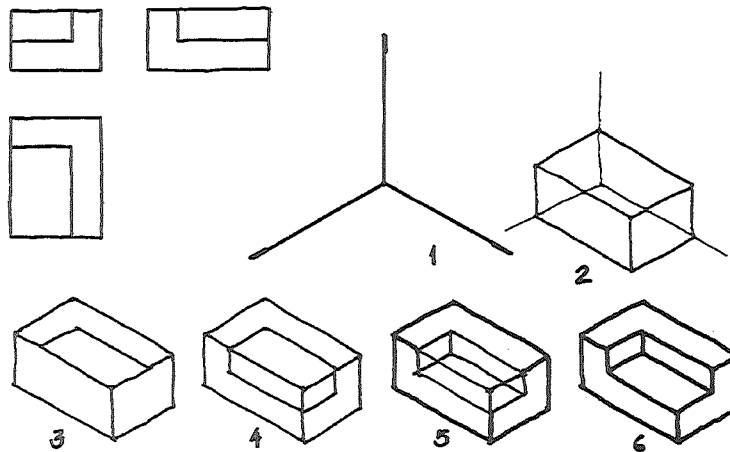
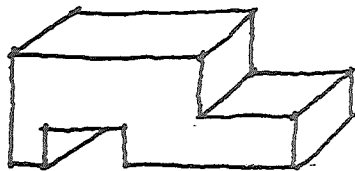
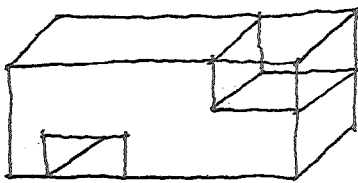
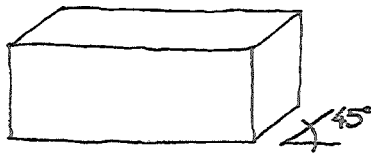


DESENHO ORTOGRÁFICO A MÃO LIVRE

1. Traçado dos espaços de cada vista; 2. Definição dos aspectos essenciais com linhas bem finas; 3/4. Traçado gradativo das linhas definitivas, das arestas visíveis (linhas cheias) às arestas invisíveis (linhas tracejadas).

ESBOÇO DE PERSPECTIVAS

No exercício da atividade de projeto, as primeiras idéias vêm à mente em três dimensões. Portanto, saber realizar esboços de perspectivas é a melhor maneira para “registrar idéias como forma visualizada”. Há dois métodos para construir esboços em perspectiva. O primeiro é através dos eixos, conforme é apresentado na teoria da perspectiva. O segundo método é através do auxílio do traçado de elementos espaciais geométricos, envolvendo o objeto a ser representado.

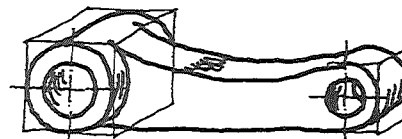


DESENHO A MÃO LIVRE, ATRAVÉS DOS EIXOS

1. Traçar os eixos; 2. Traçar os contornos externos;
- 3/4. Traçar o contorno dos detalhes; 5/6. Traçar as linhas definitivas.

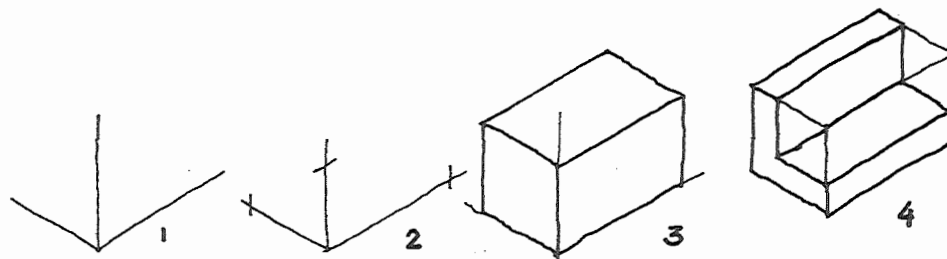
PERSPECTIVA A MÃO LIVRE, ATRAVÉS DE ELEMENTO ESPACIAL GEOMÉTRICO.

O elemento espacial geométrico deve definir as dimensões totais do objeto. Os recortes sucessivos vão permitir o delineamento definitivo da peça representada. O uso do elemento espacial geométrico é particularmente recomendado no caso de peças cilíndricas, curvas, arcos e círculos.

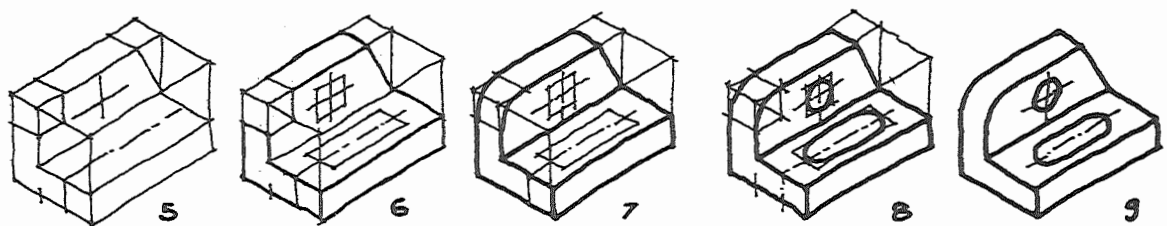


Esboço utilizando a perspectiva cavaleira. Observar o enquadramento das partes circulares

No esboço em perspectiva, os métodos mais utilizados são a perspectiva isométrica, a cavaleira (com ângulo de 45°) e, ainda, a perspectiva cônica (com um ou dois pontos de fuga).



VISTAS ORTOGRÁFICAS



ETAPAS DO TRAÇADO DE UM ESBOÇO EM PERSPECTIVA

Esboço de Perspectivas no Desenho de Observação

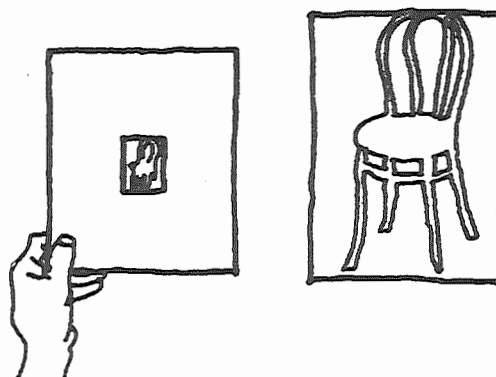
Outra forma de utilização do esboço de perspectivas é no desenho de observação. Neste caso, é preciso acrescentar técnicas e procedimentos específicos que são utilizados com o objetivo de permitir a apreensão real do objeto representado. Para tanto, o uso de texturas e sombras é de grande valia na obtenção da sensação de volume, profundidade e claro-escuro. As linhas definem os contornos, diferenciando as formas e os espaços num determinado formato de papel e assegurando a proporção do objeto representado. As texturas e sombras definem e realçam o volume.

No desenho de observação é importante ressaltar a necessidade de procurar ver o objeto isento de significados. É o registro de "percepções espaciais" sob a forma de "marcas no papel". Portanto, não é preciso pensar, somente perceber, observar e registrar o que se vê.

→ Desenhar devagar: desarma o hemisfério esquerdo...

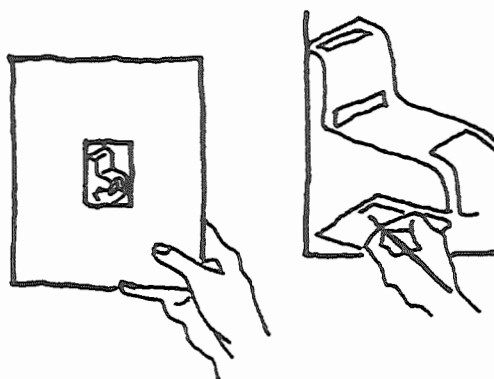
Passos a serem seguidos:

- examinar atentamente o objeto (fixar na mente) - contornos, formas, vazios, proporção;
- definir o enquadramento;
- seguir os mesmos ângulos, as mesmas direções.

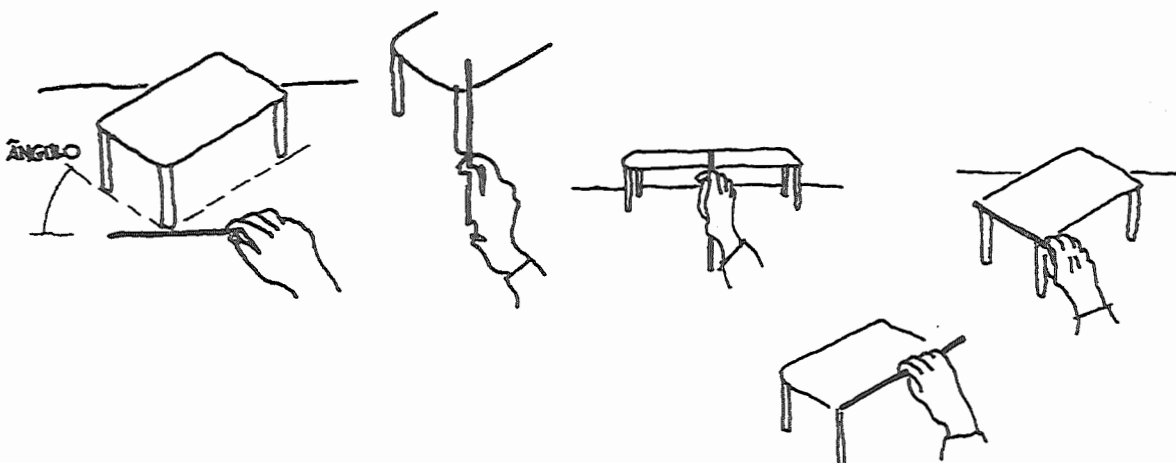


Técnicas que podem auxiliar:

- na passagem do tridimensional para o bidimensional - fechar um dos olhos;
- no enquadramento - as margens da folha, o visor, o lápis ou a própria mão;
- na proporção - o lápis.



O lápis é de grande auxílio no desenho de observação para aferir tamanhos, comparar dimensões, relacionar proporções e observar ângulos. Neste sentido, é preciso usá-lo sempre com o braço completamente estendido, a fim de manter a escala constante.



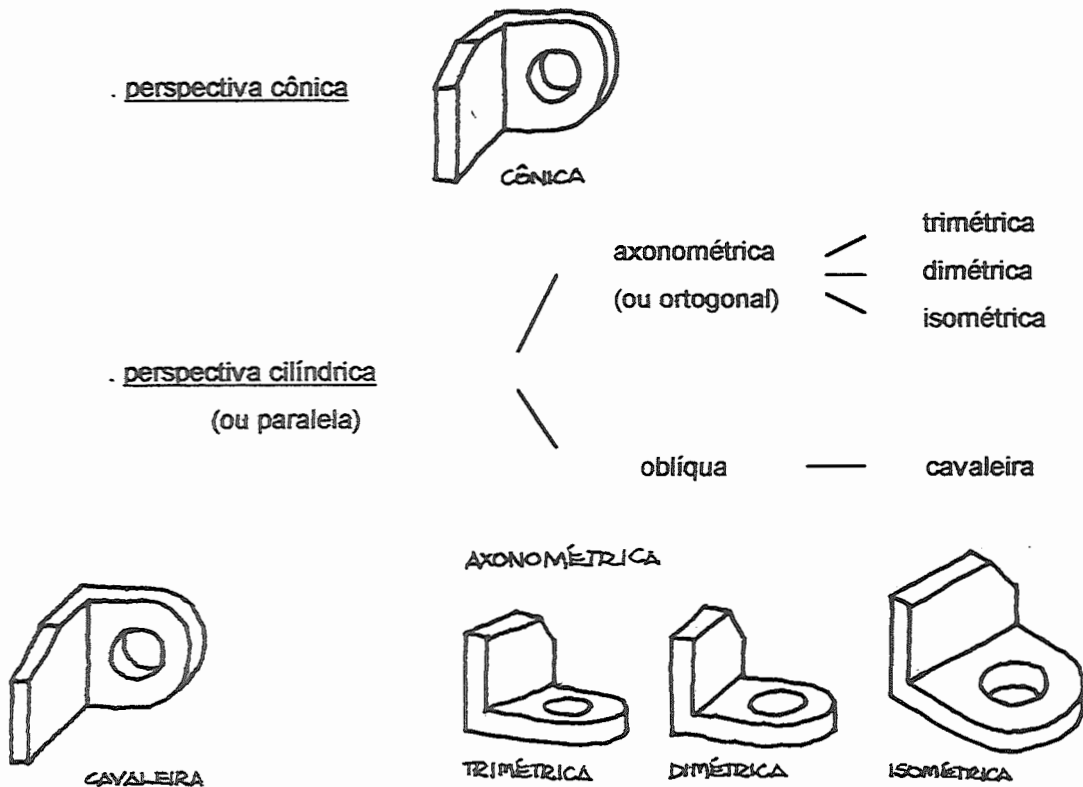
9. PERSPECTIVA

A perspectiva é a representação de objetos, de três dimensões, em uma superfície plana (de duas dimensões) feita através de uma única projeção, respeitando o aspecto deformado que apresentam à visão do homem como um volume, não como realmente são. Por isto suas linhas não podem ser usadas para se tomar medidas.

A perspectiva dá uma visão de conjunto dos objetos num só desenho, tomando-os facilmente compreensíveis. Daí sua frêquente utilização para completar apresentações de projeto feitas através de vistas ou projeções.

PERSPECTIVA

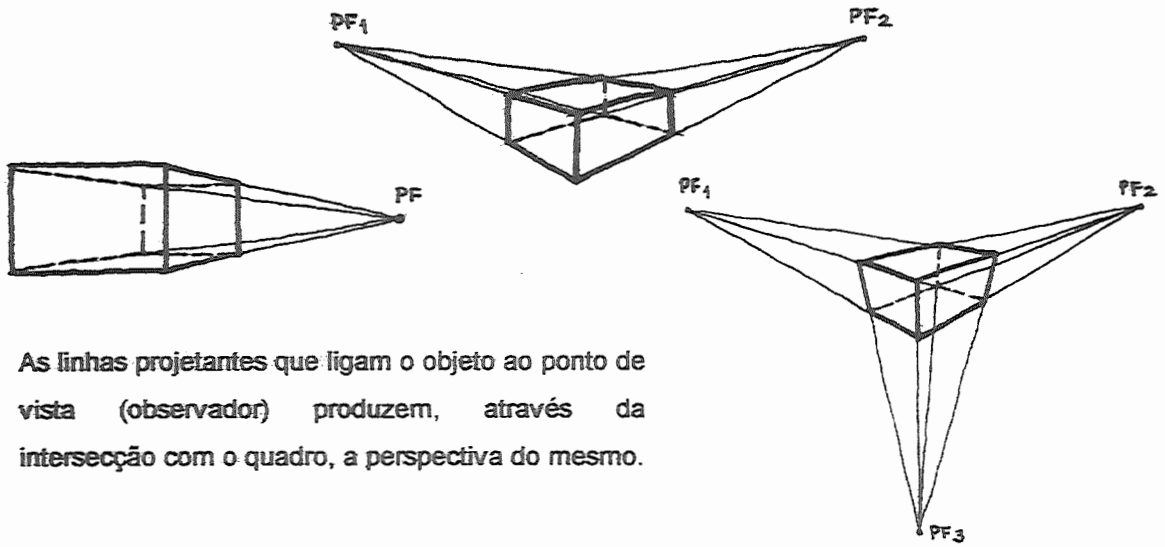
O estudo da perspectiva abrange:



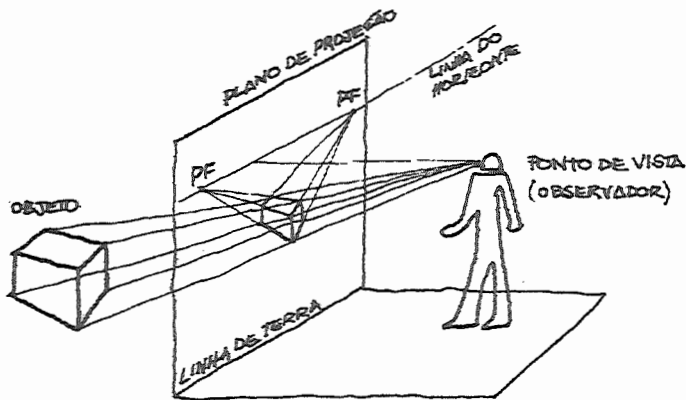
As diversas formas são obtidas através de combinação adequada dos tipos de projeção conhecidos (central, paralela ou ortogonal) com a posição da figura no espaço.

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.

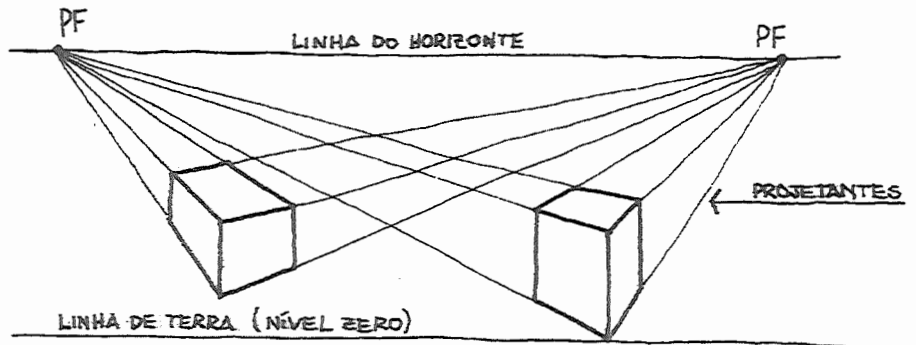


As linhas projetantes que ligam o objeto ao ponto de vista (observador) produzem, através da intersecção com o quadro, a perspectiva do mesmo.

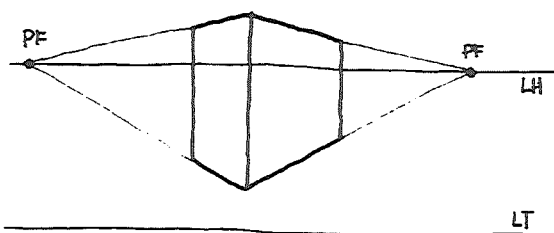


A linha do horizonte fica no nível do olho do observador

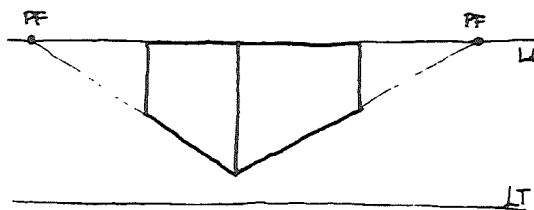
A linha do horizonte contém os pontos de fuga da perspectiva.



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

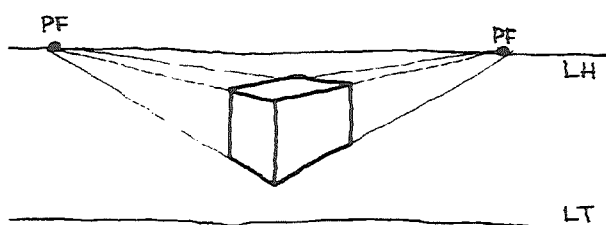


ponto de vista à meia altura do objeto



ponto de vista alinhado à face superior do objeto

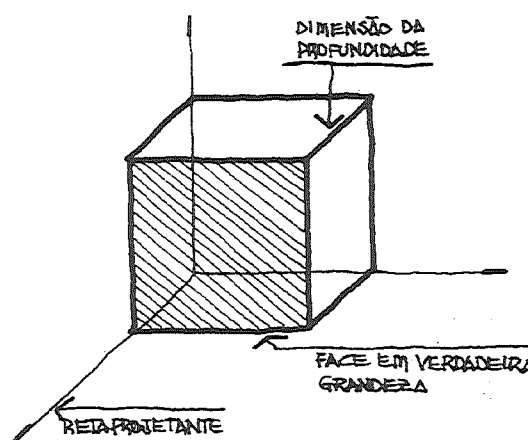
uma boa perspectiva depende do perfeito planejamento destes elementos que definem a visualização do objeto.



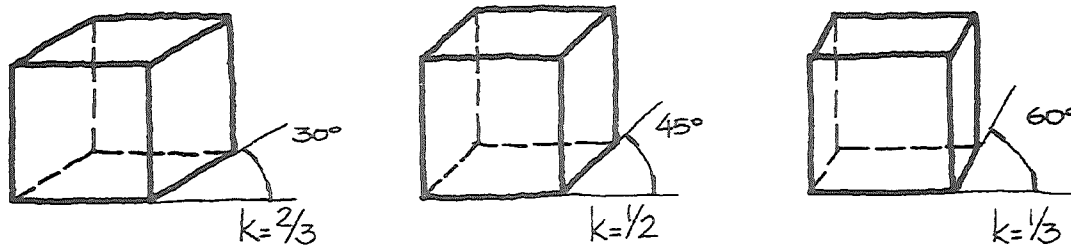
ponto de vista acima do objeto

PERSPECTIVA CAVALEIRA

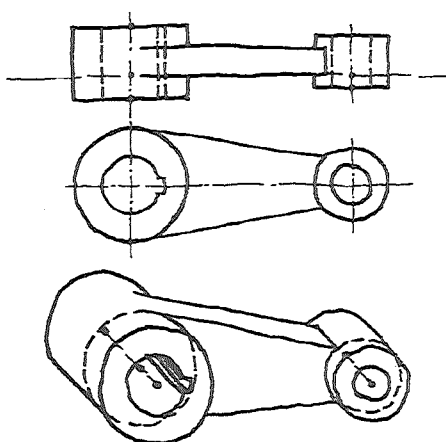
Esta perspectiva é uma forma específica de perspectiva oblíqua, a qual se utiliza da projeção cilíndrica-oblíqua. Desta forma, o objeto representado tem sempre uma face paralela ao plano de projeção, aparecendo em Verdadeira Grandeza, e as retas projetantes são oblíquas com relação a esta face.



Os ângulos que as projetantes formam com uma linha horizontal da face em Verdadeira Grandeza chamam-se Ângulos da Perspectiva, e os valores mais usuais são 30° , 45° e 60° .



Para cada ângulo corresponde um coeficiente de redução das dimensões do objeto representado no sentido da sua profundidade.



A Perspectiva Cavaleira é utilizada principalmente para objetos com características circulares e curvas, apenas em uma das faces ou em faces paralelas, sendo assim mais fáceis de desenhar e de cotar.

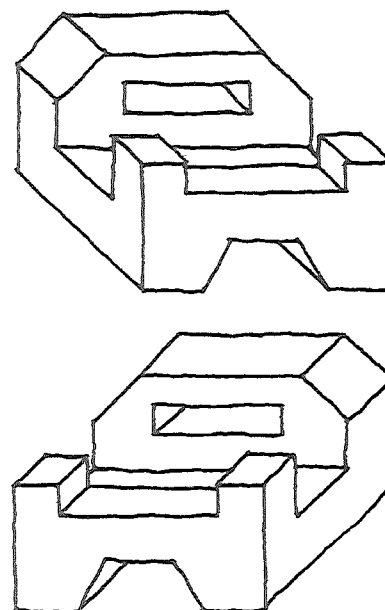
Esta perspectiva é de grande valor prático, normalmente usada na execução de esboços, para esclarecer detalhes ou para auxiliar a visualização espacial em projetos.

Plano de referência
As distâncias são medidas para frente ou para trás, conforme a posição do plano.

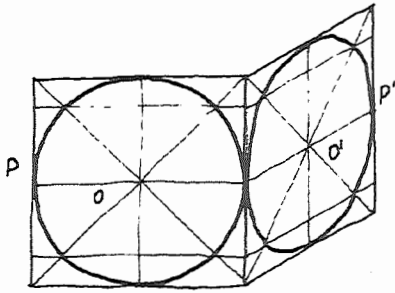
A inclinação de 45° pode ser tomada na direção à esquerda ou à direita.

É evidente que no exemplo apresentado, a escolha de uma solução ou outra seria indiferente em vista da simetria da peça.

Observe que a escolha das vistas ortográficas vai influenciar a posição da perspectiva, ou seja, pode-se construir a perspectiva de forma que apareçam as três vistas do desenho.



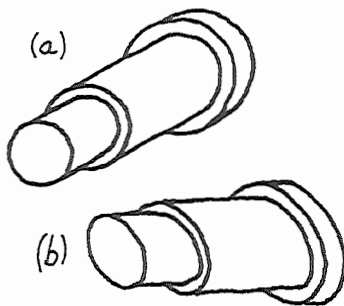
Esquema para o traçado da circunferência contida num plano não paralelo ao Quadro na Perspectiva Cavaleira:



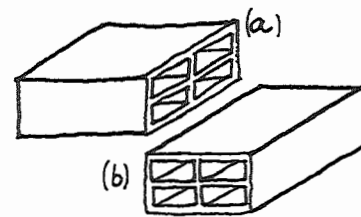
- traçar a circunferência
- traçar o quadrado onde será inscrita a circunferência não paralela ao Quadro
- o raio OP (verdadeira grandeza) será $O'P'$, e, por simetria, isto se repete nos demais quadrantes.

Para uma boa apresentação dos desenhos em perspectiva cavaleira deve-se:

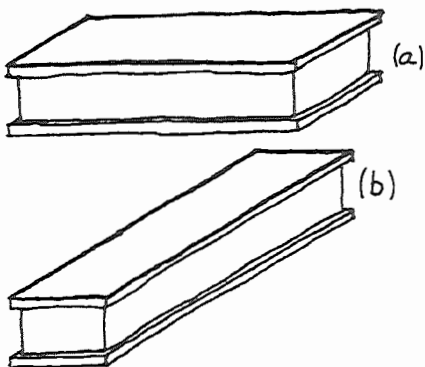
- colocar a face de maior dimensão, a mais significativa e a mais completa do objeto, paralela ao quadro;
- colocar a face do objeto que tiver circunferência ou forma irregular paralela ao quadro.



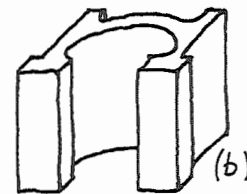
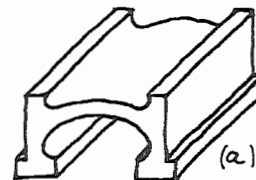
Posição em (b) - incorreta.



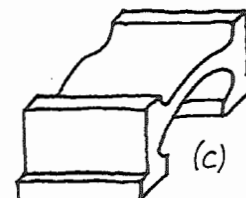
A escolha de posição em (b) é melhor que em (a).



Observar a profundidade exagerada em (b).

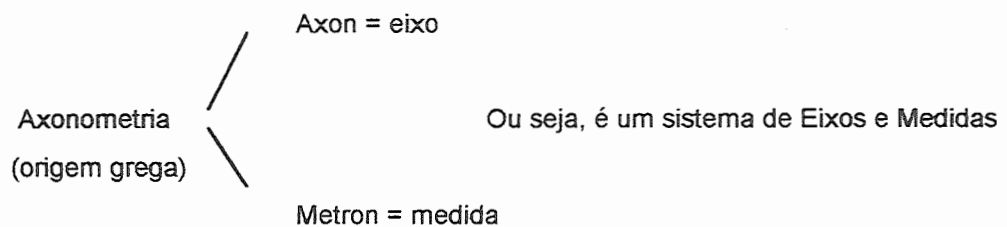


Observar a deformação de (b) e (c) em relação à de (a).

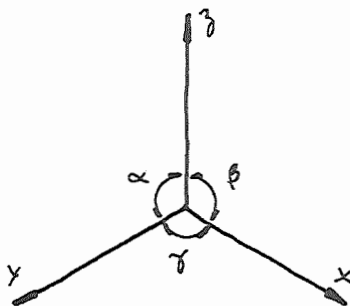


PERSPECTIVA AXONOMÉTRICA

As perspectivas axonométricas utilizam a projeção cilíndrica-ortogonal. Teoricamente elas são projeções ortográficas que fazem uso de somente um plano de projeção, sendo o objeto girado sobre seus eixos e posicionado de modo a mostrar três faces, ou seja, apenas três faces estarão visíveis. São inúmeras as posições axonométricas de um objeto, dependendo dos ângulos nos quais ele é colocado. Somente algumas destas posições são mais usadas na prática:

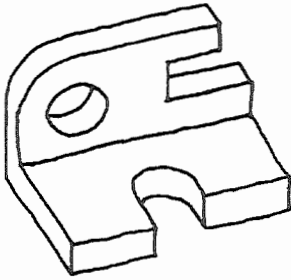


A perspectiva axonométrica utiliza-se de medidas reais ou proporcionais. Já que o efeito aparente, devido à deformação causada pela inclinação dos eixos, é visualmente desagradável, em alguns casos. Desta forma, foram desenvolvidos coeficientes de redução.

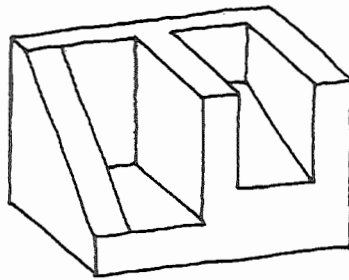


Da inclinação atribuída ao objeto em relação ao quadro, dependem as reduções das dimensões nos eixos axonométricos, e os ângulos que esses mesmos eixos formam entre si.

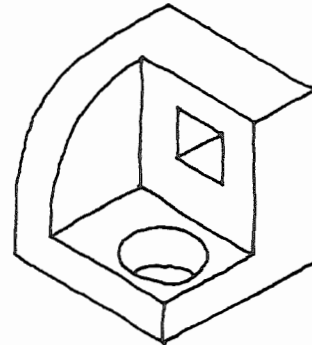
Os métodos mais empregados são os trimétricos, dimétricos e isométricos.



Desenho trimétrico. Neste método, coloca-se o objeto de tal modo que as três bordas, perpendiculares entre si, sejam todas desigualmente postas em perspectiva, apresentando fatores de redução diferentes para cada eixo.



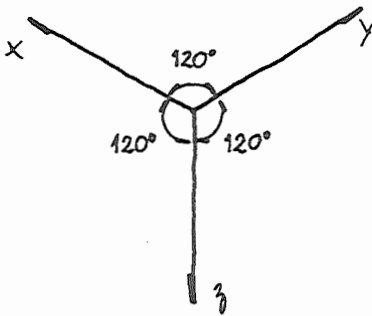
Desenho dimétrico. Neste método, coloca-se o objeto de tal modo que, duas bordas, perpendiculares entre si, sejam igualmente postas em perspectiva, apresentando fatores de redução iguais para dois eixos e o outro diferente.



Desenho isométrico. Neste método, coloca-se o objeto de tal modo que as três bordas, perpendiculares entre si, sejam igualmente postas em perspectiva, apresentando fatores de redução iguais para os três eixos.

Perspectiva Isométrica

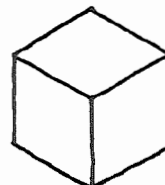
O método isométrico dá um resultado menos agradável à visão do homem que os dois primeiros (dimétrico e trimétrico); no entanto, é mais fácil de desenhar e de cotar.



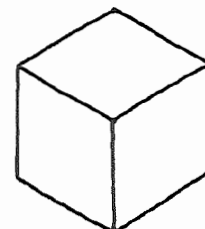
Na perspectiva isométrica os três eixos formam ângulos iguais entre si (120°), as três faces do objeto têm a mesma importância e as reduções são iguais nos três eixos.

Perspectiva Isométrica Simplificada

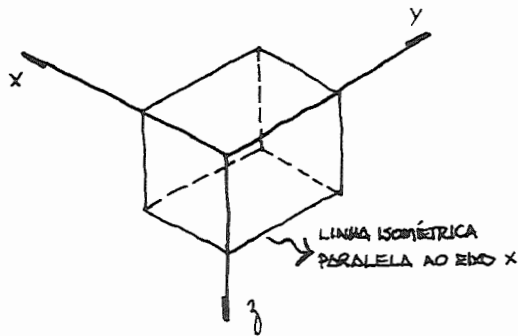
Na prática a redução de razão igual a 81:100 não é realizada, marcando-se sobre os eixos as medidas reais, ou seja, a Verdadeira Grandeza das arestas do objeto.



PERSPECTIVA ISOMÉTRICA EXATA (81/100)



PERSPECTIVA ISO-MÉTRICA SIMPLIFICADA (100/100)

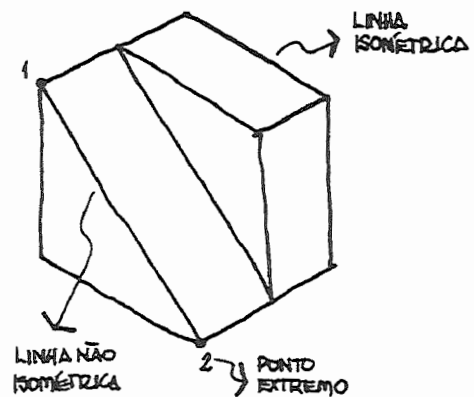


Linha Isométrica

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.



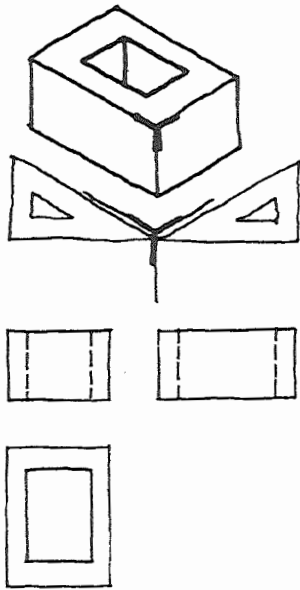
Existem duas posições para se iniciar o traçado de um objeto na perspectiva isométrica. Para entendê-los considere o fato dos eixos isométricos x e y formarem ângulos de 30° com a horizontal.

Primeira Posição

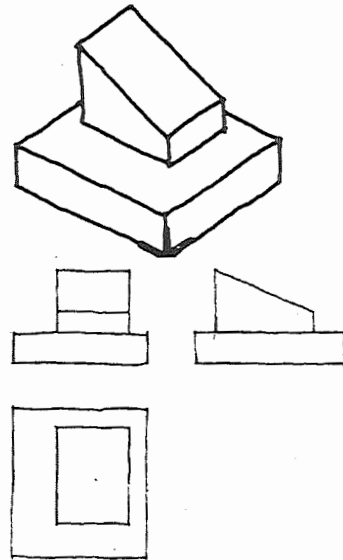
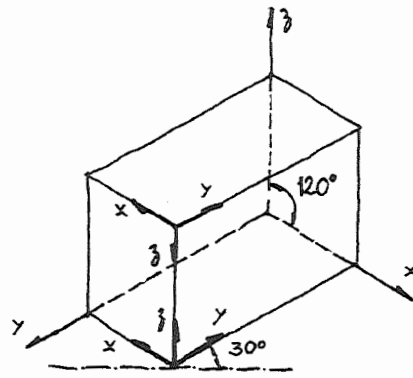
Se o objeto for retangular, iniciar por um ponto que represente o vértice frontal superior e desenhar a partir dele os três eixos isométricos que formam entre si 120° (usar esquadro de 30°).

Segunda Posição

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° .



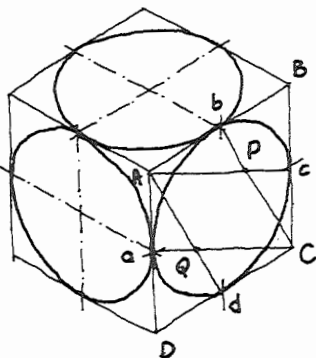
Primeira posição. O ponto inicial é o vértice frontal superior.



Segunda posição. O ponto inicial é o vértice frontal inferior.

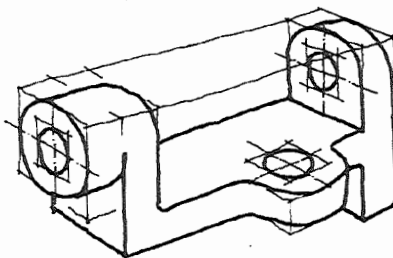
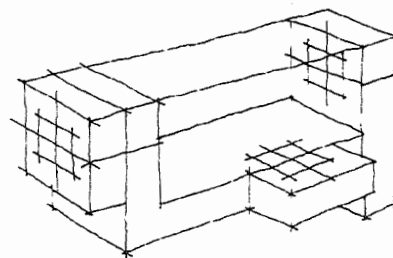
Esquema para o traçado aproximado da circunferência:

- 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.



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

- 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.



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

BIBLIOGRAFIA

1. BORTOLUCCI, Maria Angela & CORTESI, Myrian Vieira Porto - Desenho I - Notas de Aula - EESC/USP, São Carlos, 1984.
2. BORTOLUCCI, Maria Angela & CORTESI, Myrian Vieira Porto - Material de apoio. EESC/USP, São Carlos, 1993.
3. BORTOLUCCI, Maria Angela & CORTESI, Myrian Vieira Porto - Desenho Arquitetônico - EESC/USP, São Carlos, 1994.
4. BORTOLUCCI, Maria Angela & CORTESI, Myrian Vieira Porto - Sistemas Geométricos. EESC/USP, São Carlos, 1995.
5. CARVALHO, Sérgio Ferraz Gontijo de, Coord. - Desenho. Poli/USP. São Paulo, 1989. 3v.
6. FRENCH, Thomas E. & VIERCK, Charles J. - Desenho Técnico e Tecnologia Gráfica. Globo. São Paulo, 1989.
7. MACHADO, Ardevan - Geometria Descritiva. McGraw-Hill, São Paulo, 1979.
8. MONTENEGRO, Gildo A. - Didática da Geometria Descritiva. Recife. 1989.
9. _____ - Desenho Arquitetônico. Edgard Blücher. São Paulo. 1978. 142p.
10. MOTTA, Flávio - Desenho e Emancipação - Correio Brasiliense, Brasília, 16.12.67.
11. XAVIER, Natalia e outros - Desenho Técnico Básico. Ática, São Paulo, 1988.