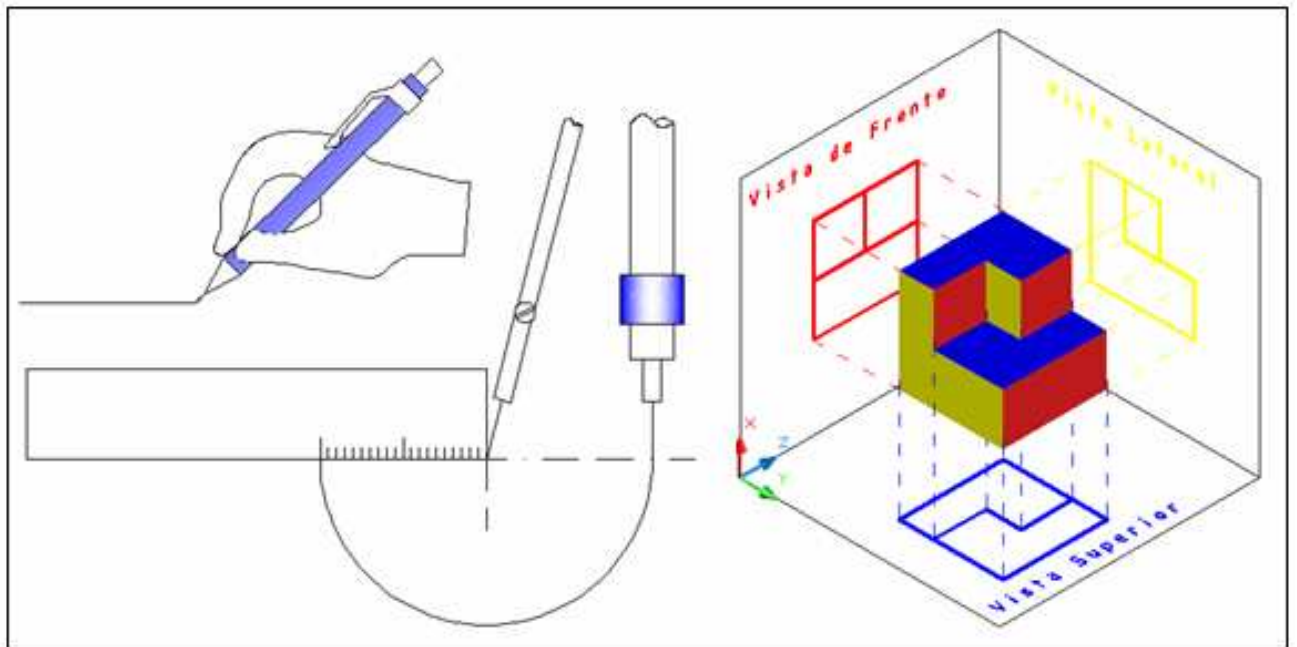


INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA
Campus São José



ÁREA DE REFRIGERAÇÃO E AR CONDICIONADO

INTRODUÇÃO AO DESENHO TÉCNICO

*Professores: Gilson Jandir de Souza
Sérgio Pereira da Rocha*

Agosto de 2010

Aluno:.....Turma:.....Desenho Técnico A

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	2
1.1	A linguagem do desenho técnico.....	2
1.2	Normalização no desenho técnico.....	4
1.3	Materiais para uso no Desenho Técnico.....	6
1.4	Dicas para traçado com grafite.....	11
1.5	Exercícios.....	11
2	CALIGRAFIA TÉCNICA	12
2.1	Exercícios.....	14
3	ESCALAS.....	15
3.1	Exercícios.....	18
4	CONSTRUÇÕES GEOMÉTRICAS.....	19
4.1	Exercícios.....	20
5	SISTEMAS DE COORDENADAS.....	22
5.1	Coordenadas cartesianas ou retangulares.....	22
5.2	Coordenadas polar.....	22
5.3	Exercícios.....	23
6	PLANIFICAÇÕES.....	24
6.1	Exercícios.....	25
7	CONSTRUÇÕES DE ESBOÇOS.....	29
7.1	Dicas para esboçar.....	29
7.2	Técnicas para o traçado a mão livre.....	31
7.3	Exercícios.....	37
8	DESENHOS EM PERSPECTIVA.....	42
8.1	Perspectiva realística ou cônica.....	43
8.1	Perspectiva cilíndrica ou paralela.....	44
8.2.1	Perspectiva cavaleira.....	44
8.2.2	Perspectiva isométrica.....	46
8.3	Sombreamento em perspectivas.....	50
8.4	Exercícios.....	51
9	PROJEÇÕES ORTOGONAIS.....	57
9.1	Introdução.....	58
9.2	Elementos da projeção.....	58
9.3	Tipos de projeção.....	58
9.4	Projeção de elementos geométricos.....	59
9.5	Projeção de uma peça no primeiro diedro e rebatimento dos planos.....	63
9.6	Símbolos dos diedros.....	68
9.7	Leitura das vistas ortogonais.....	68
9.8	Exercícios.....	70
9.9	Representação de arestas ocultas.....	71
9.12	Representação de superfícies curvas.....	79
9.13	Exercícios.....	70
10	BIBLIOGRAFIA.....	90

1 INTRODUÇÃO

A noção de espaço, pensamento visual é de extrema importância para o desenvolvimento psíquico da pessoa, uma vez que permite a integração de inúmeras funções mentais. Esta integração ocorre através do desenho que representa graficamente o mundo que nos cerca concretizando até os pensamentos abstratos, contribuindo para a saúde mental.

Hoje mais do que nunca as competências e habilidades requeridas pela organização da produção são: criatividade; autonomia e capacidade de solucionar problemas, pois a era industrial já se foi.

A leitura e a interpretação da linguagem gráfica são desenvolvidas com a prática do desenho de uma forma parecida com a alfabetização, passando a ser uma habilidade fundamental para o estudante de curso técnico, pois possibilita o uso desta ferramenta base para desenvolver várias competências.

1.1 A Linguagem do Desenho Técnico

Desenho

O desenho é a arte de representar graficamente formas e idéias, à mão livre (esboço), com o uso de instrumentos apropriados (instrumental) ou através do computador e software específico (CAD). Pode ser:

- Desenho Livre (artístico)
- Desenho Técnico

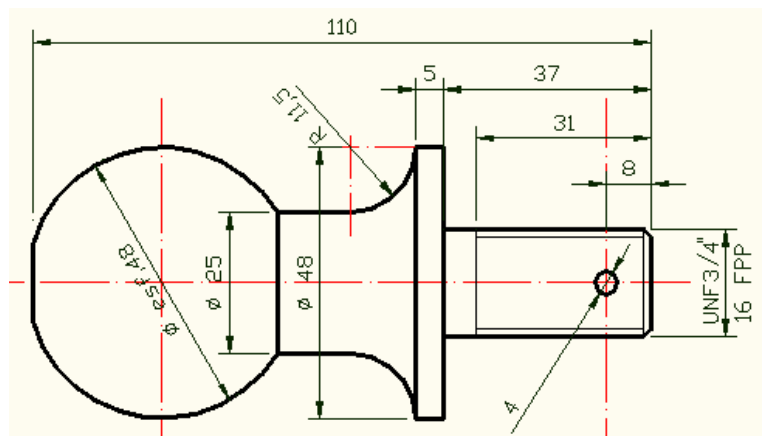
O desenho técnico é uma forma de expressão gráfica que tem por finalidade a representação de forma, dimensão e posição de objetos de acordo com as diferentes necessidades requeridas pelas diversas áreas técnicas.

Utilizando-se de um conjunto constituído de linhas, números, símbolos e indicações escritas normalizadas internacionalmente, o desenho técnico é definido como linguagem gráfica universal da área técnica.



Desenho Artístico

Origem do desenho



Desenho Técnico

Sabemos que o homem já usava desenhos para se comunicar desde a época das cavernas.

O primeiro registro do uso de um desenho com planta e elevação está incluído no álbum de desenhos da livraria do Vaticano desenhado por Giuliano de Sangalo no ano de 1490.

Em 1795, Gaspar Monge, publicou uma obra com o título “Geometrie Descriptive” que é a base da linguagem utilizada pelo desenho técnico.

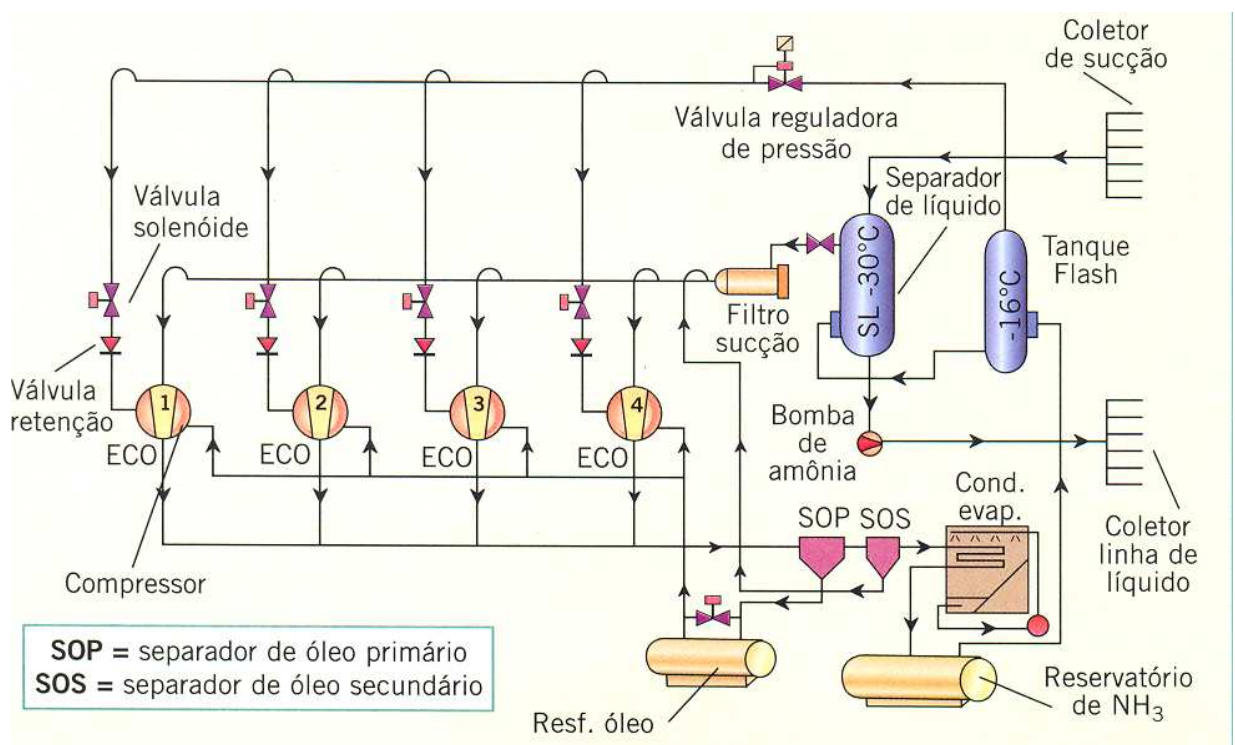
No século XIX com a revolução industrial, a Geometria Descritiva, foi universalizada e padronizada, passando a ser chamada de Desenho Técnico.

Podemos dizer que o desenho nasceu com o homem e evoluiu com o homem.

Tipos de desenho técnico

O desenho técnico é dividido em dois grandes grupos:

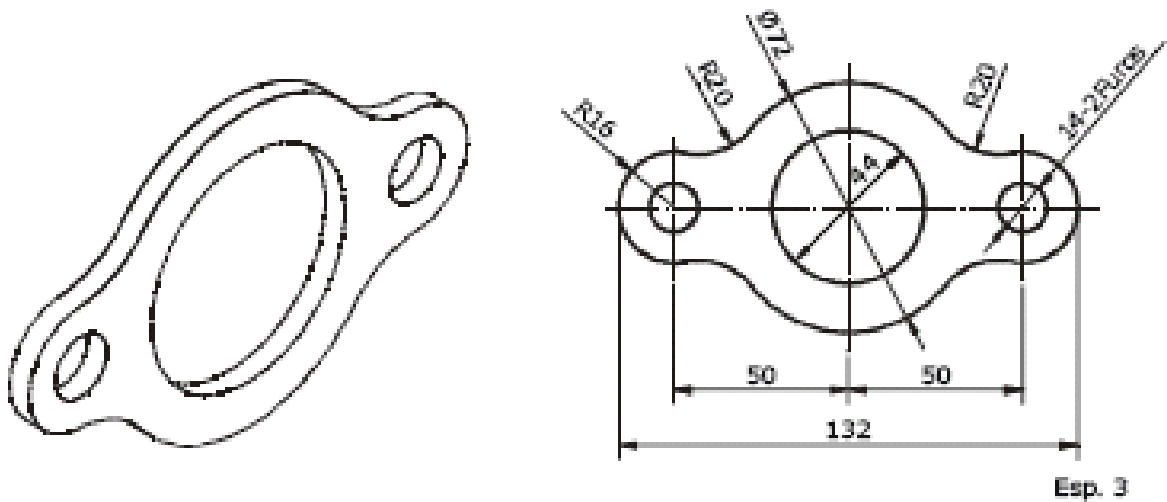
- Desenho não-projetivo – na maioria dos casos corresponde a desenhos resultantes dos cálculos algébricos e compreendem aos desenhos de gráficos, diagramas, esquemas, fluxograma, organogramas, etc.



Fluxograma de uma casa de máquinas – Sistema de Refrigeração.

- Desenho projetivo – são os desenhos resultantes de projeções do objeto em um ou mais planos de projeção e correspondem às vistas ortográficas e as perspectivas.

Exemplos no projeto de: máquinas; edificações; refrigeração; climatização; tubulações; móveis; produtos industriais, etc.



Perspectiva

Vista cotada (com as dimensões)

Grau de Elaboração do Desenho Técnico

- **Esboço:** desenho, em geral à mão livre; uma representação rápida de uma idéia, não responde a uma norma, não tem uma escala definida, porém, deve respeitar as proporções.
- **Desenho Preliminar:** é passível de modificações.
- **Desenho Definitivo:** corresponde a solução final do projeto, ou seja, é o desenho de execução.
- **Detalhe (desenho de produção):** desenho de componente isolado ou de uma parte de um todo, geralmente utilizado para a sua fabricação.
- **Desenho de conjunto (montagem):** desenho mostrando vários componentes que se associa para formar um todo, geralmente utilizado para a montagem e manutenção.

1.2 Normalização no desenho técnico

Assim como toda linguagem tem normas, com o desenho técnico não é diferente. A execução de desenhos técnicos é inteiramente normalizada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Os procedimentos para execução de desenhos técnicos aparecem em normas gerais que abordam desde a denominação e classificação dos desenhos até as formas de representação gráfica.

O desenhista deverá conhecer as normas de desenho técnico e ter acesso para consulta durante seu trabalho, para seguir as recomendações gerais na execução dos desenhos.

A tabela a seguir cita as normas mais importantes que regem o desenho técnico.

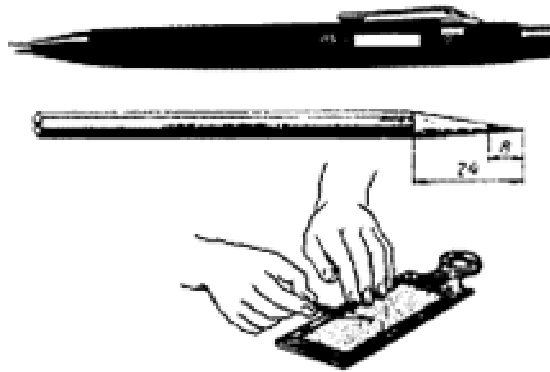
Norma	Nome
NBR 8403	Aplicação de linhas em desenho - Tipos de linha - Largura das linhas
NBR 10582	Apresentação da folha para desenho técnico
NBR 10126	Cotagem em desenho técnico
NBR 10647	Desenho Técnico
NBR 13142	Desenho Técnico - Dobramento de cópia
NBR 13272	Desenho Técnico - Elaboração das listas de itens
NBR 8196	Desenho Técnico - Emprego de Escalas
NBR 13273	Desenho Técnico - Referência a itens
NBR 14957	Desenho Técnico - Representação de recartilhado
NBR 14699	Desenho Técnico - Representação de símbolos aplicados a tolerâncias geométricas - Proporções e dimensões
NBR 14611	Desenho Técnico - Representação simplificada em estruturas metálicas
NBR6493	Emprego de cores para identificação de tubulações
NBR 8402	Execução de caracteres para escrita em desenho técnico
NBR 10068	Folha de desenho - Leiaute e dimensões
NBR 8404	Indicação do estado de superfícies em desenhos técnicos
NBR 10067	Princípios gerais de representação em desenho técnico
NBR 8993	Representação Convencional de partes roscadas em desenhos técnicos
NBR 12298	Representação de área de corte por meio de hachuras em desenho técnico
NBR 11534	Representação de engrenagem em desenho técnico
NBR 13104	Representação de entalhado em desenho técnico
NBR 11145	Representação de molas em desenho técnico
NBR 6492	Representação de projetos de arquitetura
NBR 12288	Representação simplificada de furos de centro em desenho técnico
NBR 5444	Símbolos gráficos para instalações elétricas prediais
NBR 6409	Tolerâncias geométricas - Tolerâncias de forma, orientação, posição e batimento - Generalidades, símbolos, definições e indicações em desenho
NBR10285	Válvulas Industriais – Terminologia

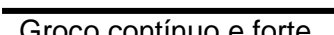


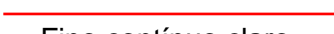

Este curso, portanto, segue as normas técnicas para desenho técnico. E ao longo do mesmo vamos ter a oportunidade de conhecer melhor algumas delas.

1.3 Materiais para uso no Desenho Técnico

- Lapiseira – para trabalhar com desenho técnico a lapiseira é melhor, pois mantém uma espessura uniforme durante o traçado, eliminando a tarefa de preparo da ponta.

No desenho a mão livre deve diferenciar as linhas na espessura e tonalidade. O grafite tem uma escala de dureza que recebe a seguinte classificação 8H 7H 6H 4H – duros; 3H 2H H F HB B – médios; 2B 3B 4B 5B 7B – moles. Os grafites mais moles são mais escuros, indicados para os traços definitivos. A tabela seguinte sugere uma forma ideal do emprego dos grafites em um desenho feito em grafite:

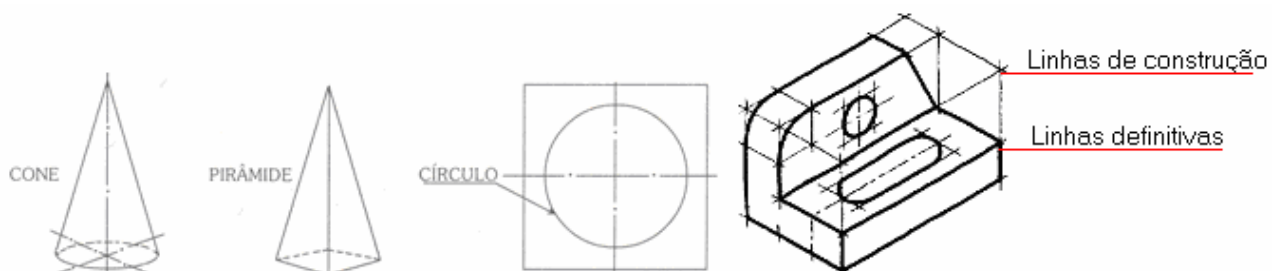


Traçado (segmentos) Tipo / Tonalidade	Grafite Dureza / Espessura	Emprego
 Grosso contínuo e forte	HB – 0,7	Linhas definitivas e contornos
 Médio contínuo médio	H – 0,5	Texturas (hachuras) e caligrafia
 Médio tracejado médio	H – 0,5	Linhas ocultas (invisíveis) e imaginárias
 Fino contínuo claro	2H – 0,3	Linhas de construção (auxiliares) e cotas
 Fino, traço-ponto, claro	2H – 0,3	Linhas de centro e simetria

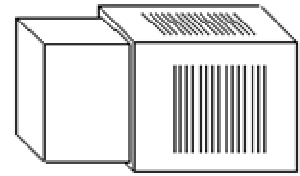
Para simplificar o trabalho pode-se usar a lapiseira com 0,5 mm (espessura média) e dureza HB (média) e com diferentes pressões no traçado e reforço fazer as diferenciações nos traçados (tonalidades e espessuras).

Aplicações das linhas convencionais nas figuras.

Aplicações das linhas convencionais nas figuras.



- Borracha - A borracha deve ser do tipo macia, com capa protetora.



- Réqua graduada – Deve ser do tipo transparente. Usaremos apenas para as construções geométricas.

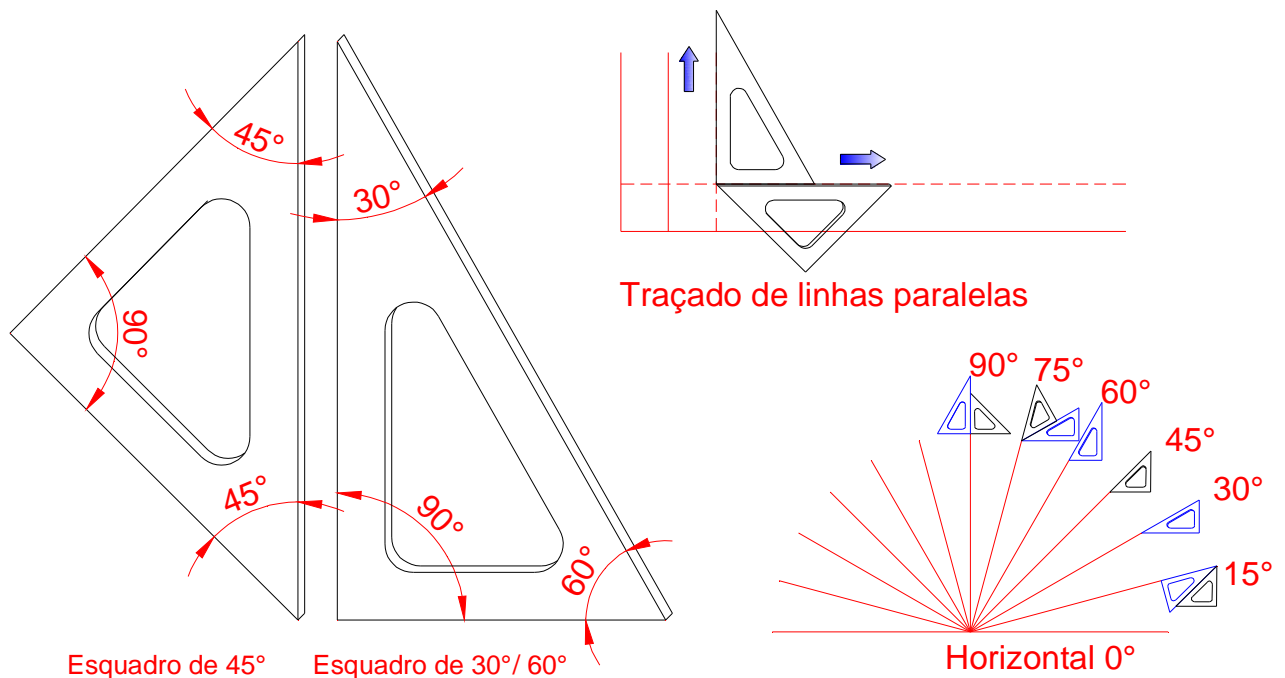
- Escalímetro – Tem um formato triangular, o que permite a gradação de seis escalas diferentes. É muito útil para a leitura de medidas em desenhos impressos em escalas: 1:20, 1:25, 1:50, 1:75, 1:100 e 1:125.

Não usaremos no desenho a mão livre.



- Esquadros: São duas peças de formato triangular um com ângulos de 45° e outro $30^\circ / 60^\circ$. Você já deve ter deduzido que o terceiro ângulo dos dois é logicamente 90° , o que dá o nome as peças de esquadros.

Um esquadro sempre é usado juntamente com uma régua e / ou outro.



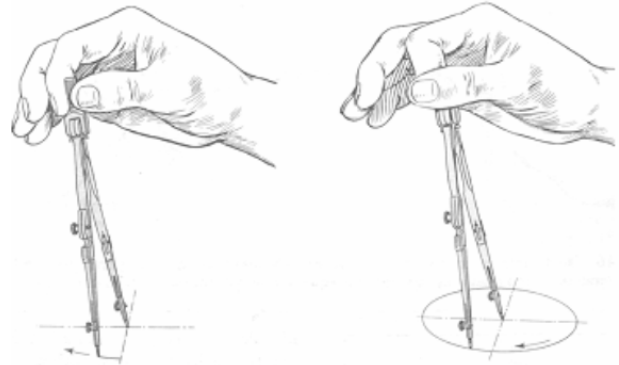
- Compasso: Instrumento usado para o traçado de circunferências ou arcos, assim como o transporte de medidas. Usaremos em construções geométricas.



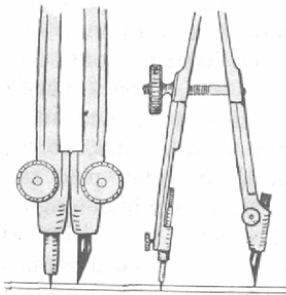
Veja as recomendações quanto ao uso do compasso:



Ajuste a abertura do compasso ao tamanho do raio, diretamente sobre a escala.



Inicie o traçado da circunferência, inclinando o compasso na direção do traço. Complete, girando a cabeça recatilhada com os dedos.



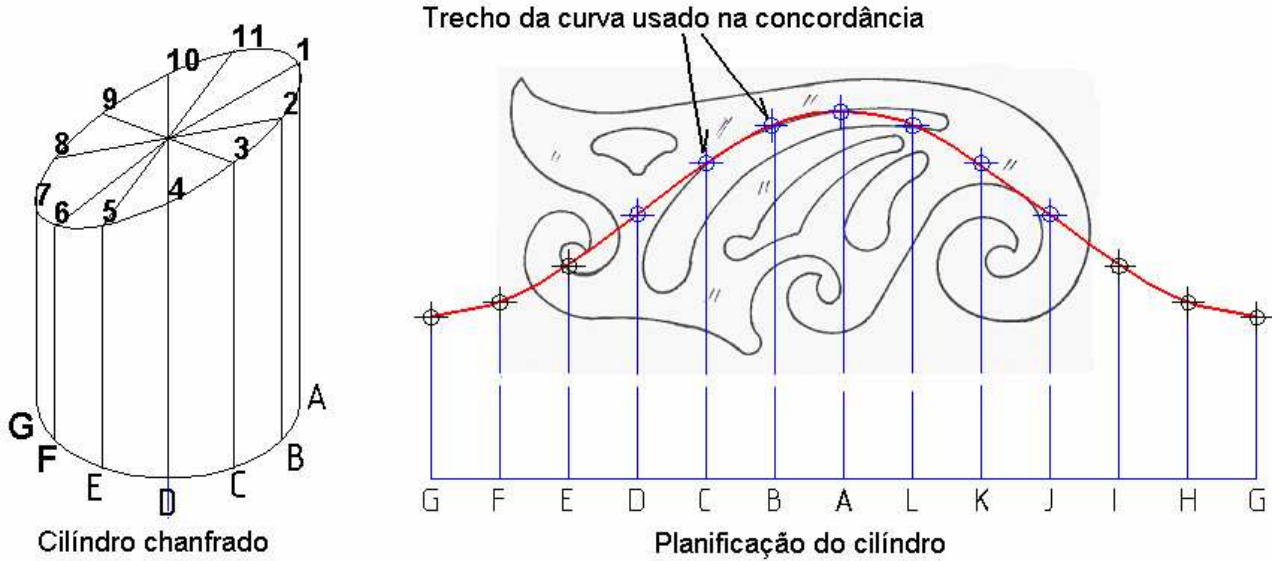
Ajuste o grafite de maneira que fique com o comprimento, próximo da ponta metálica e chanfrado pela parte de fora.



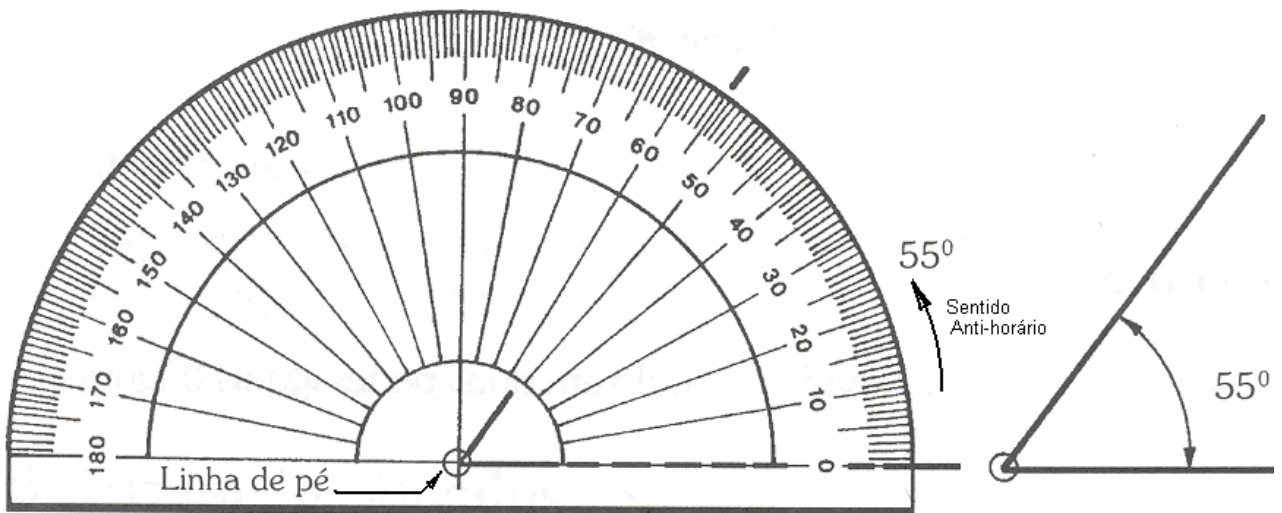
Use o dedo mínimo como guia para posicionar a ponta metálica na posição de centro.

- **Curva francesa:** É um instrumento vazado com diversas curvas, de raio variável, que servem, para concordar pontos, que formam curvas. É muito usado no desenho de planificações. Veja o exemplo abaixo.

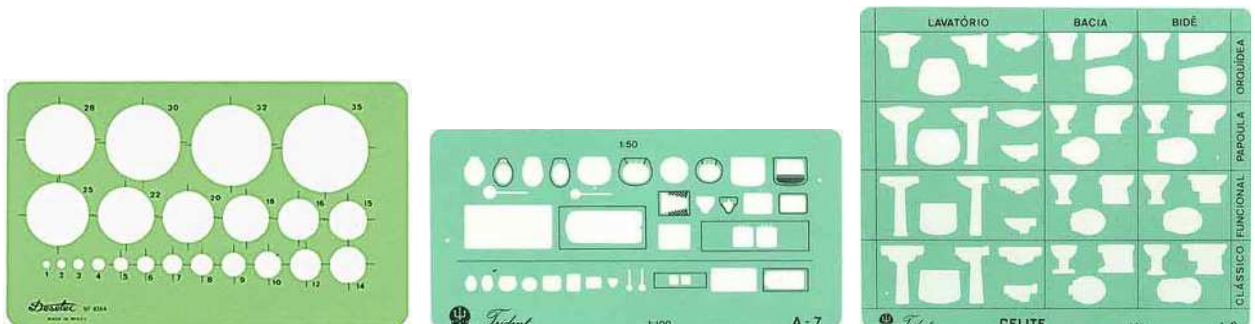
Uma régua flexível (outro instrumento) pode substituir uma curva francesa.



- **Transferidor:** Instrumento usado para medir ou marcar ângulos.



- **Gabaritos:** São chapas em plástico ou acrílico, com elementos diversos vazados, que possibilitam a reprodução destes nos desenhos.



- Régua paralela : Como o nome sugere, serve para traçar segmentos paralelos. É muito usada juntamente com o par de esquadros. A régua paralela substitui a tréguia "T".

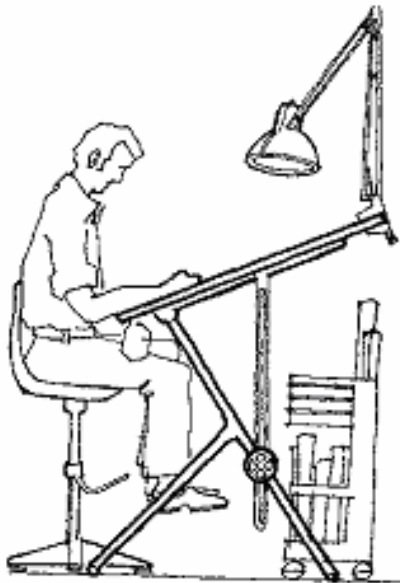


Régua paralela



Régua "T"

- Prancheta : O mais importante é que possibilite uma correta postura ergonômica para o desenhista, assim como a iluminação adequada em intensidade e direção.

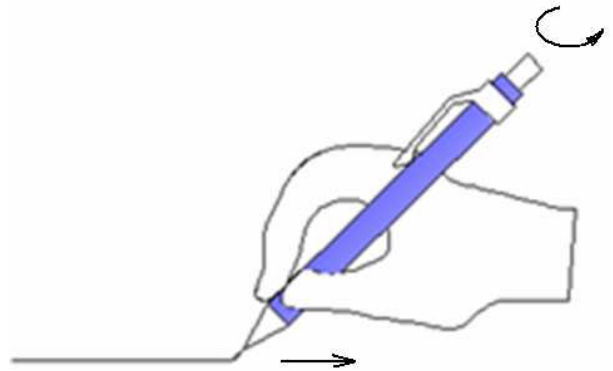


Lista de materiais mínima que usaremos nas nossas atividades:

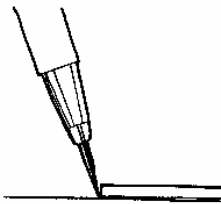
- Lapiseira com grafite HB 0,5 milímetro;
- Borracha para desenho;
- Compasso para grafite;
- Régua graduada de trinta centímetros, em acrílico ou plástico transparente;
- Par de esquadros, tamanho médio, em acrílico ou plástico transparente;

1.4 Dicas para traçado com grafite

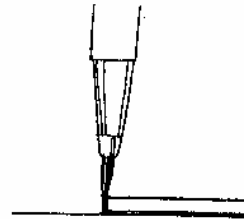
- Ao desenhar com a lapiseira ou o lápis, é importante que o instrumento seja gradualmente rotacionado. Isto mantém uma espessura uniforme nos traçados.



- O traçado deve ser feito sempre no sentido de puxar a lapiseira ou o lápis e não empurrar. Desta forma você terá um maior controle no traçado.
- No desenho com instrumentos, mantenha a lapiseira inclinada, ligeiramente para o lado do instrumento, régua ou esquadro. Desta forma evita-se que o grafite suje o instrumento de apoio e provoque borrões.



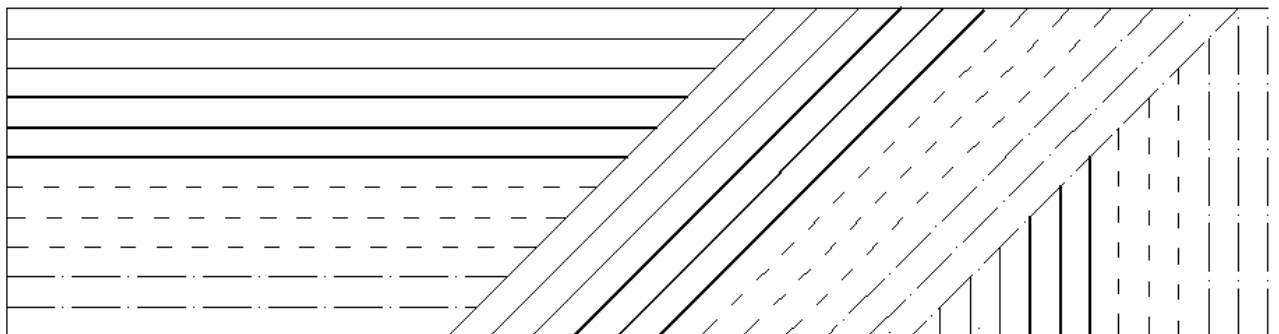
Errado



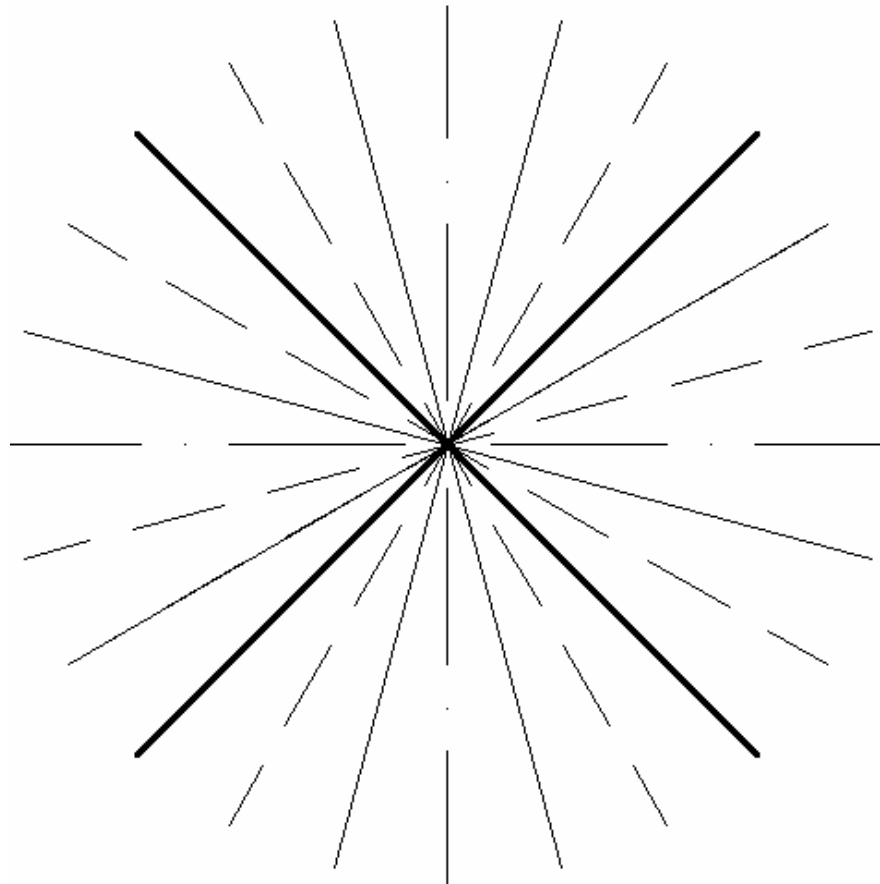
Certo

1.5 Exercícios:

- a) Com o par de esquadros, em uma folha em branco, trace linhas paralelas horizontais, verticais e inclinadas. Veja o exemplo abaixo e use como modelo:



b) Trace, na mesma folha, segmentos de reta concorrentes, formando entre segmentos ângulos de 15° até completar uma volta completa (360°). Veja o exemplo abaixo e use como modelo:



2 CALIGRAFIA TÉCNICA - NBR 8402

Um esboço além de mostrar a forma geométrica de algo sempre vai ser acompanhado de informações escritas através de letras e algarismos.

Com o objetivo de criar uniformidade e legibilidade para evitar prejuízos na clareza do esboço ou desenho e evitar a possibilidade de interpretações erradas, a norma NBR 8402 fixou as características da escrita em desenho técnico. A norma citada acima entra em detalhes desde o formato dos caracteres até a espessura das linhas.

Sabemos que os desenhos finais são feitos no computador, mas para os esboços recomendamos que o aluno siga os exemplos mostrados a seguir, que se preocupa com o mais importante, ou seja, legibilidade, tamanho e forma correta dos caracteres.

Veja o exemplo abaixo.

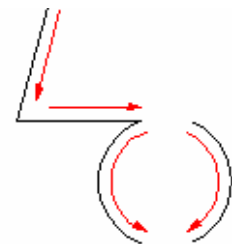
A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z – Maiúsculas normais
A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z – Maiúsculas em itálico
 a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z – Minúsculas normais
a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z – Minúsculas em itálico
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 – Numerais normais
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 – Numerais itálico

Devemos tomar como referência os seguintes tamanhos de letras, mostrados na tabela abaixo:

Características	Dimensões (mm)						
Altura das letras maiúsculas (10/10) h	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Altura das letras minúsculas (7/10)	-	2,5	3,5	5	7	10	14
Distância entre as linhas de base (14/10)		5	7	10	14	20	28

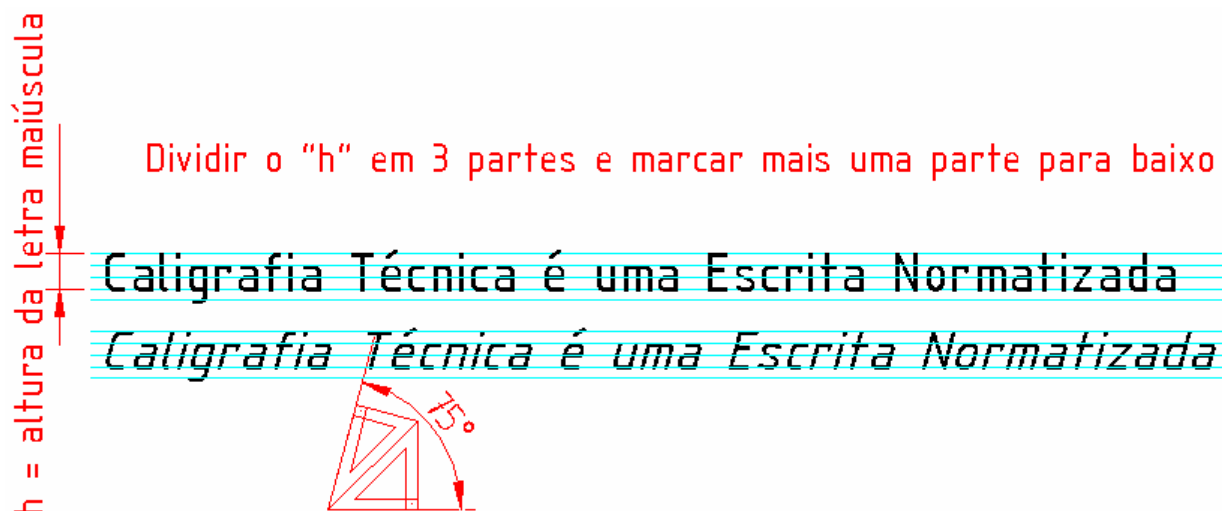
Observações:

- A escrita pode ser vertical como ou inclinada em um ângulo de **75°** (itálico) .
- Deve-se observar as proporção e inclinação.
- Recomenda-se os sentidos, mostrados na figura ao lado, para traçar com firmeza as letras, sendo que para os canhotos o sentido pode ser o inverso.
- Ao fazer desenho com o auxílio do computador, AutoCAD por exemplo o estilo de letra que satisfaz a norma é o estilo **ISO**.



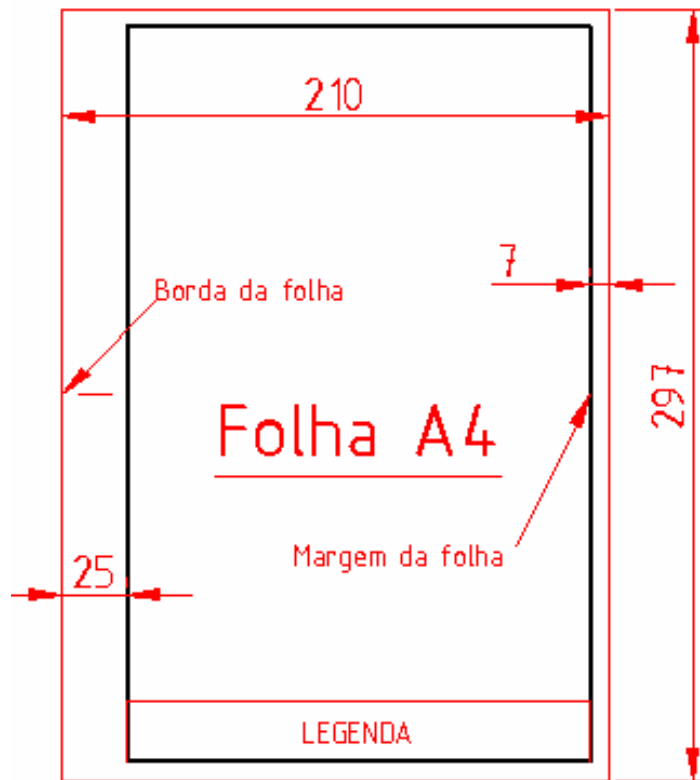
Sentido de traçado recomendado


Podemos traçar linhas auxiliares para fazer a caligrafia técnica, após escolher uma altura padrão conforme a tabela anterior. Veja na figura seguinte uma forma prática e simplificada de fazer estas linhas:



Formato Padrão A4 com Margem e Legenda - NBR 10582

Todo desenho técnico deve ser feito ou impresso em uma folha de papel padrão com margens e legenda. Existem vários tamanhos de folhas. Usaremos um tamanho padrão A4, com margem e legenda de acordo com as figuras seguintes.



	<i>TÍTULO DO DESENHO</i>		Nome:	
	<i>Refrigeração e Condicionamento de Ar</i>		Turma:	Data:
			Escala:	Folha nº:
40	78	30	30	24
178				

Exercício:

a) Escreva em caligrafia técnica, sobre as linhas auxiliares, os caracteres abaixo.

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

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

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

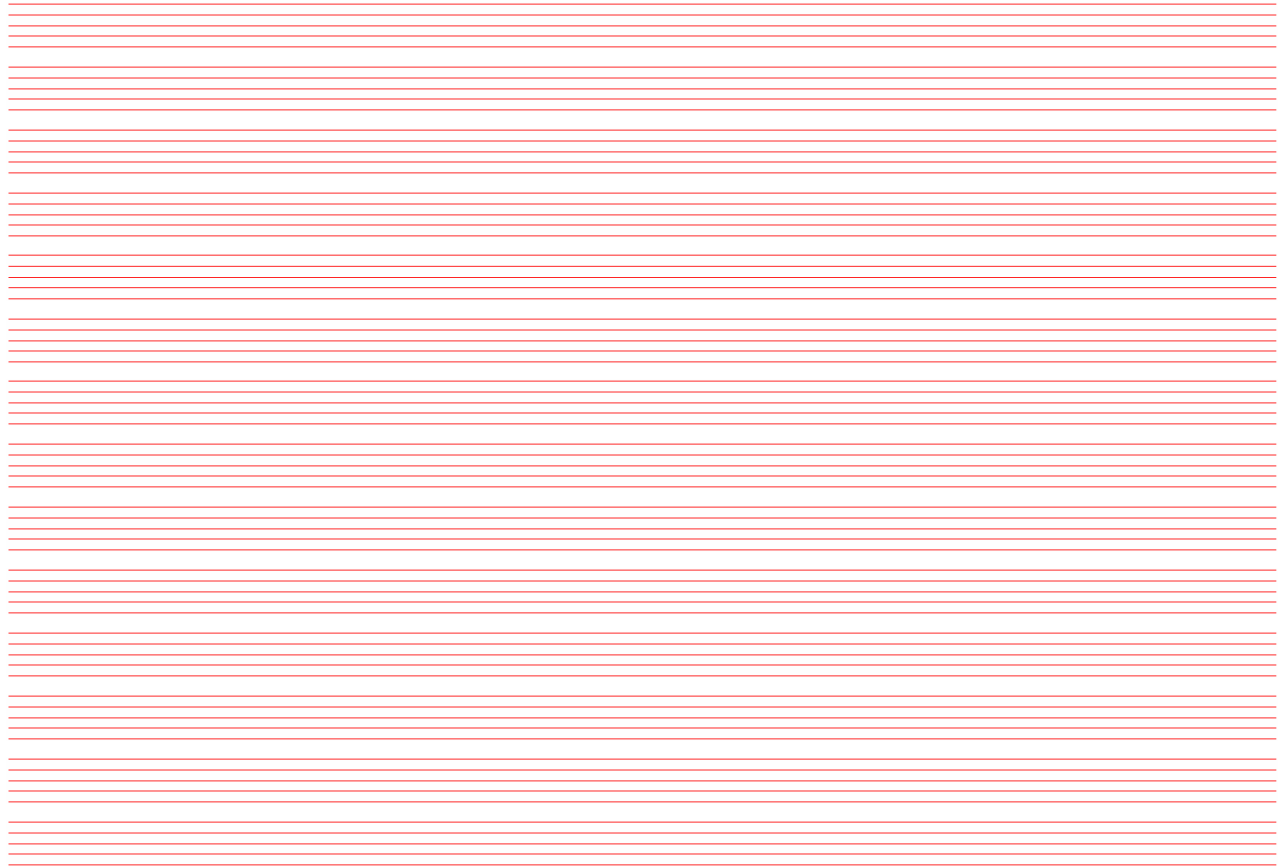
a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 [(: ; " # % * / = @

b) Transcreva em caligrafia técnica o texto abaixo:

Grau de Elaboração do Desenho Técnico

- **Esboço:** desenho, em geral à mão livre; uma representação rápida de uma idéia, não responde a uma norma, não tem uma escala definida, porém, deve respeitar as proporções.
- **Desenho Preliminar:** é passível de modificações.
- **Desenho Definitivo:** corresponde a solução final do projeto, ou seja, é o desenho de execução.
- **Detalhe (desenho de produção):** desenho de componente isolado ou de uma parte de um todo, geralmente utilizado para a sua fabricação.
- **Desenho de conjunto (montagem):** desenho mostrando vários componentes que se associa para formar um todo, geralmente utilizado para a montagem e manutenção.



3 ESCALAS – NBR 8196

O desenho técnico projetivo terá sempre uma relação entre **distância gráfica (D)** e **distância natural (N)** (o que está sendo representado: peça, equipamento, instalações, etc.). Esta relação que vamos chamar de escala do desenho é normalizada norma NBR 8196.

Quando fazemos um desenho diretamente no papel temos que fazê-lo em uma escala definida, porém quando fazemos no computador a definição da escala será feita no preparo para a impressão.

Imagine um terreno que mede 12 x 30 metros (distância natural - **N**), que foi desenhado em uma folha de papel A4. Optou-se em desenhar um retângulo um retângulo de 12 x 30 centímetros

(distância gráfica - **D**), para fazer a representação. Neste caso cada metro no terreno vale no papel na realidade 1 cm e todos os detalhes do desenho seguem esta relação de 1 para 100 ou 1:100. Foi então usada uma escala de redução. Em outros casos poderia ser o contrário, ampliação ou escala natural. São os tipos de escalas possíveis, mostrados abaixo.

$$\begin{array}{ccc} \text{Distância gráfica } \mathbf{D} & : & \mathbf{N} \text{ Distância natural} \\ \downarrow & & \downarrow \\ \text{Escala natural} & - & \mathbf{D} = \mathbf{N} \\ \text{Escala de ampliação} & - & \mathbf{D} > \mathbf{1} \\ \text{Escala de redução} & - & \mathbf{1} < \mathbf{N} \end{array}$$

Fator de Escala

É a razão entre distância gráfica e distância natural: \mathbf{D} / \mathbf{N}

As escalas recomendadas pela norma são apresentadas na tabela abaixo:

CATEGORIA	ESCALAS RECOMENDADAS		
Escala de ampliação	2:1	5:1	10:1
	20:1	50:1	
Escala natural	1:1		
Escala de redução	1:2	1:5	1:10
	1:20	1:50	1:100
	1:200	1:500	1:1 000
	1:2 000	1:5 000	1:10 000

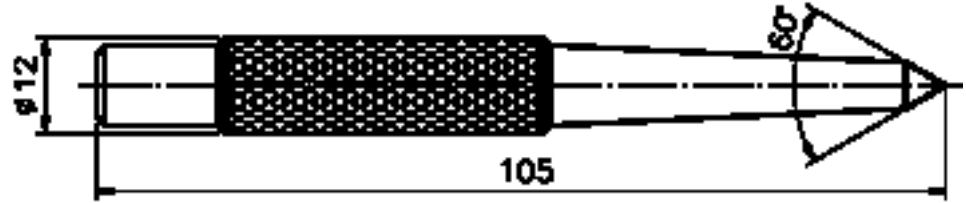
Observações:

- No esboço cotado, as medidas do objeto não são reproduzidas com exatidão, portanto fora de escala, apenas respeitando as proporções do objeto.
- As dimensões angulares do objeto permanecem inalteradas. Nas representações em escala, as formas dos objetos reais são mantidas.
- Todo desenho no papel deve indicar a escala utilizada na legenda. Caso existam numa mesma folha desenhos em escalas diferentes, então, devemos na legenda no campo escala escrever a palavra indicada, e na base direita de cada desenho indicar a escala.

Veja um exemplo de cada tipo de escala:

Escala natural

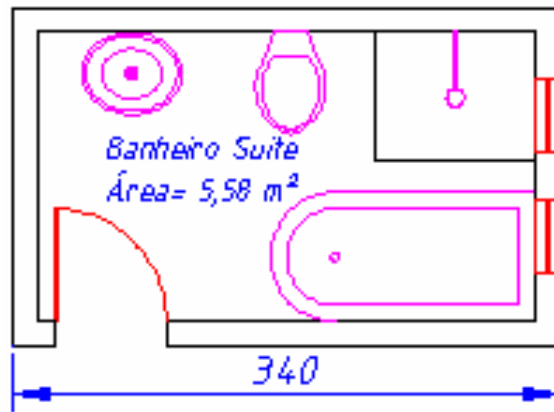
Escala natural é aquela em que o tamanho do desenho técnico é igual ao tamanho real da peça.



Punção com dimensões em milímetros - ESC.: 1:1

Escala de redução

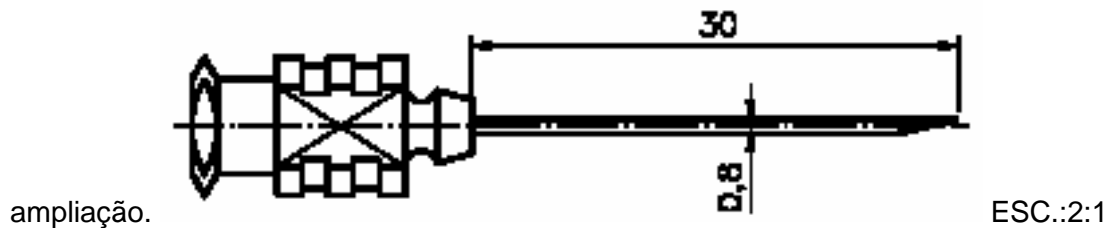
É aquela em que a representação gráfica é menor que o tamanho real.



Planta baixa de um banheiro em centímetros - ESC.:1:50

Escala de ampliação

Escala de ampliação é aquela em que o tamanho do desenho técnico é maior que o tamanho real da peça. Veja o desenho técnico de uma agulha de injeção em escala de

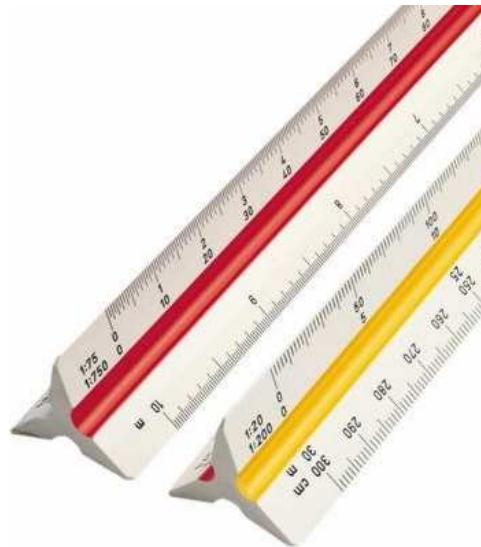


Escalas gráficas

Escala gráfica é uma linha dividida, ou uma régua graduada que serve para determinar sem cálculos, imediatamente e indiretamente, a distância natural, conhecendo a distância gráfica e vice-versa.

Assim se um desenho está na escala 1 : 50, podemos ler diretamente todas as suas medidas sem cálculos, apenas medindo o desenho com uma escala gráfica.

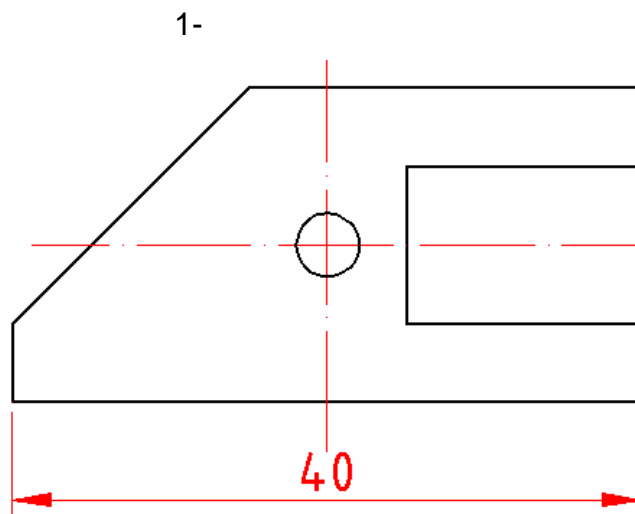
Existem escalas gráficas de plástico (escalímetro), que possuem em uma só peça, seis escalas diferentes graças a sua forma triangular. Exemplo: 1:20; 1:25; 1:50; 1:75; 1:100 e 1:125. Podemos descobrir a escala de um desenho, medindo uma distância gráfica e comparando com o valor escrito na cota.



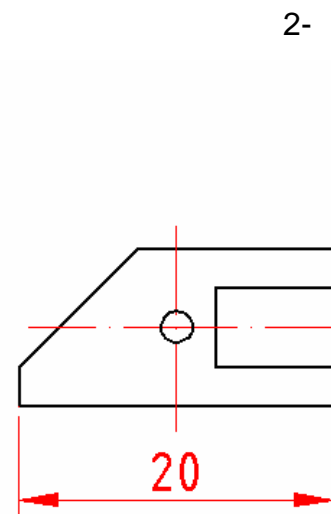
Escalímetro

Exercícios:

a) Meça as dimensões do desenho técnico abaixo em milímetros e indique a escala em que ele está representado.

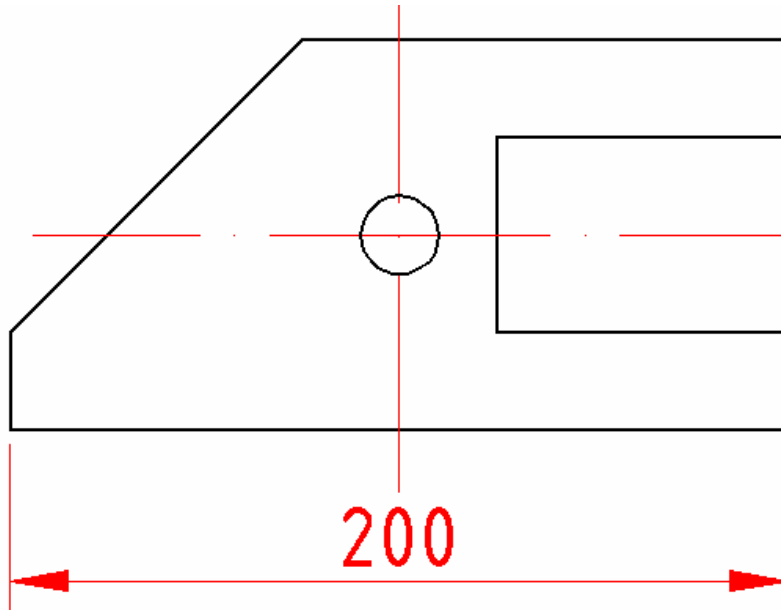


Escala::.....



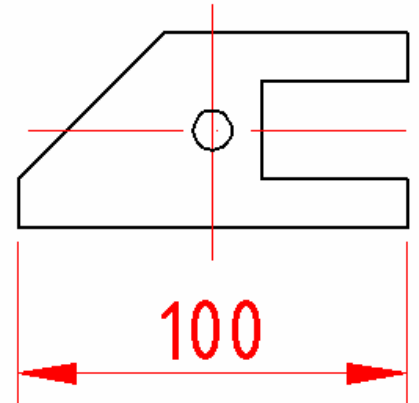
Escala::.....

3-



Escala::.....

4-



Escala::.....

b) Complete as lacunas com os valores correspondentes:

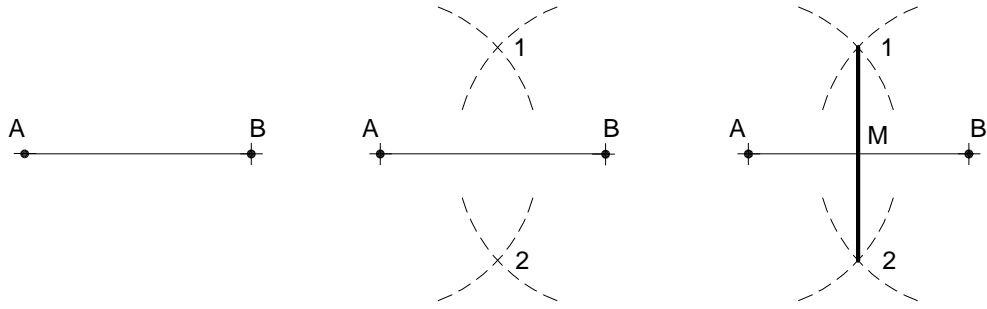
DIMENSÃO DO DESENHO	ESCALA	DIMENSÃO DA PEÇA
	1:1	42
18	1:2	
	5:1	6
16	2:1	
10		100
12		60

4 CONSTRUÇÕES GEOMÉTRICAS

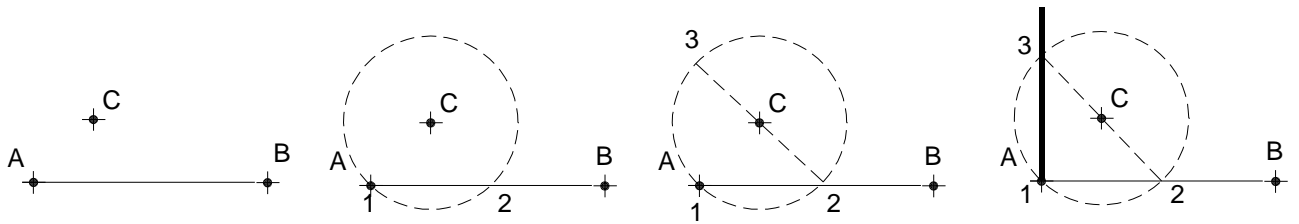
Exercícios: Trace as construções geométricas com régua e compasso, sem o uso do par de esquadros.

Na primeira figura da esquerda, complete passo a passo, a construção geométrica. Observe que a seqüência da construção pode ser melhor compreendida seguindo a seqüência das letras e dos números.

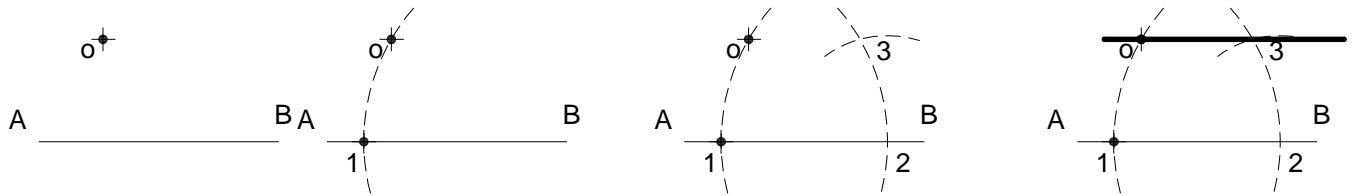
a) Trace a mediatriz do segmento AB.



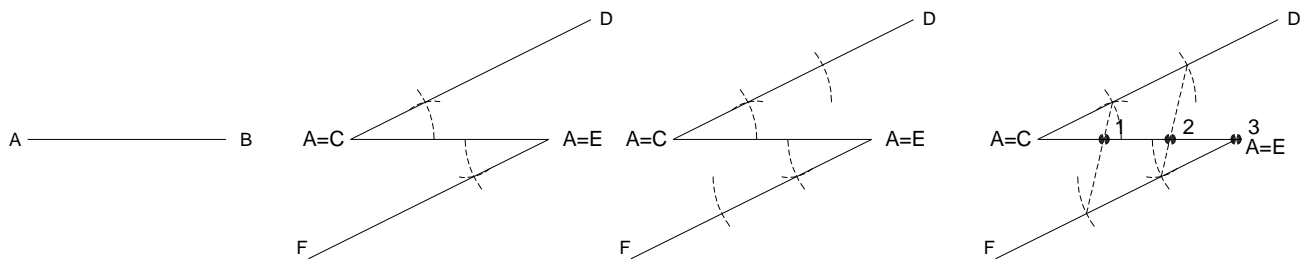
b) Trace um segmento perpendicular ao segmento AB na sua extremidade.



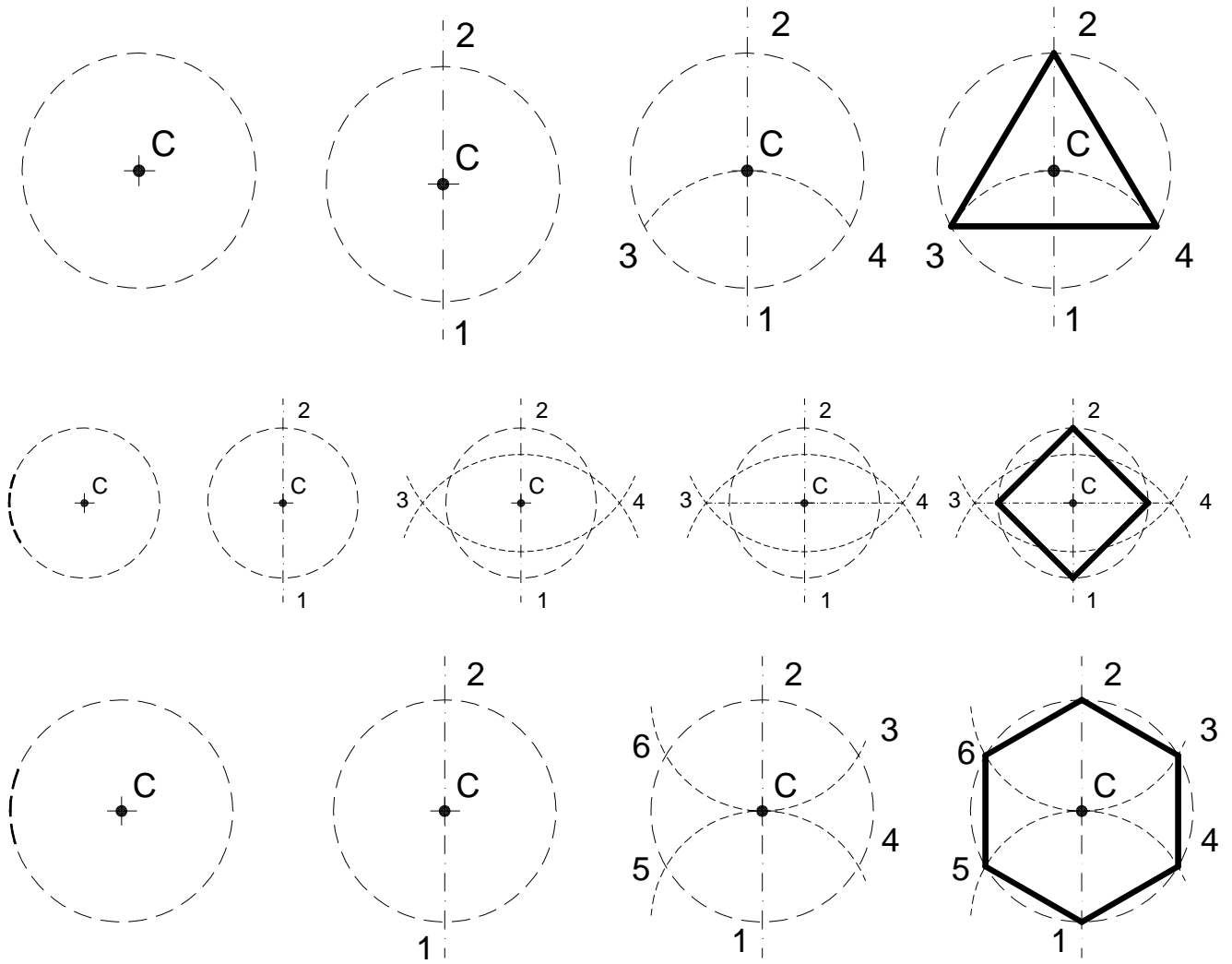
c) Trace um segmento paralelo ao segmento \overline{AB} e que passe pelo ponto O.



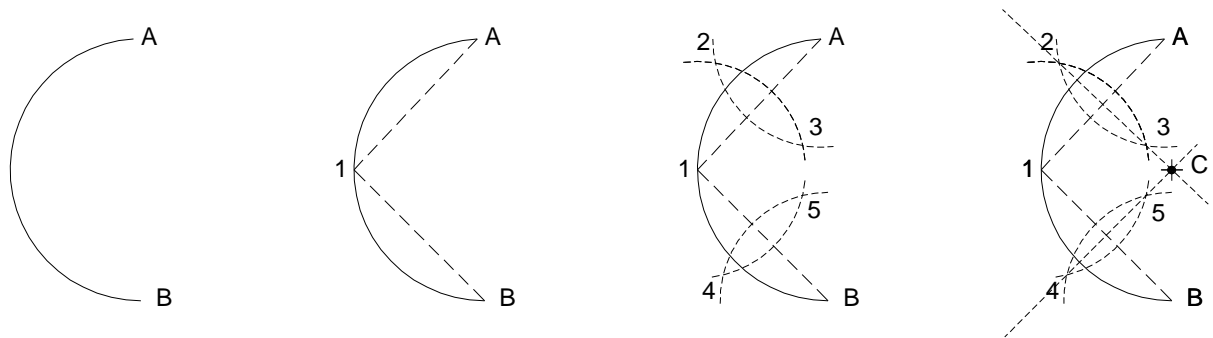
d) Divida o segmento AB em três partes iguais.



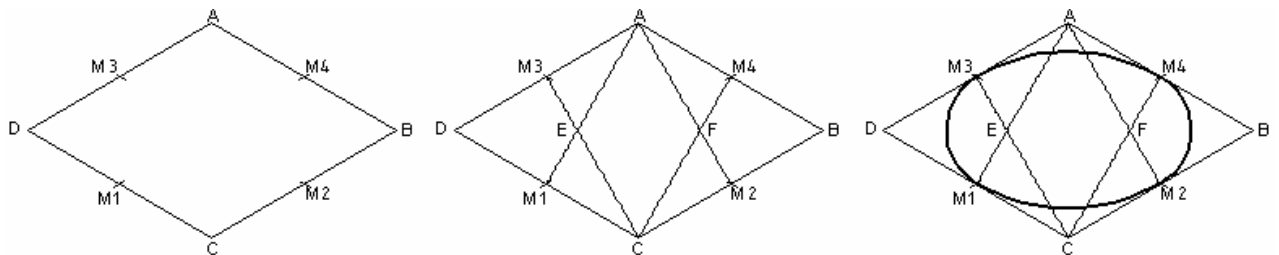
e) Construir polígonos regulares de 3; 4 e 6 lados.



f) Determine o centro do arco AB, usando o próprio arco.



g) A partir de um losango inscreva uma elipse, traçando quatro arcos com o compasso.



5 SISTEMAS DE COORDENADAS

5.1 Coordenadas cartesianas ou retangulares

As coordenadas cartesianas, no caso do desenho 2D, são dadas por dois números na ordem de entrada: primeiro o valor de X e segundo o valor de Y.

Estas coordenadas podem ser absolutas, quando é medida com relação à origem ou relativa quando é medida com relação ao último ponto inserido no desenho.

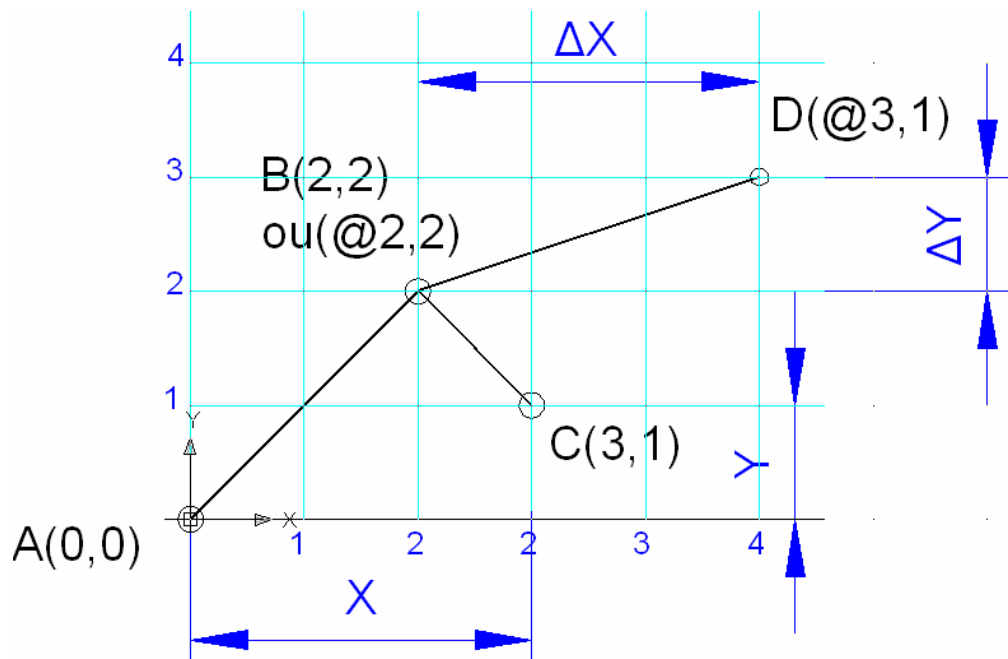
O uso de coordenadas absolutas será conveniente quando tivéramos a posição de cada ponto.

Para diferenciar as coordenadas relativas das absolutas é usual usar @ antes dos valores.

Na prática de construção de desenhos no AutoCAD, usamos a coordenada relativa que nos exige apenas os ΔX e ΔY , com relação ao último ponto desenhado.

Tanto o valor de X como o de Y podem assumir valores negativos.

Observe os pontos: A(0,0); B(2,2); B(@2,2); C(3,1) e D(@3,1), marcados na figura abaixo.



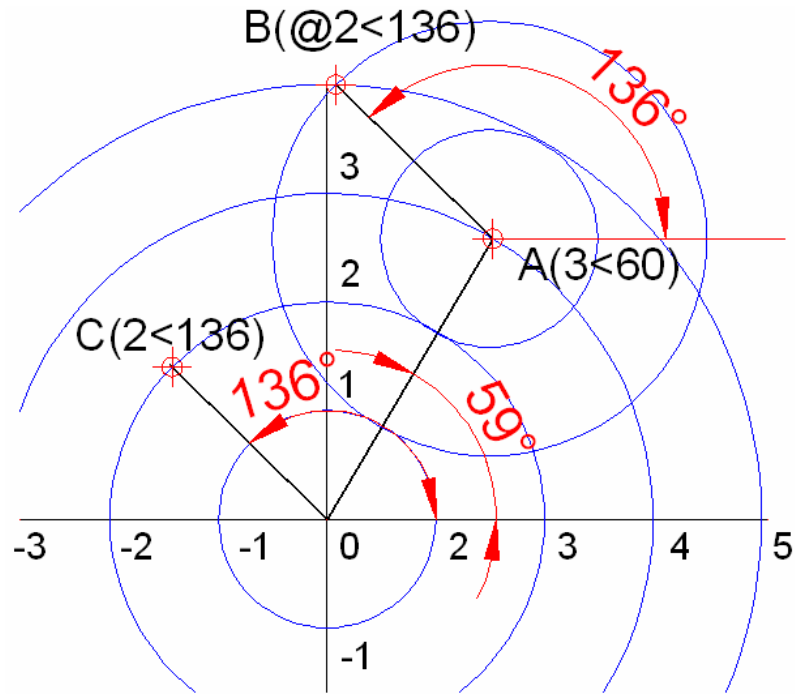
5.2 Coordenadas polar

Para marcarmos um ponto com uso de coordenadas polares que informar o comprimento e o ângulo do segmento de reta, na ordem de entrada: (comprimento<ângulo).

Assim como a coordenada cartesiana a polar poderá ser absoluta ou relativa.

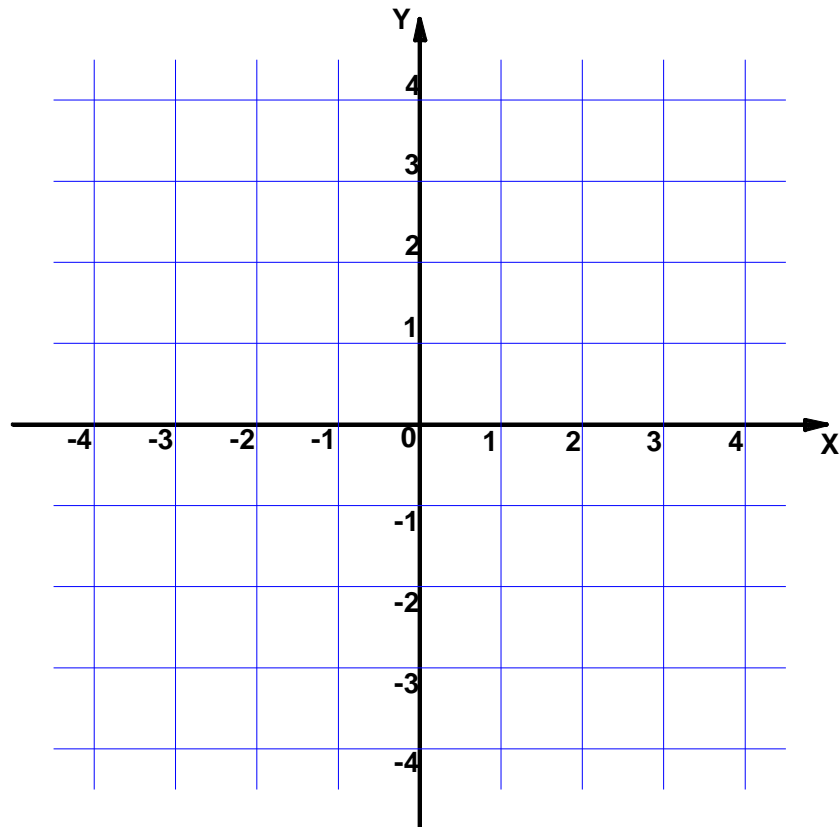
O ângulo será medido sempre no sentido anti-horário, sentido positivo.

Observe os pontos: A(3<60); B(@2,136); C(@2,136), marcados na figura abaixo.

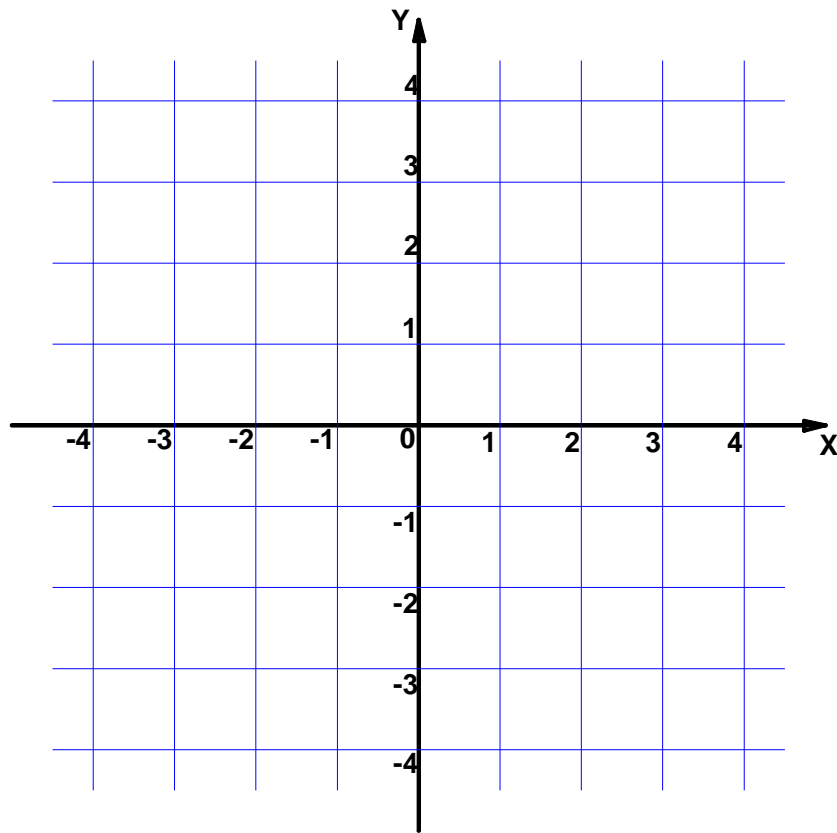


Exercícios:

- 1) Sabendo as coordenadas dos pontos A(1,-1), B(-3,-1) e C(-3,3)
 - a) Marque os pontos no gráfico (plano cartesiano) e una os pontos na seqüência.
 - b) Diga o nome do polígono formado e qual sua classificação de acordo com o ângulo.
 - c) Quais as coordenadas do ponto médio do segmento AC.
 - d) Calcule a área do triângulo, contando o número de quadradinhos.



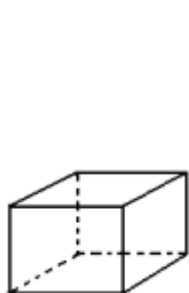
- 2) Com o uso de uma régua e um transferidor, marque os pontos de coordenadas (cartesianas e polares), na seqüência, ligue os pontos, para formar um polígono irregular. Pontos: A(0,0); B(4,0); C(4,3); D(0,3).



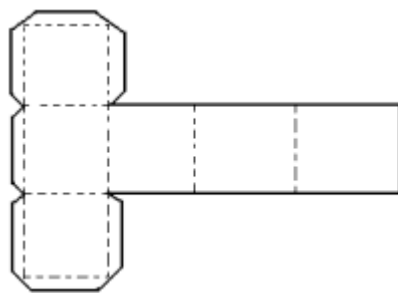
6 PLANIFICAÇÕES

Planificação é o processo usado para traçar em uma superfície plana um objeto que, posteriormente será cortado, dobrado ou calandrado, para adquirir uma forma espacial (sólida). Este processo que também é chamado de desenvolvimento ou caldearia, é usado no projeto de peças construídas a partir de chapas (muito usadas em projetos de Ventilação e Climatização), etc.

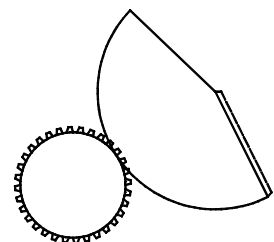
O processo consiste basicamente em desenhar sobre a chapa os traçados em escala natural (Esc.: 1:1). Veja alguns exemplos de planificações:



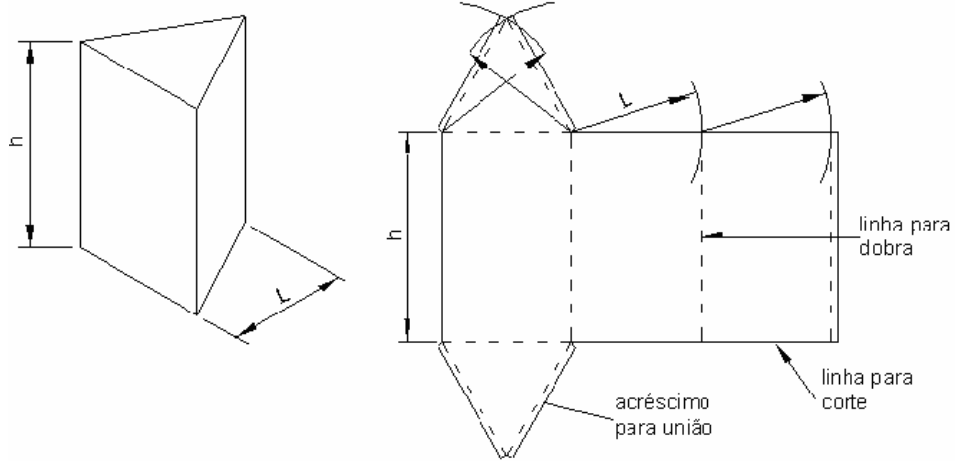
a) Cubo



b) Cone



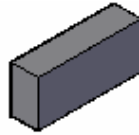
c) Prisma



Exercícios:

1) Após observar os exemplos de planificação anteriores, diga o nome dos sólidos abaixo e emboce sua planificação:

a).....



b).....



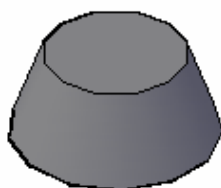
c).....



d).....



e).....

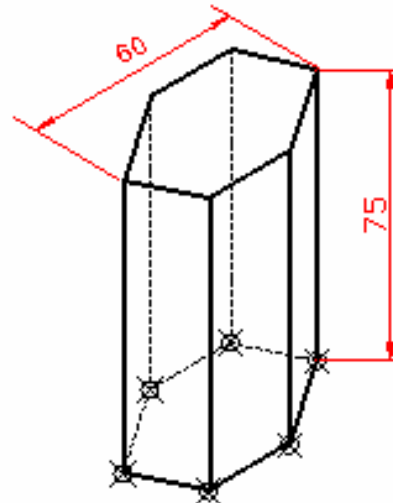


2) Sabemos que a planificação é muito usada na área de ventilação e condicionamento de ar, para fazer projetos de peças a partir de chapas.

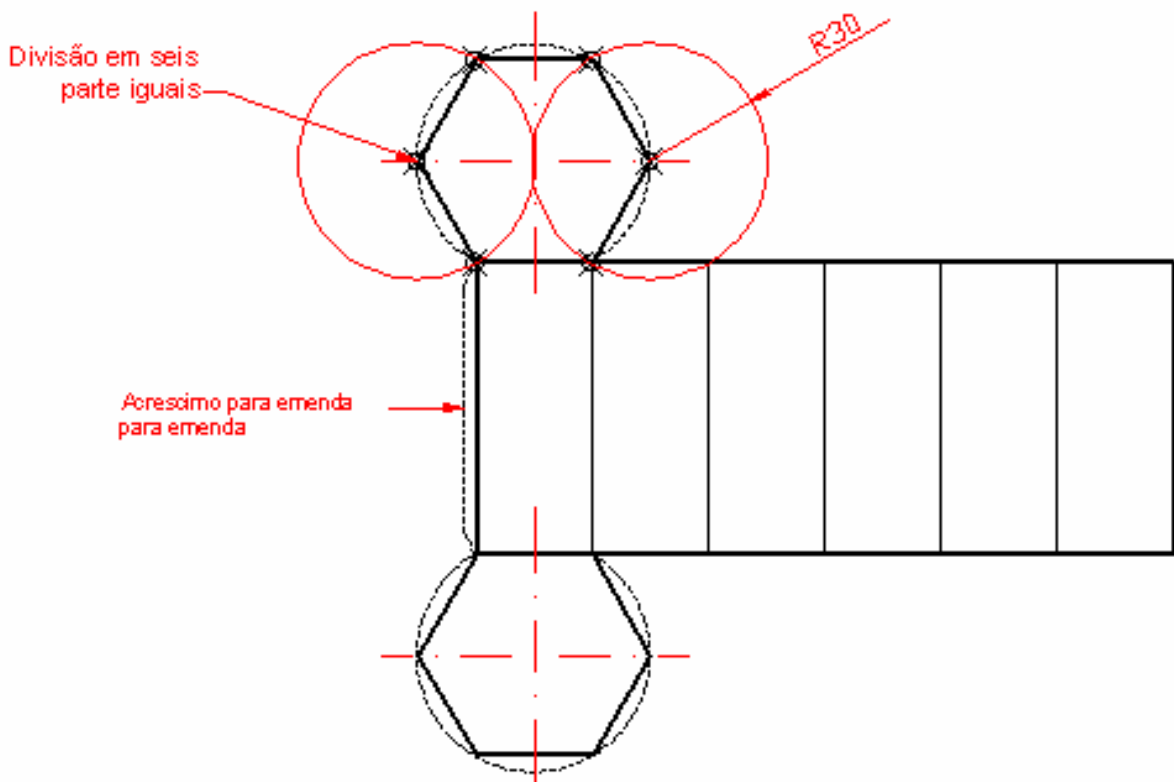
Os exercícios a seguir poderiam, por exemplo, ser um duto de seção sextavada; uma coifa ou redução de duto quadrado para quadrado e outra de duto redondo para redondo. Percebeu a importância do assunto.

Monte equipe de no máximo quatro alunos, para executar o seguinte trabalho:

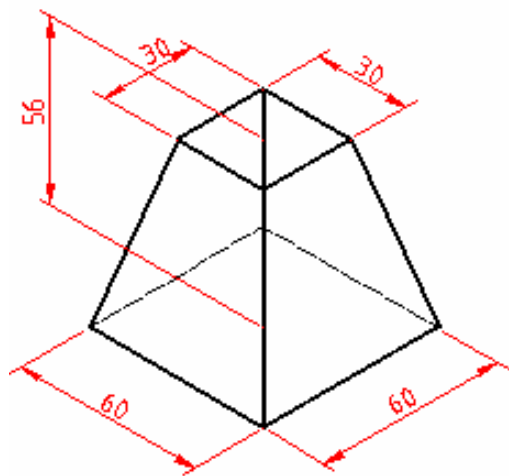
Baseado na planificação apresentada das três peças: prima de base hexagonal; tronco de cone e tronco de pirâmide de base quadrada desenhe a planificação no papel cartão e em seguida monte as peças.



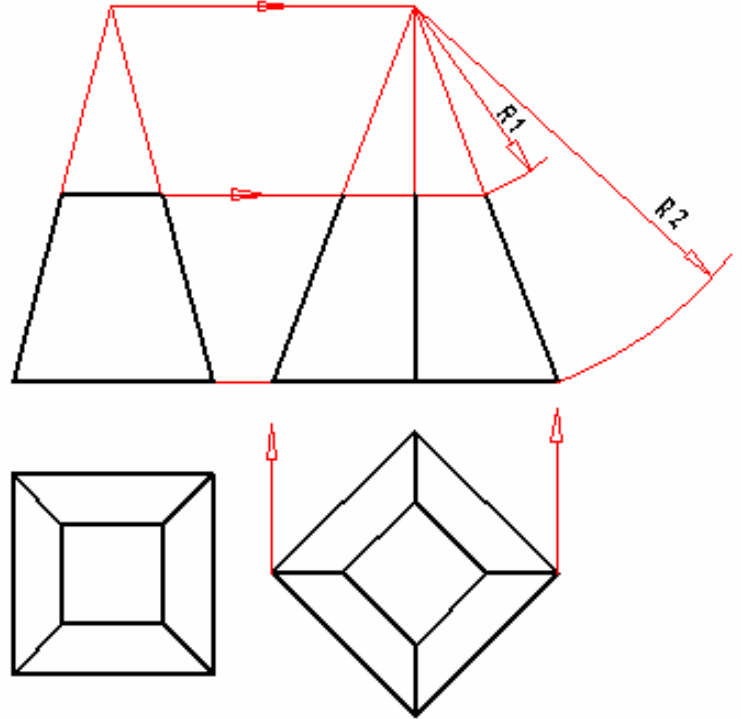
Prisma de base hexagonal



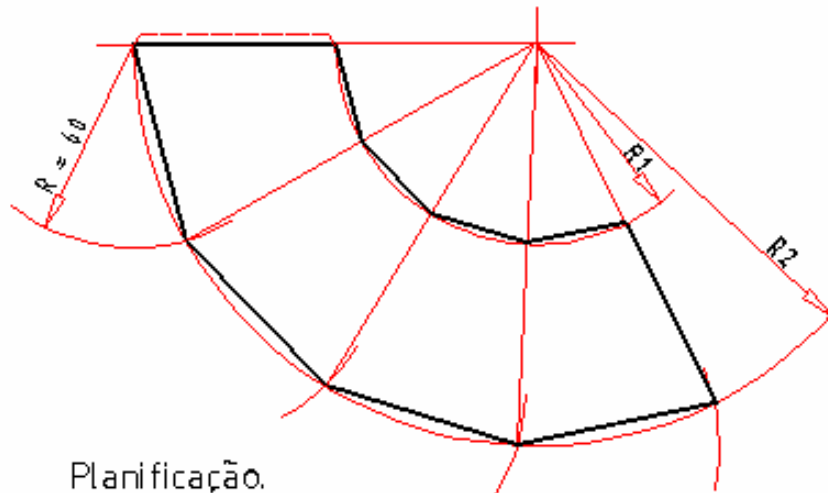
Planificação do prisma



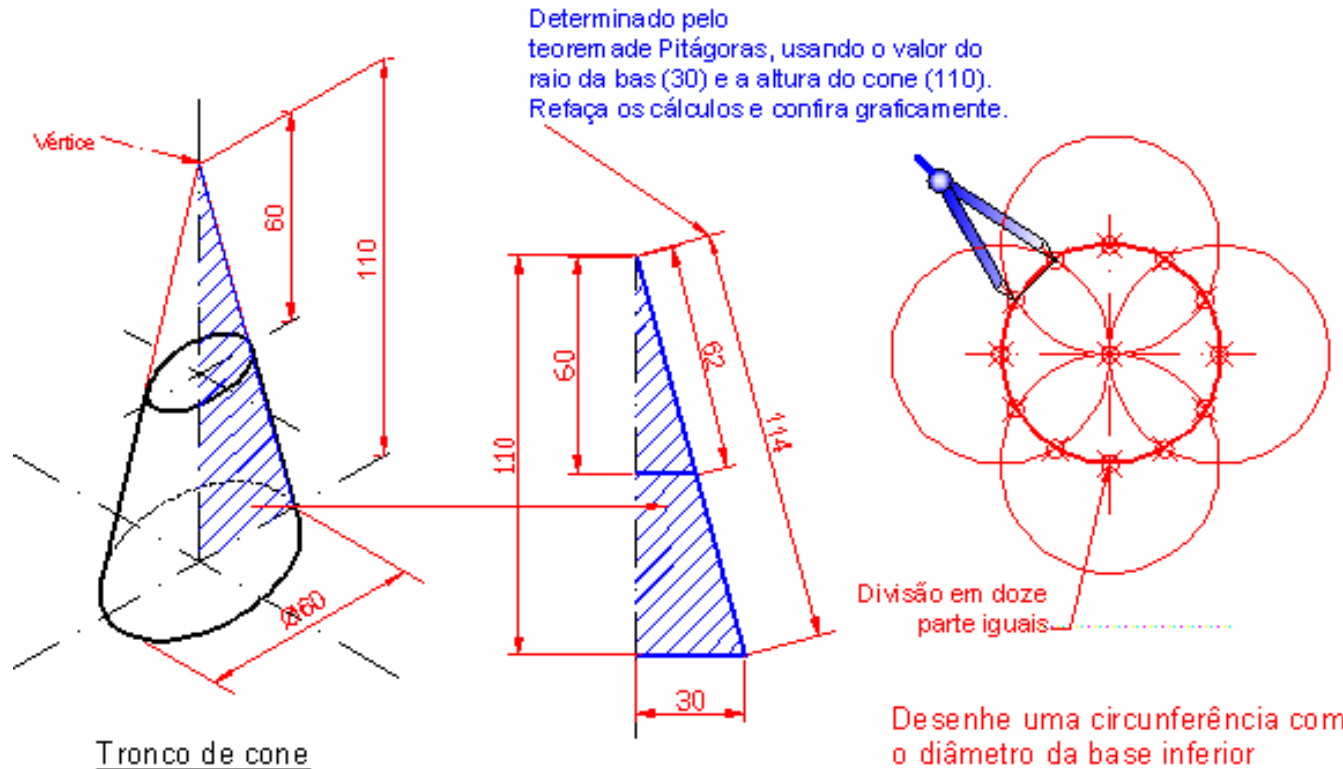
Peça em perspectiva.



Projeções ortogonais para obter as medidas reais.

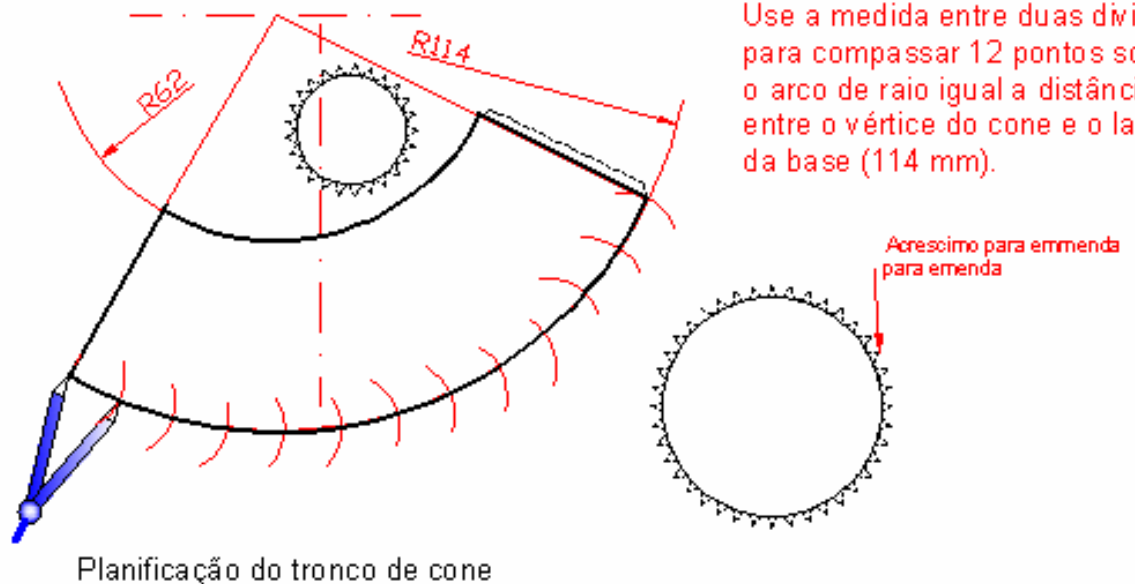


Planificação.



Desenhe uma circunferência com o diâmetro da base inferior (60mm) e em seguida divida em 12 partes iguais.

Use a medida entre duas divisões, para compassar 12 pontos sobre o arco de raio igual a distância entre o vértice do cone e o lado da base (114 mm).



7 CONSTRUÇÕES DE ESBOÇOS

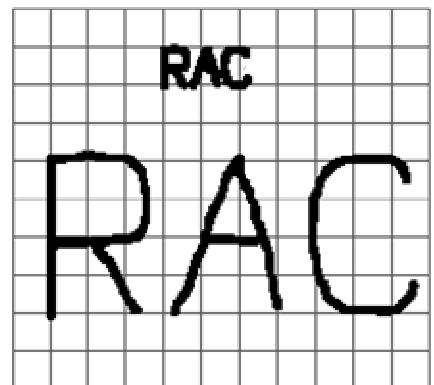
A facilidade de executar desenhos a mão livre é parte indispensável na bagagem intelectual de um técnico, especialmente para o desenhista com computador “CADISTA”. No seu dia-a-dia terá que elaborar rápidos esboços de detalhes construtivos, peças, instalações ou elementos que compõe uma máquina, para num segundo momento passar para o computador. Esta habilidade será bastante útil no momento de criação de um projeto e também para facilitar a transmissão de idéias no trabalho em equipes.

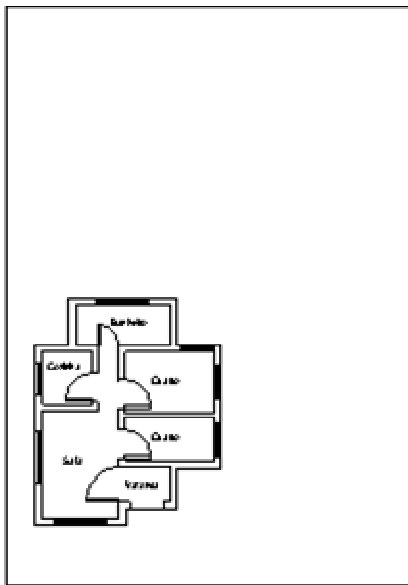
Lembre-se o esboço a mão livre é a primeira etapa de um projeto. É a etapa criativa do projeto.

Para desenhar à mão livre não é necessário possuir dons especiais. Bastando dominar os músculos do pulso, dos dedos, praticar com persistência e coerência que a habilidade para esboçar será adquirida naturalmente com a prática.

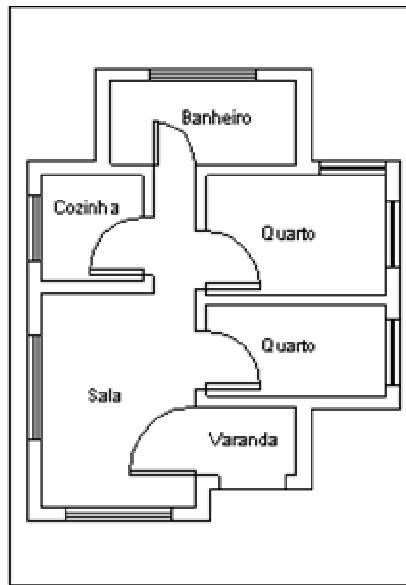
7.1 Dicas para esboçar

- Característica do traçado a mão livre – um traçado feita a mão livre deve ter a característica de esboço, “nunca será perfeito”. É importante o traçado inicial ser bem leve, para possibilitar correções de eventuais erros, após verificações. Estas correções devem ser feitas com traços firmes e nítidos com pressão moderada. O resultado final do seu desenho deve ter caráter de croquis. Ou seja evite o uso da borracha ao máximo. A qualidade do seu traçado a mão livre só irá melhorar com a pratica (como qualquer outra coisa na vida). Portanto, praticar é essencial.
- Respeite as proporções do objeto – ao desenhar algo por observação, exemplo à abertura de uma porta, observe a relação das medidas largura x altura. Se possível use papel quadriculado, para esboçar isto facilita o respeito proporções. Neste caso deve-se atribuir um valor correspondente para quadradinho, ou seja, uma escala, que deve ser anotada na base da folha.
- Enquadre seu desenho na folha - da mesma forma que você faz ao usar uma máquina fotográfica. Ou seja, faça seu desenho com um tamanho adequado, use um tamanho de folha apropriada, em posição retrato ou paisagem. A palavra é equilíbrio.

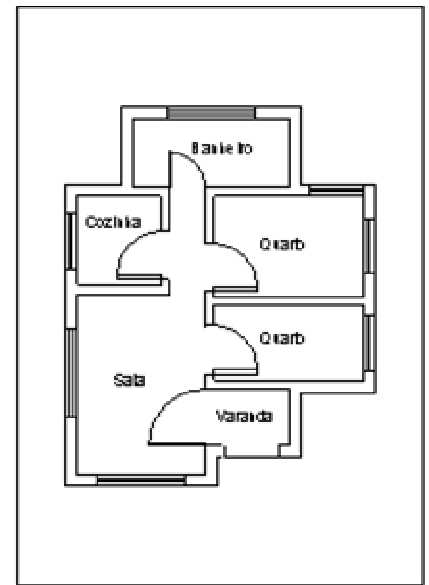




Pequeno e desequilibrado

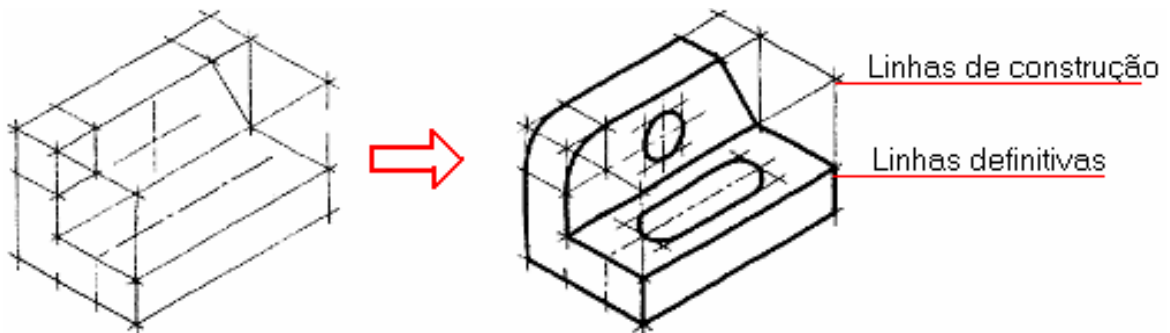


Grande e equilibrado

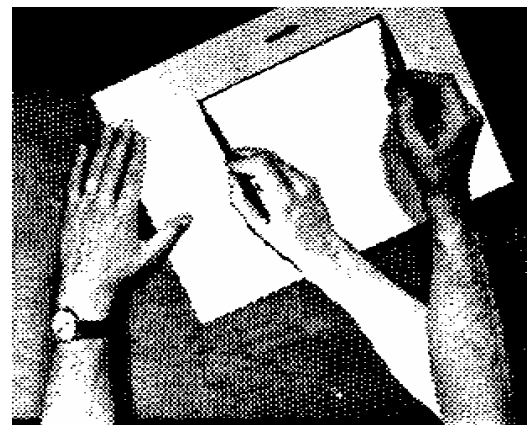


Equilibrado em tamanho e posição

- Use linhas de construção – linhas de construções são linhas finas extremamente fracas, o suficiente para serem vistas. Elas não fazem parte do desenho definitivo, mas auxiliam na construção. Após a construção definitiva, as linhas de construção podem permanecer, desta forma minimizamos o uso da borracha.



- Outras dicas: - O antebraço e a mão devem estar totalmente apoiados sobre a prancheta. A mão deve segurar a lapiseira naturalmente, sem forçar. Os traços verticais, inclinados ou não, em geral sai melhor de cima para baixo assim como os horizontais da esquerda para a direita. Sendo que para os canhotos pode ser mais cômodo o sentido inverso.



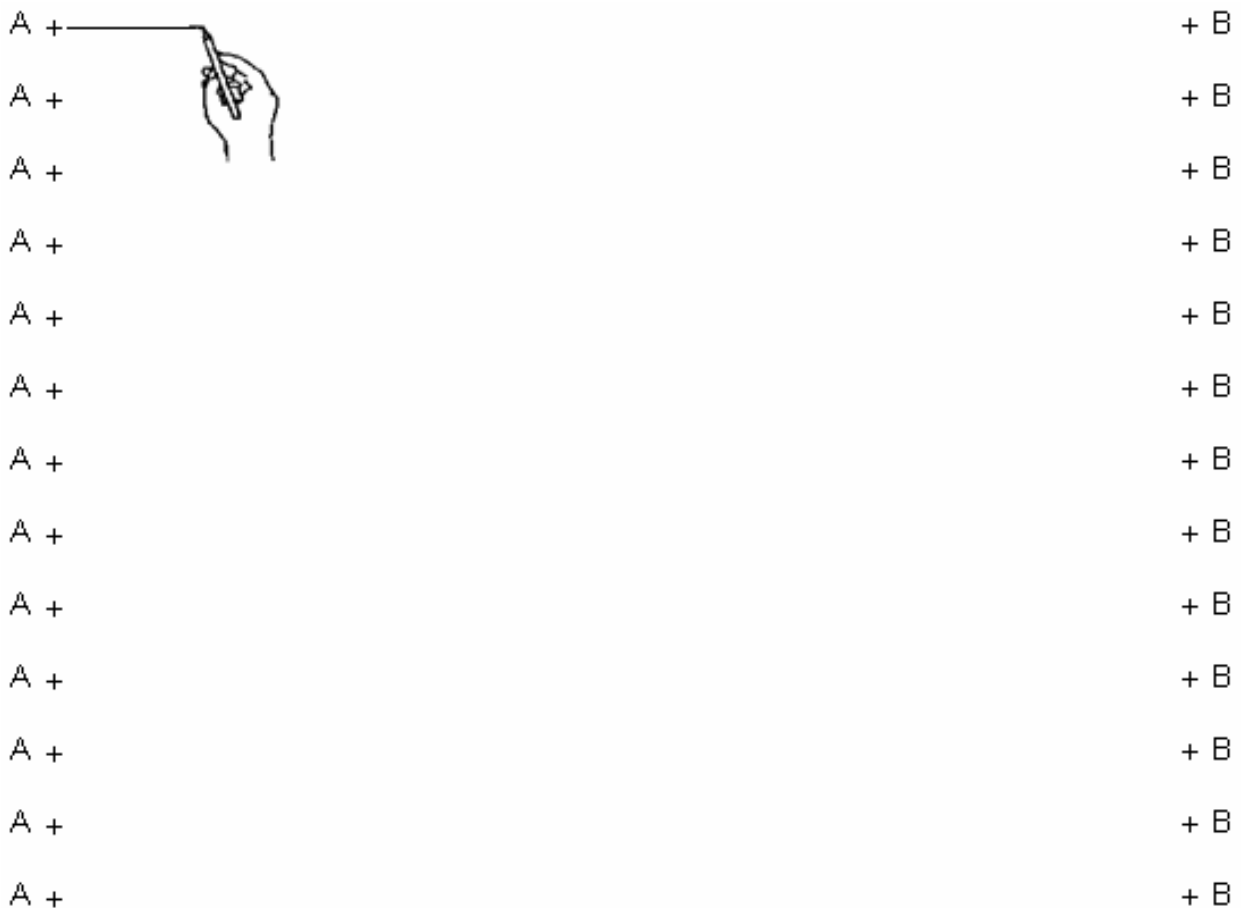
7.2 Técnicas para o traçado a mão livre

Traçado de segmentos de retas

Não existe uma receita. Cada pessoa se adapta melhor de um jeito. Experimente:

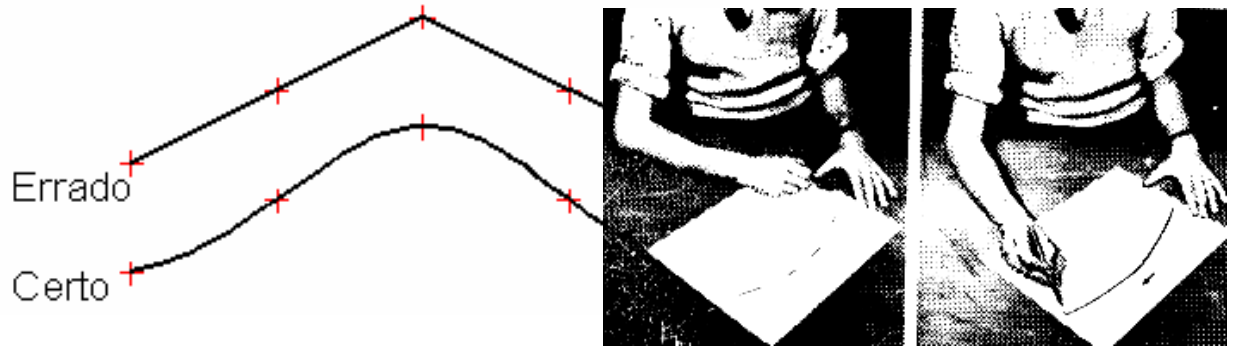
- Para traçar um segmento de reta que une dois pontos, deve-se colocar a lapiseira em um dos pontos e manter o olhar sobre o outro ponto (para onde se dirige o traço). Não se deve acompanhar com a vista o movimento do lápis. Para os canhotos o sentido pode ser invertido para o seu conforto, desenhando inicialmente uma linha leve para, em seguida, reforçar o traço corrigindo, eventualmente, a linha traçada.
- Antes de traçar a linha marque pontos intermediários, sempre ao meio dos existentes.

Pratique: trace segmentos de reta a mão livre entre os pontos **A** e **B** abaixo:



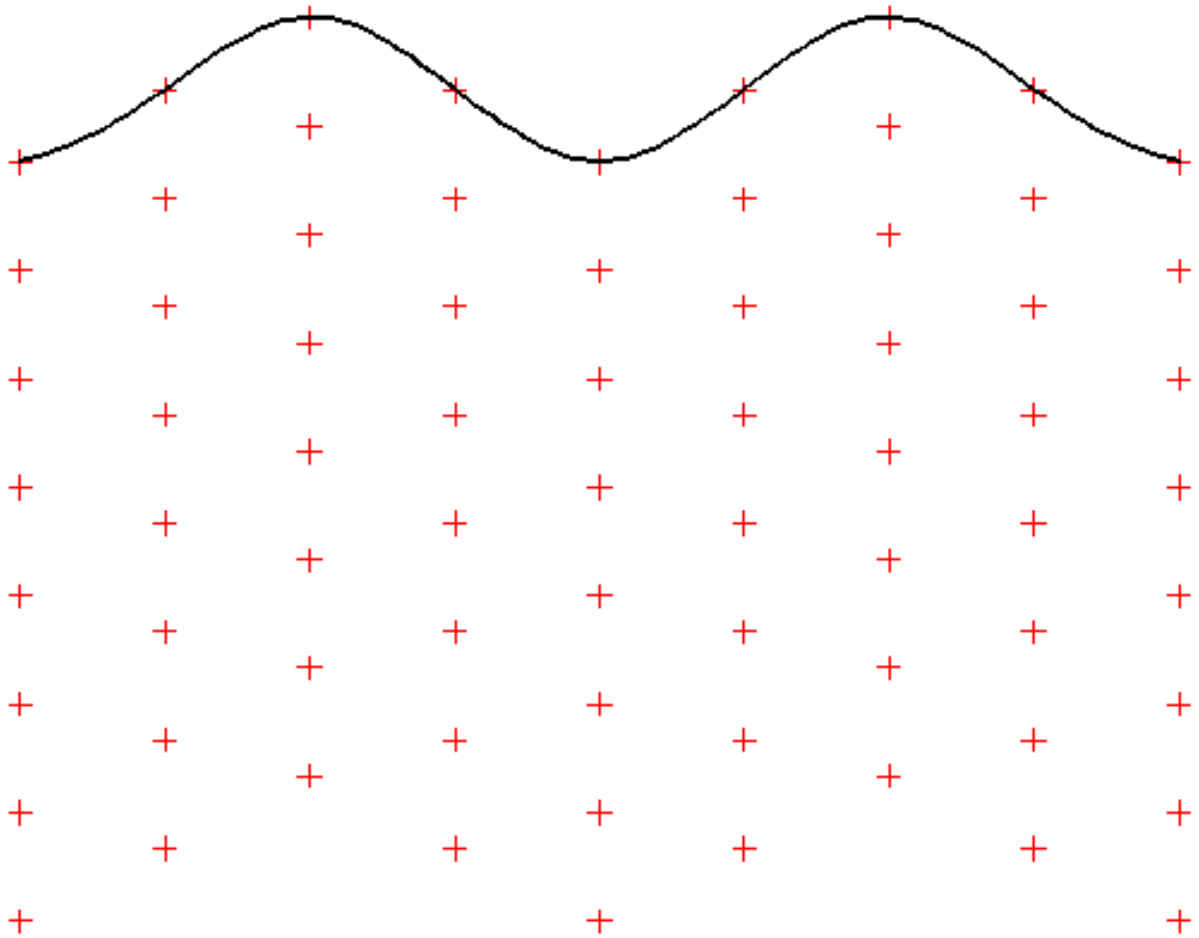
Traçado de linhas curvas

As curvas são obtidas com amplos movimentos em torno da articulação do pulso, cotovelo e/ou do ombro, dependendo do raio da curva. Pode-se utilizar pontos de referência previamente marcados. Observe que ao passar por um ponto já devemos orientar o traçado para a direção do próximo.



Observação: Uma boa concordância é aquela onde ocorre uma continuidade dos segmentos, de forma suave.

Pratique: Concorde com curvas suaves os pontos abaixo, formando curvas paralelas ao exemplo.



Divisão de segmento em número par de partes

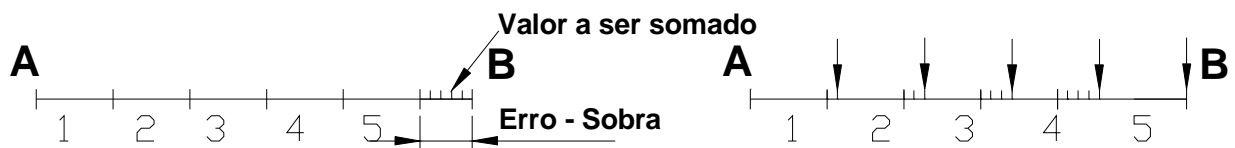
A divisão de um segmento ao meio é facilmente conseguida com relativa precisão simplesmente marcando um ponto no suposto meio, em seguida olhando perpendicularmente ao mesmo e corrigindo possível erro que perceber. Note que podemos fazer este processo várias vezes e obter divisões variadas.



Divisão de segmento em número ímpar (N)

Arbitre um valor aproximado de $1/N$ do segmento AB e a partir de uma extremidade marque os valores com marcações equidistantes de $1/N$. No final você pode ter errado para mais ou para menos. Retorne e remarque subtraindo ou somando os erros acumulados.

Veja um exemplo de divisão do segmento AB em cinco partes ($N=5$).



Pratique: Divida os segmentos abaixo em partes.

4 partes A B

3 partes A B 5 partes A B

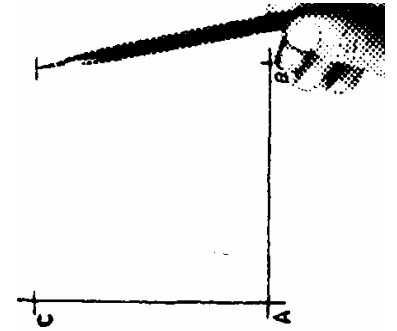
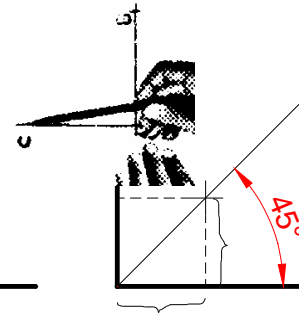
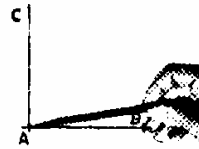
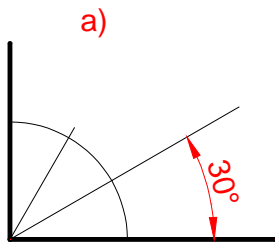
6 partes A B

Divisão de ângulos

A divisão de um ângulo pode ser feita de maneira similar.

Um caso especial é o ângulo de 30° ($1/3$ de 90°), este valor é muito usado na construção de desenho em perspectivas que veremos na unidade seguinte.

Pratique: Observe a divisão de um ângulo de 90° em três (a) e duas partes (b). Repita o procedimento de divisão ao lado:



Traçado de um quadrado:

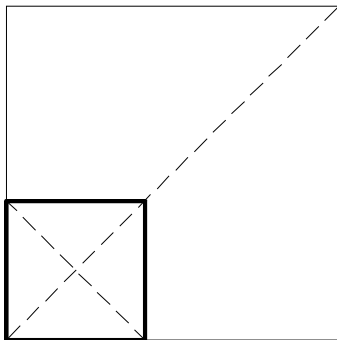
1. Marque, a partir do vértice A intercessão de duas perpendiculares, ao lado AB do quadrado.
2. Mantendo a mão imóvel, gire o papel e marque a medida AB sobre a direção AC.
3. Pelos pontos assim obtidos, trace paralelas, concluindo a construção.

As diagonais do quadrado ou retângulo

podem servir para determinar o centro ou

fazer ampliações.

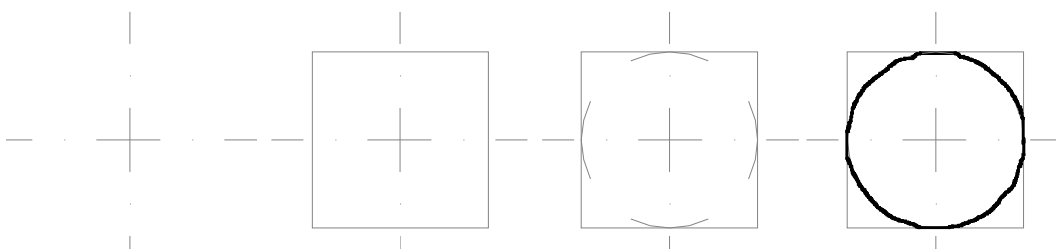
Pratique: Construa ao lado do exemplo outra figura igual.



Traçado de circunferências:

Começamos pela linha de centro (traço-ponto) seu cruzamento indica o centro da circunferência.

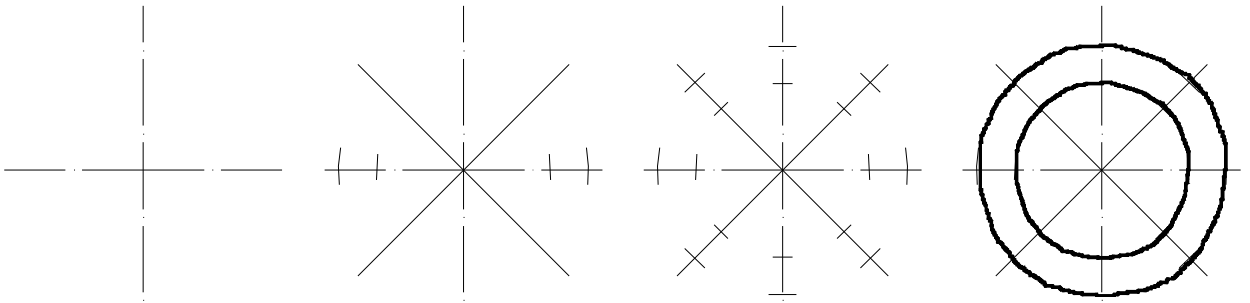
Pequenas



Pratique: Complete as circunferências na figura anterior e construa outra de mesmo tamanho ao lado das demais.

Grandes

A idéia é obter mais pontos por onde a curva passa, ou seja, tangência. Para isto além das linhas de centro traçamos bissetrizes. Marcamos sobre estas linhas raios com traços curtos e leves (a olho) e em seguida corrigimos imperfeições para finalmente completar a curva. Se a circunferência for muito grande pode-se traçar mais bissetrizes.

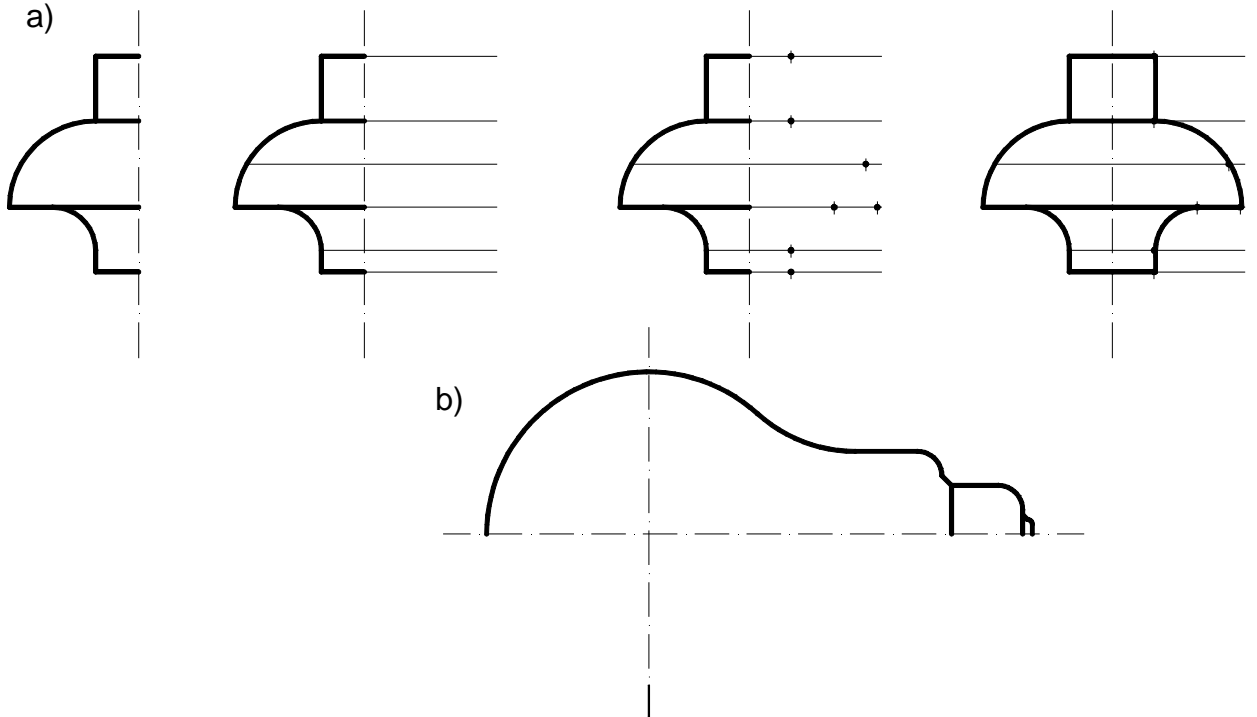


Pratique: Complete as circunferências concêntricas acima e desenhe outra com o dobro do tamanho no espaço abaixo.

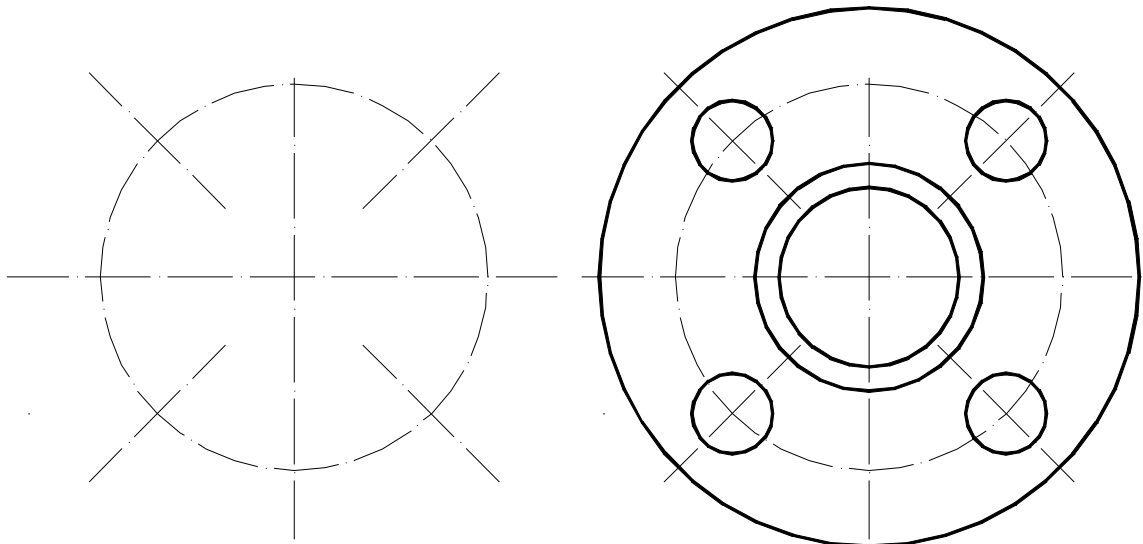
Traçado de figuras com eixo de simetria:

Iniciamos traçando o seu eixo de simetria (traço-ponto), depois usamos linhas auxiliares perpendiculares ou eixo e sobre estas marcamos pontos espelhados, ou seja, pares de pontos um de cada lado do eixo, mas com a mesma distância do mesmo.

Pratique: Observe o exemplo abaixo (a) e complete o desenho do contorno da lâmpada (b).



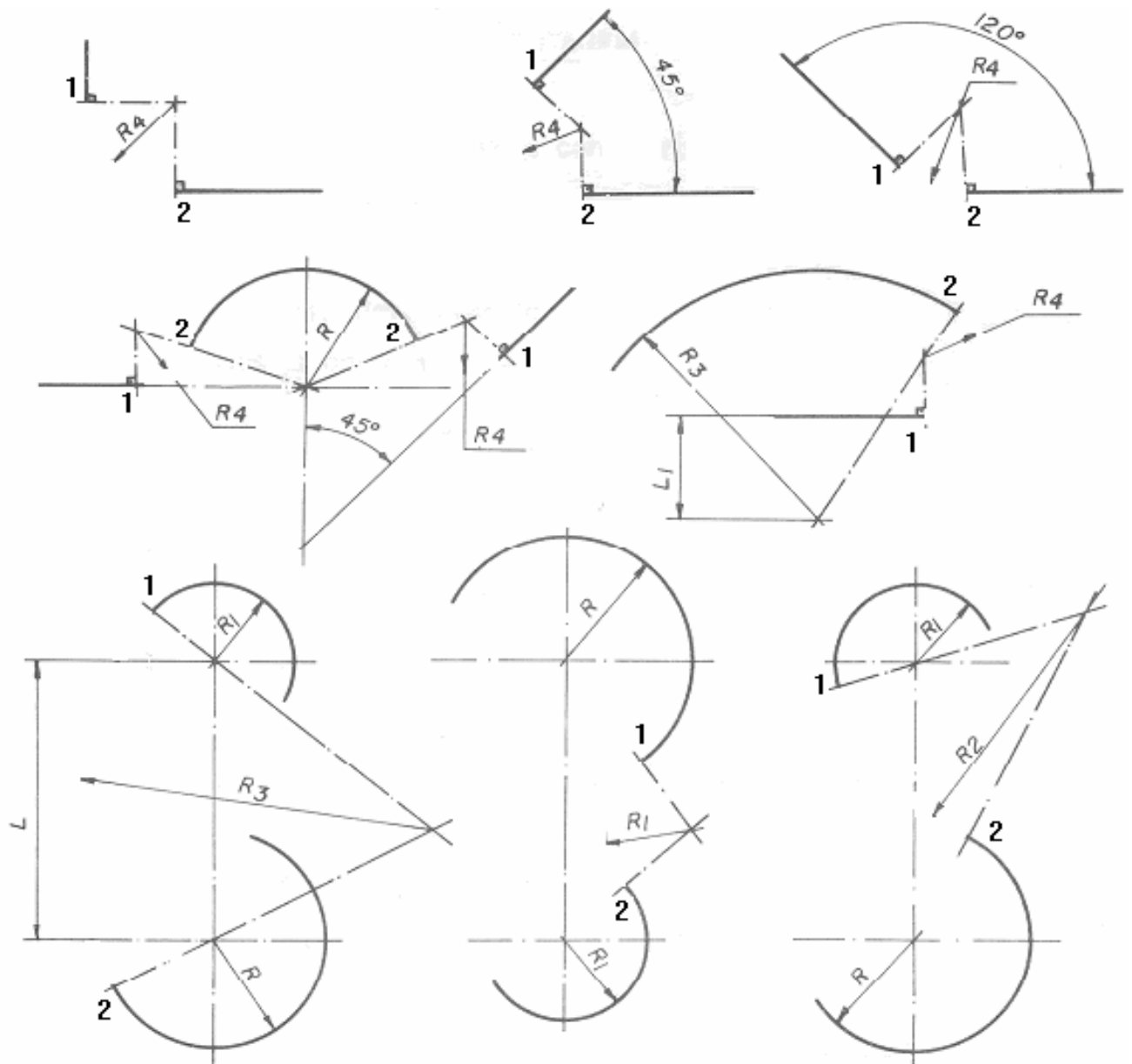
Pratique: Partindo das linhas de centro à esquerda do desenho abaixo, complete o desenho do flange, conforme mostrado à direita.



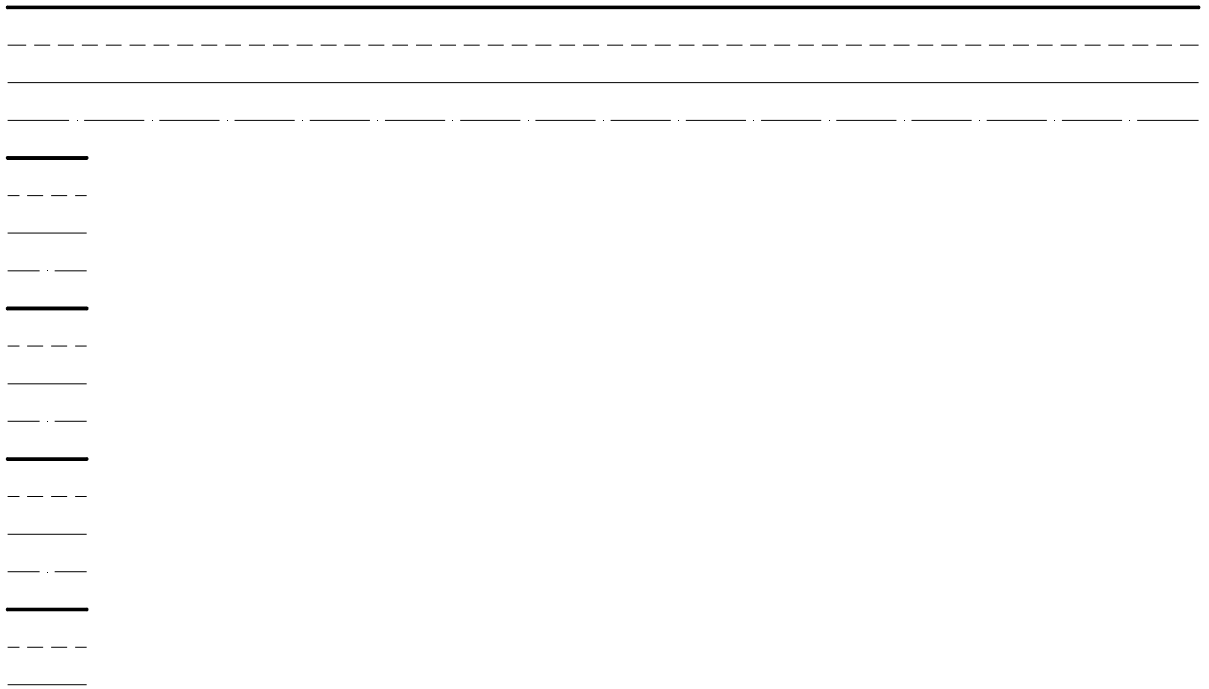
7.3 Exercícios

Observação: Os exercícios propostos a seguir devem ser feitos sem o uso da escala (régua graduada) ou compasso, pois o objetivo é desenvolver a habilidade de construção de esboços à mão livre.

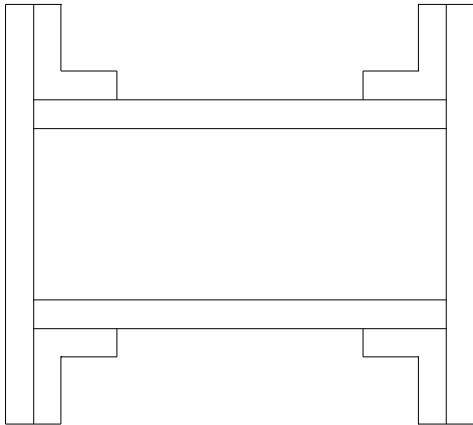
1) Trace a mão livre curvas concordantes para completar as figuras, unindo os pontos 1 até o 2, passando pela ponta da seta do raio de cada curva.



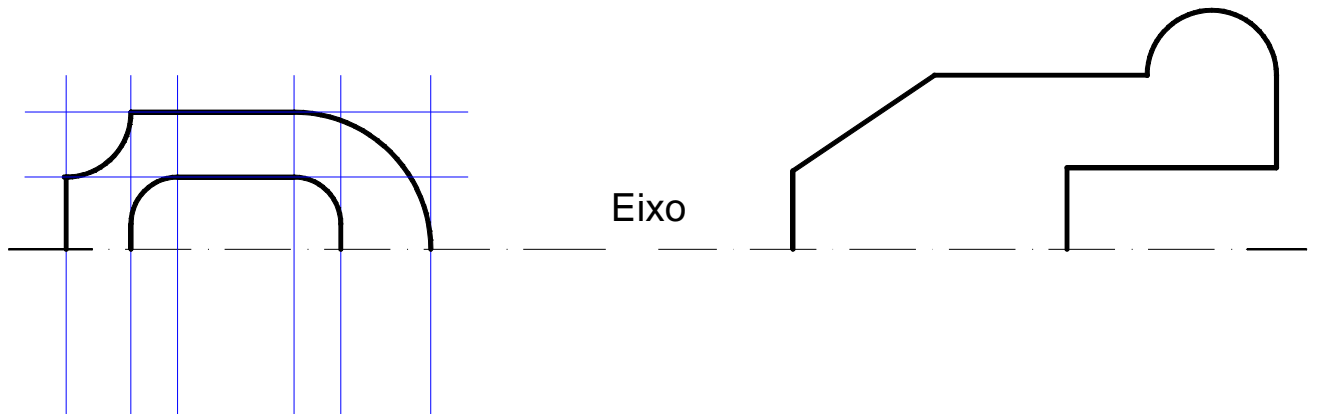
2) Trace a mão livre, alternadamente, os tipos de linhas usadas em desenho técnico: *Grossa Cheia; Média Tracejada, Fina Cheia e Traço-ponto Fina.*



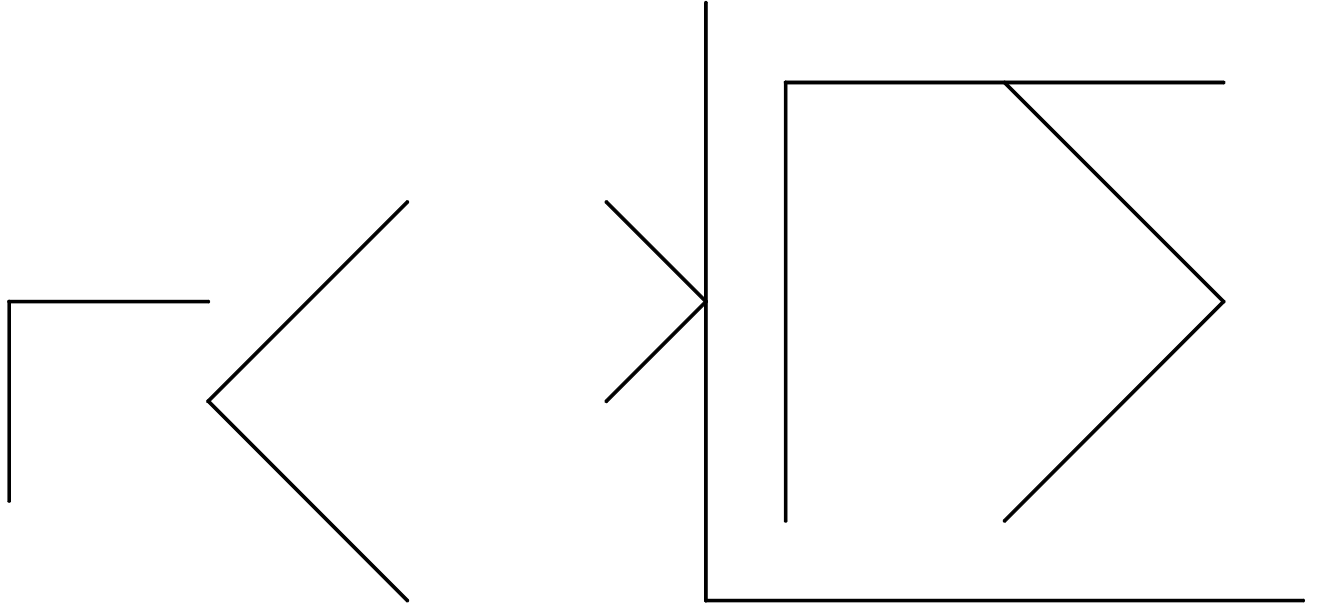
3) Reforce o desenho abaixo e faça uma cópia de mesmo tamanho ao lado.



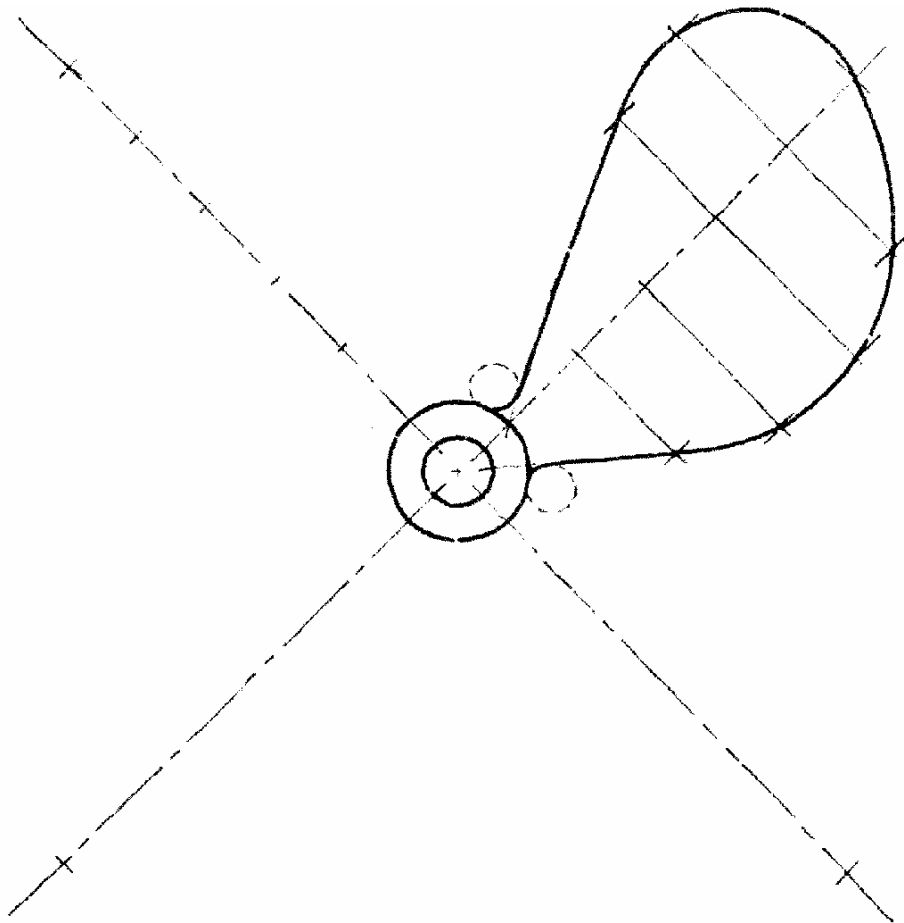
4) Complete as figuras simétricas abaixo.



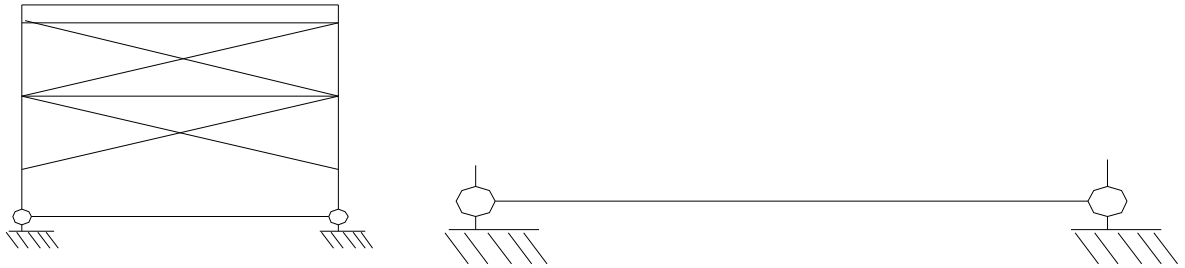
5) Dado dois lados de cada um dos seis quadrados, complete-os.



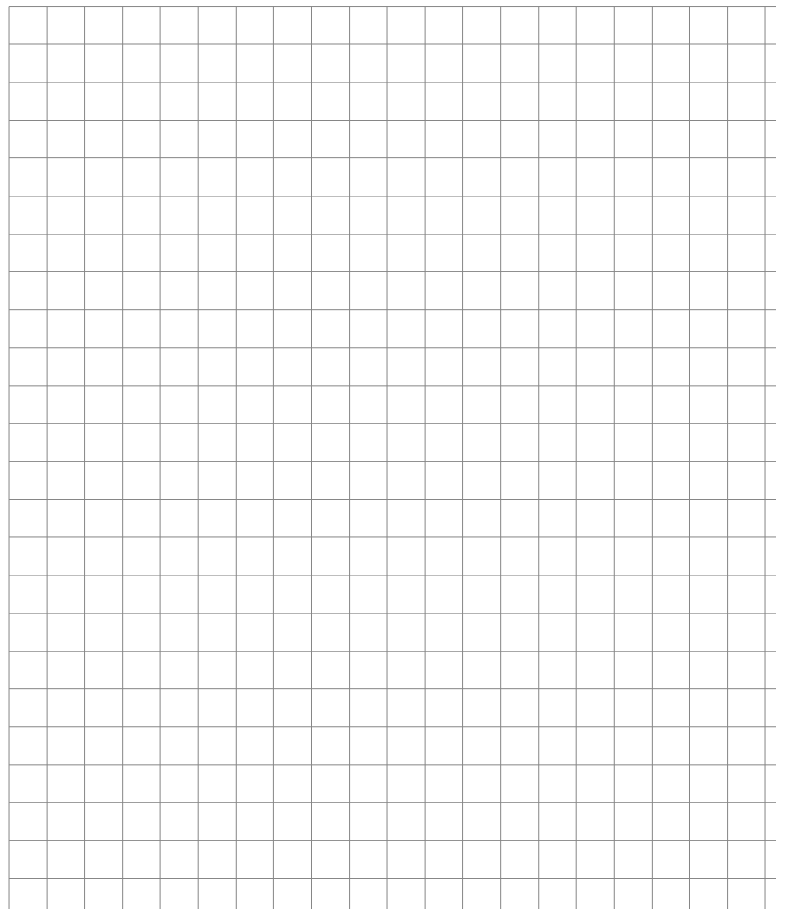
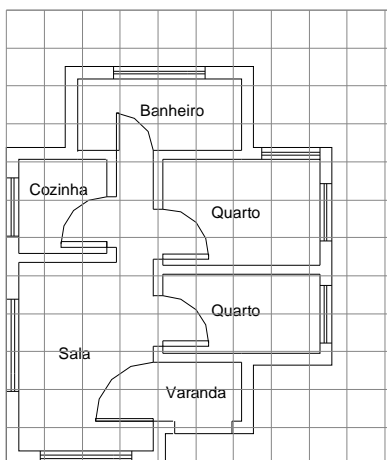
6) Conclua o desenho da hélice.



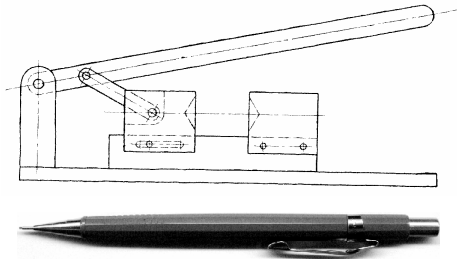
7) Amplie o desenho abaixo usando a proporção iniciada.



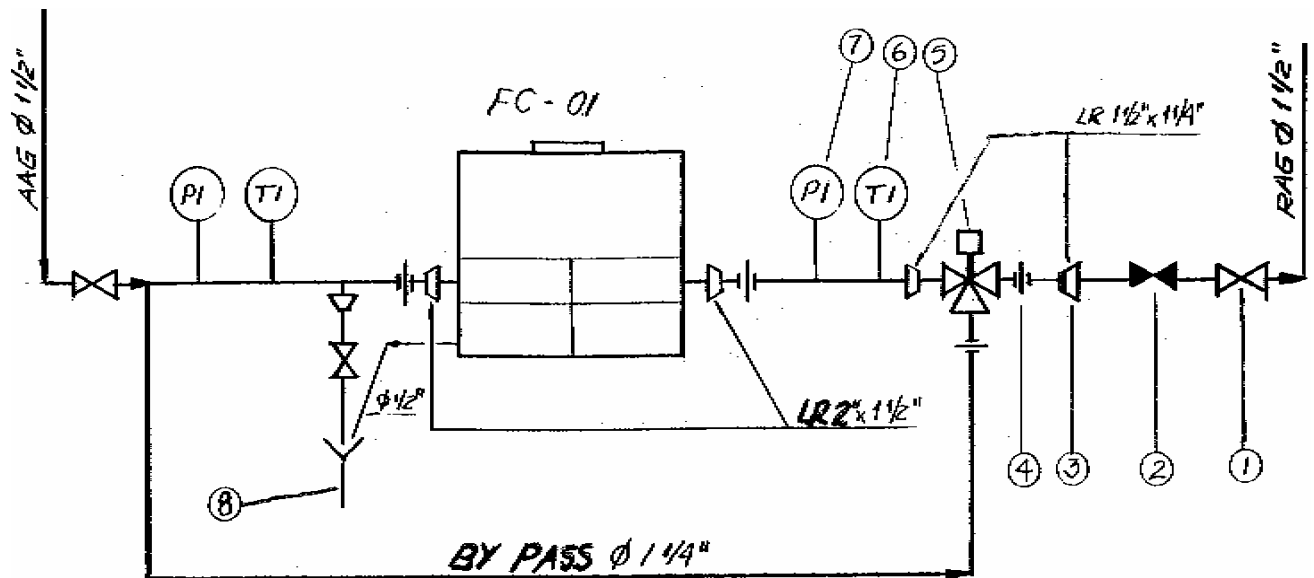
8) Observe as proporções do esboço da planta baixa e amplie com escala 2:1 (dobro do tamanho), no quadriculado ao lado.



9) O quebra-nozes abaixo, tem um comprimento igual o da sua lapiseira. Desenhe-o respeitando as proporções em tamanho real (escala 1:1).



j) Copie o fluxograma de detalhamento (desenho esquemático de um Fan Coil) abaixo a mão livre. Faça o desenho em uma folha de papel A4 e use caligrafia técnica.



Identificação:

1. Válvula globo
2. Válvula Gaveta
3. Redução
4. Luva de retenção ou redução
5. União
6. Válvula de três vias motorizada
7. Termômetro
8. Manômetro
9. Dreno

8 DESENHO EM PERSPECTIVA

Desenho em perspectiva é um tipo de desenho projetivo que mostram em um plano objeto que ocupam lugar no espaço, ou seja, possuem três dimensões (largura, altura e profundidade).

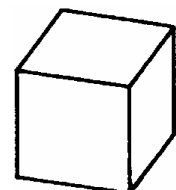
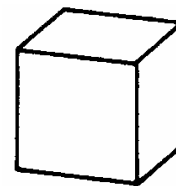
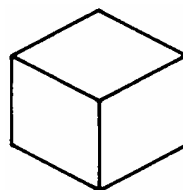
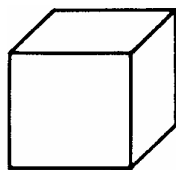
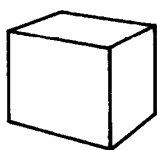
Sabemos que um plano possui duas dimensões largura e altura. Para que possamos representar a terceira dimensão, passamos para o plano de maneira aproximada a percepção visual, ou seja, desenhamos os objetos como visualizamos de uma posição que permita enxergar as três dimensões.

Baseando-se no fenômeno ótico a perspectiva de um objeto é a interseção dos raios visuais com a superfície, denominado quadro, onde se pretende desenhar a imagem. Assim os princípios da visão aplicam-se exatamente à operação geométrica de projeção, cujo centro é o olho do observador; os raios projetantes correspondem aos raios visuais e a projeção no quadro entre observador e objeto é a perspectiva do objeto.

O esboço em perspectiva deve fazer parte também da habilidade do técnico, pois será útil quando estiver criando soluções para instalações ou mentalizando as primeiras idéias de um projeto. Além disto será muito mais fácil explicar para alguém, cliente por exemplo, uma idéia proposta quando este alguém não dominar a linguagem de projeção ortogonal (vistas).

Classificação das perspectivas

Perspectivas - um cubo desenhado em diferentes tipos de perspectivas				
Cônica	Cilíndricas ou Paralelas			
	Cavaleira	Isométrica	Dimétrica	Trimétrica
	Uma face (dois eixos) paralela ao quadro.	As três faces (três eixos) com a mesma inclinação em relação ao quadro.	Uma das faces (um eixo) tem inclinação diferente das outras em relação ao quadro.	As três faces (três eixos) estão diferentemente inclinadas em relação ao quadro.



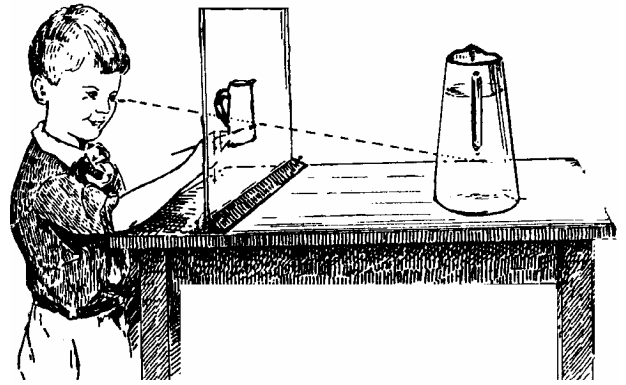
8.1 Perspectiva realística ou cônica

A perspectiva realística é a que representa o objeto de maneira mais real. Uma perspectiva desta bem feita se assemelha a uma foto.

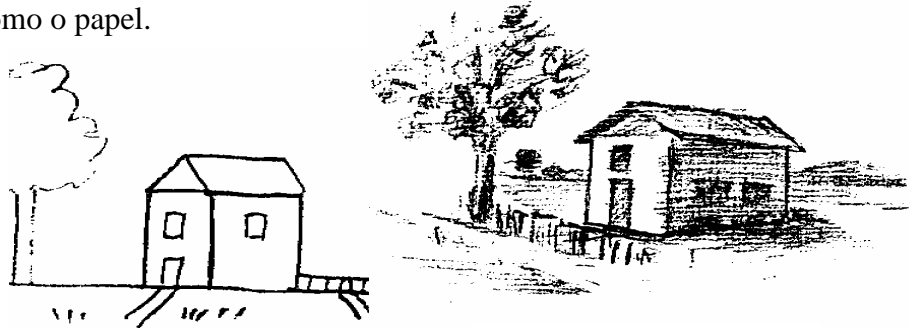
Este tipo de perspectiva é mais usado pelos arquitetos e decoradores, existindo uma metodologia para construção, pontos de fuga, etc.

Por observação ela pode ser construída de maneira

fácil. As proporções do objeto: largura, altura e profundidade são obtidas utilizando-se o método da pinça e o quadro transparente, que vimos na unidade anterior, página 12.



A perspectiva linear é um artifício que permite ao desenhista criar uma ilusão de profundidade numa superfície plana, ou seja, criar a ilusão tridimensional numa superfície bidimensional, como o papel.



Notamos

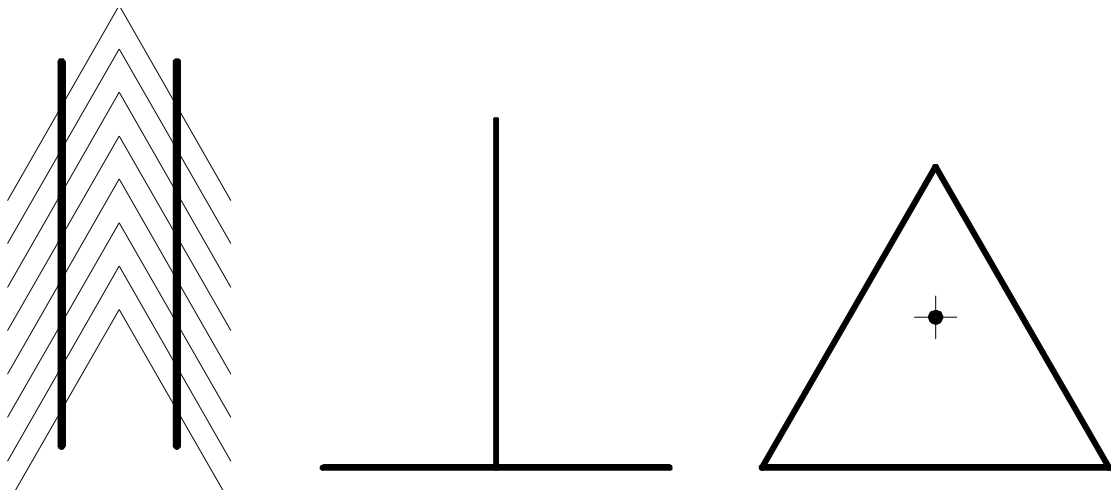
desenho infantil

desenho profissional

que neste tipo de desenho as formas das figuras

não tem valores absolutos. É importante saber diferenciar os vários elementos que determinam à configuração do objeto representado e as ilusões de óptica criadas por sua representação, na percepção do observador.

Observe as figuras abaixo da esquerda para a direita e verifique: figura 1- O paralelismo dos dois segmentos verticais (mais grossos); figura 2- Compare o tamanho do segmento horizontal com o vertical e figura 3- De onde o ponto no interior do triângulo equilátero está mais próximo. Da base ou do vértice superior.



O que acabamos de perceber são exemplos de ilusões de ótica.

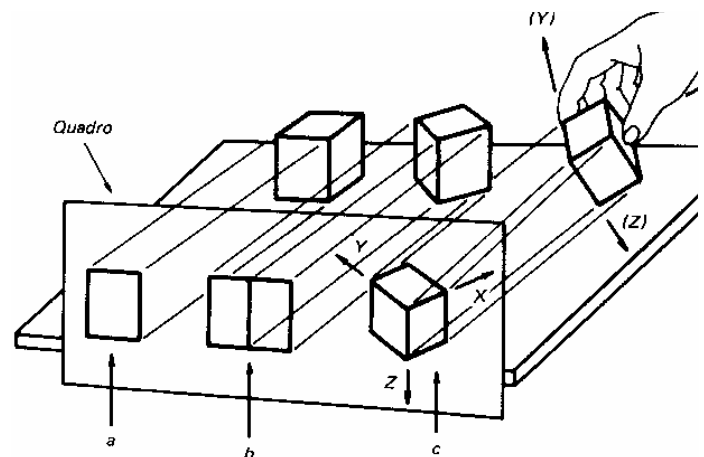
São apenas confirmações de que nossa visão, nem sempre percebe a realidade. É o inverso do que ocorre com os desenhos em perspectiva realística ou cônica.

8.2 Perspectivas cilíndrica ou paralela

A perspectiva cilíndrica ou paralela. O observador está relegado ao infinito e os raios visuais, conseqüentemente, são paralelos.

Na prática sabemos que o observador sempre estará a uma distância finita do objeto e os raios visuais serão sempre cônicos. Na área da mecânica como os desenhos são de objetos pequenos a conexão dos raios é menor. O que fica perfeitamente aceitável o uso da perspectiva paralela.

Estudaremos os tipos de perspectivas cilíndricas ou paralelas: cavaleiras e isométricas, pois são estas as perspectivas que o técnico usará no dia a dia.

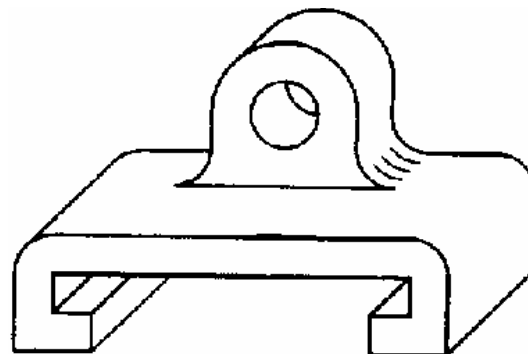


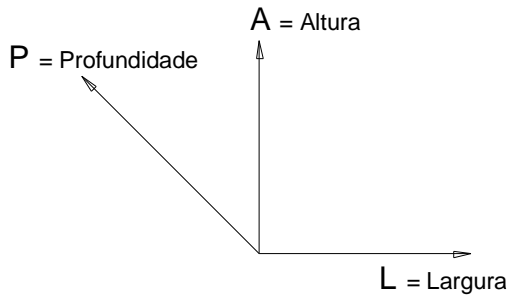
8.2.1 Perspectiva Cavaleira

Os objetos são representados como seriam vistos por um observador situado a uma distância infinita e de tal forma que os raios visuais sejam paralelos entre si e oblíquos em relação ao quadro.

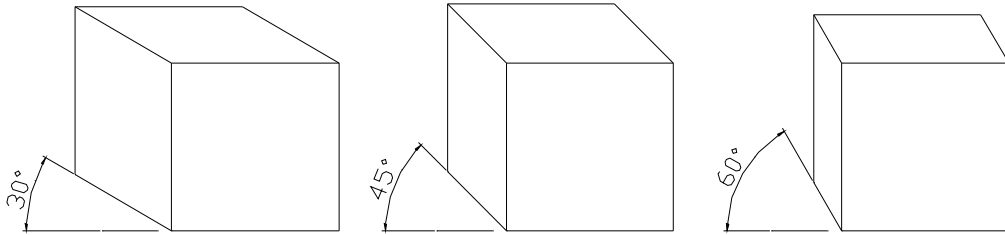
A face frontal do objeto fica paralela ao quadro o que garante a projeção em tamanho real e sem deformação da face. Já as profundidades do objeto sofrem certa deformação de acordo com a inclinação utilizada na projeção.

Este tipo de perspectiva é recomendado para objetos cuja forma geométrica em uma das faces seja mais complexa.

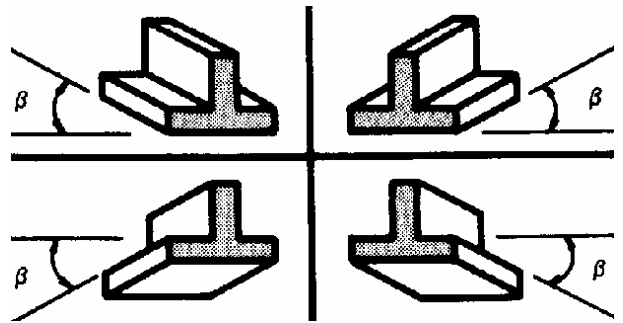




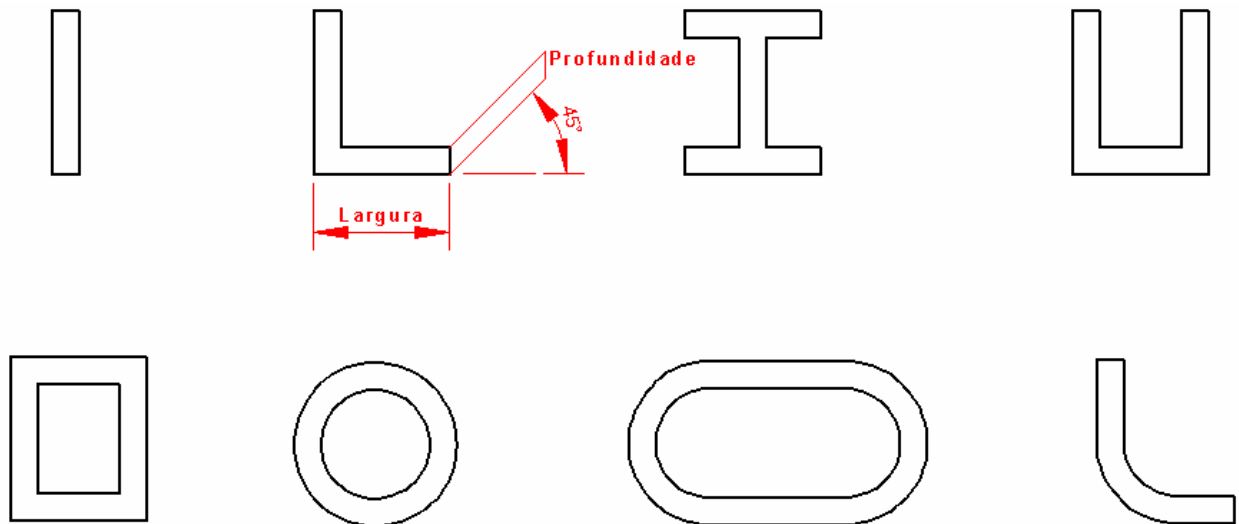
Tipos (β)	Coeficiente de redução das escala dos eixos		
	L	A	P
Cavaleira 30°	1	1	2/3
Cavaleira 45°	1	1	1/2
Cavaleira 60°	1	1	1/3



Existe a possibilidade de diferentes posições de observação do objeto: visto de cima ou de baixo, da esquerda ou da direita de acordo com os exemplos.



Pratique: Para os diferentes tipos de perfis metálicos apresentados baixo, partindo da seção transversal, faça o desenho em perspectiva cavaleira com ângulo de 45° visto da direita e de cima, conforme exemplo. Considere que as peças possuem um comprimento igual a duas vezes a maior largura.

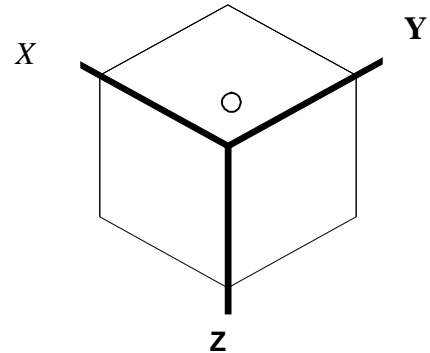


8.2.2 Perspectiva Isométrica

As arestas **OX**, **OY**, **OZ** são chamadas **Eixos Isométrico** fazendo entre si ângulos iguais de 120° . Qualquer linha paralela aos três eixos isométricos é denominada linha isométrica.

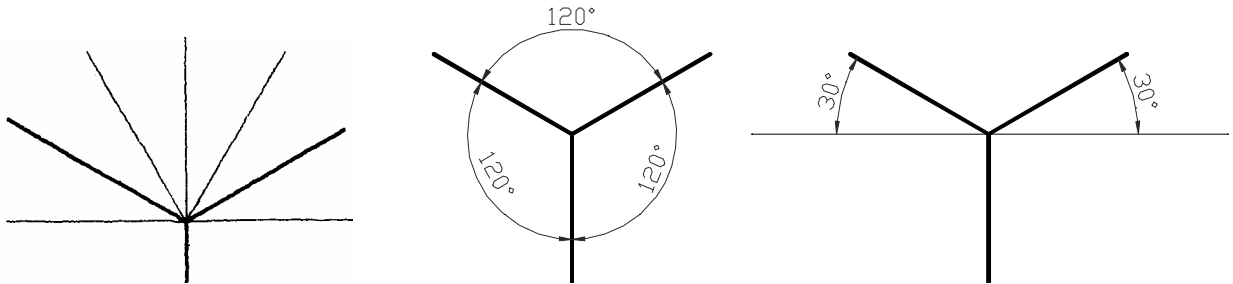
As projeções das três dimensões fundamentais do cubo, sofrem a mesma redução e terão a mesma medida (81,6% do valor real), porque se trata de projeções ortogonais de segmentos iguais e igualmente inclinados em relação ao plano de projeção.

Como os coeficientes de redução são iguais para os três eixos isométricos, pode-se tomar como medidas das arestas do cubo sobre estes eixos, a verdadeira grandeza das mesmas e o efeito serão idênticos, ficando, apenas, com suas dimensões ampliadas de 1 para 1,23. A representação assim obtida é denominada Perspectiva Isométrica Simplificada ou Desenho Isométrico. A aplicação correspondente pode ser perfeitamente tolerada, em face das vantagens de se trabalhar diretamente com as dimensões do objeto.



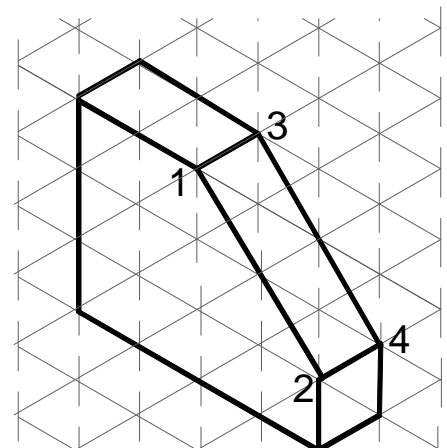
Determinação dos eixos isométricos

Traçam-se os três eixos isométricos, de modo que formem entre si ângulos de 120° ; isto se consegue fazendo com que um dos eixos seja vertical e os outros dois oblíquos de 30° em relação a horizontal.



Linhas não isométricas

As linhas não paralelas aos eixos isométricos são chamadas linhas não isométricas. Estas linhas não se apresentam em perspectivas nas suas verdadeiras grandezas e devem ser as últimas a serem traçadas, ou seja quando já está definido os pontos das extremidade. Veja no exemplo, os pontos 1,2,3 e 4.



Perspectiva Isométrica do Círculo

A Perspectiva Isométrica do círculo é uma elipse inscrita em um losango. A elipse tangencia cada ponto médio dos lados do losango. Para as suas três posições fundamentais temos três elipses iguais.

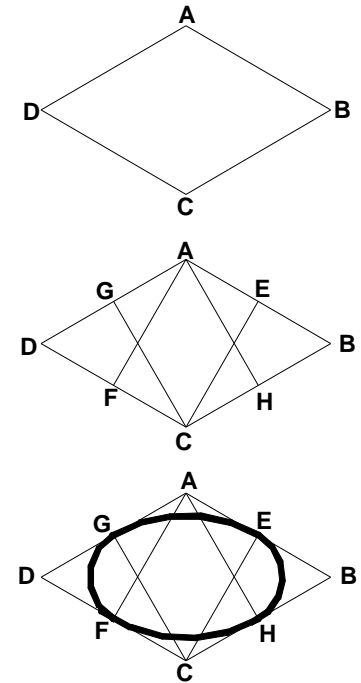
Em qualquer das três posições, o eixo maior da elipse é exatamente o valor do diâmetro real do círculo (VG).

Então para esboçar a elipse basta tangencial em cada ponto médio dos lados do losango uma curva. Pode-se traçar a elipse usando o compasso.

Para executar o desenho isométrico das circunferências siga os passos:

1. Construa um losango **ABCD** cuja distância entre lados seja igual ao diâmetro da circunferência.
2. Partindo de cada ângulo obtuso ($> 90^\circ$) até o ponto médio de cada lado oposto trace linhas auxiliares **AF**, **AH**, **CG** e **CE** cujos cruzamentos fornecem os pontos **I** e **J**.
3. Trace os quatro arcos cujo os centros são os pontos **A**, **C**, **I** e **J**.

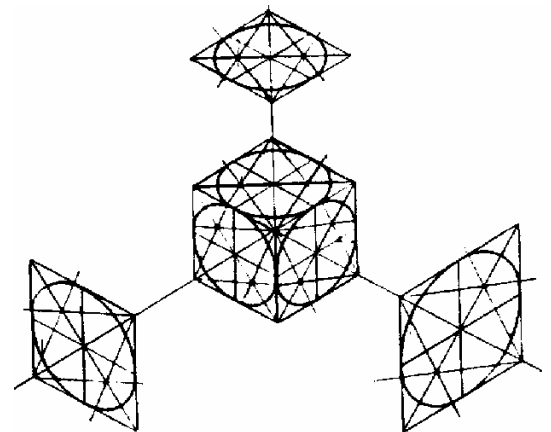
Procedimento análogo para as três faces da perspectiva, veja a figura seguinte.



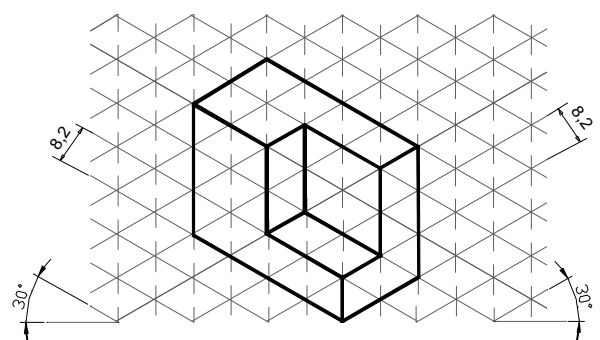
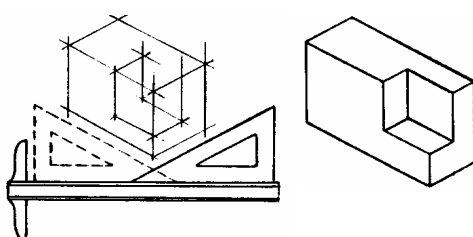
Recomendações:

1. Usualmente, a posição, no papel, do eixo **OZ** é sempre vertical **escala das alturas**.

Para o traçado das direções dos eixos **OX** e **Oy**, que fazem ângulos de 30° com a direção horizontal, quando não se trata de esboço, é comum o uso de esquadro de 30° .

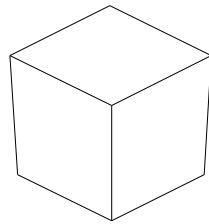


Existem folhas impressas em tom claro com a malha nas direções dos três eixos, cruzando-se em pontos distantes 8,2 mm (unidade real 10 mm), para esboços a mão livre em Perspectivas Isométricas.

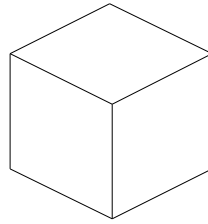


Recomendações:

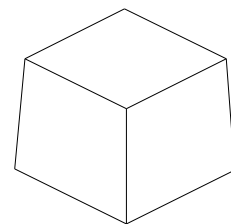
1. Esboços de linhas verticais devem ser exatamente verticais para definir a forma do objeto.



Errado

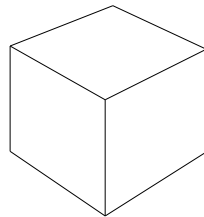


Certo

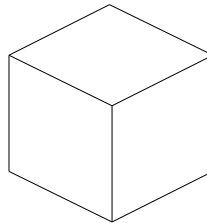


Errado

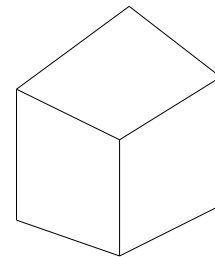
2. Esboços das aresta inclinadas devem ser paralelas ou convergentes, nunca divergentes.



Aceitável

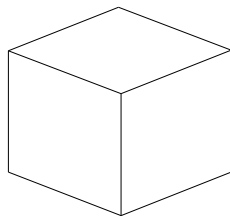


Certo

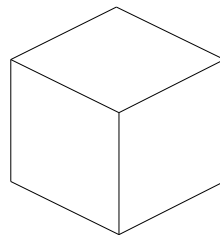


Errado

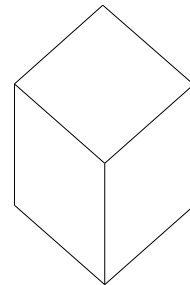
3. Ângulos entre os eixos devem ser de 120° para evitar deformações.



Aceitável (menor 90o)



Certo

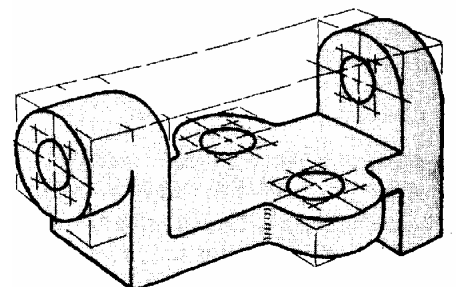
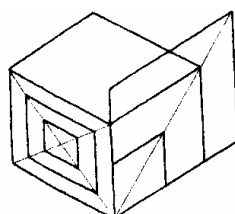
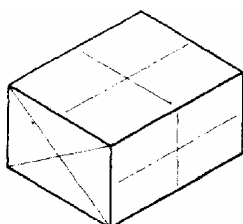
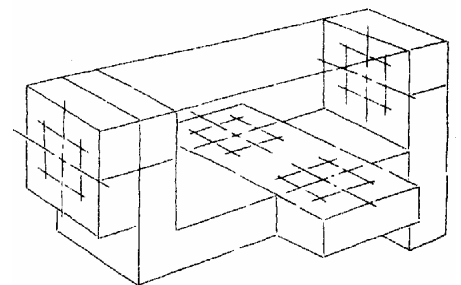


Errado

4. Para localizar os centros usar diagonais ou arbitrar pela posição das linhas de centro.

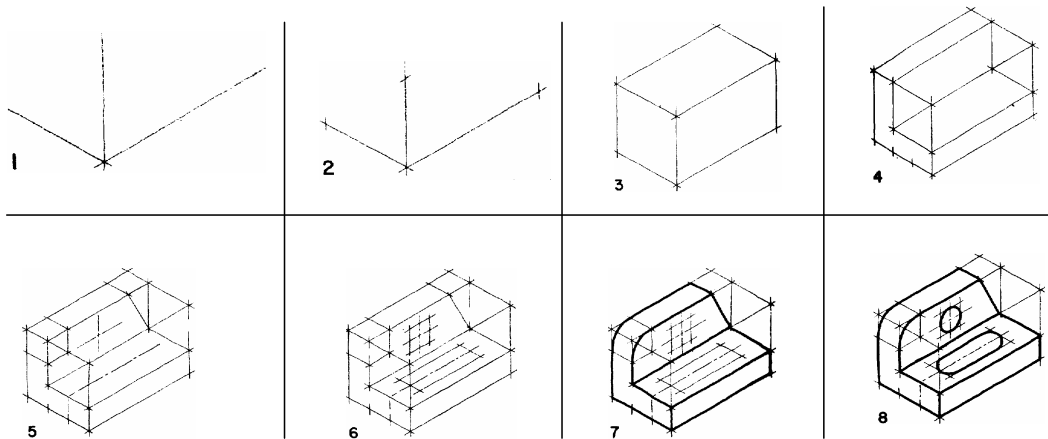
5. Use diagonal para ampliar ou reduzir formas retangulares.

6. Peças com formatos circulares devem ser construídas a partir de enquadramentos.

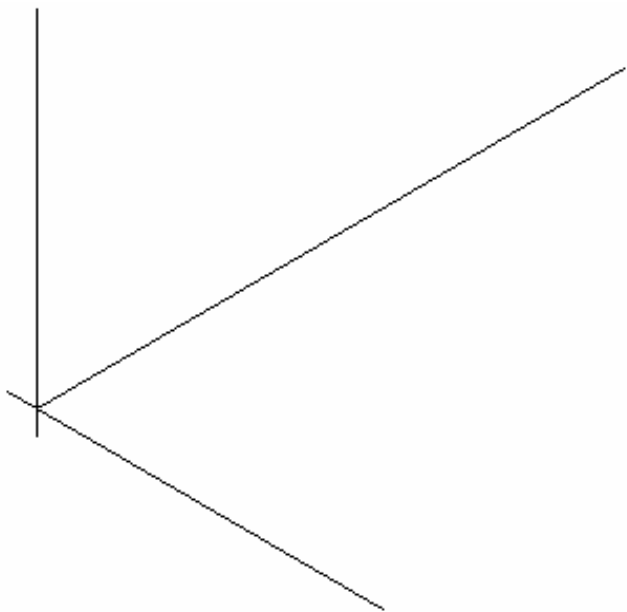


Processo prático para construção da perspectiva isométrica

Observe as etapas de 1 a 8. Estas são as etapas recomendadas para a construção da perspectiva isométrica.



Pratique: Repita as etapas de 1 a 8 para desenhar a mesma peça. Siga as proporções dos eixos apresentados.



8.3 Sombreamento em perspectiva

Num desenho, normalmente as cores claras nos sugerem relevo ou realce, enquanto as escuras dão idéia de profundidade.

A utilização de sombras em desenho técnico tem como objetivos principais:

- Auxiliar na descrição da forma do objeto;
- Separar faces;
- Identificar faces paralelas;
- Indicar curvatura de superfícies;
- Evidenciar o efeito tridimensional.

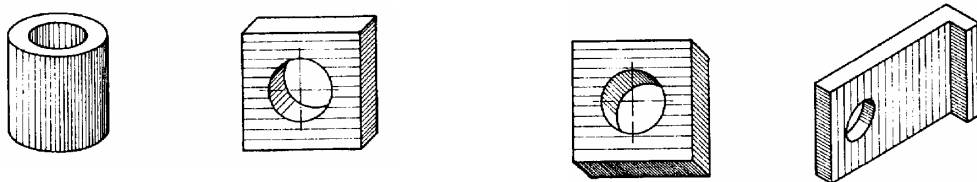
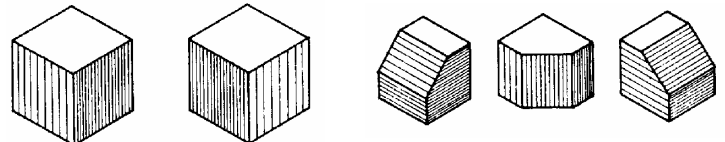
Assim sendo, pelos objetivos acima, podemos constatar que sua principal aplicação é no desenho de perspectivas.

Como veremos a seguir, existem dois tipos de sombreado: por linhas paralelas e por pigmentação. Em ambos os casos, a face superior da peça é sempre considerada como plenamente iluminada. A face frontal com um sombreado intermediário e lateral visível com um sombreado mais intenso. Quando a perspectiva mostrar a face inferior do objeto, esta será mais sombreada do que a lateral visível.

Sombreado por linhas paralelas

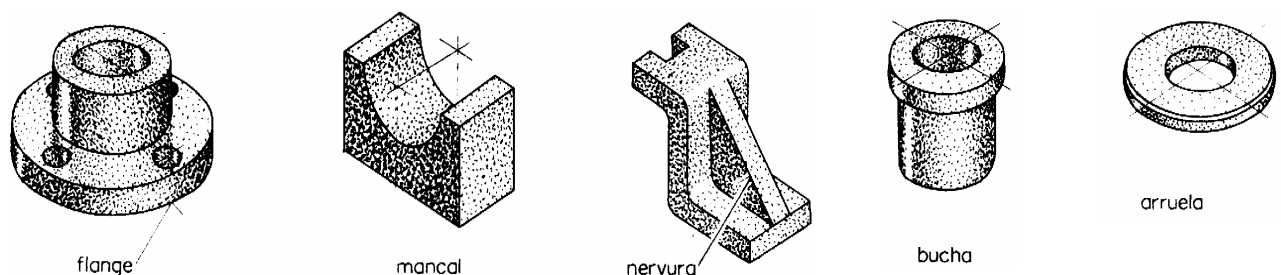
Consiste em traçar linhas paralelas finas em cada uma das faces do objeto, espaçando-as mais ou menos, de acordo com a luminosidade da face. Veja os exemplos:

- peças com faces planas ao lado.
- Peças com faces curvas abaixo.

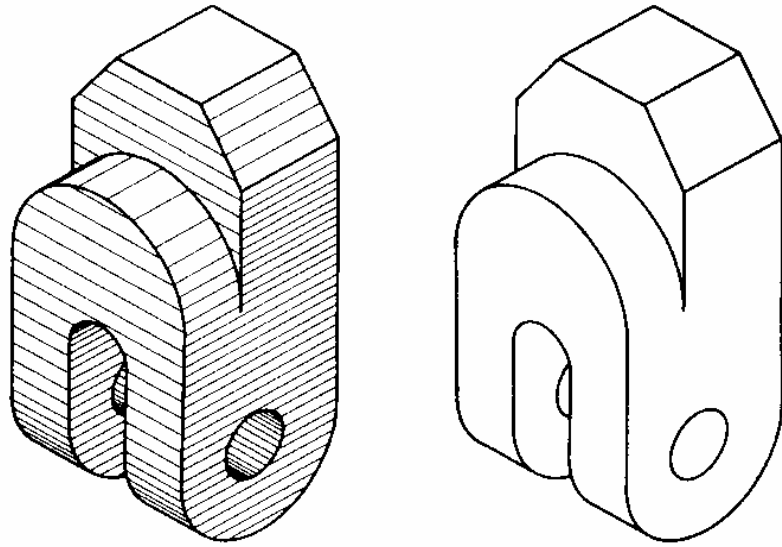


Sombreado por pigmentação

Neste tipo valem as mesmas recomendações do item anterior, apenas substituímos os traços por pigmentação.



Pratique: Complete o desenho da direita, fazendo o sombreamento conforme modelo da esquerda.

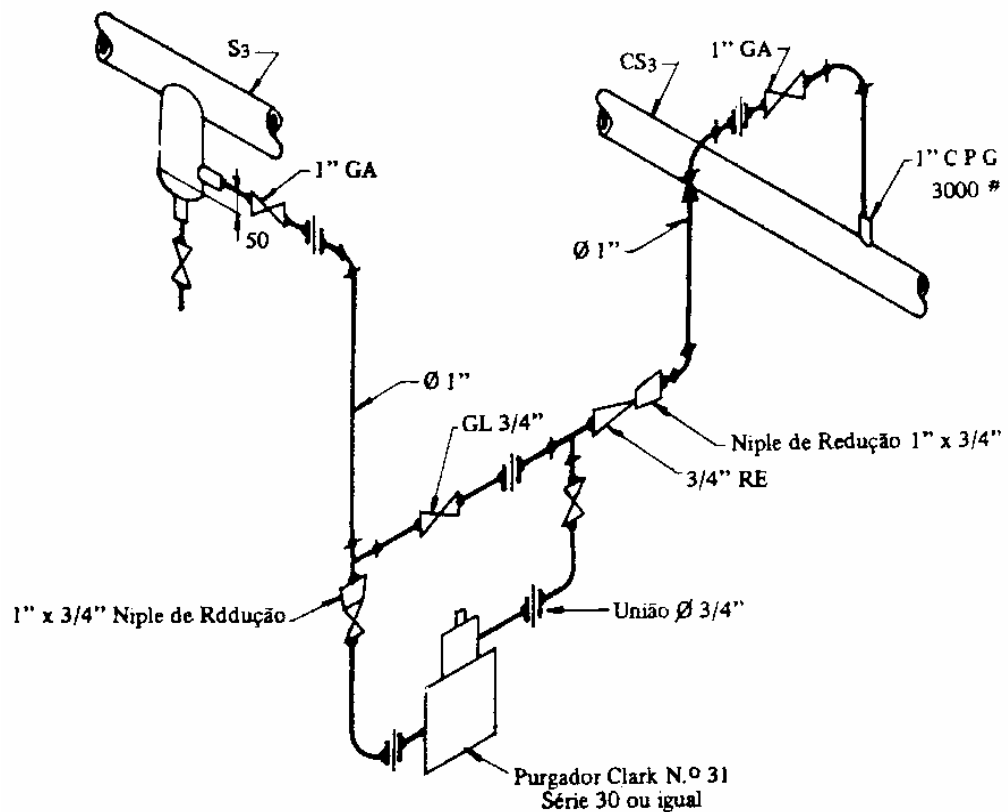


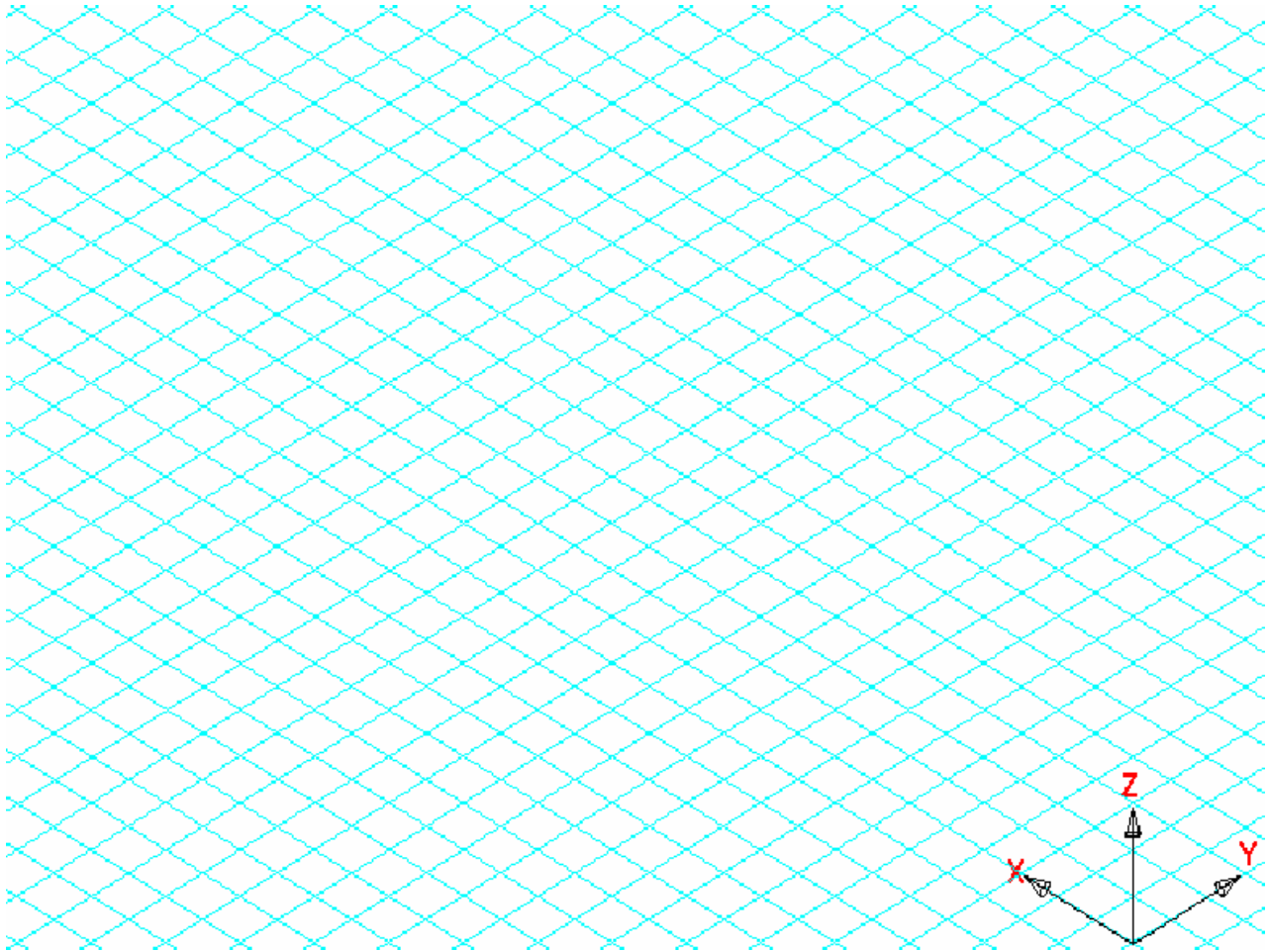
8.4 Exercícios

1) O desenho o detalhe típico de tubulação (purgador para vapor). Trata-se de um exemplo do emprego da perspectiva isométrica, para fazer desenho esquemático de tubulações, muito usado na nossa área.

Utilizando o espaço reticulado desenha a instalação apresentada abaixo.

Use caligrafia técnica.





2) Desenhe a mão livre as perspectivas isométricas. Oriente-se nos eixos isométricos.

