

INTRODUÇÃO



A atividade do desenho é remota entre seres humanos, ela provém desde os primórdios e tem como principal objetivo representar idéias de forma gráfica elucidando possíveis dúvidas entre a comunicação dos homens.

Assim como toda forma de comunicação, segue parâmetros de entendimentos que devem ser utilizados por todos que fazem o seu uso.

O desenho técnico na realidade é um conjunto de normas e convenções que devem ser observadas a fim de se mostrar uma realidade ainda não alcançada, pois, ele é um meio anterior a várias etapas até a concretização de um projeto final.

Aliás, uma das primeiras idéias que deve estar presente na cabeça de um desenhista que se inicia na arte de desenhar é que um projeto é algo mais amplo do que um conjunto de plantas de uma peça mecânica ou de uma casa, por exemplo. O projeto é algo maior e envolve desde a atividade criativa, passando por croquis e desenhos, pela execução e finalmente pelo uso do objeto acabado.

A própria seqüência de aprendizagem do desenho técnico é algo ainda confuso tanto para professores como, principalmente, para os alunos que estão iniciando nesta disciplina.

Muitas vezes, se não sempre, esta seqüência não obedece a uma ordem lógica o que causa certa confusão e aumenta a ansiedade das pessoas, que de certa forma pensam em iniciar uma disciplina como esta já dando os primeiros rabiscos.

Alguns conhecimentos prévios são necessários para que se compreenda por que se deve aplicar um certo tipo de linha, uma espessura diferenciada ou uma convenção normatizada para se executar uma planta, e este conhecimento se faz necessário desde a base de desenho geométrico iniciado no ensino fundamental e médio do aluno.

Neste material, o aluno do curso técnico de desenho vai encontrar desde os princípios básicos do desenho geométrico até os materiais e instrumentos que são utilizados, e as principais normas técnicas para a execução de um bom trabalho de desenho.

É importante que se tenha em mente que todas as coisas aqui descritas são apenas orientações que encaminham os alunos à atividade de desenhar e de nada valem se não houver um pouco de disciplina, prática e persistência por parte daqueles que se aventuram no fantástico mundo do desenho técnico.

Boa Sorte!
Alexandre Lopes

PRANCHETA – As pranchetas ou mesas de desenho possuem um tampo de madeira, normalmente 0.90 x 1.20 ou 1.00 x 1.50 e serve para apoiar a folha de desenho enquanto se está trabalhando. Usualmente se usa o tampo com certa inclinação, favorecendo a visualização do papel como um todo, principalmente nos grandes formatos.

RÉGUA PARALELA – A régua paralela é presa no tampo da prancheta na parte superior e inferior por fios paralelos, isto garante que ela deslize de forma paralela facilitando o uso dos esquadros e o traçado de retas paralelas horizontais.

PAR DE ESQUADROS – Feitos de acrílico transparente ou fumê, não deve apresentar qualquer tipo de graduação em suas faces. São chamados de esquadros de 45° e 60°. Algumas pessoas chamam o de 60° também de esquadro de 30°.

Os esquadros servem para traçado de retas perpendiculares e paralelas, bem como, é possível traçar com eles retas com os seguintes ângulos, sem o auxílio do transferidor: 15°, 30°, 45°, 60°, 75° e 90°.

TRANSFERIDOR – O transferidor também, na maioria dos casos, é composto de acrílico transparente e possui graduações em toda a sua borda. Ele pode ser de 180° ou 360°, no entanto o seu uso é semelhante nos dois casos.

Serve para auxiliar ao traçado de ângulos.

ESCALÍMETRO – Também conhecido por Régua Graduada tem a forma piramidal e possuem em suas faces graduações em seis escalas diferentes.

Devem ser opacos evitando que traços do desenho interfiram no que se está medindo.

Não deve ser utilizado para o traçado de linhas (isso é função dos esquadros e régua paralela) e sim para a medição de traços a serem feitos ou já existentes. É ferramenta indispensável para todo desenhista.

O mais utilizado é o de nº 01 que possui as seguintes escalas: 1:20; 1:25; 1:50; 1:75; 1:100 e 1:125.

BORRACHA – Em alguns países a borracha é chamada de raspador ou ainda apagador, nome mais adequado, pois, atualmente, a matéria prima mais utilizada é o plástico e não a borracha.

A borracha plástica é uma das mais indicadas para o desenho, mas, existem no mercado diversas marcas com cores diferenciadas e até com aromas. Seria interessante o desenhista testar a borracha que pretende adquirir antes da compra.

COMPASSO – O compasso serve para traçar circunferências. Ele é composto de duas hastes, uma com ponta seca (ponta metálica) e a outra com ponta de grafite.

O compasso comum tem pernas articuláveis e aceita extensor ou alongador, permitindo a execução de raios maiores. Ainda existem no mercado compassos do tipo balaústre, bailarina e cintel.

LAPISEIRA – A escolha da lapiseira é muito importante para o desenhista. Ela pode ser plástica ou metálica, no entanto, é interessante que possua ponta metálica na saída do grafite.

A modelo da *Pentel* (um dos principais fabricantes) é a mais utilizada.

Para o caso de desenho técnico recomenda-se que o desenhista adquira pelo menos 4 lapiseiras com diferentes espessuras de grafites, sendo elas: 0.3; 0.5; 0.7 e 0.9.

A escolha da mina (grafite) que se vai utilizar também é importante, pois, estes apresentam diferença de dureza o que facilita ou não a execução do desenho. Abaixo temos uma tabela com a relação dos principais tipos de grafite.

Graduação do grafite	Macio nº 01	Médio nº 02	Duro nº 03	Duríssimo
	6B – 4B – 2B – B	HB	F – H – 2H	3H...9H
Orientação	Não se recomenda o uso em desenho técnico	Uso normal em desenho técnico	Uso normal em desenho técnico	Não se recomenda o uso em desenho técnico

CONSELHOS E RECOMENDAÇÕES:

1. Trabalhar com prancheta e material de desenhos sempre limpos.
2. Fixar a folha de desenho sobre a mesa com fita adesiva.
3. Verificar os instrumentos antes de iniciar o trabalho.
4. Desenhar sempre com a aresta superior da régua paralela ou T.
5. Usar escalímetro apenas para medir.
6. Apontar o lápis, lapiseira ou compasso sempre fora da mesa de desenho.
7. Usar a borracha o mínimo necessário e sempre eliminando as partículas com escova ou flanela.
8. Não cortar o papel com lâminas utilizando para tanto a prancheta e as régua de desenho, inclusive esquadros.

2 - O PAPEL E SEUS FORMATOS

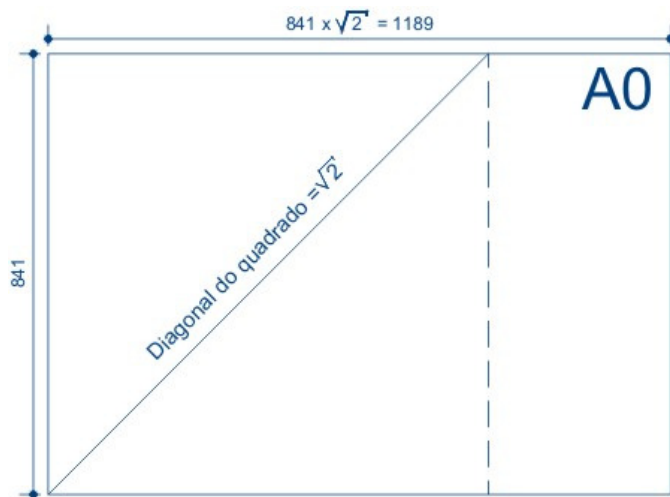
O papel é a base para todo desenho técnico, nele é que estarão contidos todos os desenhos pertencentes a um projeto.

É interessante colocar que o papel permite ao desenhista expor toda a sua criatividade, pois, como costuma-se dizer, o papel permite tudo. No entanto, é de bom senso ter cuidado para que as formas criadas não sejam impossíveis de serem executadas, como o exemplo abaixo:

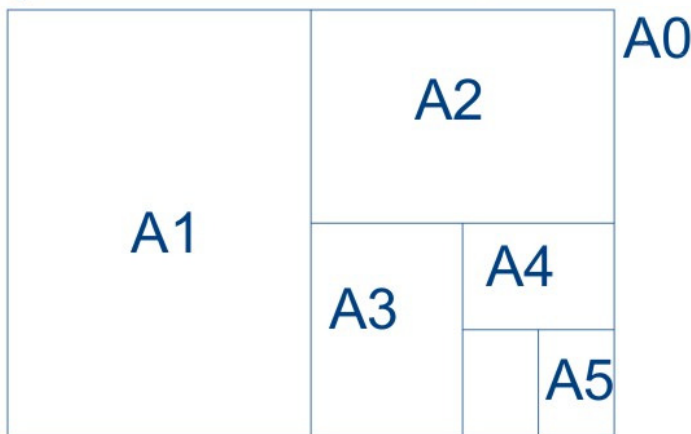


Os papéis a serem utilizados em desenho técnico, deverão corresponder a um dos formatos da *série A* normalizados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (A.B.N.T.) na NBR 10068.

Todos os formatos da *série A* derivam do formato A0 que possui área de 1m² e dimensões de 841 x 1189 mm. Assim sendo, ao se dividir ao meio o maior lado de um formato, encontra-se-á o formato imediatamente abaixo. Por exemplo: dividindo-se o formato A0 na direção da dimensão de 1189mm, obtém-se o formato A1 com as seguintes dimensões 594 x 841. dividindo-se o A1 ao meio, obtém-se o formato A2 com as dimensões de 420 x 594, e assim por diante.



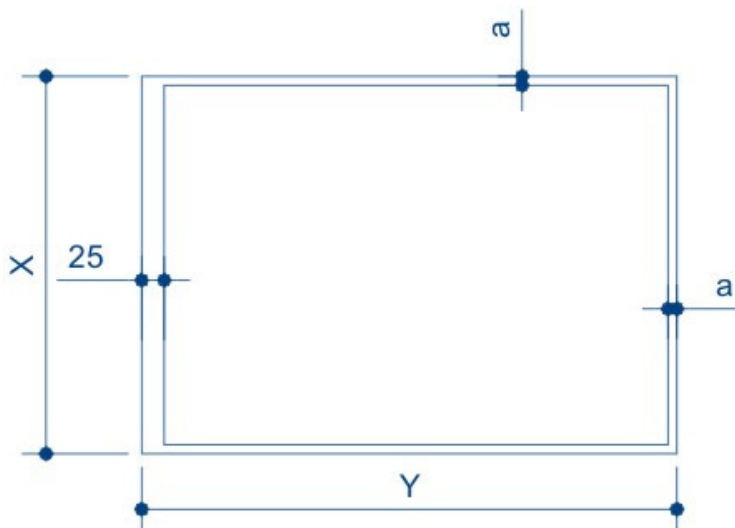
Tamanho A0. Origina todos os outros formatos de papel.



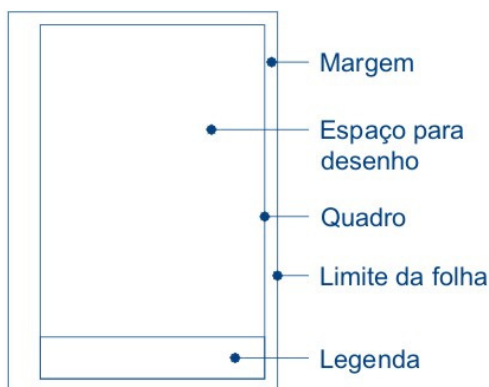
Divisão dos formatos da série A.

REFERÊNCIA (FORMATO)	X	Y	a
A0	841	1189	10
A1	594	841	10
A2	420	594	10
A3	297	420	10
A4	210	297	5
A5	148	210	5

A margem esquerda é de 25 mm em todos os formatos



Dimensões dos formatos A0.



Qualquer que seja o formato do papel, os elementos ao lado devem aparecer impressos.

Os principais tipos de papel utilizados para o desenho são:

PAPEL SULFITE – é um papel opaco que pode ser branco ou colorido, no entanto, só se recomenda o uso da cor branca para desenho técnico. Esse tipo de papel é muito difundido hoje no desenho, principalmente, pelo uso do computador e dos desenhos realizados em programas do tipo CAD, pois é fácil de encontrar e permite uma qualidade muito boa quando utilizado com impressoras e plotters.

PAPEL MANTEIGA – é um papel fino, semitransparente e fosco. Os tipos brilhantes, utilizados em culinária, são totalmente inadequados para desenho.

Aceita bem o uso da grafite e é muito utilizado para esboços, desenhos preliminares e anteprojetos.

No mercado, é encontrado em folhas de 1.00 x 0.70 m ou em rolos.

PAPEL VEGETAL – É semitransparente, semelhante ao papel manteiga, no entanto é mais espesso e seu peso varia de 50 a 120 g/m, no entanto, o mais utilizado é o de 90 g/m.

Aceita tanto o grafite quanto o nanquim e ainda é utilizado em plotters e impressoras. É vendido em rolos com larguras de 1.10 m ou 1.57m e, também, nos formatos da ABNT.

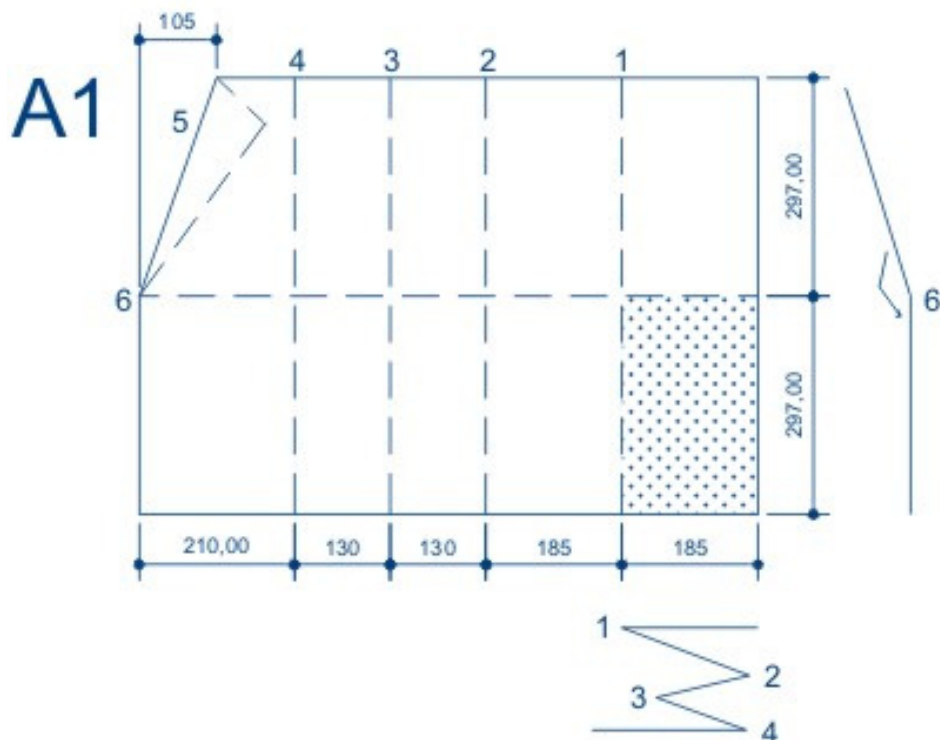
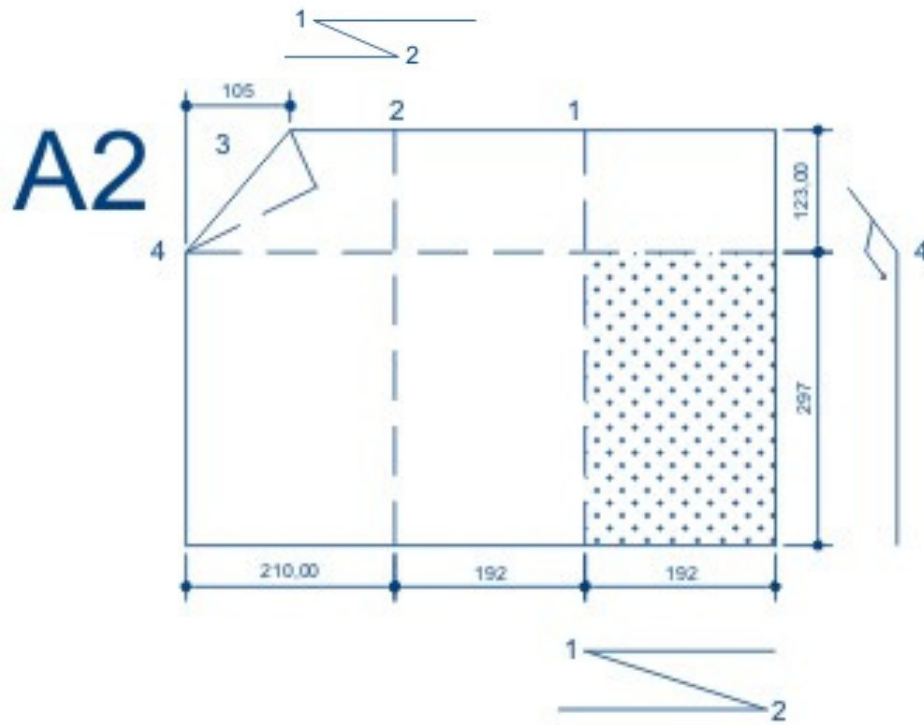
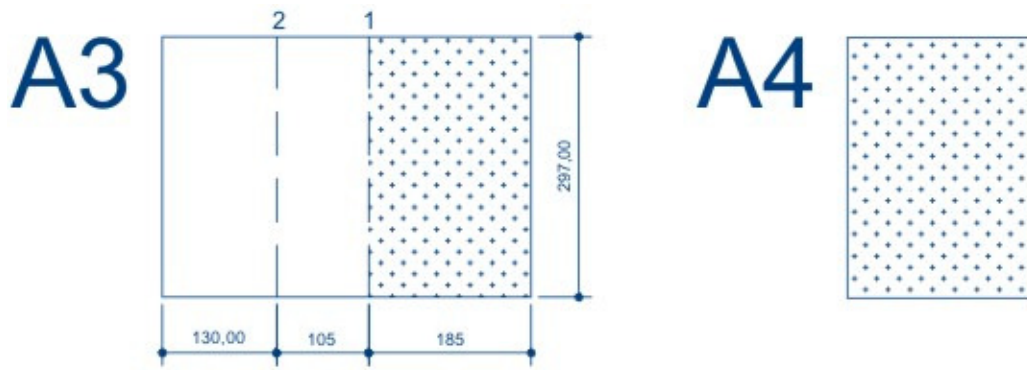
Antigamente era muito utilizado por permitir a sua reprodução através de cópias heliográficas.

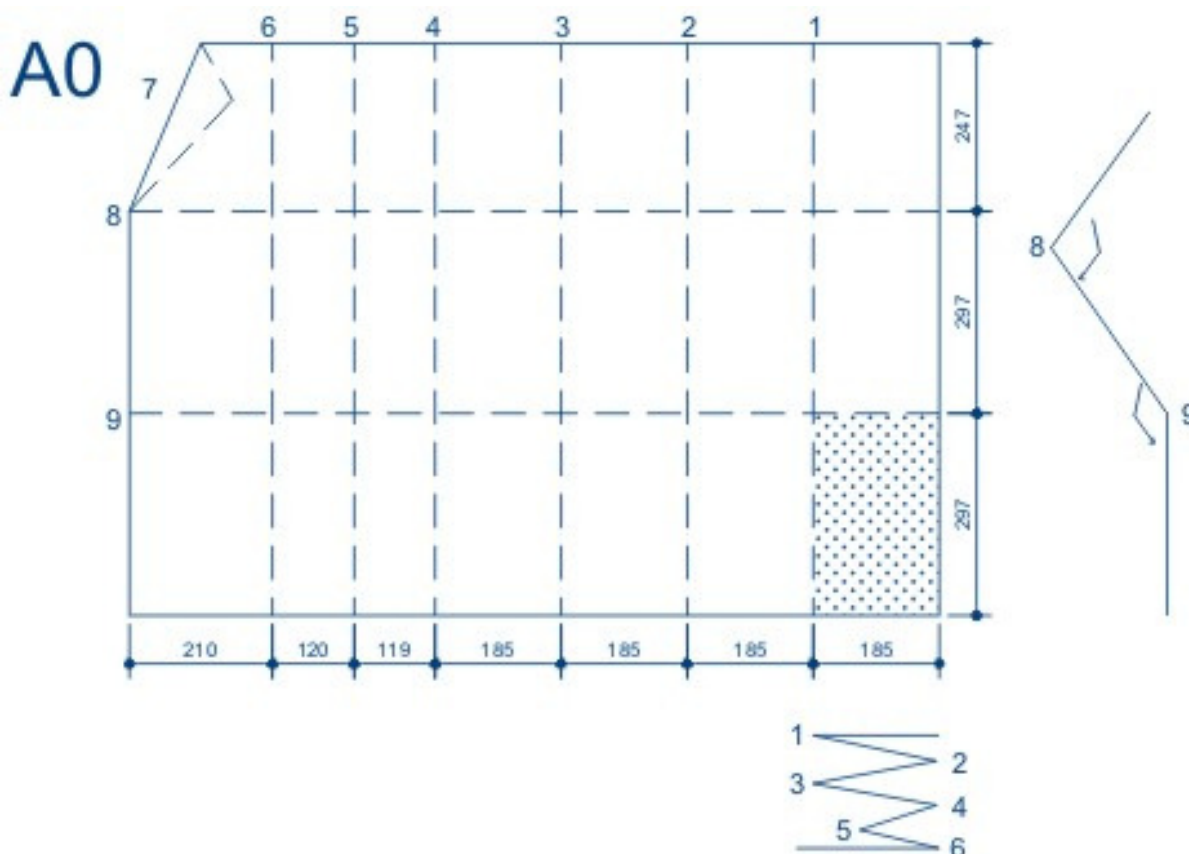
PAPEL HELIOGRÁFICO – Processo muito utilizado antigamente, hoje quase desaparecido. Consiste em um papel nas cores azul, preto ou marrom (sépia) que possui uma de suas faces tratadas quimicamente que reage na presença do amoníaco e é sensível a luz. Na realidade ele não serve para se desenhar diretamente sobre sua face e sim para se realizar cópias de desenhos já prontos e executados em papel vegetal ou manteiga.

3 - DOBRAGEM

A dobragem só deve ser realizada em cópias e nunca em desenhos originais, pois, gerariam marcas em futuras cópias. Os originais devem ser guardados em rolos ou abertos.

O cuidado básico que se deve ter na dobragem de folhas de desenho é o de deixar sempre visível o carimbo ou legenda (veremos mais adiante!) que identifica o projeto. O formato A4 não deve ser dobrado. Abaixo temos a seqüência de dobragem de cada formato do menor ao maior. A hachura corresponde a face visível no final da dobragem.





4 - DESENHO BÁSICO

Neste capítulo veremos algumas construções básicas da geometria do ensino médio. Estas construções são importantes para a pessoa que se inicia no desenho técnico, pois, permite relembrar conceitos e, ao mesmo tempo, obter condições para interpretar e executar determinadas figuras e medidas com auxílio de compasso, régua e escalímetro.

Na realidade o desenho básico tem como principal função o desenvolvimento do raciocínio e o despertar para a criatividade através de um método de técnicas intuitivas de construção da geometria elementar, técnicas estas utilizadas no desenho técnico, industrial e arquitetônico.

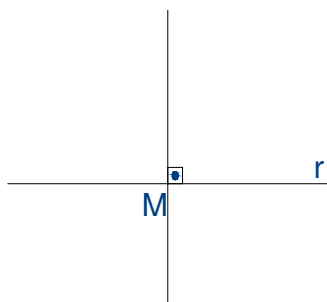
Conceitos Fundamentais

PONTO GEOMÉTRICO: É representado pelo toque do lápis no papel ou pelo cruzamento de duas retas. É identificado por uma letra latina maiúscula.



RETA: É a linha que possui uma única direção e é infinita nos dois sentidos de crescimento. É identificada por uma letra latina minúscula.

MEDIATRIZ: É a reta que passa pelo ponto médio de um segmento de reta formando ângulos de 90°.



4.1 – Perpendicularismo

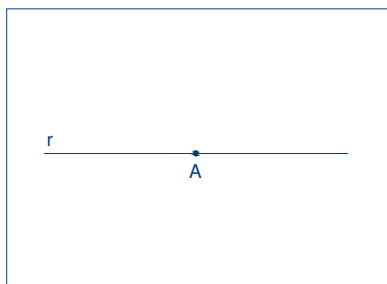
Uma reta perpendicular em relação a outra reta ou segmento de reta, significa que o ângulo entre estas possui 90° ou seja, é um ângulo reto.

No desenho técnico de peças mecânicas, projetos arquitetônicos, segurança do trabalho, eletrônica, eletrotécnica entre outros, o uso de retas perpendiculares é uma constância e devem ser bem executados a fim de evitar falsas interpretações na execução do objeto final.

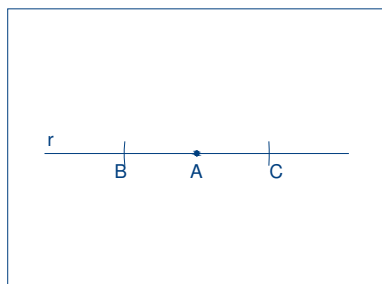
Lembre-se que, sempre que o ângulo for diferente de 90° em um desenho, este deve ser cotado (veremos mais adiante o uso de cotas) para indicar o valor deste ângulo em graus.

Veremos a seguir três métodos de construção de uma perpendicular com o uso do compasso e da régua.

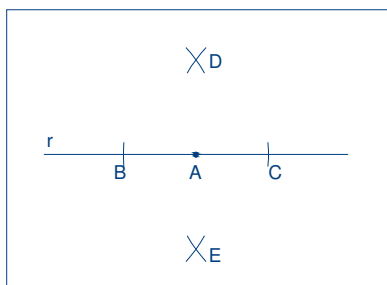
a) Traçar a perpendicular de uma reta com um ponto dado pertencente a esta reta.



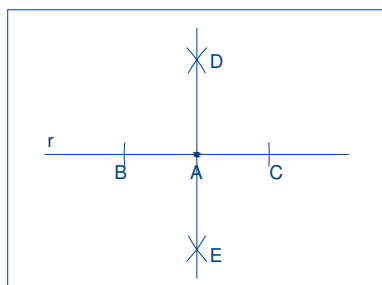
Dada uma reta *r* qualquer e um ponto *A* sobre esta, deve-se traçar uma perpendicular à reta passando pelo ponto *A*.



Como centro do compasso em *A* e raio qualquer marca-se os pontos *B* e *C*.

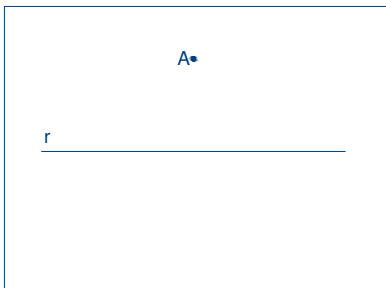


Ainda com um raio qualquer, no entanto maior que a distância *AB*, centra-se o compasso no ponto *B* e traça-se arcos acima e abaixo da reta *r*. Repete-se o processo com centro em *C* e mesmo raio anterior.

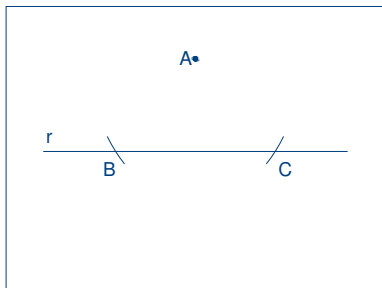


Traça-se a linha perpendicular *DE*.

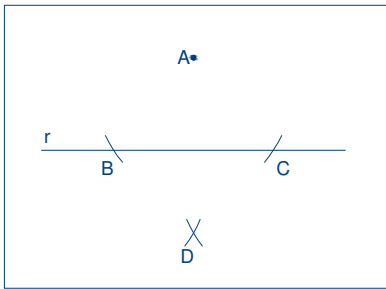
b) Traçar a perpendicular de uma reta com um ponto dado exterior a esta reta.



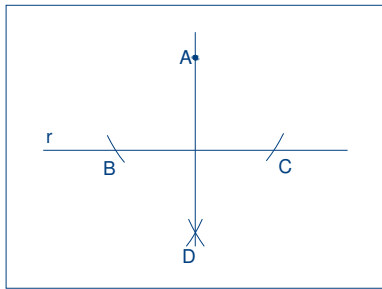
Dada uma reta r qualquer e um ponto A externo a esta, deve-se traçar uma perpendicular à reta passando pelo ponto A .



Como centro do compasso em A e raio qualquer marca-se os pontos B e C .

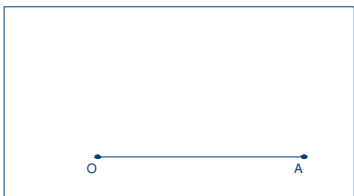


Ainda com um raio qualquer, no entanto maior que a distância AB , centra-se o compasso no ponto B e traça-se um arco no lado oposto do ponto A . Repete-se o processo com centro em C e mesmo raio anterior.

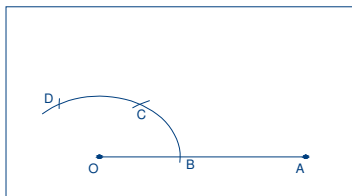


Traça-se a linha perpendicular AD .

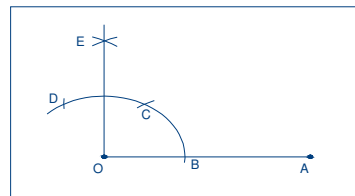
c) Traçar a perpendicular de uma semi-reta AO , no ponto O sem prolongá-la para a esquerda.



Dada a semi-reta OA , pede-se a perpendicular a esta semi-reta passando pelo ponto O .



Com o centro do compasso em O e raio qualquer traça-se o arco acima da semi-reta e obtém-se o ponto B . Com o mesmo raio e centro em B , acha-se o ponto C . Repete-se o processo para achar o ponto D com centro em C .



Com raio qualquer, centra-se o compasso em C e depois em D , achando o ponto E . A perpendicular, é a semi-reta que passa por EO .

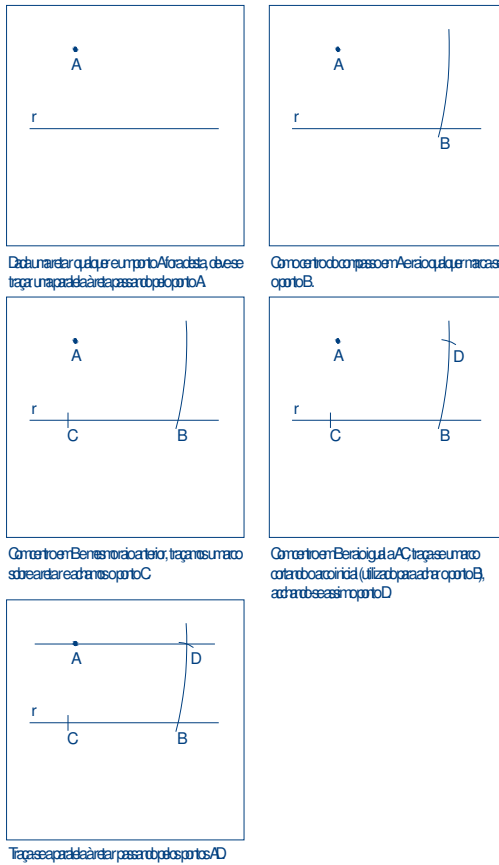
4.2 – Paralelismo

Uma reta é considerada paralela a outra quando todos os pontos possuem a mesma distância de um ponto respectivo na outra reta.

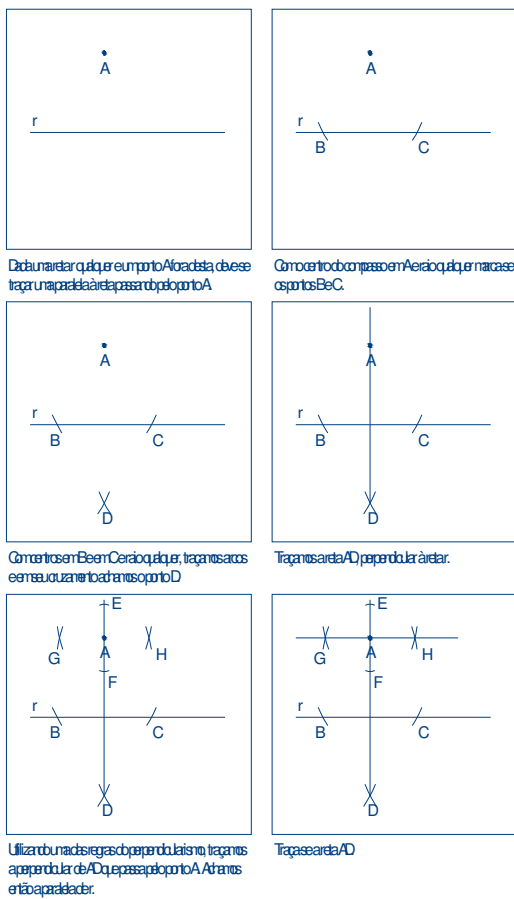
O método apresentado aqui serve para construir linhas paralelas a partir do uso do compasso e régua.

Abaixo têm-se duas maneiras de executar retas paralelas em relação a uma outra reta dada.

a) Traçar a paralela de uma reta com um ponto dado não pertencente a esta reta.



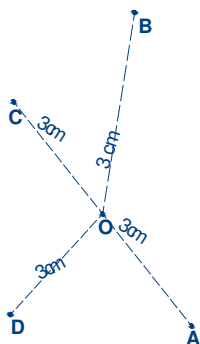
Outra maneira!



4.3 – Estudo da circunferência

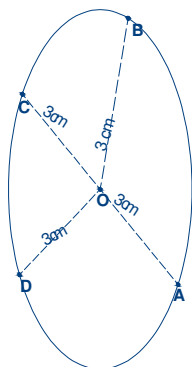
Circunferência é o conjunto dos pontos de um plano que distam igualmente de um ponto fixo do plano. O ponto fixo do plano chama-se centro da circunferência.

Consideremos:



- Um ponto **O** qualquer do plano
- Um ponto **A** distante 3cm de **O**
- Um ponto **B** distante 3cm de **O**
- Um ponto **C** distante 3cm de **O**
- Um ponto **D** distante 3cm de **O**

Se considerarmos todos os pontos do plano que estão distantes 3cm do ponto **O**, teremos uma figura geométrica denominada *circunferência*, de raio 3 cm.



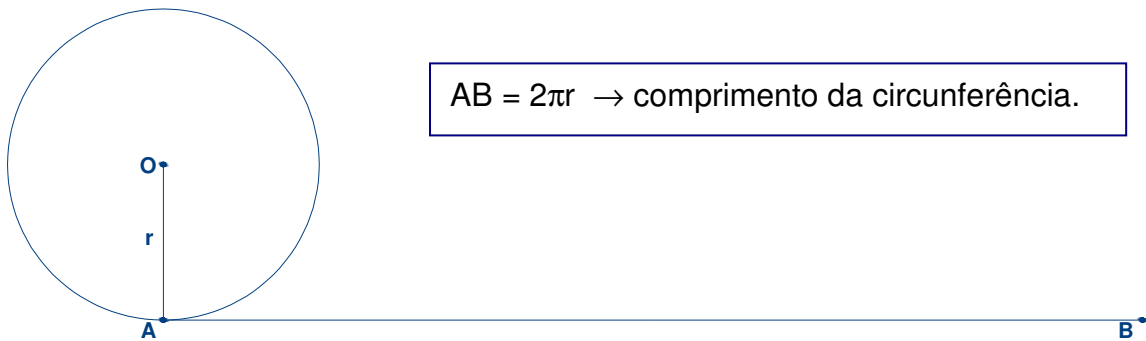
Elementos da circunferência

- a) **Raio:** è qualquer segmento cujas extremidades são o ponto **O** e um ponto qualquer da circunferência.
- b) **Corda:** è qualquer segmento que tem suas extremidades na circunferência.
- c) **Diâmetro:** è qualquer corda que passa pelo centro da circunferência. O diâmetro possui duas vezes o tamanho do raio, ou seja, $d = 2r$.
- d) **Arco:** è cada uma das partes em que a circunferência fica dividida por dois de seus pontos.
Os dois pontos são as extremidades do arco.
- e) **Semicircunferência:** è cada um dos arcos cujas extremidades coincidem com as extremidades de um diâmetro.

Retificação da circunferência

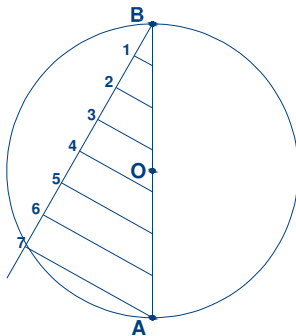
Retificar uma circunferência é determinar um segmento de reta cujo comprimento é igual ao comprimento da circunferência dada.

Suponhamos que passamos um fio por toda a volta da circunferência. Ao esticarmos este fio, estaremos determinando um segmento de reta que corresponde ao comprimento da circunferência.

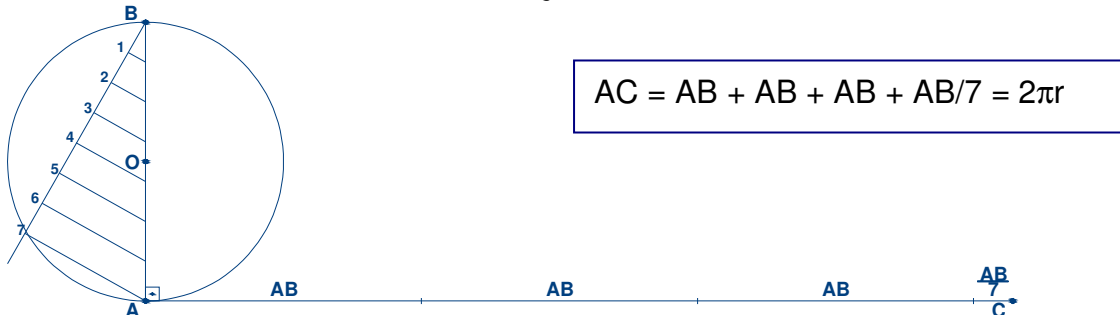


a) Retificação pelo método de Arquimedes

1º Passo: Dividimos o diâmetro AB em 7 partes congruentes (iguais).

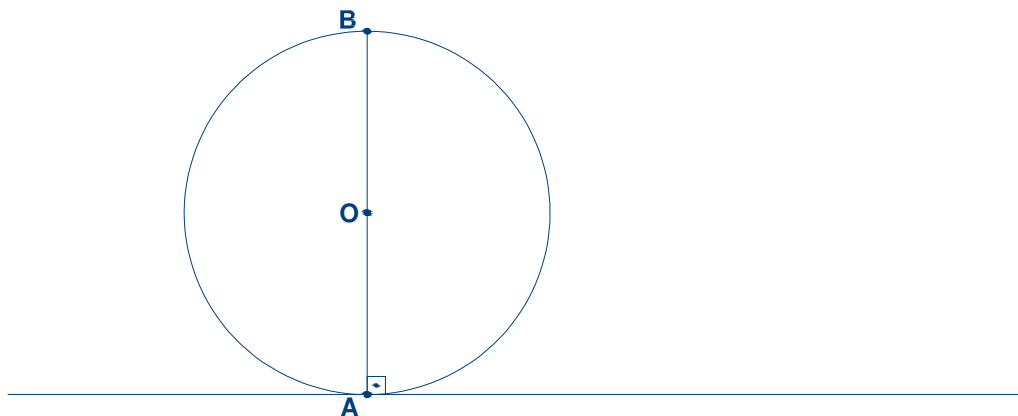


2º Passo: Traçamos uma reta tangente à circunferência no ponto A. Marcamos 3 vezes o diâmetro AB e, em continuação, mais um sétimo do diâmetro AB.

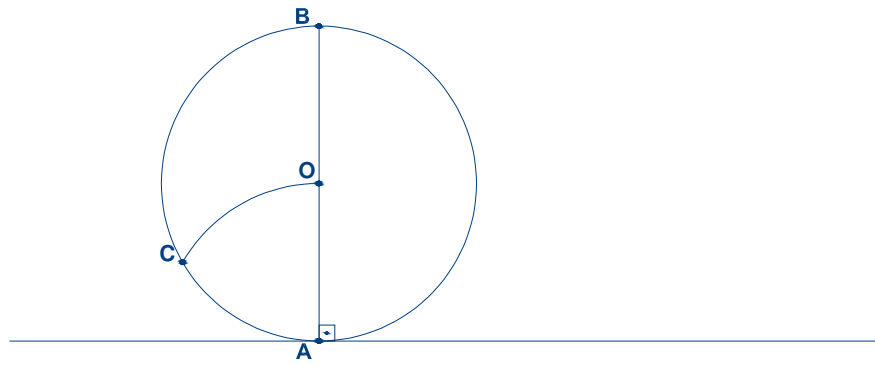


b) Retificação pelo método de Kochanski.

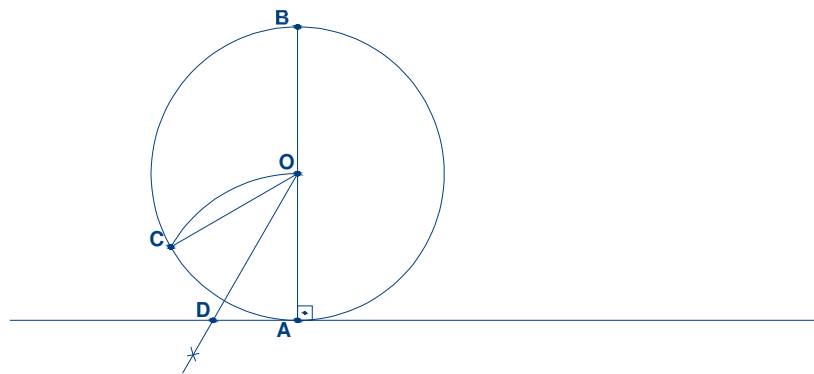
1º Passo: Traçamos o diâmetro AB e, em A, uma perpendicular ao diâmetro.



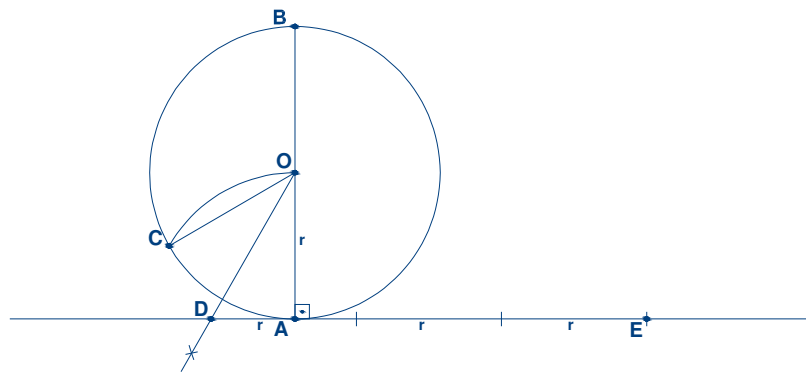
2º Passo: Com centro em A e raio igual ao da circunferência dada, traçamos um arco que determinará na circunferência o ponto C.



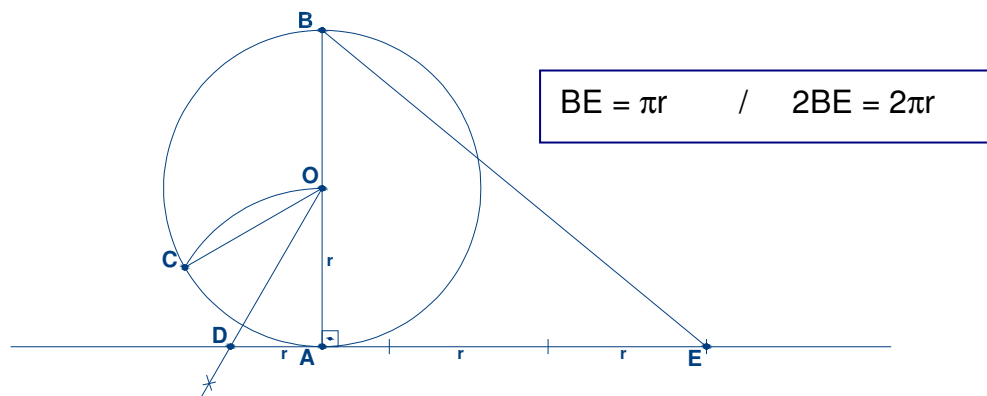
3º Passo: Determinamos a bissetriz do Ângulo AÔC, que intercepta a reta no ponto D.



4º Passo: Marcamos na reta, a partir de D, 3 vezes o raio AO, obtendo o ponto E.



5º Passo: Ligamos B com E, obtemos a retificação da semicircunferência ($BE = \pi r$). A medida da retificação da circunferência é igual $BE \times 2 = 2\pi r$.

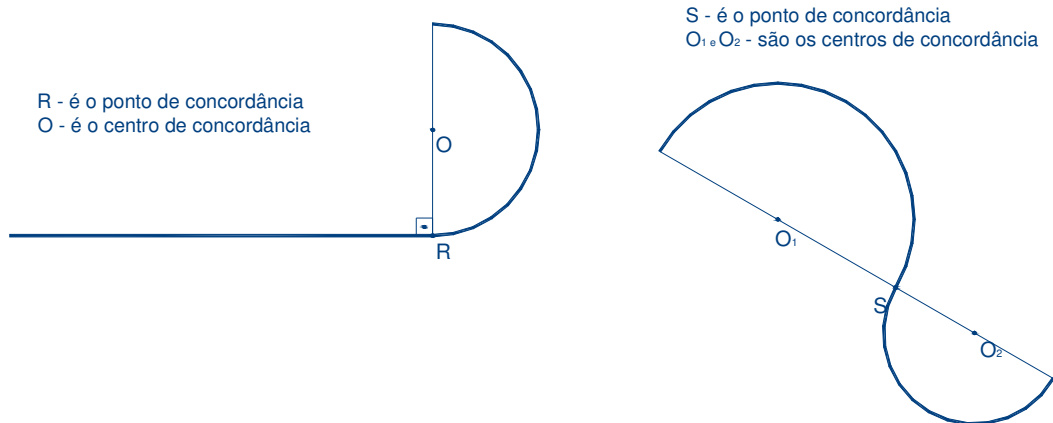


4.4 - Concordância

Quando duas linhas se encontram de tal forma que no seu ponto de encontro não haja ângulo, fratura ou inflexão, dizemos que há uma concordância.

As concordâncias nada mais são do que tangências em que o ponto de tangência passa a se chamar ponto de concordância.

A concordância pode acontecer entre uma reta e um arco ou entre dois arcos.



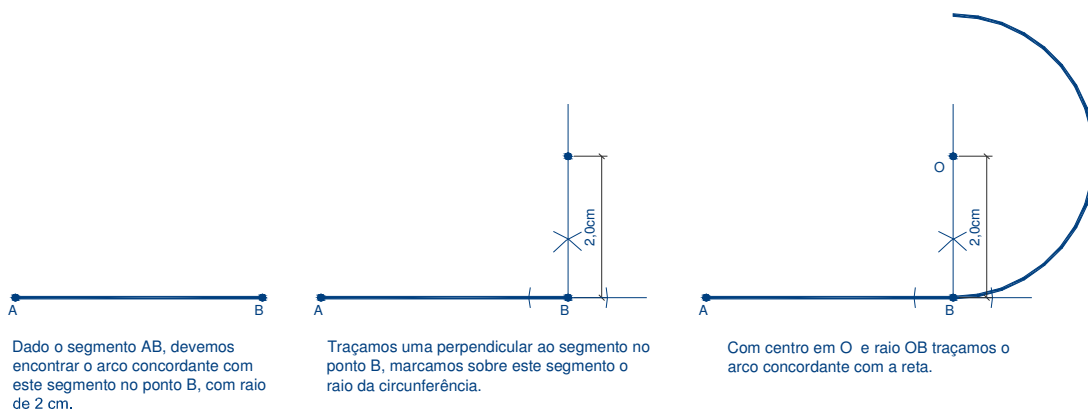
Propriedades:

1ª) Para que um arco concorde com uma reta é necessário que o ponto de concordância e o centro do arco estejam numa mesma perpendicular à reta.

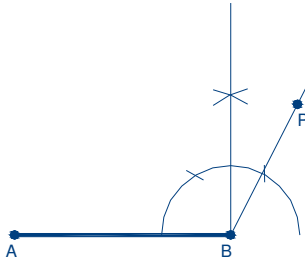
2ª) Dois arcos estão em concordância quando os centros dos arcos e o ponto de concordância estão numa mesma reta.

Principais tipos de concordâncias:

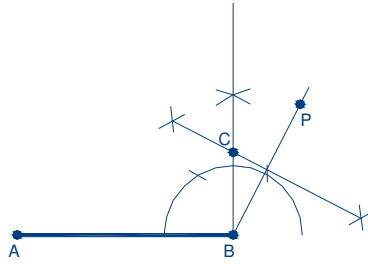
a) Concordância de um arco com um segmento de reta dado.



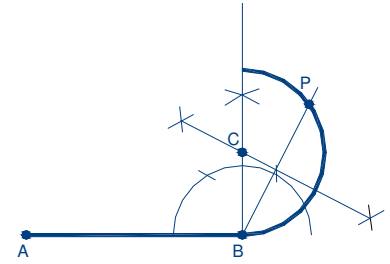
b) Concordância de um arco com um segmento de reta, passando por um ponto dado.



Dado o segmento AB e o ponto P, trace a perpendicular ao segmento que passa por B e ligue B a P através de uma reta.



Traçamos uma perpendicular ao segmento BP no seu ponto médio e encontramos C no cruzamento das duas perpendiculares encontradas. C é o centro de concordância.

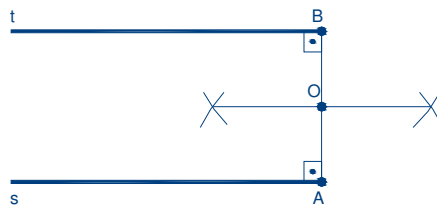


Com centro em C e raio OB traçamos o arco concordante com a reta.

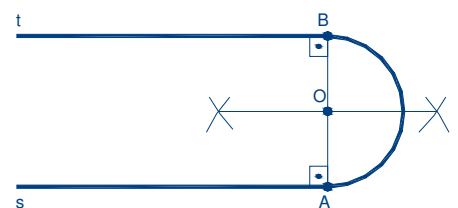
c) Concordância de um arco com duas retas paralelas.



Dada as retas t e s, ligamos as suas extremidades (AB) com uma perpendicular.

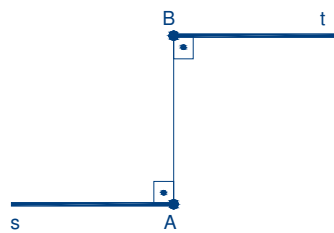


Traçamos a perpendicular no ponto médio do segmento AB e no cruzamento desta com a primeira perpendicular, achamos o ponto O. Este é o centro da circunferência ou centro de concordância.

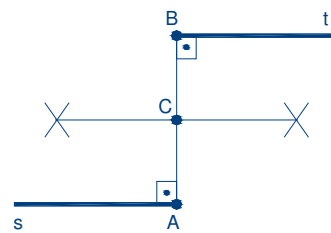


Traçamos o arco de concordância, com centro em O.

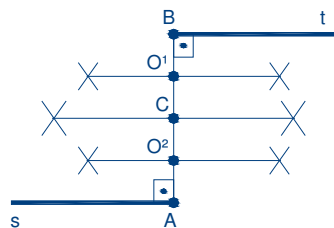
d) Concordância de semi-retas paralelas, orientadas em sentido contrário e com origens numa mesma perpendicular, com dois arcos de circunferência.



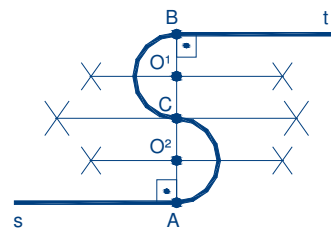
Dada as retas t e s, ligamos as suas extremidades (AB) com uma perpendicular.



Traçamos uma perpendicular ao segmento AB por seu ponto médio (mediatriz) e encontramos o ponto.

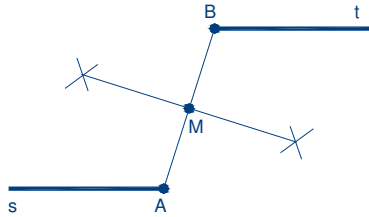


Traçamos uma perpendicular ao segmento CB por seu ponto médio (mediatriz) e outra pelo segmento CA, encontramos os pontos O¹ e O².

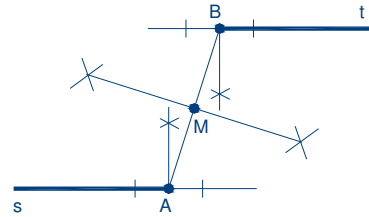


Com centro O¹ e raio O¹B, traçamos o primeiro arco, com centro e O² e raio O²A, fazemos o mesmo.

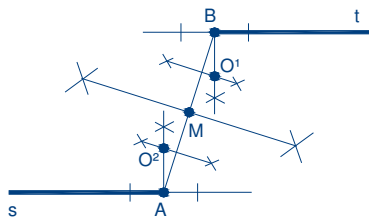
e) Concordância de semi-retas paralelas, orientadas em sentido contrário e cujas origens não estão numa mesma perpendicular, com dois arcos de circunferência.



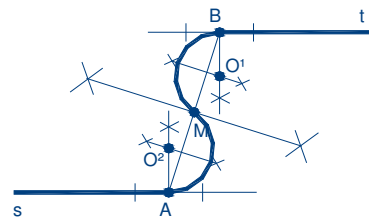
Dada as retas t e s, ligamos as suas extremidades (AB) com uma reta e encontramos o ponto médio através de uma perpendicular a esta.



Traça-se as perpendiculares às retas t e s nos pontos A e B.



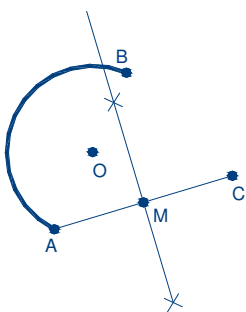
Traça-se as perpendiculares a AM e BM, no ponto médio destes segmentos, encontrando no cruzamento destas com as perpendiculares anteriormente traçadas os centros O^1 e O^2 .



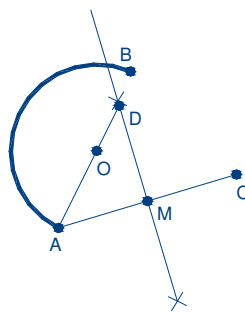
Com centro em O^1 e raio O^1B , traça-se o primeiro arco. repete-se o processo em O^2 e A.

f) Concordância de um arco num determinado ponto com outro arco que passa por um ponto dado.

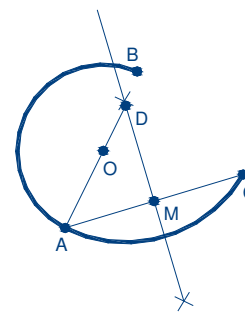
f.1) os arcos tem o mesmo sentido



Dados o arco AB e o ponto C fora deste, pede-se o arco concordante a AB que passe pelo ponto C. traçamos a reta AC e uma perpendicular por esta no seu ponto médio (mediatriz)

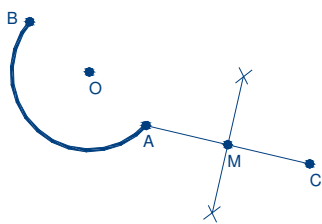


Traçamos o segmento AO e no encontro deste com a perpendicular de AC encontramos o ponto D.

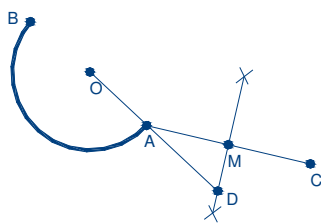


Com centro em D e raio DA ou DC, traçamos o arco concordante.

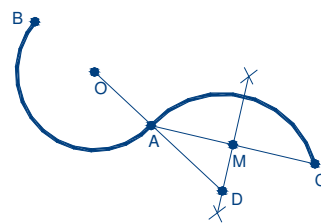
f.2) os arcos tem sentidos contrários.



Dados o arco AB e o ponto C fora deste, pede-se o arco concordante a AB que passe pelo ponto C. traçamos a reta AC e uma perpendicular por esta no seu ponto médio (mediatriz)



Traça-se a reta que passa por OA e encontra a perpendicular de AC no ponto D.



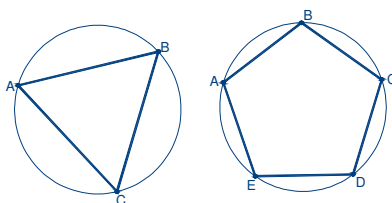
Com centro em D e raio AD ou CD traçamos o arco concordante.

4.5 – Divisão da circunferência

Quando necessitamos dividir uma circunferência em partes congruentes (iguais), estamos na realidade desenhando polígonos regulares nesta.

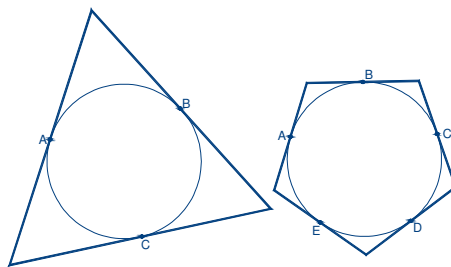
a) Polígonos inscritos

Um polígono está inscrito em uma circunferência quando todos os seus vértices pertencem à circunferência, ou seja, todos os seus lados constituem cordas da circunferência.



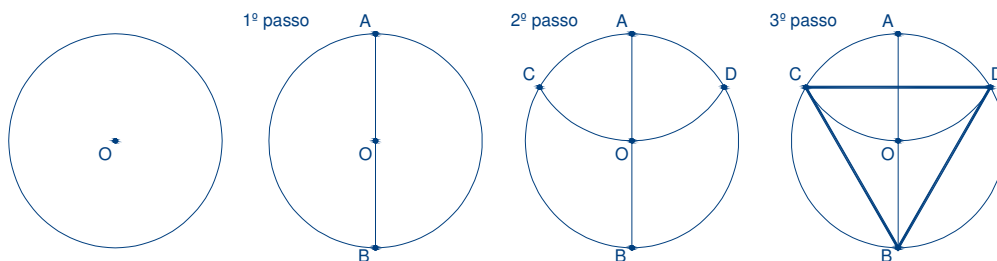
b) Polígonos circunscritos

Um polígono está circunscrito em uma circunferência quando todos os seus lados estão em retas tangentes à circunferência, ou seja, todos os seus lados constituem tangentes da circunferência.



Construção dos principais polígonos regulares inscritos

a) Construção de um triângulo equilátero inscrito:



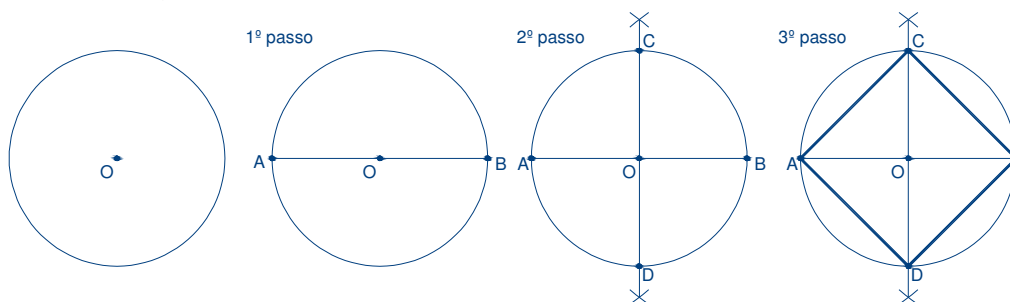
Dada uma circunferência qualquer, devemos dividí-la em três arcos congruentes (partes iguais).

1º passo: Traçamos o diâmetro AB

2º passo: Com o centro do compasso em A e raio AO, achamos os pontos C e D.

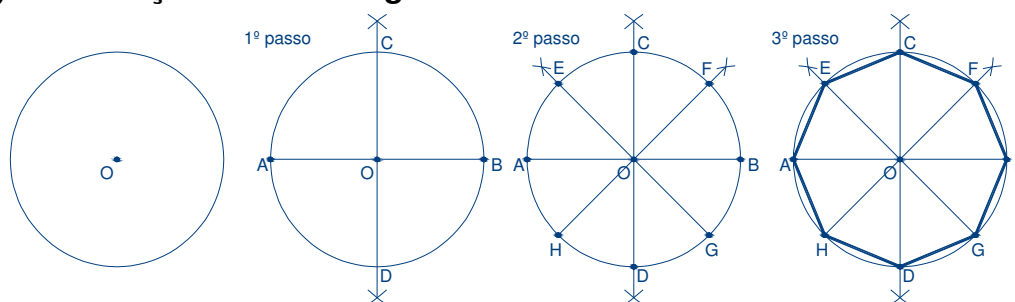
3º passo: unimos os pontos B, C e D, obtendo assim o triângulo.

b) Construção de um quadrado inscrito:



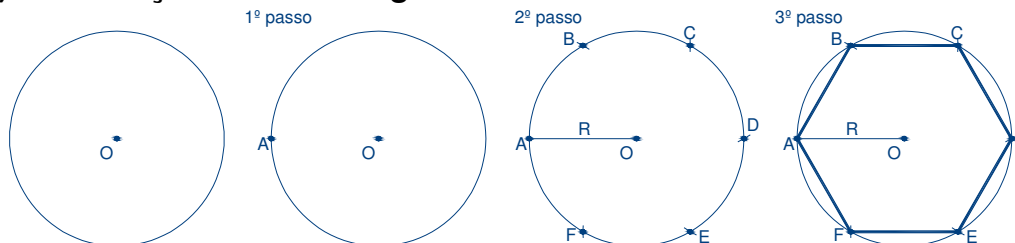
Dada uma circunferência qualquer, devemos dividi-la em quatro arcos congruentes (partes iguais).
 1º passo: Traçamos o diâmetro AB
 2º passo: Traçamos a perpendicular à reta ABe achamos os pontos C e D no cruzamento desta com a circunferência.
 3º passo: unimos os pontos A,C, B e D, obtendo assim o quadrado.

c) Construção de um octógono inscrito:



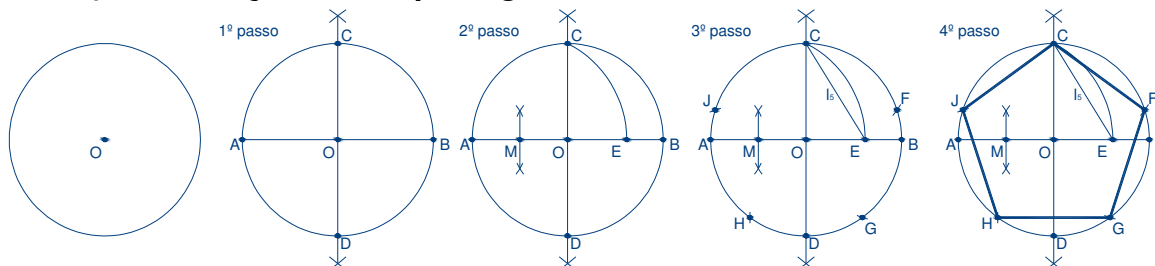
Dada uma circunferência qualquer, devemos dividi-la em oito arcos congruentes (partes iguais).
 1º passo: Dividimos a circunferência em quatro arcos congruentes. (construção anterior)
 2º passo: Traçamos as bissetrizes dos ângulos formados pelos diâmetros AB e CD. No encontro das bissetrizes com a circunferência, encontramos os pontos E, F, G e H.
 3º passo: unimos os pontos A, E, C, F, B, G, D e H, obtendo assim o octógono.

d) Construção de um hexágono inscrito:



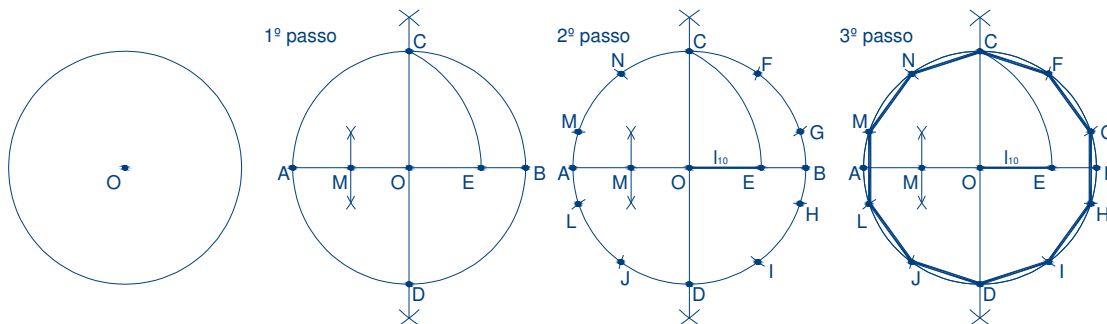
Dada uma circunferência qualquer, devemos dividi-la em seis arcos congruentes (partes iguais).
 1º passo: Marcamos um ponto A qualquer sobre a circunferência.
 2º passo: A partir de A e com raio AO, marcamos B, C, D, E e F.
 3º passo: unimos os pontos A, B, C, D, E e F, obtendo assim o hexágono.

e) Construção de um pentágono inscrito:



Dada uma circunferência qualquer, devemos dividi-la em cinco arcos congruentes (partes iguais).
 1º passo: Procedemos como no caso do quadrado, dividindo em quatro partes iguais.
 2º passo: Encontramos a mediatriz (ponto médio) do segmento AO. Com centro em M e raio MC encontramos E no segmento OB.
 3º passo: Medimos a distância EC e a partir de C repetimos ela quatro vezes sobre a circunferência, encontrando os pontos F, G, H e J.
 4º passo: Uni-se os pontos C, F, G, H e J, obtendo-se assim o pentágono regular inscrito.

f) Construção de um decágono inscrito:



Dada uma circunferência qualquer, devemos dividi-la em dez arcos congruentes (partes iguais).

1º passo: Procedemos da mesma forma que no caso anterior, até a obtenção do ponto E.

2º passo: Medimos a distância do centro O para o ponto E, obtendo assim I_{10} . Repetimos essa distância a partir de C obtendo os pontos F, G, H, I, J, L, M e N.

3º passo: unimos os pontos C, F, G, H, I, D, J, L, M, e N, obtendo assim o decágono.

Dando continuidade ao processo de divisão das circunferências em partes iguais, podemos dividi-las em n partes quaisquer e congruentes se utilizarmos para tanto o processo de Rinaldini.

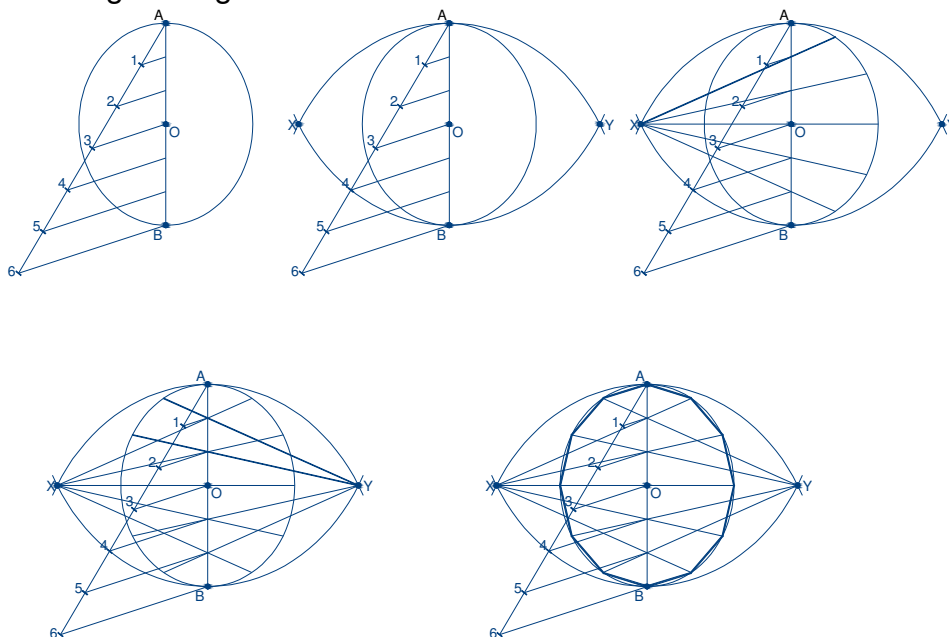
Este processo, diferentemente dos anteriores já vistos, serve para qualquer polígono regular.

1- PROCESSO GERAL DE RINALDINI PARA A DIVISÃO DA CIRCUNFERÊNCIA EM PARTES CONGRUENTES.

O processo de Rinaldini se divide em dois casos. O primeiro quando o polígono ou número de partes é *par* e o segundo quando é *ímpar*.

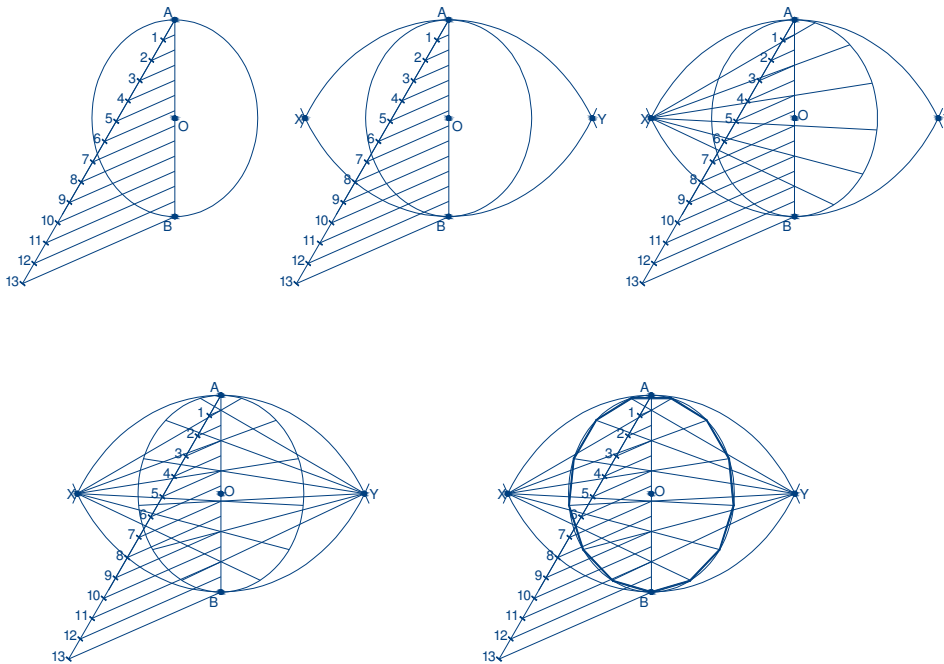
a) O número de partes é PAR.

É dada uma circunferência de raio qualquer. Vamos inscrever um dodecágono regular na circunferência.



b) O número de partes é ÍMPAR.

É dada uma circunferência de raio qualquer. Vamos inscrever um polígono regular de 13 lados na circunferência.



5 – LEGENDA TÉCNICA

A Legenda Técnica, também conhecida por Carimbo, é o espaço que contém as informações acerca do projeto e das folhas (pranchas) que este projeto contém.

Ela está localizada no canto inferior direito nos formatos A0, A1, A2 e A3 e ao longo da largura da folha no formato A4.

As legendas variam de acordo com a necessidade de cada empresa ou escritório de arquitetura, no entanto, algumas informações devem aparecer de forma obrigatória. São elas:

- Nome da repartição, firma ou empresa;
- Título do desenho;
- Escala;
- Número do desenho ou da prancha;
- Data;
- Assinatura dos responsáveis pela execução, verificação e aprovação;

Abaixo temos o exemplo de um carimbo simplificado para projetos.

NOME DO ARQUITETO OU AUTOR DO PROJETO			
Logotipo do escritório ou n° do projeto		Resumo do projeto Projeto para construção de uma residência unifamiliar situada no lote XX da quadra Y, da rua Prudente de Moraes - Bairro Qualquer - Cidade Verde / MT	
Data	Escala	Proprietário	Prancha
Desenho	Gerente proj.	Assunto da prancha PLANTA BAIXA, CORTE AB, CD E EF	01 / 0x

PROPRIETÁRIO _____

PROJETO _____

CONSTRUÇÃO _____

Em média as legendas devem apresentar as seguintes medidas para cada formato:

FORMATOS	LARGURA	ALTURA
A0, A1 e A2	175	50
A3 e A4	120	35
Todas as medidas em mm		

As medidas descritas servem de base para a confecção da legenda, no entanto, está vai ser adequada a cada uso e também a quantidade de informações que vai conter.

6 – CALIGRAFIA TÉCNICA

A caligrafia técnica, também chamada de bastão, é a utilizada tradicionalmente no desenho técnico. Elas obedecem a NBR 8402 que é a norma da ABNT de Caracteres para desenhos técnicos.

A caligrafia pode ser escrita no desenho pelo uso de normógrafos ou a mão livre. Neste capítulo veremos o desenho de caracteres a mão livre.

Um dos problemas que a informática trouxe para a caligrafia técnica é o uso de fontes inadequadas ao desenho que muitos usuários de programas CAD insistem em apresentar em seus trabalhos dificultando, muitas vezes, a interpretação do que realmente está escrito.

No caso de se utilizar o computador para desenhos técnicos, uma das fontes mais indicadas para tal fim é a **Arial**.

A caligrafia pode apresenta-se de forma vertical ou inclinada. Quando inclinada, seu ângulo deve ser de aproximadamente 75°.

Abaixo temos um exemplo de caligrafia inclinada.

Algumas recomendações:

- A altura mínima das fontes deve ser de 3 mm
- O espaçamento entre linhas deve ser igual ou superior a 3 mm
- Evite letras muito grandes que possam “aparecer” mais que o próprio desenho.
- Se for fazer fontes a mão livre, dê preferência ao tipo inclinado, onde pequenos desvios serão menos visíveis.

DESENHO SIMPLIFICADO DE LETRAS

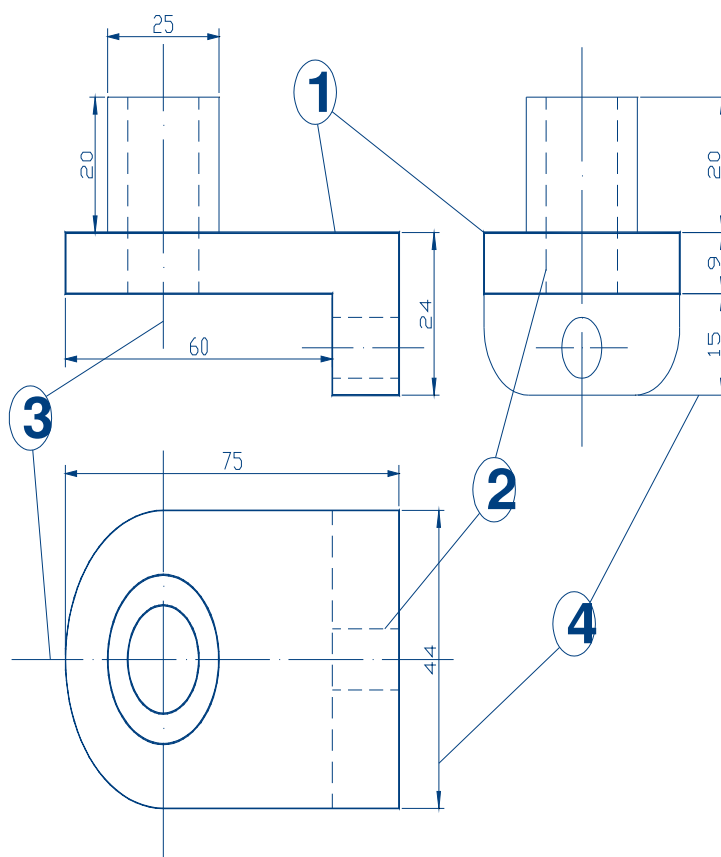
- 1- Escolha a altura H das letras maiúsculas.
- 2- Divida a altura H em três partes iguais, trace a pauta e acrescente $\frac{1}{3}$ de H para baixo.
- 3- O corpo das letras minúsculas ocupa $\frac{2}{3}$ de H e a haste ou perna $\frac{1}{3}$ para cima ou para baixo. As letras maiúsculas e números ocupam H.





7 – LINHAS

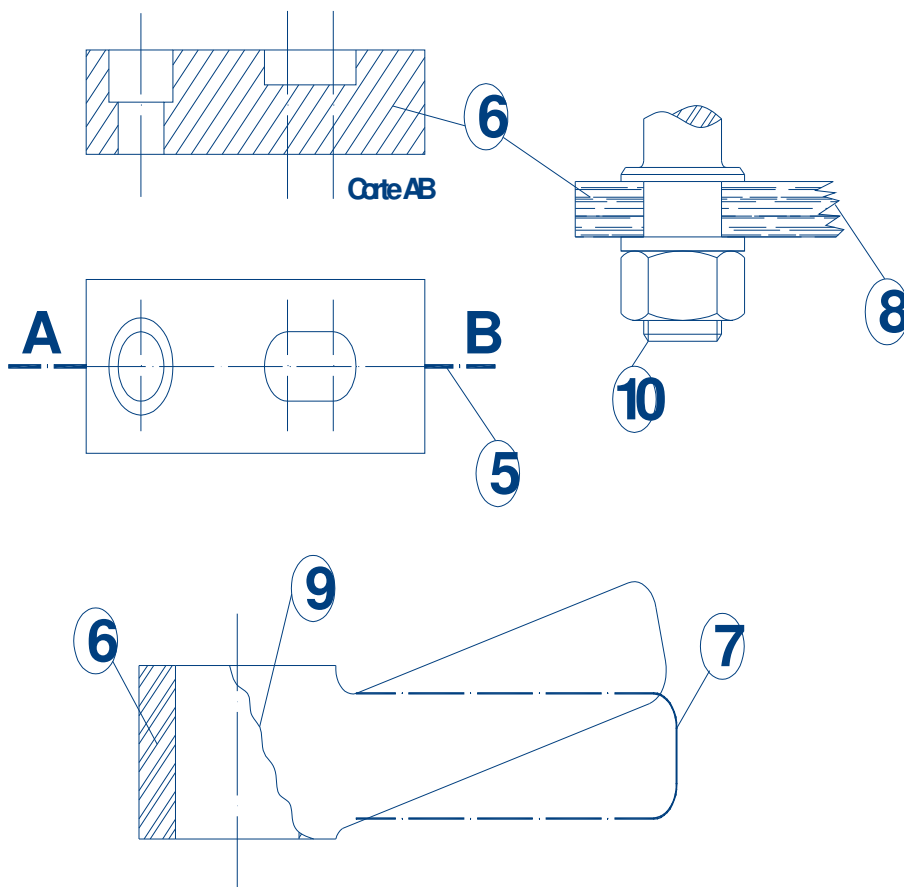
A correta utilização das linhas na representação de um desenho faz com este tenha uma leitura facilitada, além de um resultado final mais agradável.







Segundo a norma de desenho têm-se vários tipos de linhas, cada qual com sua indicação de uso, no entanto, as mais utilizadas são:



LINHAS				
Nº	Tipo e grossura		Nome	Uso
1		Grossa cheia	Contorno visível	Indicação de partes visíveis.
2		Média tracejada	Contorno invisível	Indicação de partes invisíveis.
3		Fina traço ponto	Centro ou eixo de simetria	Indicação de centro de furos, simetria de peças e eixos em arquitetura.
4		Fina cheia	Cota, chamada ou construção	Indicação das medidas e para a execução de esboço preliminar

No desenho de determinadas peças, para se fazer uma indicação que possa auxiliar na representação, torna-se necessário a utilização de novas linhas também estabelecidas por norma.

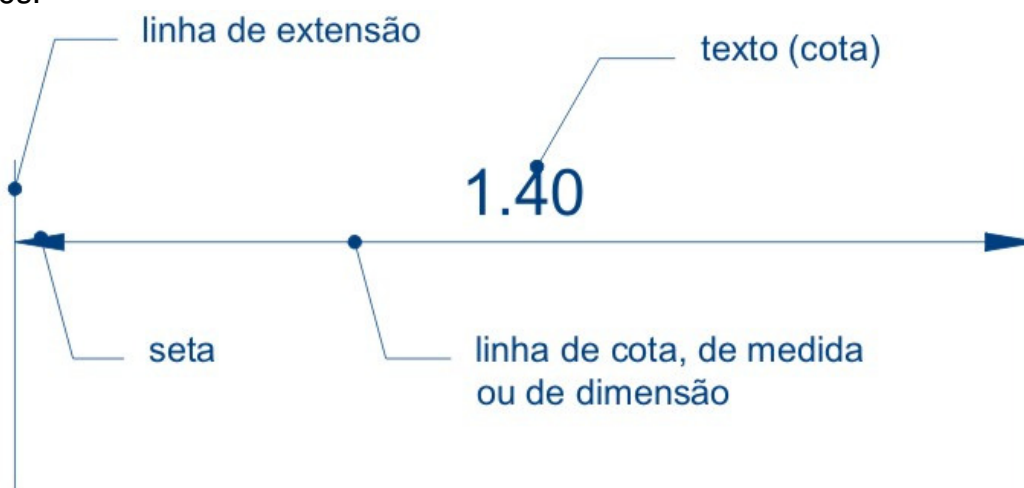


LINHAS				
Nº	Tipo e grossura		Nome	Uso
5		Grossa Traço ponto	Corte	Indicação de direção dos cortes e secções.
6		Fina cheia	Hachuras	Indicação de superfícies cortadas
7		Média traço ponto	Contorno auxiliar	Indicação de perfis, contornos auxiliares e complementares.
8		Média cheia	Ruptura	Indicação de rupturas em peças de madeira
9		Média cheia	Ruptura	Indicação de rupturas em peças de ferro
10		Média cheia	Contorno convencional	Indicação convencional do fundo de filetes de roscas e de circunferências internas nas engrenagens

8 – Cotagem

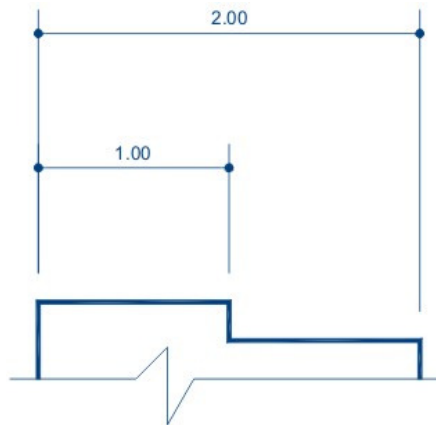
Cotar significa adicionar medidas ao desenho para que se possa interpretar e confeccionar a peça desenhada de acordo com os tamanhos propostos.

Os desenhos devem conter as cotas necessárias de maneira a permitir a completa execução da peça sem que para isso seja necessário recorrer a medição no desenho, o que seria incomodo e altamente inadequado, além de que, qualquer medida errada ou mal indicada trará prejuízos e aborrecimentos futuros.

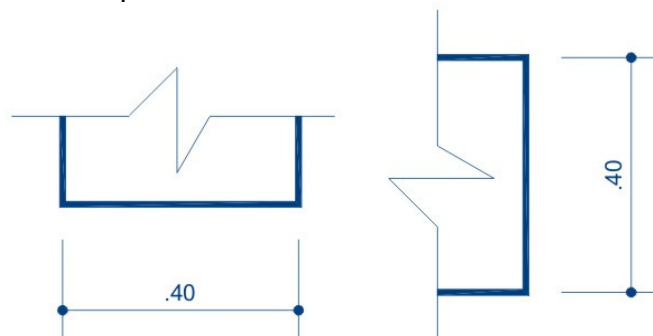


REGRAS GERAIS DE COTAGEM:

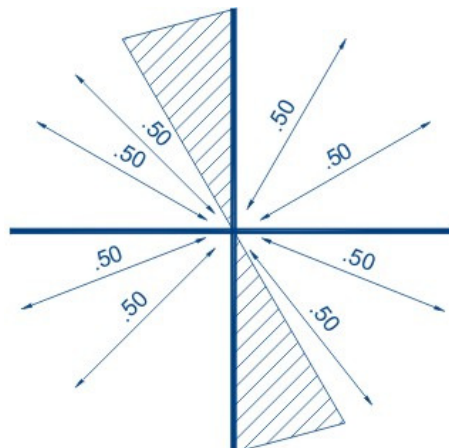
1. As cotas devem ser distribuídas nas vistas que melhor caracterizam as partes cortadas, podendo ser colocadas dentro ou fora dos elementos que representam.
2. As cotas devem estar afastadas da figura e de outras linhas de cota, aproximadamente 7mm.



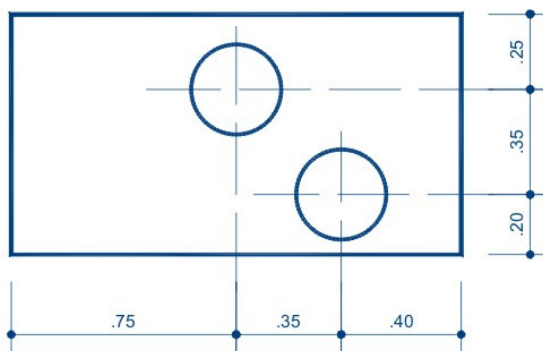
3. A linha de extensão deve ultrapassar a linha de cota em $\pm 3\text{mm}$ e não devem tocar as linhas do desenho.
4. A cota deve situar-se sempre acima da linha de cota na horizontal e na vertical sempre à esquerda.



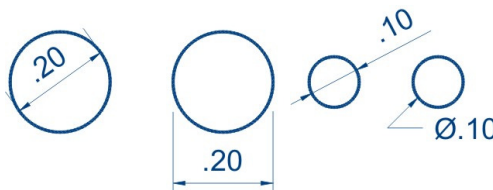
5. As cotas maiores deverão ser colocadas por fora das menores evitando o cruzamento de linhas.
6. A cotagem deverá ser feita preferencialmente, fora da vista, não sendo errado, porém, em certos casos, cotar-se internamente.
7. Estando a cota em posição inclinada, a cota deverá situar-se conforme o exemplo abaixo, evitando cotar dentro do espaço hachurado, num ângulo de 30° .



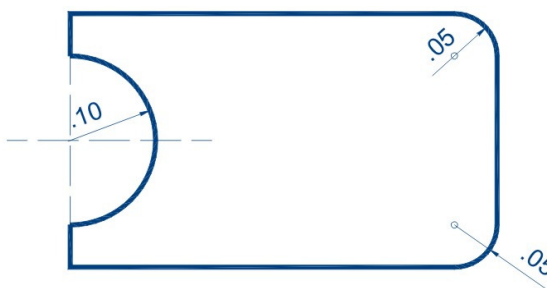
8. A localização de detalhes circulares será sempre feita em função do centro do detalhe, funcionando neste caso, a linha de centro como linha de extensão.



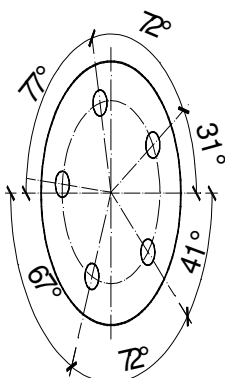
9. Para a cotação de diâmetros deverá se utilizar uma das formas abaixo:



10. Para a cotação de raios, a linha de cota parte do centro do arco e levará somente uma flecha na extremidade ligada a circunferência. Quando o centro não estiver demarcado pela intersecção das linhas de centro, este é indicado por uma pequena circunferência de aproximadamente 1mm.

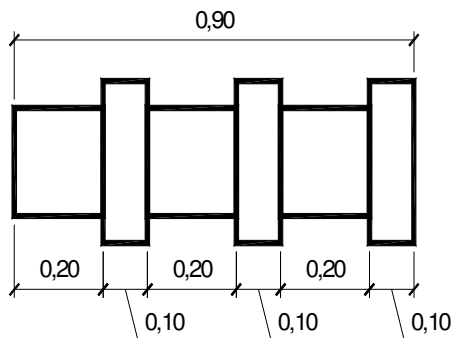


11. Antecede-se a cota com um R, quando o centro não está indicado. (raios muito grandes ou muito pequenos.).
 12. Para a cotação de ângulos, dependendo em que quadrante este se encontra, a cota deverá ser disposta de acordo com o desenho abaixo.

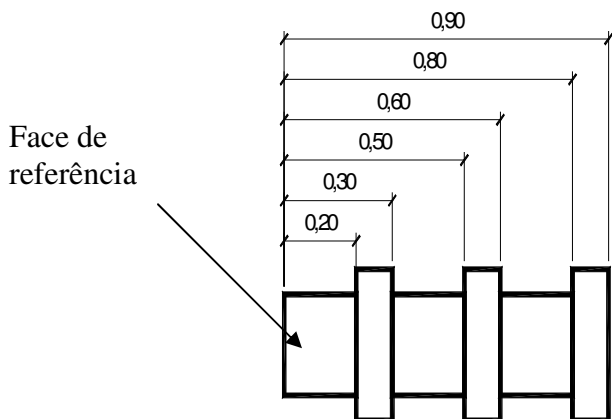


13. Em desenhos mecânicos, as cotas são expressas em milímetros sem mencionar o símbolo desta unidade de medida. No caso de ser necessário o emprego de outra unidade de medida, o símbolo deverá estar obrigatoriamente ao lado da cota.

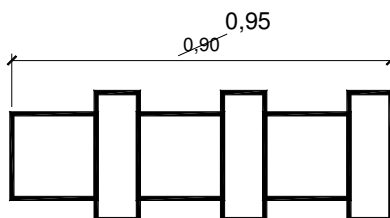
14. No desenho arquitetônico, utilizamos o metro como unidade de medida e também não se faz necessário mencionar o símbolo desta unidade de medida. No caso de ser necessário o emprego de outra unidade de medida, o símbolo deverá estar obrigatoriamente ao lado da cota.
15. A cotação em série ou em cadeia pode ser utilizada quando a peça não necessita uma grande precisão entre seus elementos, ou ainda quando a soma dos erros destes elementos não influencia no funcionamento da peça.



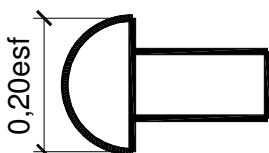
16. A cotação com base em faces de referência é utilizada quando se exige precisão entre elementos contíguos. Neste caso todas as medidas devem partir de uma única face de referência.



17. Quando uma cota apresenta erro de dimensão pode-se substituí-la por uma outra. Cortando-se a primeira com um traço e escrevendo o novo valor acima da anterior modificada.



18. Partes esféricas deverão ser indicadas com abreviatura “esf” colocada à direita da cota.



9 – Escalas

Algumas peças podem ser desenhadas em suas medidas reais ou em verdadeira grandeza, por exemplo, uma lâmpada comum, no entanto, outros objetos, ou são muito grandes ou muito pequenos para que o desenho seja possibilitado utilizando essas medidas reais.

Você já pensou em desenhar um automóvel em seu tamanho real? Quantas folhas de papel você colaria? Desenharia em que mesa? E se fosse desenhar uma casa?

Para estes objetos devemos desenhar utilizando um fator de *escala de redução*, porém, um parafuso de relógio de pulso deverá ser desenhado com uma *escala de ampliação*, pois, só assim, será possível identificar detalhes. Ou seja, a relação entre as medidas naturais de uma peça ou objeto e as medidas do desenho deste objeto é o que chamamos de ESCALA.

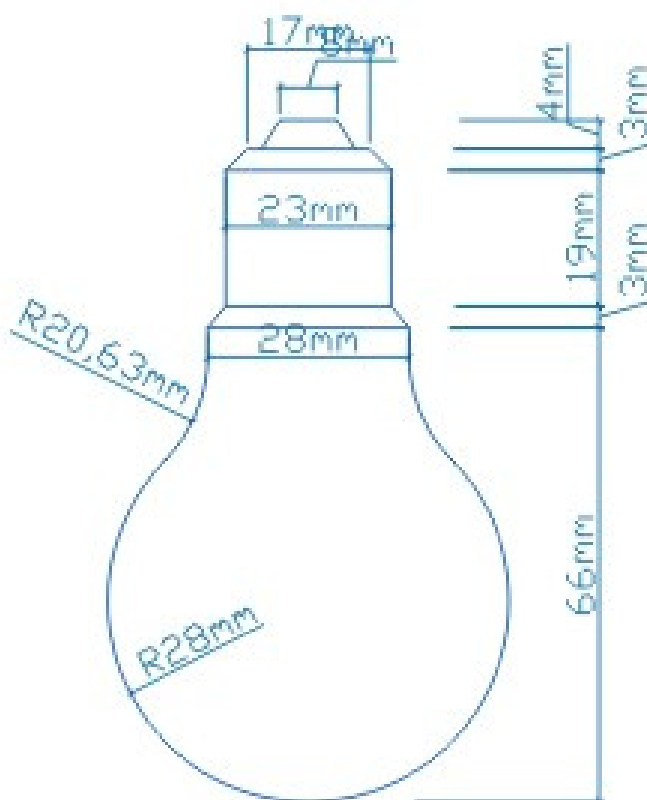
Fórmula: $E = Md / Mr$, onde: Md = medida do desenho e Mr = Medida real

a) Escala Natural ou Escala 1:1.

Se uma peça for desenhada em suas próprias medidas (dimensões) a escala do desenho será a escala natural ou escala de 1:1.

A lâmpada abaixo está desenhada em escala natural, pois, todas as suas dimensões no desenho coincidem com as dimensões do objeto real.

As medidas estão em milímetro, portanto, se dividirmos **Md** por **Mr**, teremos a proporção de **1:1**.



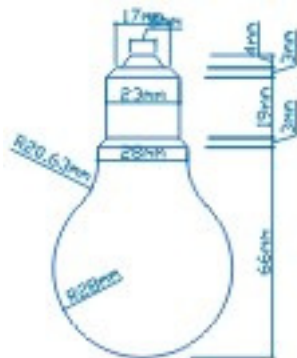
b) Escala de redução.

Para desenharmos um objeto que seja maior do que o papel que dispomos, devemos utilizar uma escala de redução no desenho.

Na escala de redução temos a unidade (1) como numerador da proporção de escala, ou seja: 1:2,5 ; 1:5 ; 1:10 ; 1:20 ; 1:25 ; 1:50 ; 1:100 ; 1:200 ; 1:500 ; 1:1000, são escalas de redução.

A mesma lâmpada desenhada anteriormente pode ser desenhada em outras escalas diferente da 1:1 que vimos.

Por exemplo, a lâmpada abaixo foi desenhada na escala de redução de 1:2, ou seja, cada mm de desenho corresponde a 2mm da peça.



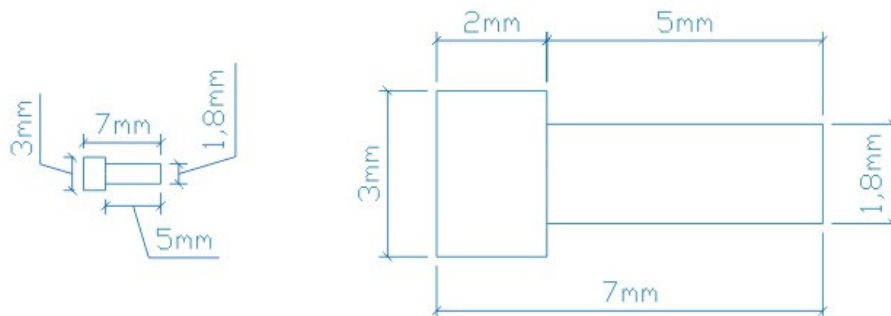
c) Escala de ampliação

Ao contrário da escala anterior, a escala de ampliação serve para desenharmos objetos muito pequenos que seriam difíceis de interpretar e cotar.

As peças de um relógio de pulso, por exemplo, são muito pequenas para serem desenhadas na escala natural ou muito menos na de redução, portanto, usa-se a escala de ampliação para tal fim.

Na escala de ampliação temos a unidade (1) como divisor da proporção de escala, ou seja: 2:1 ; 5:1 ; 10:1, são escalas de ampliação.

No pino abaixo, temos um exemplo de escala de ampliação. Na figura da esquerda o pino está desenhado em escala natural. Perceba a dificuldade de se entender o desenho. No desenho da direita ele se encontra na escala de ampliação de 5:1, ou seja, cada 5mm do desenho corresponde a 1mm da peça nas dimensões reais.



* Perceba que mudamos as escalas dos desenhos, mas as cotas contidas neles sempre se referem às medidas reais do objeto desenhado.

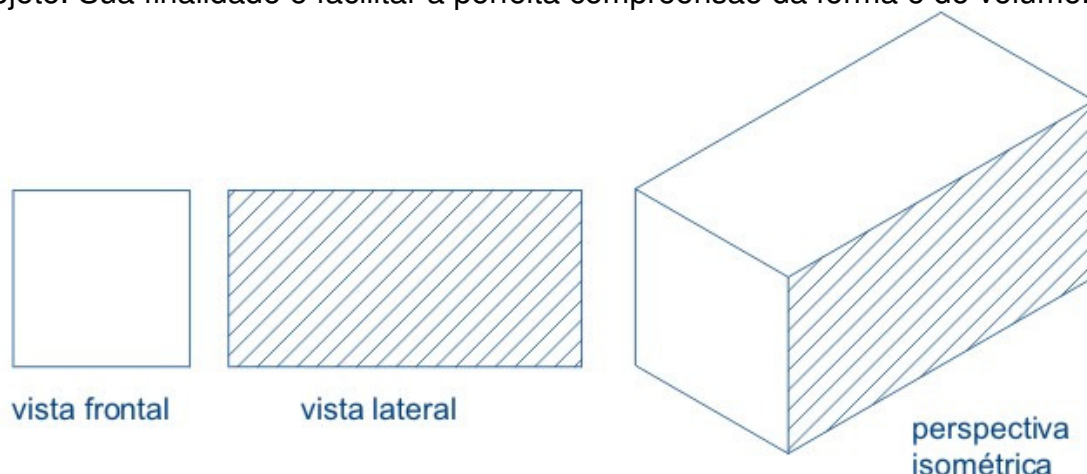
10 – Perspectivas isométrica e cavaleira

PERSPECTIVAS ISOMÉTRICAS

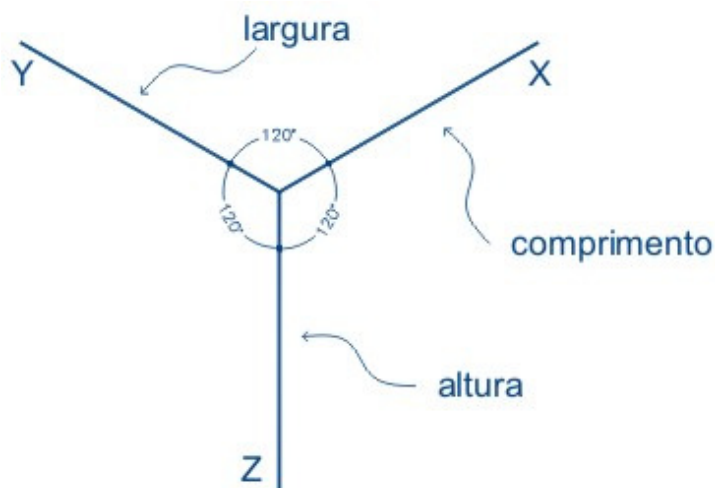
A perspectiva de um determinado objeto é a sua representação gráfica tal como ele é visto na realidade, ou seja, uma tentativa de desenhá-lo com três dimensões.

A grande diferença entre o desenho em duas dimensões (plantas e fachadas, por exemplo) e as perspectivas, é que, o primeiro nos permite obter dimensões reais das peças e o segundo definições quanto ao volume desta.

A perspectiva isométrica é a que mais se aproxima das medidas reais do objeto. Sua finalidade é facilitar a perfeita compreensão da forma e do volume.



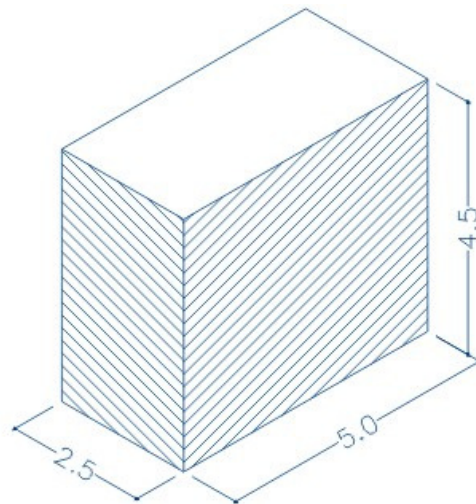
O traçado em perspectiva isométrica é baseado num sistema de linhas que formam entre si ângulos de 120° . Essas linhas são as coordenadas X, Y e Z.



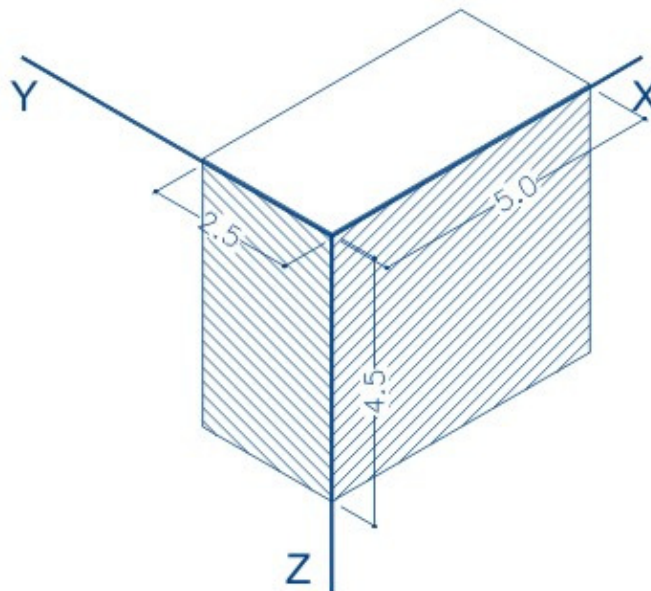
Eixos isométricos

Para se desenhar figuras em perspectiva isométrica, precisamos conhecer as medidas da figura. Começemos com um exemplo simples:

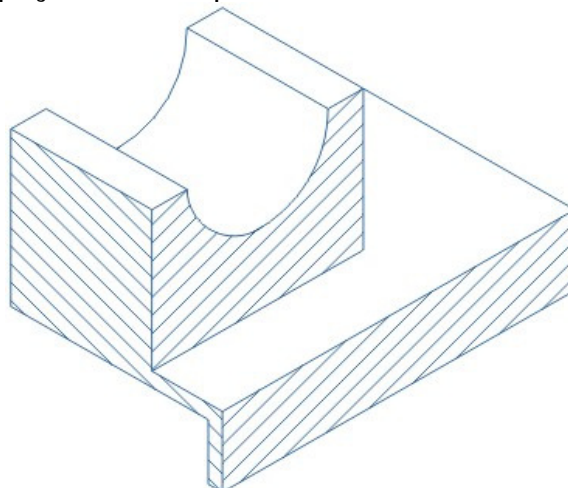
A figura abaixo é uma caixa com as seguintes medidas: Altura 4,5 cm, Largura 2,5 cm e Comprimento 5 cm.



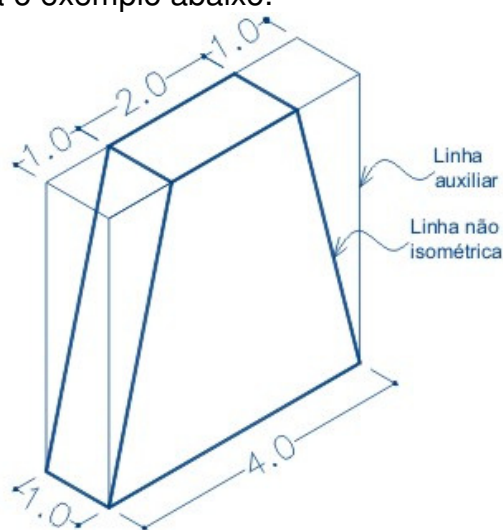
Ao se fazer a perspectiva isométrica do objeto acima, perceba que o eixo anteriormente citado coincide com a quina do objeto. Vejamos:



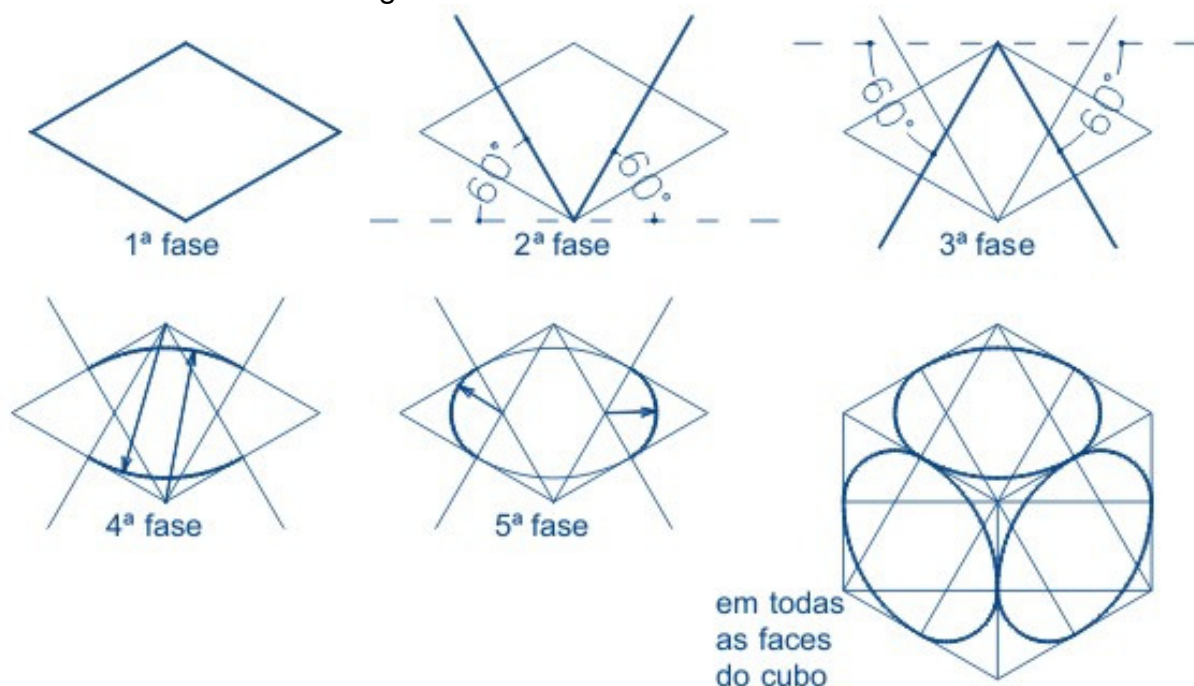
Em peças mais complexas ou em perspectivas arquitetônicas o procedimento é o mesmo, bastando para tanto, se tomar as medidas nas vistas ortográficas (assunto que veremos a seguir). Abaixo temos um exemplo de perspectiva de uma peça mais complexa utilizando os eixos isométricos.



As linhas não paralelas aos eixos isométricos são chamadas de linhas não isométricas. Estas linhas não se apresentam em perspectiva nas suas verdadeiras grandezas e devem ser traçadas a partir de linhas isométricas auxiliares, como mostra o exemplo abaixo.



O traçado de circunferências e de arcos de circunferência é geralmente representado pela elipse isométrica. Sua construção se baseia no uso de linhas auxiliares como se vê a seguir:



OBSERVAÇÃO: Convencionou-se não representar em perspectivas as arestas não visíveis da peça em estudo, salvo em casos especiais.

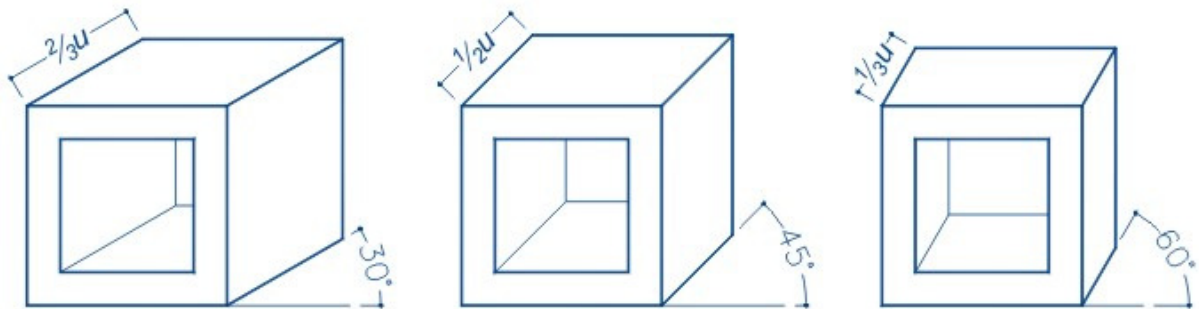
PERSPECTIVAS CAVALEIRAS

As perspectivas cavaleiras resultam da projeção oblíqua sobre um só plano estando o objeto em estudo com uma face paralela ao plano de projeção.

Existem três formas de se desenhar um objeto em perspectiva cavaleira, a de 30°, 45° e 60°. Para minimizar as deformações das dimensões da superfície perspectivada, devemos reduzir as verdadeiras grandezas destas faces na

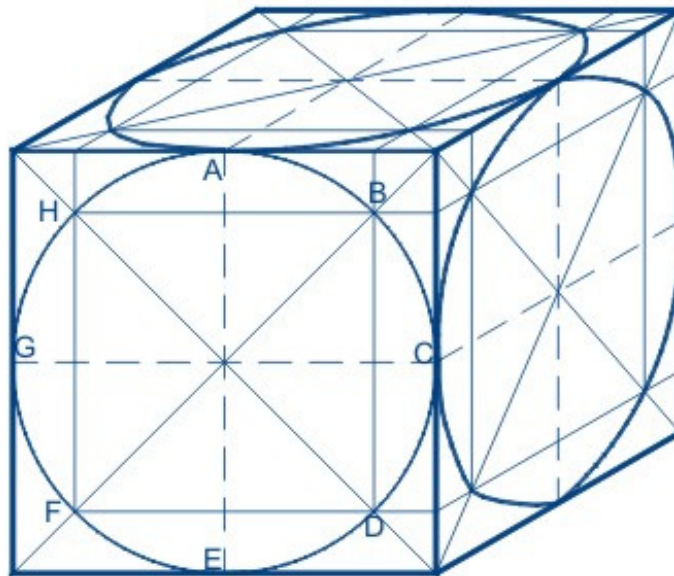
proporção de $2/3$, $1/2$ e $1/3$, respectivamente, para os ângulos dispostos anteriormente (30° , 45° e 60°)

A seguir temos um cubo, cujas arestas são de u (*unidade*), desenhado em perspectiva cavaleira nos três casos descritos anteriormente. Percebam:



Deve-se procurar sempre representar a maior dimensão da peça, a face mais irregular ou a que contenha detalhes circulares, paralelas ao plano vertical, isto é, sem distorções nas medidas da face.

Para o traçado de circunferências em perspectiva cavaleira, deve-se traçar primeiramente a circunferência em sua verdadeira grandeza, ou seja, na face paralela ao plano de projeção, para que se possa, posteriormente, encontrar as intersecções auxiliares para a construção nas faces perspectivadas, unindo-os manualmente ou com auxílio da curva francesa*.



* Curva Francesa: Régua plástica ou de acrílico transparente, que possui lados arredondados a fim de facilitar o desenho curvo onde o compasso não pode ser aplicado. Encontra-se também no mercado régua flexíveis e curvas universais utilizadas com a mesma finalidade.

11 – Projeções ortogonais

No desenho técnico, objeto de nosso estudo, os objetos são geralmente representados em planos de projeções ortogonais, esta forma de projeção, nos permite uma maior precisão nas medidas do objeto desenhado em relação ao objeto real.

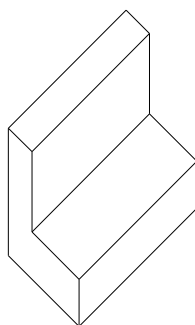
Alguns conceitos são necessários para o perfeito entendimento do desenho em projeções, portanto, conheceremos a seguir os três elementos que fazem parte do desenho técnico.

Modelo: É o elemento ou objeto que será desenhado.

Observador: É a pessoa responsável por avaliar, interpretar ou desenhar o modelo.

Plano de projeção: É a superfície plana na qual se localiza o desenho (papel).

Para entendermos as projeções ortogonais precisamos partir de uma figura simples como a representada abaixo.

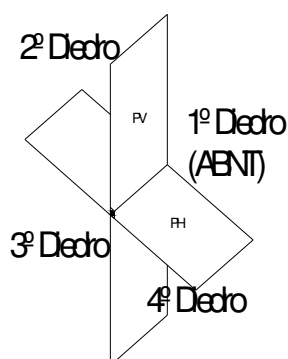


Observem que a figura dada encontra-se em perspectiva isométrica, e como visto anteriormente, a perspectiva é interessante para nos dar uma noção geral do elemento, no entanto, ela pode possuir algumas variações ou imprecisões em suas dimensões.

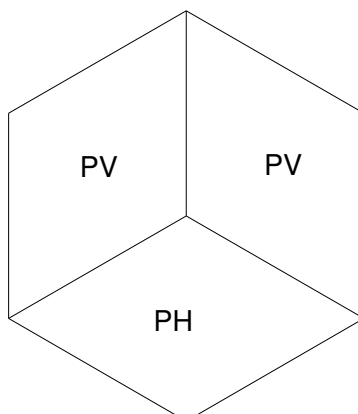
Com a finalidade de representar o objeto em verdadeira grandeza, ou seja, com suas medidas reais, é que necessitamos das projeções ortogonais.

Se imaginarmos dois planos que se cruzam no espaço perpendicularmente, podemos definir quatro regiões distintas no espaço. Estas regiões chamam-se *diedros*.

No Brasil o Diedro utilizado para o desenho técnico é o 1º diedro, segundo a norma técnica da ABNT.



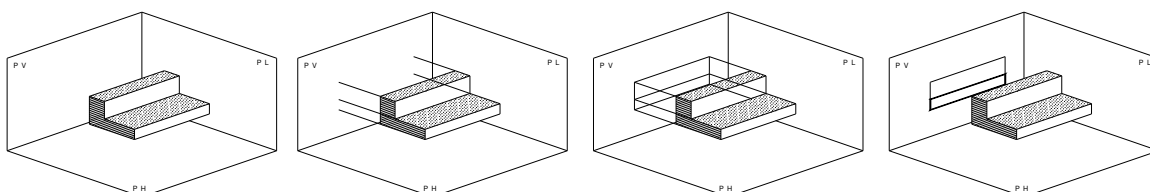
Imaginemos agora que temos uma figura como a representada abaixo da qual conseguimos identificar três planos de projeções diferenciados. O plano vertical ou PV, o plano horizontal ou PH e o plano lateral ou PL. Note também que o Plano Vertical e o Plano Horizontal derivam do 1º diedro visto na figura anterior.



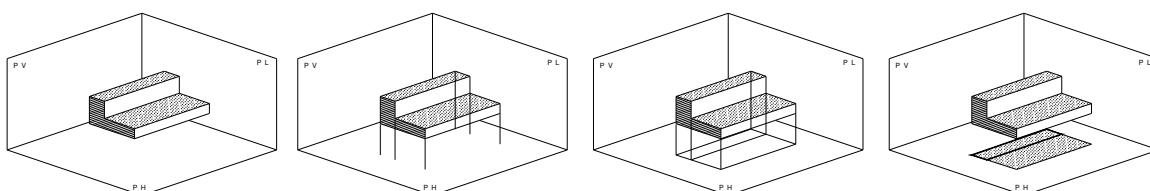
Se visto anteriormente for colocado entre os planos de projeção teremos a possibilidade de criarmos as vistas ortográficas do modelo.

O PV gera a vista frontal do modelo, o P a vista superior e o PL a vista lateral esquerda respectivamente.

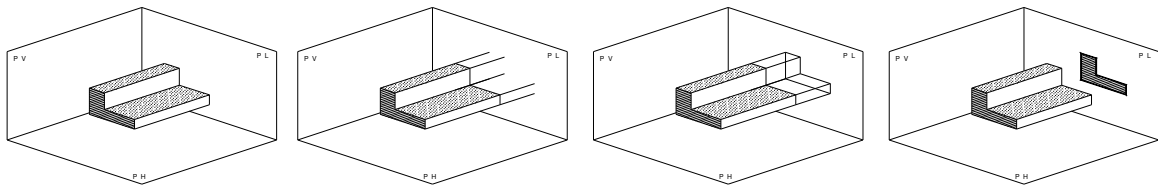
Observe na seqüência abaixo como obtemos estas três vistas do objeto dado.



Construção da vista frontal

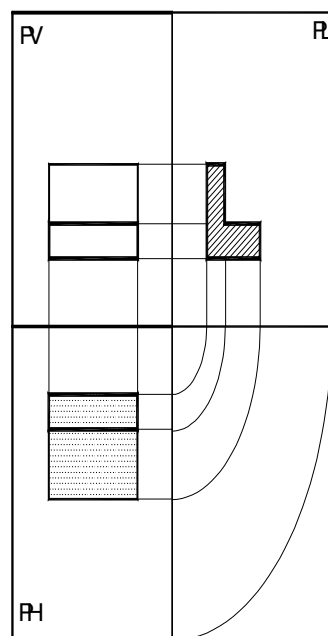
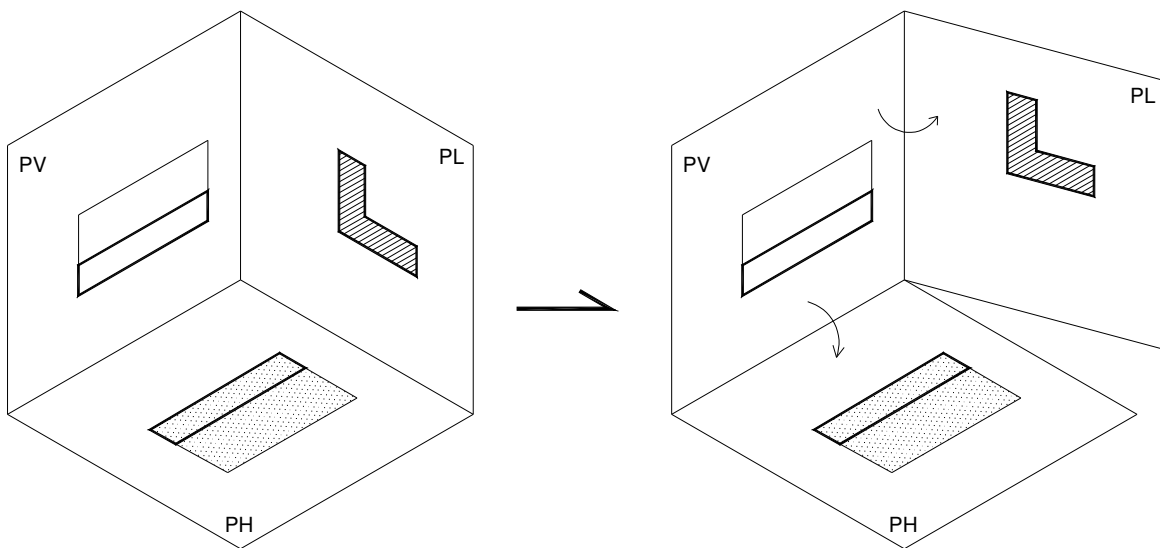


Construção da vista superior



Construção da vista lateral esquerda

Se tirarmos o objeto do centro dos planos, teremos as vistas nos planos dados. Devemos então abrir o plano para obtermos a figura a seguir.



Observemos abaixo um outro exemplo de projeção ortográfica.

