

# Capítulo 3

**Construções**

---

**geométricas e**

---

**perspectivas em**

---

**desenho técnico**

---

**T**ratando-se de construções geométricas, existem algumas que ocorrem com maior ou menor frequência no dia a dia do técnico. Com a tecnologia disponível hoje, basta um comando, um esquadro ou simplesmente um deslocamento no tecnígrafo e estará definida uma perpendicular.

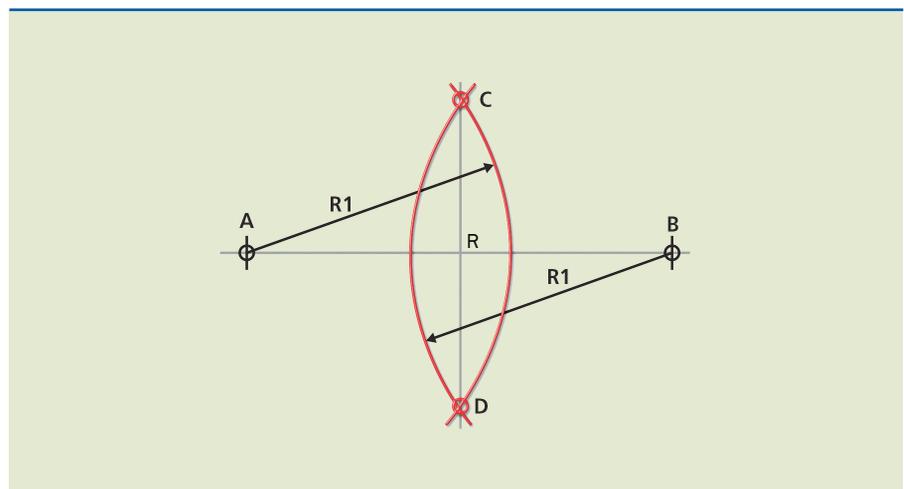
Porém, existem condições em que é necessário definir esses elementos em verdadeira grandeza, seja sobre uma chapa de qualquer matéria-prima, seja em um piso. Para isso, é preciso ter certos conhecimentos e domínio dessas técnicas, que são o princípio ou início de tudo. Além do mais, é preciso conhecer conceitos para que se possa argumentar textos postulados, construir relatórios e/ou analisar contextos técnicos que exigem tal conhecimento. Acompanhe alguns exemplos a seguir.

**Mediatriz** – Dado um segmento de reta  $AB$ , traçar sua mediatriz. Esse recurso será utilizado quando houver necessidade de achar o centro de uma reta ou dividi-la ao meio.

Com o auxílio de um compasso, posicione a ponta seca em  $A$ , com abertura pouco maior que a metade, trace um arco com raios  $R1$ ; ponta seca em  $B$ , trace outro arco, com a mesma abertura  $R1$  e cruze o primeiro, determinando os pontos  $C$  e  $D$ .

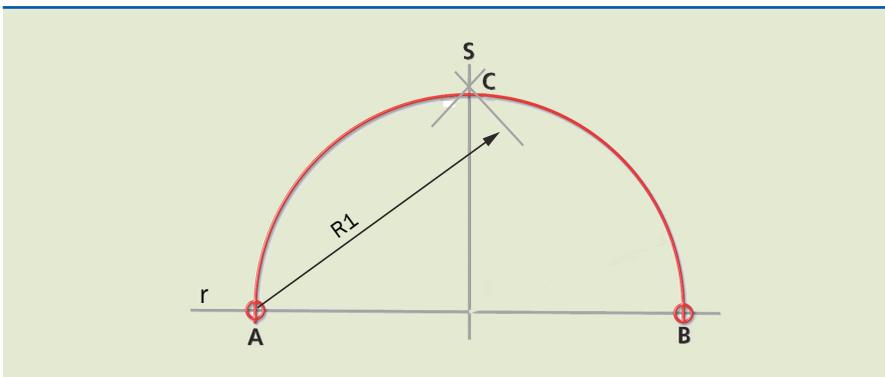
Unindo esses pontos, temos a mediatriz do segmento  $AB$ . O traço da mediatriz pode ser observado na figura 3.1.

**Figura 3.1**  
Traçando a mediatriz de um segmento de reta.



**Perpendiculares** – Dada a reta  $r$ , traçar a perpendicular a ela que passe pelo ponto  $P$  contido na reta. Sempre que houver a necessidade de traçar retas perpendiculares, ou seja, formando ângulos de  $90^\circ$  com auxílio de um compasso ou cintel, esse é o método.

Coloque a ponta seca do compasso em  $P$ . Trace um arco qualquer que corte a reta  $r$  em dois pontos, determinando  $A$  e  $B$ . Com a ponta seca em  $A$ , abertura um pouco maior que a metade, trace um arco com raio  $R1$  na direção em que deseja a perpendicular; com a mesma abertura, ponta seca em  $B$ , trace um arco que cruze o primeiro, determinando o ponto  $C$ . Unindo  $C$  a  $P$  por meio da reta  $s$ , temos a perpendicular pedida. Isso pode ser observado na figura 3.2.

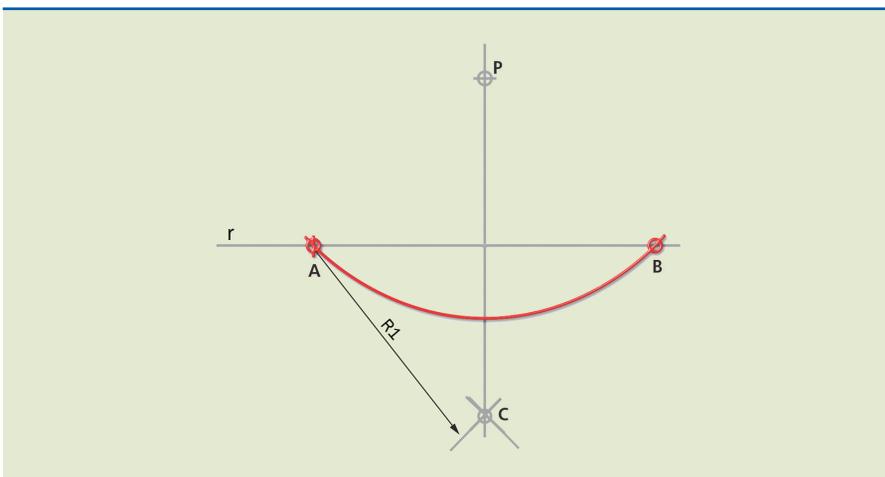


**Figura 3.2**

Traçando retas perpendiculares.

**Ponto P, não contido** – Dada a reta  $r$ , traçar a perpendicular a ela que passe pelo ponto  $P$ , não contido na reta.

Com a ponta seca do compasso em  $P$ , trace um arco qualquer que corte a reta  $r$  em dois pontos, determinando  $A$  e  $B$ . Ponta seca em  $A$ , abertura um pouco maior que a metade, trace um arco com raio  $R1$  na direção oposta ao ponto  $P$ ; com a mesma abertura, ponta seca em  $B$ , trace um arco que cruze o primeiro, determinando o ponto  $C$ . Unindo  $C$  a  $P$ , temos a perpendicular  $s$  pedida. O método descrito pode ser observado na figura 3.3.



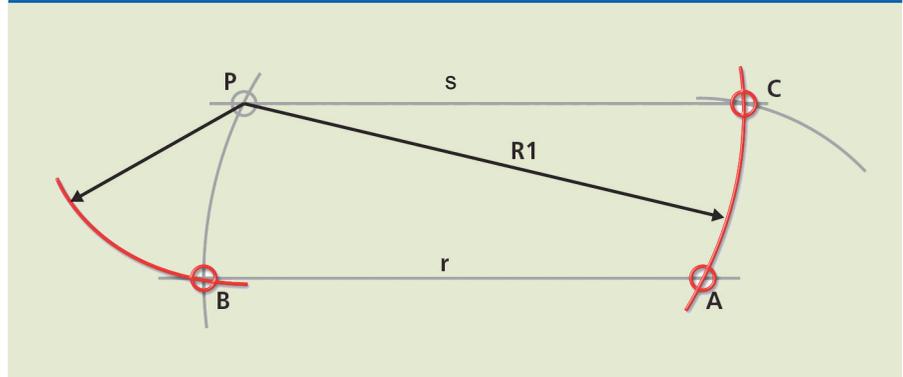
**Figura 3.3**

Ponto  $P$  não contido.

**Paralelas** – Dada a reta  $r$ , traçar outra paralela a ela, passando por um ponto  $P$  determinado.

Com a ponta seca do compasso em  $P$ , trace um arco de raio  $R1$  que corte a reta  $r$ , determinando o ponto  $A$ . Mantendo a abertura do compasso, com centro em  $A$ , trace um arco, determinando o ponto  $B$  sobre a reta  $r$ . Em seguida, ponta seca em  $B$ , abertura até  $P$ , transfira esse raio para  $A$ , traçando um arco que corte o primeiro, determinando o ponto  $C$ . Unindo os pontos  $P$  e  $C$ , a reta  $s$  fica paralela à reta  $r$ . O método descrito pode ser observado na figura 3.4.

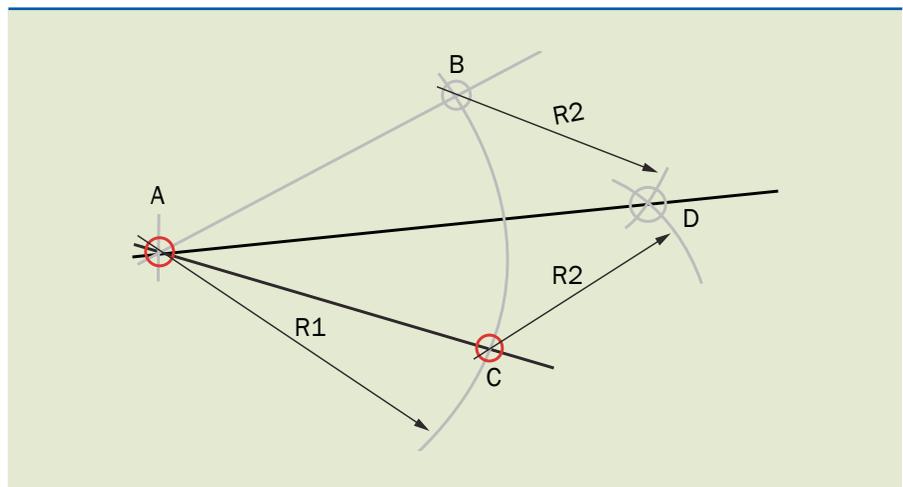
**Figura 3.4**  
Construção de retas paralelas.



**Bissetriz** – É o segmento de reta que divide um ângulo ao meio, ou seja, dado um ângulo qualquer, a bissetriz divide-o em duas aberturas iguais.

Ponta seca do compasso em  $A$  no vértice do ângulo, com uma abertura qualquer, trace um arco de raio  $R1$  que corte as duas retas que formam o ângulo, determinando os pontos  $B$  e  $C$ . Ponta seca do compasso em  $B$ , abertura pouco maior que a metade, trace o arco com raio  $R2$  em sentido oposto ao vértice do ângulo. Com a mesma abertura no compasso e centro em  $C$ , trace outro arco com raio  $R2$  que cruze o primeiro; na interseção dos raios determina-se o ponto  $D$ . Unindo  $A$  ao ponto  $D$ , temos a bissetriz do ângulo dado. O processo descrito pode ser observado na figura 3.5.

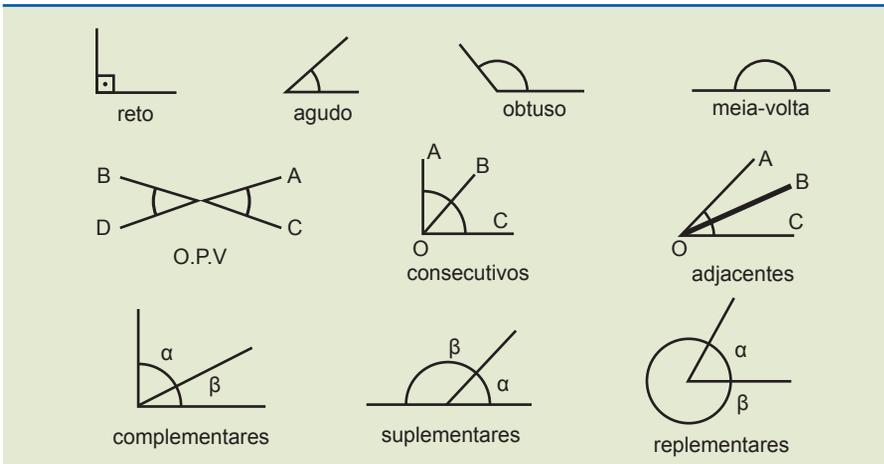
**Figura 3.5**  
Traçando a bissetriz.



### 3.1 Definições (glossário)

Algumas das definições a seguir auxiliarão você tanto em desenho técnico como em metrologia quando o assunto for tolerância de forma e posição. Portanto, entendê-las e interpretá-las é de fundamental importância.

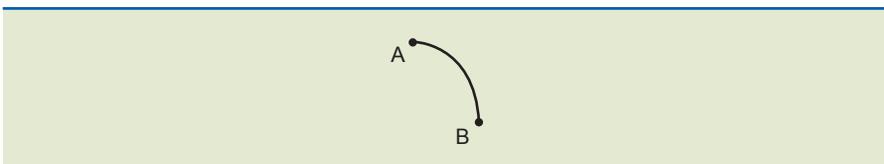
**Ângulo** – Abertura existente na extremidade de duas retas que se cruzam ou abertura na extremidade de duas retas de mesma origem que se distanciam gradativamente, sem a necessidade de estar com a origem definida (figura 3.6).



**Figura 3.6**

Modelos de ângulos.

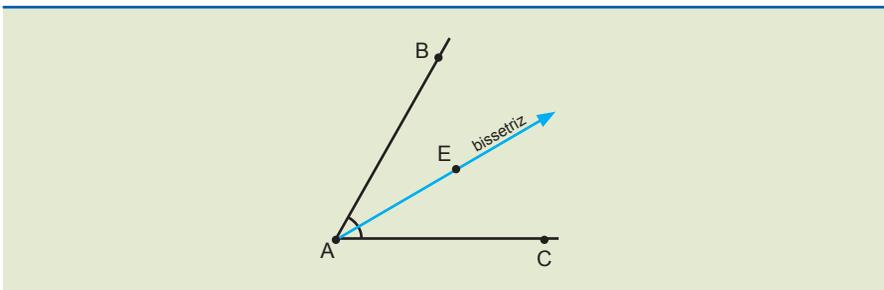
**Arco** – Parte qualquer da linha curva fechada de uma circunferência limitada por dois pontos (figura 3.7).



**Figura 3.7**

Arco.

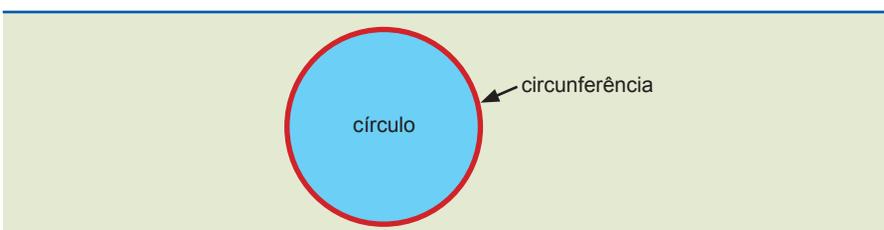
**Bissetriz** – Linha reta que divide qualquer ângulo em duas partes iguais (figura 3.8).



**Figura 3.8**

Bissetriz.

**Círculo** – Região de um plano limitada por uma circunferência (figura 3.9).

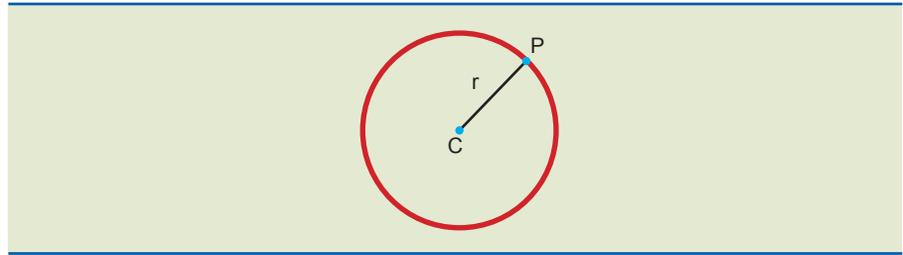


**Figura 3.9**

Círculo.

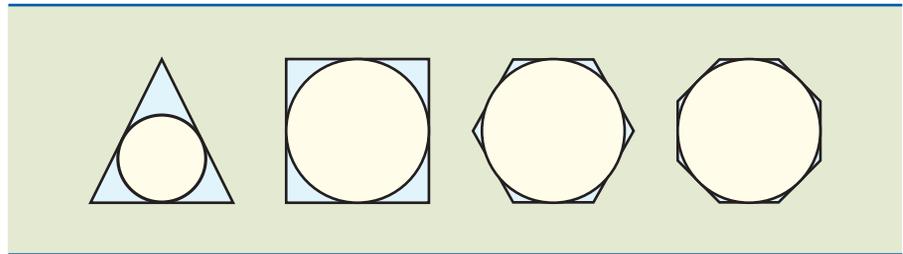
**Circunferência** – Linha curva fechada cujos pontos que a limitam são equidistantes de um ponto situado em seu interior definido como centro (figura 3.10).

**Figura 3.10**  
Circunferência.



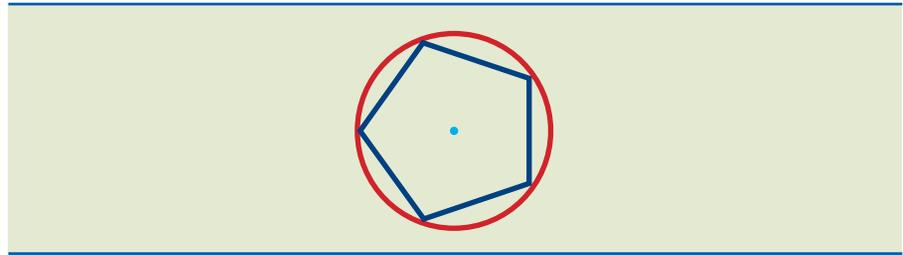
**Circunferência circunscrita** – traçagem de uma circunferência no interior de uma figura plana cujos lados se tornam tangentes à circunferência (figura 3.11).

**Figura 3.11**  
Circunferências circunscritas.



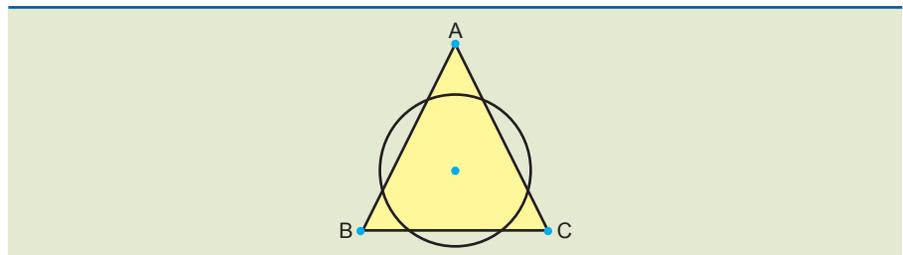
**Circunferência inscrita** – Traçagem de uma figura plana no interior de uma circunferência cujos lados da figura sejam cordas da circunferência (figura 3.12).

**Figura 3.12**  
Circunferência inscrita.



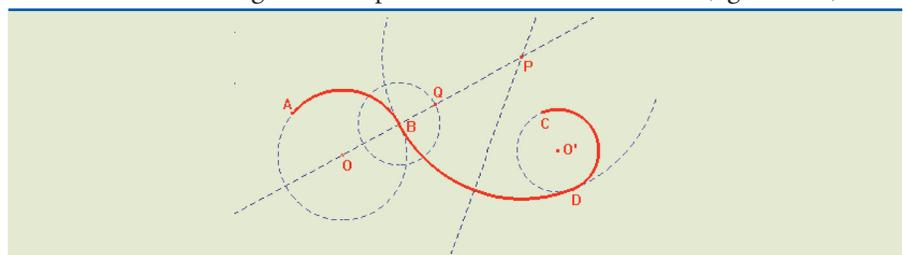
**Concêntrico** – Quando duas figuras iguais de tamanhos diferentes ocupam o mesmo lugar no espaço e são colocadas em um mesmo plano. Porém, ambas com o mesmo centro (figura 3.13).

**Figura 3.13**  
Concêntrico.

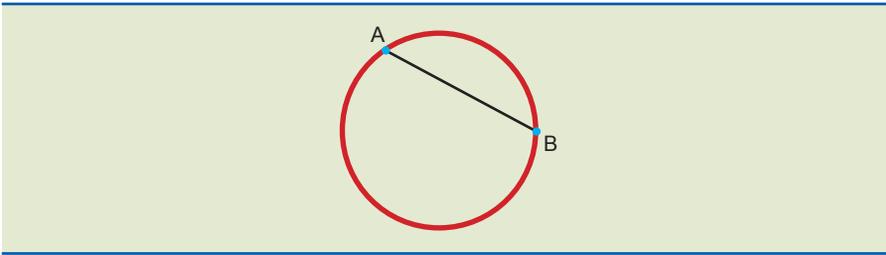


**Concordância** – Tangência dos pontos de união entre linhas (figura 3.14).

**Figura 3.14**  
Concordância.



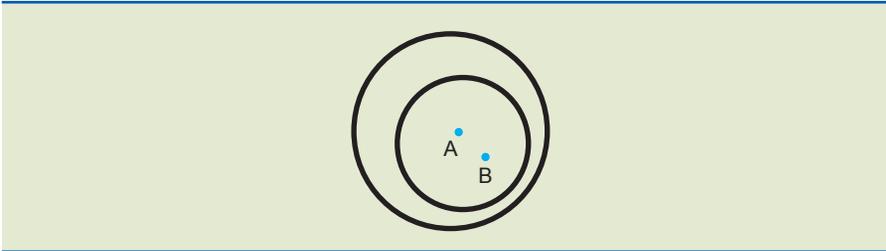
**Corda** – Segmento de reta que fica contido dentro da circunferência após cortá-la (figura 3.15)



**Figura 3.15**

Corda.

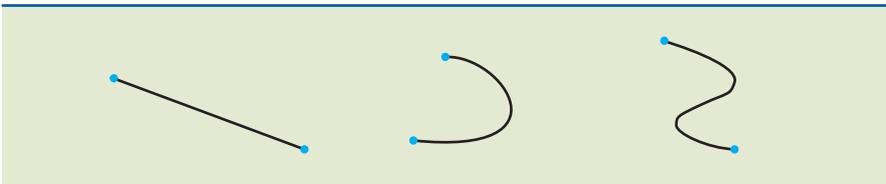
**Excêntrico** – Quando duas figuras iguais de tamanhos diferentes ocupam o mesmo lugar no espaço e são colocadas em um mesmo plano. Porém, ambas com centros diferentes (figura 3.16).



**Figura 3.16**

Excêntrico.

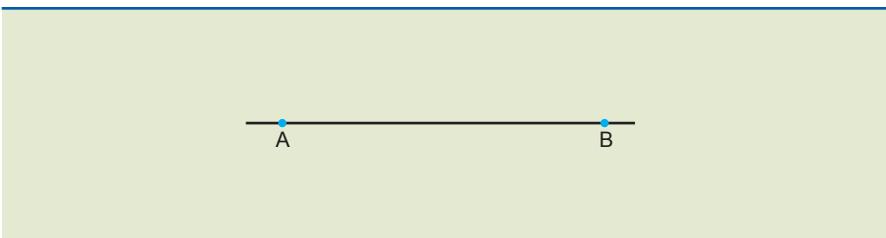
**Linha** – Traço contínuo de uma única dimensão, podendo ser reto, curvo ou sinuoso (figura 3.17).



**Figura 3.17**

Linhas.

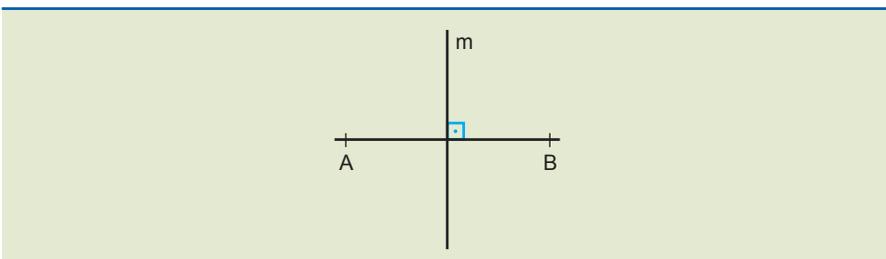
**Linha reta** ou, simplesmente, **reta** – Distância mínima entre dois pontos (figura 3.18).



**Figura 3.18**

Linha reta.

**Mediatriz** – Reta que corta ou toca um segmento de reta formando ângulo de  $90^\circ$  em ambos os lados, dividindo o segmento ao meio (figura 3.19).



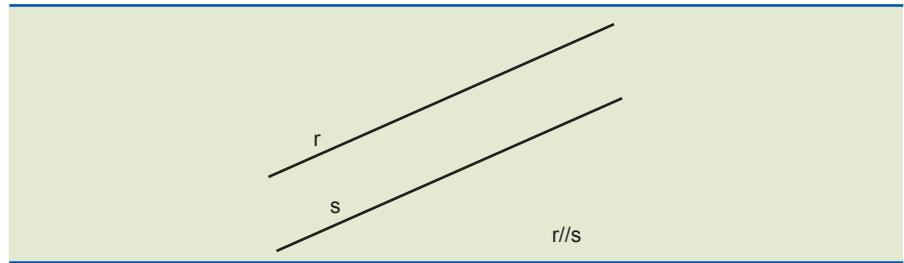
**Figura 3.19**

Mediatrix.

**Paralela** – Construção de duas retas distintas que mantêm entre si uma distância definida sem se cruzarem (figura 3.20).

**Figura 3.20**

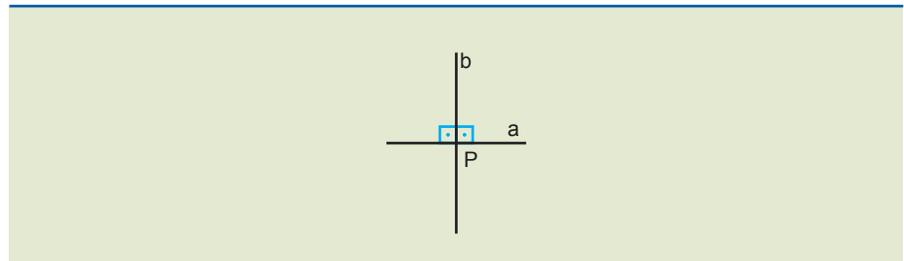
Paralela.



**Perpendicular** – Reta que corta ou toca outra formando ângulo de  $90^\circ$  em ambos os lados (figura 3.21).

**Figura 3.21**

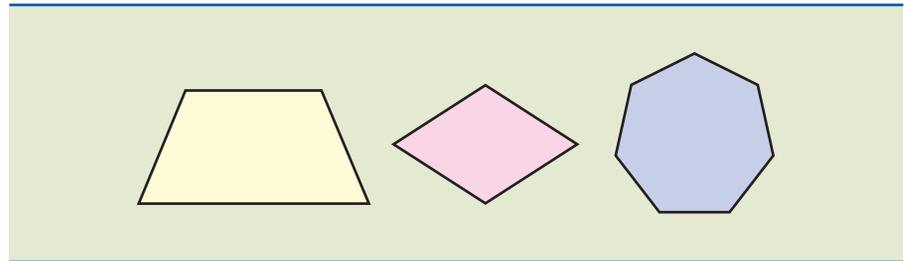
Perpendicular.



**Polígono** – Toda figura plana delimitada por mais de três lados (figura 3.22).

**Figura 3.22**

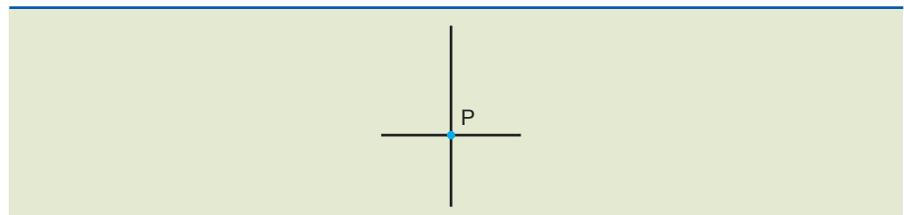
Polígonos.



**Ponto** – Cruzamento entre duas retas ou aquele que constitui qualquer figura geométrica (figura 3.23).

**Figura 3.23**

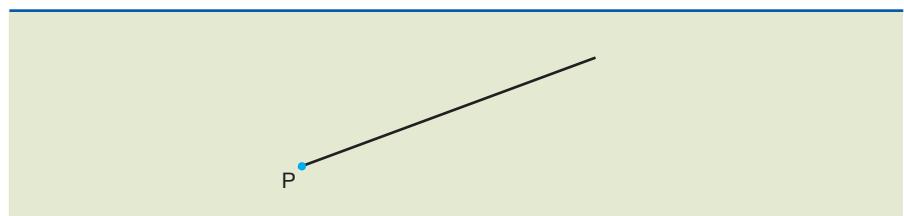
Ponto.



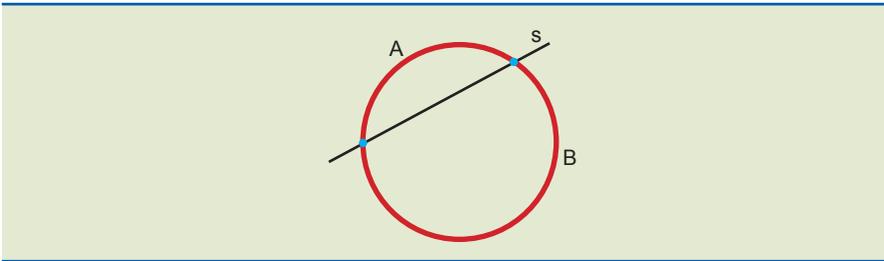
**Raio geométrico** – Linha reta que parte de um ponto específico, porém não tem definida sua extremidade (figura 3.24).

**Figura 3.24**

Raio geométrico.



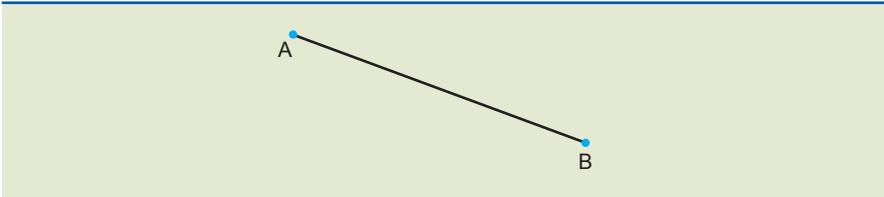
**Secante** – Reta que corta a circunferência em dois pontos (figura 3.25).



**Figura 3.25**

Secante.

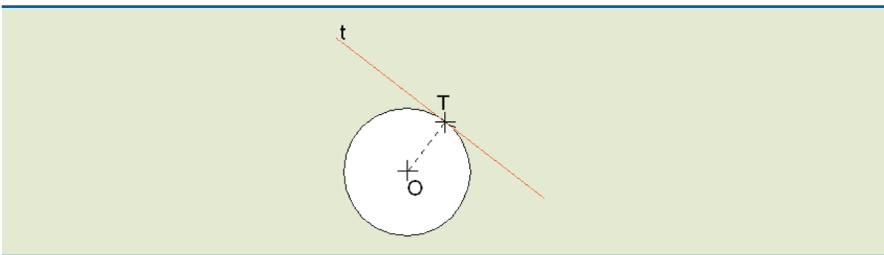
**Segmento de reta** – Reta limitada por dois pontos (figura 3.26).



**Figura 3.26**

Segmento de reta.

**Tangente** – Toda linha que tem apenas um ponto comum com a linha da circunferência, sem cortá-la (figura 3.27).



**Figura 3.27**

Tangente.

## 3.2 Linhas usuais em desenho técnico

Aplicação	Largura da linha	
	Estreita	Larga
Especial	0,13	0,25
Especial	0,18	0,35
A3 e A4	0,25	0,5
A2	0,35	0,7
A1	0,5	1,0
A0	0,7	1,4

Conforme NBR 10.068, item 3.3.2, tabela 2.

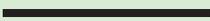
A largura das linhas deve ser escolhida conforme o tipo, a dimensão, a escala e a densidade de linhas no desenho, obedecendo ao escalonamento a seguir: 0,13; 0,18; 0,25; 0,35; 0,50; 0,70; 1,00; 1,40 (tabela 3.1).

**Tabela 3.1**

Larguras das linhas e suas aplicações.

Em termos gerais, essa sequência corresponde ao escalonamento  $\sqrt{2}$ , conforme o formato do papel A. Em condições específicas, pode-se tomar como padrão que a largura da linha larga seja no mínimo o dobro da estreita.

A tabela 3.2 indica esquematicamente o tipo de linha, sua denominação e onde deve ser utilizada.

Linha	Denominação	Aplicação
	Contínua larga	Contornos visíveis e arestas visíveis
	Contínua estreita	Linhas de cotas Linhas auxiliares Linhas de chamadas
	Contínua estreita (à mão livre)	Vistas interrompidas
	Contínua estreita em ziguezague	Para grandes rupturas
	Tracejada estreita	Contornos não visíveis
	Traço longo e ponto estreito	Linhas de centro Eixo de simetria
	Traço longo e ponto estreito, largo nas extremidades e nas mudanças de direção	Planos de cortes

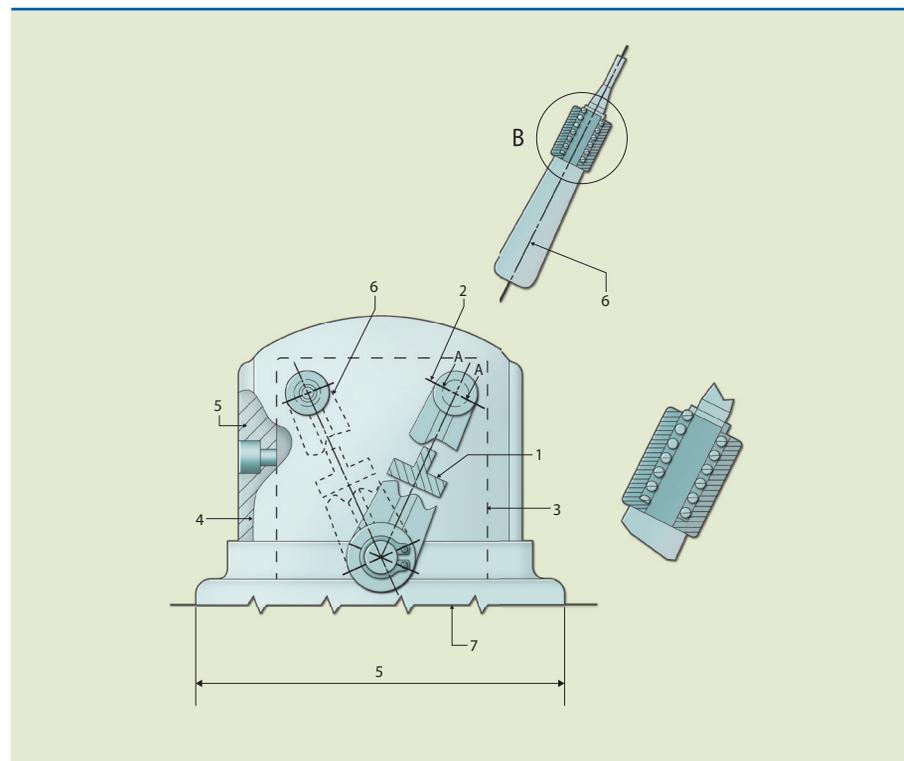
**Tabela 3.2**

Descrição de utilização do tipo de linha de acordo com a NBR 8403.

O desenho que utiliza o artifício das linhas (como indicado na tabela 3.2), para uma das vistas do redutor, pode ser observado na figura 3.28.

**Figura 3.28**

Representação do redutor.



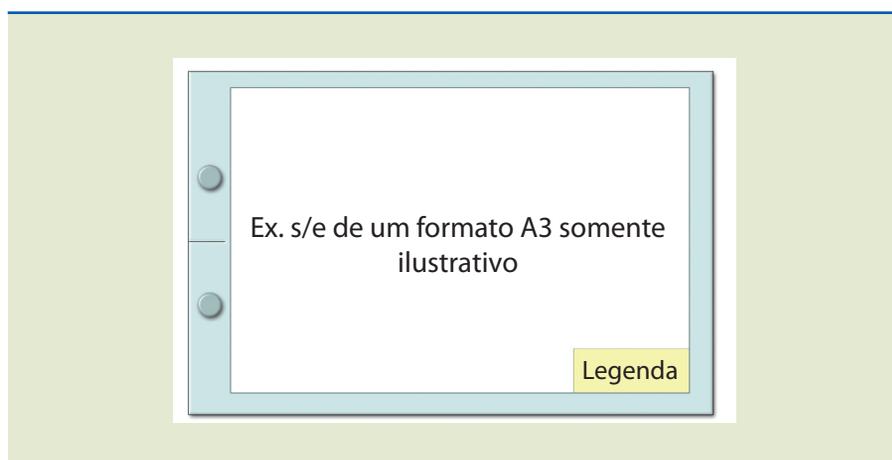
A folha de desenho, o leiaute e as dimensões, segundo a norma NBR 10.068, são indicados na tabela 3.3.

Formatos da série A			
Designação	Dimensões em milímetros		
	Corte acabado	Em bruto	Margens
A6	105 × 148	120 × 165	5
A5	148 × 210	165 × 240	5
A4	210 × 297	240 × 330	5
A3	297 × 420	330 × 450	10
A2	420 × 594	450 × 625	10
A1	594 × 841	625 × 880	10
A0	841 × 1189	880 × 1230	10

Conforme NBR 10.068, item 3.1.2, tabela 2.

Define-se o emprego do formato conforme o tamanho em que se representa a figura. Cabe ressaltar que os formatos mais empregados em mecânica são A3 e A4.

As margens devem ser traçadas ao longo das quatro bordas do papel a uma distância de 5 a 10 milímetros do limite da folha. No entanto, por questões de apresentação, guarda e transporte, a margem esquerda pode ser feita com 25 milímetros para facilitar a fixação em pasta trilho. Esse exemplo pode ser observado na figura 3.29.



**Tabela 3.3**

Leiaute e dimensões para formatos da série A.

**Figura 3.29**

Representação esquemática de um A3 sem escala.

Deve-se executar o desenho dentro do espaço compreendido pelas margens, não podendo haver distanciamento demasiado delas. Procurar sempre, por questões

de estética, nitidez e qualidade, e visando facilitar a interpretação, centralizar o desenho no papel dentro do espaço definido pela margem.

Todo desenho deve ter um rótulo que defina:

- quem o fez;
- a que ele se refere;
- quando foi feito;
- de que se trata;
- que tipo de material deve ser empregado;
- quem o revisou;
- qual é sua origem.

E outras informações cabíveis ao documento. Para esse fim, existem as legendas ou rótulos para identificá-los.

No mercado de trabalho é comum cada empresa adotar seu tipo de legenda específico. No entanto, alguns conceitos básicos são necessários. Normalmente, ela fica no canto inferior direito, ou ainda em forma de faixa utilizando toda extensão inferior da folha. Caso opte pelo primeiro exemplo, podem-se adotar as seguintes dimensões:

- formatos A0 e A1, comprimento da legenda 175 mm;
- formatos A2, A3 e A4, comprimento da legenda 178 mm.

**Figura 3.30**

Exemplo de uma legenda.

Um exemplo de legenda pode ser observado na figura 3.30.

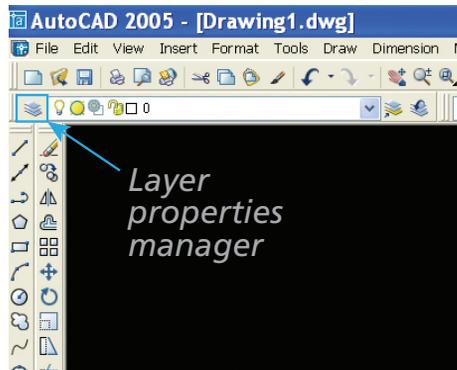
Item	Denominações e observações			Quant.	Material	Dimens.
	Data	Nome	Identificação do setor, nome, assinatura do responsável	Identificação da empresa		
Desenhista						
Copista						
Aprovação						
Escala	Designação da peça				Número	
					Revisão	
					Subst.:	

Ainda na figura 3.30, há um campo para especificar dimensões e quantidade quando se tratar de desenho de conjunto.

### 3.3 Conceito de linhas e aplicação em software

O AutoCAD trabalha com o conceito de *layers*, termo em inglês que significa “camadas”. Nesse conceito, de forma independente para cada camada, são atribuídas características à linha. Por exemplo: cor e tipo de linha.

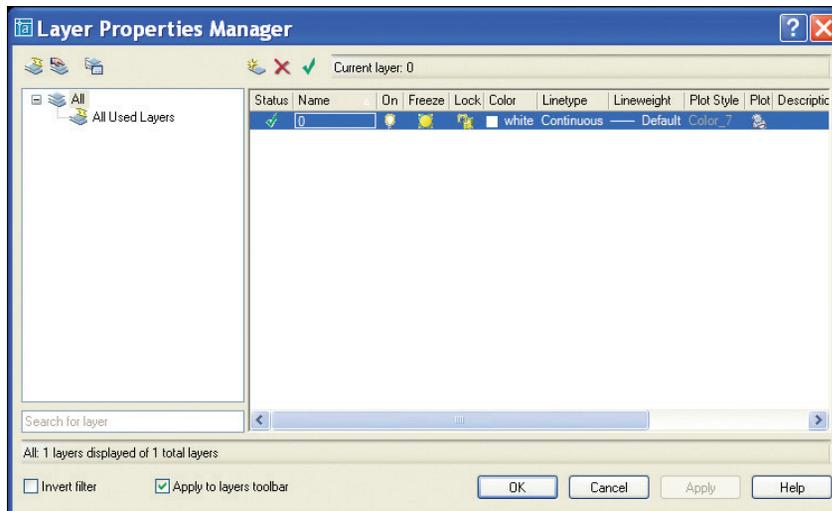
Para acessar os *layers*, clique no ícone *Layer properties manager*, conforme indicado na figura 3.31.



**Figura 3.31**

Menu *Layer properties manager*.

Ao clicar no referido ícone, uma janela como a da figura 3.32 é exibida.



**Figura 3.32**

Propriedade das camadas.

O AutoCAD, por padrão, sempre cria o *layer 0*. Uma vez dentro dessa janela, devemos criar nossos padrões de linhas. Para cada padrão de linha há um *layer* correspondente. No exemplo, serão criados os mesmos padrões de linhas

utilizados no desenho do redutor e descritos na tabela 3.2, porém adicionando cores para que se possa distingui-los na tela gráfica.

É válido lembrar que a cor atribuída a uma linha na tela gráfica não será necessariamente a cor de impressão. É possível alterar apenas as características de impressão para obter somente o desenho em preto e branco.

**Tabela 3.4**

Resumo das cores e linhas.

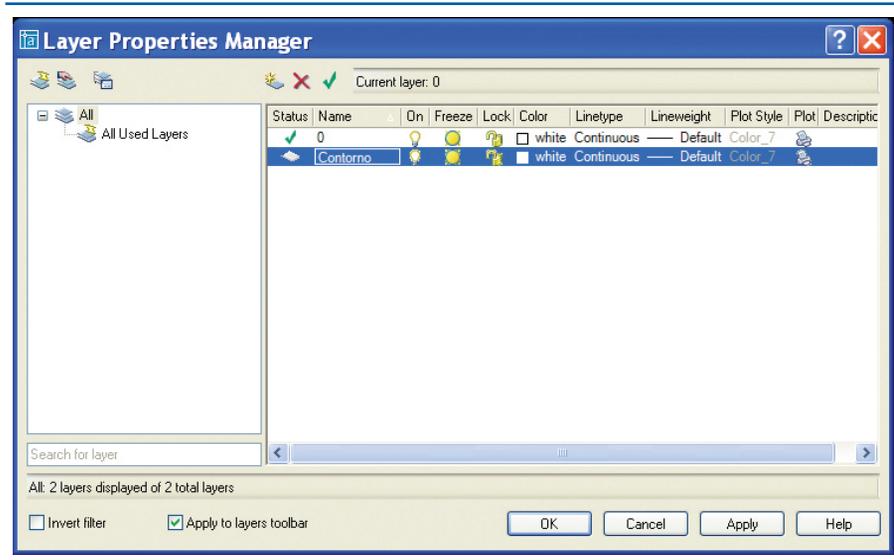
A tabela 3.4 resume as cores e linhas que serão criadas.

Linha	Nome	Aplicação	Tipo	Espessura	Cor
01	Linha de contorno	Definir contornos visíveis nos desenhos	Contínua cheia	Grossa	Branca
02	Linha de corte	Indicar onde foi realizado o corte	Traço-ponto	Grossa	Verde
03	Linha de contornos não visíveis	Definir contornos não visíveis ao observador	Tracejada	Estreita	Amarelo
04	Linha de ruptura curta	Pequenas rupturas no desenho, encurtamento	Contínua cheia	Grossa	Rosa
05	Linha de chamada, cota, hachuras	Linhas auxiliares na constituição dos desenhos	Contínua cheia	Estreita	Verde
06	Linha traço-ponto	Eixo de simetria, linha de centro, posições extremas de peças	Contínua cheia	Estreita	Rosa
07	Linha de ruptura longa	Longas rupturas no desenho, encurtamento	Contínua cheia	Estreita	Rosa

Para criar um novo *layer*, clique no ícone *new layer*. Após clicar no ícone, é criado mais um *layer* na janela do *layer properties manager*. Digite o nome do *layer* desejado – nesse caso, começa-se a criar pela linha de contorno. O resultado pode ser observado na figura 3.33.

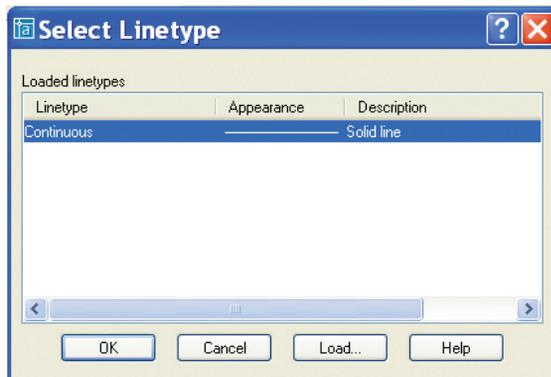
**Figura 3.33**

Criando um novo *layer*.



Observe que a cor para o *layer* contorno está definida como branco (*color*) e o tipo de linha como contínua (*linetype*). Para alterar a espessura da linha, dê um clique duplo sobre a expressão *default* na coluna *lineweight*, e observe que é exibida outra caixa de diálogo na qual é possível selecionar a espessura de linha desejada. Nesse caso, selecione a opção 0,4 mm.

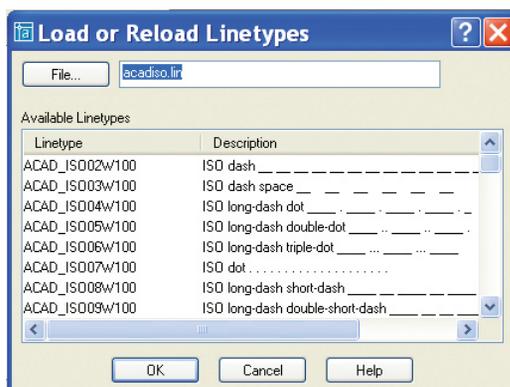
A fim de tornar o exemplo mais amplo, será criado agora o *layer* para linha de corte. Assim, crie um novo *layer*, nomeie como “Corte” e mude sua cor para verde. Para alterar o tipo de linha, que deve ser traço-ponto, clique sobre a descrição do tipo de linha do *layer* “Corte”. Obtém-se uma janela como a da figura 3.34.



**Figura 3.34**

Seleção do tipo de linha.

Como é possível observar, ainda não há opção para o tipo de linha traço-ponto, requerida pelo *layer* “Corte”. Sendo assim, clique no botão *load* dessa janela. O resultado deve ser outra janela, como indicado na figura 3.35.



**Figura 3.35**

Seleção do tipo de linha.

Role a barra vertical para baixo até encontrar o tipo de linha *dashdot*. Selecione esse tipo de linha e clique em “OK”. Isso o conduzirá para a janela anterior, na qual, agora, aparece o tipo de linha traço-ponto. Selecione-o

e clique em “OK”. Esse procedimento deve ser realizado toda vez que o tipo de linha ainda não estiver carregado.

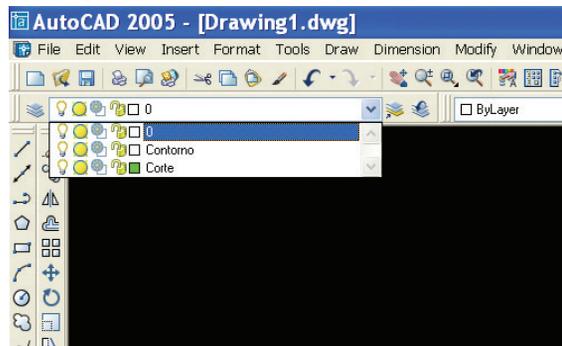
Para finalizar a criação do *layer* “Corte”, é preciso escolher a espessura de linha. Clique sobre a marcação de espessura da linha do *layer* “Corte” e altere o valor para 0,3 mm.

O mesmo procedimento deve ser usado para criar os *layers* para os demais tipos de linhas da tabela citada.

Quando for utilizar os *layers* para criação do desenho, deve selecioná-los na janela gráfica, conforme mostra a figura 3.36.

**Figura 3.36**

Seleção do tipo de *layer*.



### 3.4 Escalas

O técnico para expressar suas ideias na representação de máquinas, equipamentos, prédios e até unidades inteiras de processamento industrial utiliza a linguagem do desenho técnico. Porém, nem sempre é possível representar os objetos em suas verdadeiras grandezas. Assim, para tornar exequível tanto o desenho de objetos grandes quanto o de minúsculos, a norma NBR 8196 da ABNT organiza o conceito de escala.

Os objetos grandes precisam ser representados com suas dimensões reduzidas, enquanto os objetos pequenos ou detalhes muito pequenos necessitam ser ampliados.

Para evitar distorções e manter a proporcionalidade entre o desenho e o tamanho real do objeto representado, há uma norma estabelecendo que as reduções ou ampliações devem ser feitas respeitando uma razão constante entre as dimensões do desenho e as dimensões reais do objeto representado, razão essa chamada escala do desenho. A ordem dessa razão não pode ser invertida.

Os tipos de escala natural, redução e ampliação são sugeridos na tabela 3.5.

Na tabela:

**1:1**, lê-se um dividido por um ou um sobre um.

**1:n>1**, um dividido por número maior que ele = redução.

**n>1:1**, número maior que ele dividido por um = ampliação.

Categorias	Recomendação		
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
Ampliação	2:1	5:1	10:1
	20:1	50:1	

**Tabela 3.5**

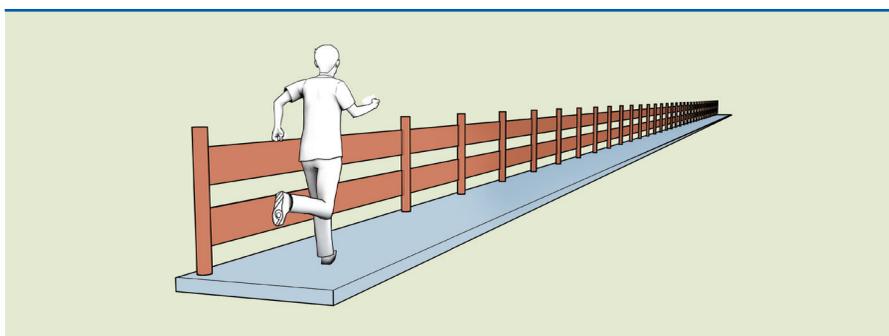
Recomendação de escalas.

A indicação da escala deve aparecer na legenda dos desenhos. Por exemplo: Escala 1:2.

Se na folha houver desenhos com escalas diferentes daquelas indicadas na legenda, o técnico deve registrar abaixo deles a identificação das respectivas escalas utilizadas. Isso é muito comum quando, no desenho, surgem detalhes com necessidade de ampliação.

### 3.5 Perspectivas

É a parte das projeções oblíquas que tem por fim representar o contorno aparente e as linhas que formam um corpo, com o aspecto que se apresentam a um observador. Como exemplo, ver figura 3.37.



**Figura 3.37**

Exemplo esquemático de perspectiva.

O efeito aparente é de deformação, às vezes irreal, no qual apenas algumas linhas podem ser medidas. Sua execução requer mais tempo, principalmente se existirem linhas curvas. Mesmo com essas limitações, o conhecimento desse processo é bastante aconselhável, pois facilita a interpretação e o princípio das projeções ortogonais.

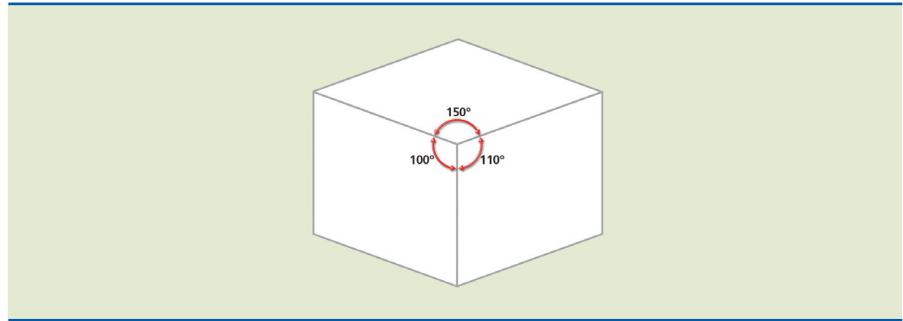
Os tipos de perspectiva são:

**Exata** – É a figura resultante da interseção do cone formado pelos raios visuais que vão do observador ao objeto por um plano vertical (quadro); e a projeção cônica do objeto sobre o plano.

**Trimétrica** – Os três eixos fazem ângulos desiguais com o plano de projeção, como é possível observar na figura 3.38.

**Figura 3.38**

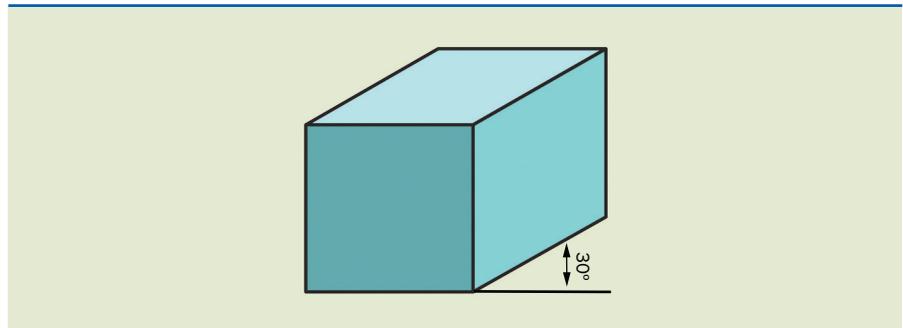
Exemplo de vista trimétrica.



**Cavaleira** – Os dois eixos paralelos ao plano de projeção e as projetantes formam ângulos quaisquer, sendo os mais empregados os de 30° e 45°. Como exemplo, ver figura 3.39.

**Figura 3.39**

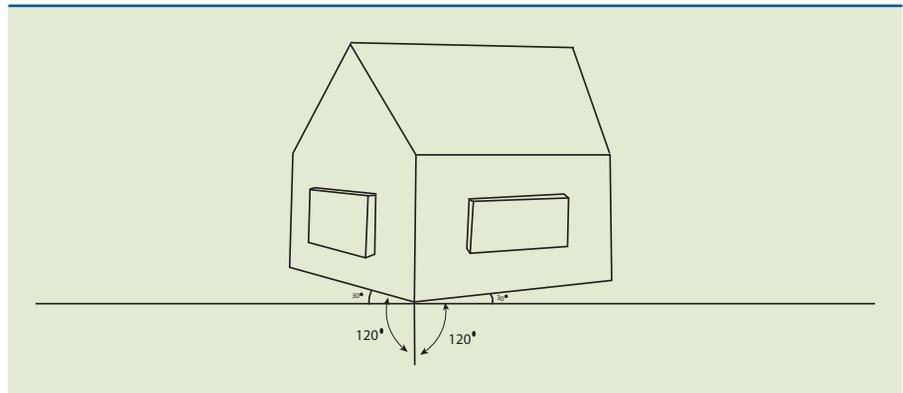
Exemplo de vista cavaleira.



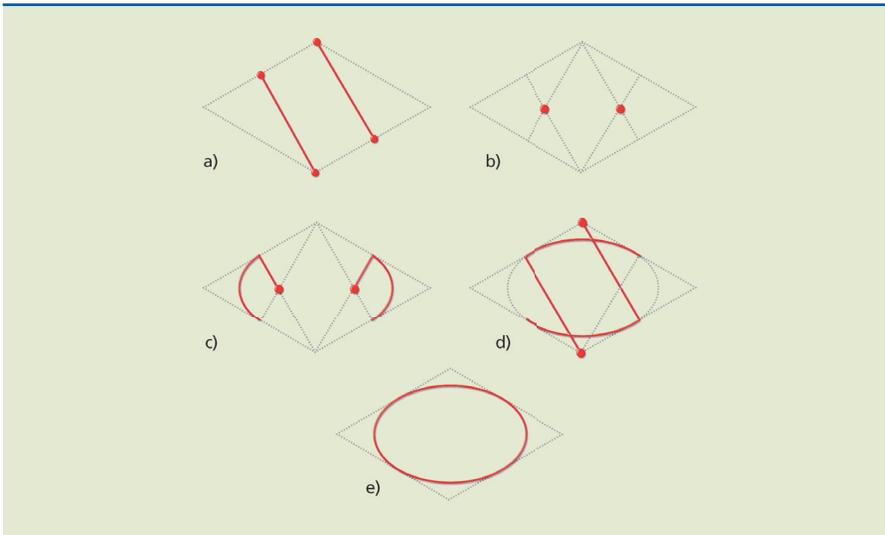
**Isométrica** – Os três eixos formam ângulos iguais com o plano de projeção (120°). A figura 3.40 mostra um exemplo de tal perspectiva.

**Figura 3.40**

Exemplo de perspectiva isométrica.



A sequência indicada na figura 3.41 sugere um método para traçar círculos em perspectivas isométricas.

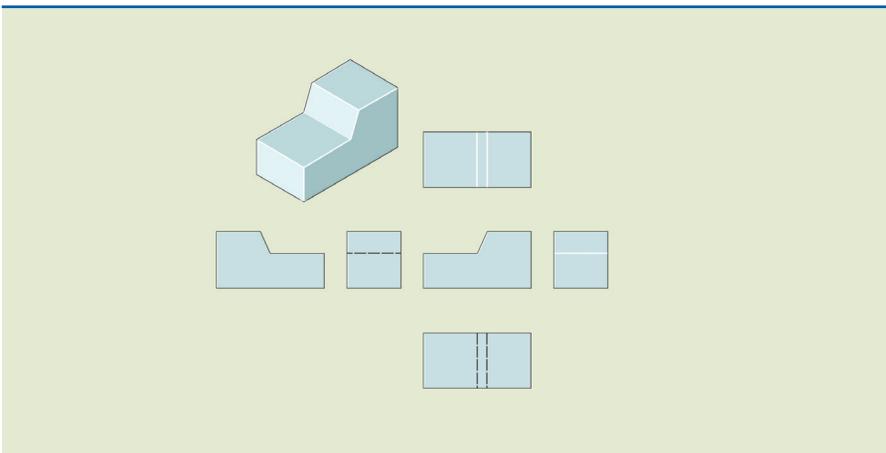


**Figura 3.41**

Método esquemático para traçar círculos em perspectiva isométrica.

### 3.6 Projeção ortogonal

A projeção ortogonal é o método utilizado para explicar graficamente determinado objeto, ferramenta, máquina ou construção. Resume-se na projeção de perpendiculares sobre planos que formam entre si ângulos retos, ou seja, com 90°. Por isso o nome ortogonal (*orto*, do grego, significa “direto”, “reto”). A figura 3.42 mostra esquematicamente uma representação ortogonal.



**Figura 3.42**

Representação ortogonal.

Os desenhos ortográficos oferecem vistas separadas entre si de cada face, do mesmo modo que as crianças representam a realidade em seus desenhos.

Deve-se, porém, agrupar essas informações para, no contexto, tornarem-se uma linguagem universal.

Cada reta perpendicular que passa por um dos pontos que definem o objeto traça esse ponto sobre o plano de projeção na interseção da reta com o plano. As vistas ortográficas são obtidas pela colocação do objeto em um sólido envolvente, como se fosse uma caixa, sendo cada face da caixa um plano. Projetam-se faces do objeto nas seis faces desenvolvendo a caixa, ou seja, abrindo-a, planificando-a. As seis projeções obtidas são as seis vistas ortográficas principais.

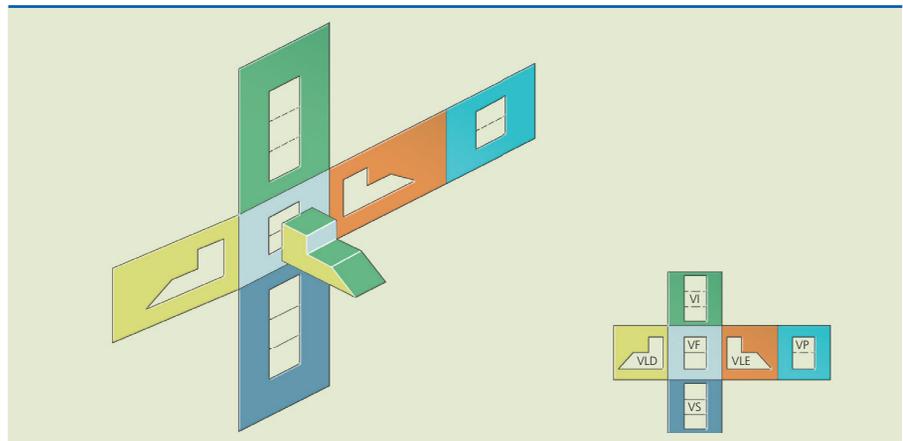
A ABNT, na norma 10067, de 1995, estabelece que as vistas sejam obtidas sobre seis planos, (cada face da caixa desenvolvida), dispostos dois a dois segundo orientações perpendiculares entre si.

Para todas as figuras a seguir valem as seguintes abreviações:

VLD = vista lateral direita; VF = vista de frente; VI= vista inferior; VLE = vista lateral esquerda; VP = vista da planta e VS = vista superior.

- Quando a localização do plano está atrás do objeto de projeção, a projeção está no primeiro diedro. Ver exemplo na figura 3.43.

**Figura 3.43**  
Representação em primeiro diedro.



- Quando a localização do plano está entre o observador e o objeto, a projeção está no terceiro diedro (figura 3.44).

**Figura 3.44**  
Representação em terceiro diedro.

