

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL SUL-RIO-GRANDENSE – RS
CAMPUS PASSO FUNDO**

**CURSO TÉCNICO INTEGRADO EM
DESENHO PARA CONSTRUÇÃO CIVIL**

DESENHO TÉCNICO E CAD

Prof^a. Sabrina Elicker Hagemann

Passo Fundo – RS – Março - 2025

UNIDADE I – INTRODUÇÃO AO DESENHO TÉCNICO

1.1 - RAZÕES E IMPORTÂNCIA DO DESENHO TÉCNICO

Inicialmente o homem tentou comunicar-se através da linguagem falada e, mais tarde, também através de desenhos que foram se simplificando até chegarem às antigas escritas ideográficas, como a escrita egípcia e a chinesa. Estas deram origem ao alfabeto, código mais simples e de fácil aprendizagem, que tem hoje utilização generalizada.

O desenho pode ser considerado também, como uma linguagem que muitas vezes é utilizada para esclarecer o que a linguagem falada não consegue fazê-lo completamente.

Podem-se distinguir dois tipos de desenho: o desenho artístico e o desenho técnico.

O desenho artístico possibilita ampla liberdade de interpretação e execução, permitindo a quem o observa, impressões bem diferentes daquela que o desenhista tentou transmitir.

Já no desenho técnico, esta diversidade de representação e interpretação não é permitida, devendo o mesmo objeto ser representado de forma completa e precisa, não possibilitando nenhum tipo de dupla interpretação pelos seus usuários. Esta uniformidade é conseguida através de um conjunto de regras (chamadas de normas técnicas) que determinam a forma de execução dos desenhos. No Brasil, a ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - é responsável pela elaboração de normas técnicas em diversas áreas, inclusive na de Desenho Técnico. As normas de desenho da ABNT são baseadas nas Normas ISO - International Organization for Standardization - que atua como um organismo integrador para a normalização internacional em diversos campos do conhecimento.

Com o termo “Desenho Técnico” designamos aquele que é usado na indústria, isto é, a linguagem gráfica em que se expressam e registram as idéias para a construção de máquinas, equipamentos, edificações, etc.

O desenho técnico é uma linguagem gráfica completa, por meio do qual podemos descrever minuciosamente cada operação e que guarda um registro completo daquilo que foi construído, servindo de base também em futuros reparos ou manutenções.

Pode-se dizer que o conteúdo das normas de desenho é conhecido mundialmente, o que possibilita a comunicação e trocas tecnológicas por aqueles que dominam esta linguagem gráfica.

1.2 - CLASSIFICAÇÃO DO DESENHO TÉCNICO

De acordo com Ribeiro *et al* (2013), o desenho técnico é dividido em 2 grandes grupos:

- **Desenho não projetivo**

Desenho não subordinado a correspondência, por meio de projeção, entre as figuras que o constituem e o que é por ele representado. Na maioria dos casos correspondem a desenhos resultantes de cálculos algébricos. Compreende larga

variedade de representações gráficas, tais como: diagramas, esquemas, ábacos, normogramas, fluxograma, organogramas, gráficos.

- **Desenho projetivo**

Desenho resultante de projeções do objeto sobre um ou mais plano que fazem coincidir com o próprio desenho. O desenho projetivo compreende:

a) vistas ortogonais - figuras resultantes de projeções cilíndricas ortogonais do objeto sobre planos convenientemente escolhidos, de modo a representar com exatidão sua forma com seus detalhes;

b) perspectivas - figuras resultantes de projeção cilíndrica ou cônica sobre um único plano, com a finalidade de permitir uma percepção mais fácil da forma do objeto.

Dessa forma, o desenho projetivo é o mais utilizado pelas engenharias e arquitetura, sendo que como exemplos pode-se citar o desenho mecânico, o desenho de máquinas, o desenho de estruturas, o desenho arquitetônico, entre outros.

Atualmente, grande parte dos desenhos técnicos é realizada com auxílio de computadores, porém, para o domínio das ferramentas de desenho assistido por computador é imprescindível primeiro o domínio das técnicas e instrumentos de desenho manual. Dependendo do grau de elaboração de um desenho técnico ele pode ser classificado da seguinte maneira:

- **Esboço**

Representação gráfica expedita. Aplicada habitualmente aos estágios iniciais da elaboração de um projeto podendo, entretanto, servir ainda à representação de elementos existentes ou à execução de obra.

- **Desenho preliminar**

Representação gráfica empregada nos estágios intermediários da elaboração do projeto sujeita ainda a alterações. Corresponde ao anteprojeto.

- **Desenho definitivo**

Desenho integrante da solução final do projeto, contendo os elementos necessários à sua compreensão de modo a poder servir à execução. Também chamado desenho para execução. Quanto ao grau de pormenorização com que se descreve o objeto representado:

Detalhe: Desenho de componente isolado ou de parte de um todo complexo.

Desenho de conjunto: Desenho mostrando vários componentes reunidos que se associam para formar um todo.

Para transformar o desenho técnico em uma linguagem gráfica internacional foi necessário padronizar seus procedimentos através do uso de normas técnicas. No caso do Brasil, as normas são reguladas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e muitas particularidades destas normas serão vistas no decorrer do curso.

1.3 - TIPOS DE PAPEL

Introdução

Os tipos específicos de papel, utilizados para a execução de desenhos técnicos, vão desde os tipos mais comuns de papel opaco (utilizados normalmente para execução de esboços/croquis e desenhos preliminares) até papel do tipo poliéster (utilizados para execução de desenhos definitivos). Nesta classificação dos tipos específicos de papel incluem-se também papéis utilizados para reprodução.

Papel opaco

Este papel é encontrado em diversas cores. Normalmente para o desenvolvimento de desenhos técnicos - industriais, utiliza-se o de cor branca com gramatura em torno de 100 g/m². Papéis muito finos têm a tendência de rasgar com facilidade, em virtude da sua baixa resistência ao apagamento, quando escrito com grafite. As dimensões de mercado, no caso de folhas, são de acordo com o tamanho dos formatos normalizados e podem também, ser fornecidos em rolos.

Papel manteiga

Este papel é fino, semitransparente, translúcido e fosco. É normalmente utilizado para estudos preliminares. Aceita bem o grafite, o nanquim e o hidrocor, sendo um papel fino não permite muitas correções, principalmente a nanquim.

Papel vegetal

Papel semitransparente, translúcido e fosco, semelhante ao papel manteiga, sendo mais resistente e espesso. Pode ser utilizado grafite, hidrocor e, principalmente, o nanquim. É o mais indicado para o desenho de projetos, por ser mais resistente ao tempo e permitir um maior número de correções (raspagens). O papel vegetal não pode ser dobrado e todo o desenho nele executado passa a ser um original de qualidade, possibilitando desta forma, sua reprodução.

Papel heliográfico

Papel utilizado somente para reproduções, podendo ser do tipo opaco ou translúcido. Uma de suas faces é tratada por processo químico, ficando sensível à presença da luz e de certas substâncias químicas (fixadores). O original é colocado sobre a face sensível à luz e submetido a um rápido período de luz, posteriormente o original é retirado e o papel heliográfico revelado por elemento químico, sendo assim reproduzido. O processo se realiza em uma máquina chamada de copiadora heliográfica.

Papel poliéster (filme de poliéster)

Papel semelhante ao vegetal, porém de alta qualidade, usado para aplicações especiais em desenho técnico. Possui em relação aos outros tipos e, em especial, ao papel vegetal: estabilidade dimensional, maior durabilidade, maior resistência a rasgos e ao amarelamento e permite muitas correções sem danificar o papel, pois

não é necessário raspá-lo, apaga com água. As espessuras utilizadas variam de 50 micra até 125 micra (0,05 mm até 0,125 mm).

1.4 - FORMATOS DE PAPEL (ABNT - Série-A)

A norma NBR 16.752 trata dos conceitos e dimensões das folhas de papel utilizadas nas execuções e apresentações dos desenhos técnicos.

Características (Série A)

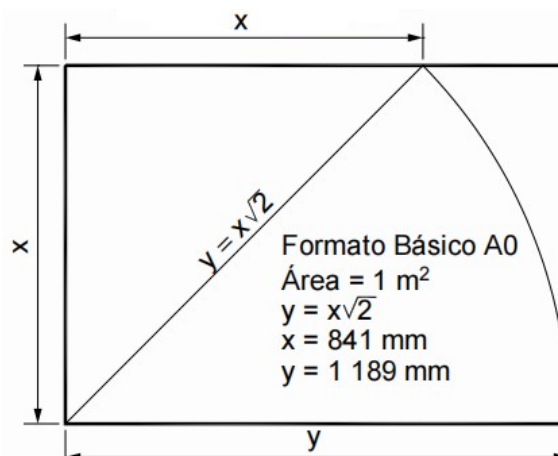
O formato básico de papel, designado por A0 (A zero), é o retângulo harmônico de lados medindo 841 mm por 1189 mm, tendo a área de 1 m². Do formato padrão, derivam os demais formatos. As características dos formatos da série A são as seguintes:

- o formato padrão (A0) = 1 m²;
- todos os formatos são retângulos harmônicos.

Definições

- Formato padrão: é aquele que dá origem a todos os demais formatos
- Área: é o cálculo de uma superfície plana, limitada por uma linha poligonal fechada, tomando como padrão uma unidade de dimensão linear e elevando-a ao quadrado.
- Linha poligonal: é aquela que define a forma de figura geométrica plana (polígono).
- Polígono: é uma figura geométrica plana, limitada por uma linha poligonal fechada, sendo classificados em regulares ou irregulares.
- Retângulo: é um polígono regular, formado por quatro lados iguais, dois a dois e com quatro ângulos internos de 90°.
- Retângulo harmônico: é aquele que o lado menor mantém uma relação geométrica e matemática com o lado maior (retângulo perfeito).

Demonstração geométrica do retângulo harmônico



Obtenção dos demais formatos

Do formato A0 deriva a série A, pela duplicação ou bipartição sucessiva, feito de acordo com a seguinte regra:

“Cada formato obtém-se pela duplicação ou bipartição do anterior imediato, segundo uma linha paralela ao menor lado”, conforme figuras abaixo.

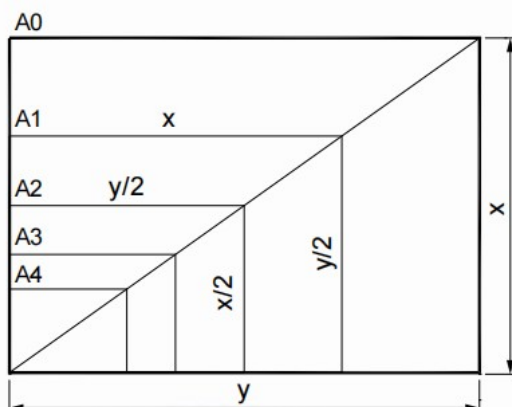
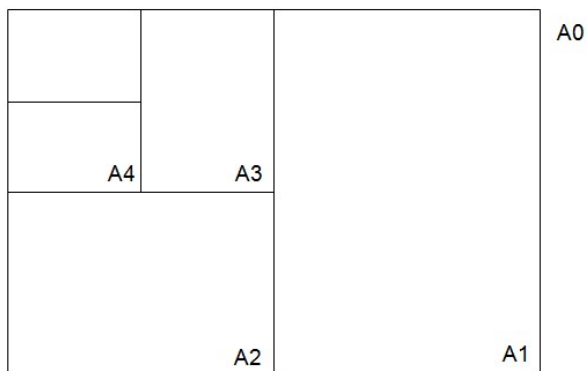


Tabela de dimensões de formatos da série A

| Formatos | Dimensões (mm) | Margens (mm) |
|-----------------|-----------------------|---------------------|
| A0 | 841 x 1189 | 10 |
| A1 | 594 x 841 | 10 |
| A2 | 420 x 594 | 10 |
| A3 | 297 x 420 | 10 |
| A4 | 210 x 297 | 10 |

Observações:

- 1) A NBR 16.752 prevê outros formatos da série A e formatos estendidos, porém os formatos mais utilizados para desenho técnico são: A0, A1, A2, A3 e A4.
- 2) A margem esquerda deve ser de 20 mm (para facilitar o arquivamento).

Dobragem dos formatos

Os formatos da série-A, após dobrados, devem ficar com as mesmas dimensões do formato A4 (formato padrão para as dobras).

Para se obter essa redução de tamanho, as folhas são dobradas em forma de sanfona de acordo com o tamanho e as margens de cada formato. As ilustrações a seguir demonstram a dobragem de cada folha de acordo com a NBR 16.752.

Dimensões em milímetros

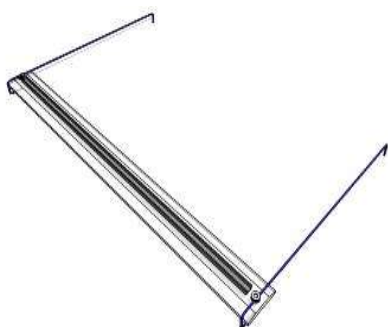
| Formato | Diagrama de dobramento | Dobramento vertical | Dobramento horizontal |
|--------------------------|------------------------|---------------------|-----------------------|
| A0 841 x 1 189 | | | |
| A1 594 x 841 | | | |
| A2 420 x 594 | | | |
| A3 297 x 420 | | | |

1.5 - INSTRUMENTOS DE DESENHO

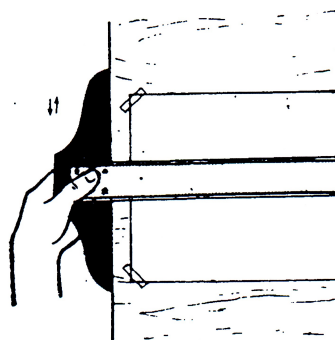
1.5.1 - Lápis, lapiseira, grafites: para traçados de desenho técnico a lapiseira geralmente se mostra mais vantajosa. Os grafites mais utilizados são os tipos 2B, HB, 2H.

1.5.2 - Borracha: deve-se dar preferência às borrachas macias e de pontas chanfradas que facilitam o reparo de detalhes do desenho.

1.5.3 - Régua paralela ou régua T: utilizada principalmente para fixação e posicionamento do papel na mesa de desenho e para traçados de linhas horizontais. Pode-se utilizar a régua T para apoio de esquadros no traçado de linhas verticais.

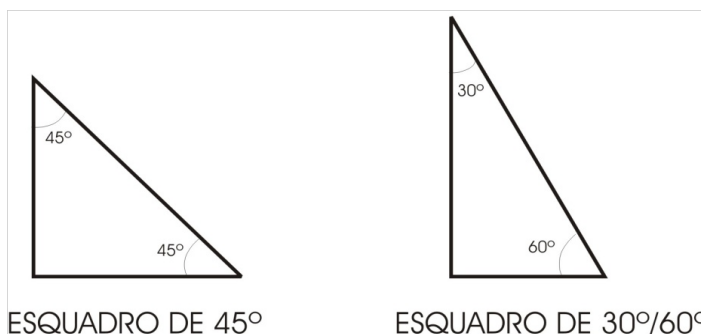


RÉGUA PARALELA



RÉGUA T

1.5.4 - Esquadro: utilizados para o traçado de linhas verticais com o auxílio da régua T, traçado de linhas perpendiculares e paralelas e traçado de linhas inclinadas. Os mais comuns são de 45° e 60°.



ESQUADRO DE 45°

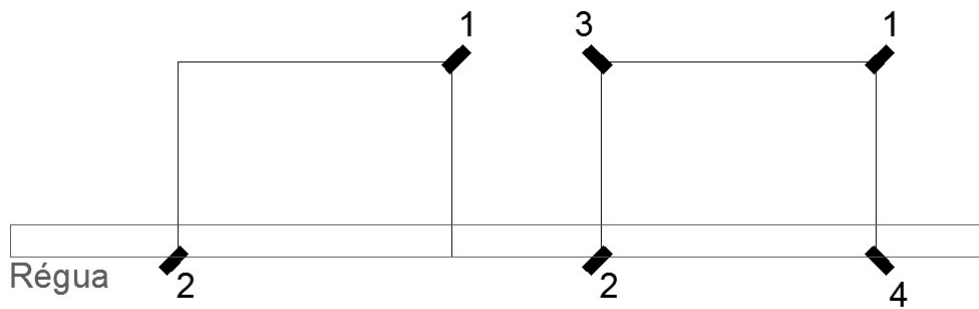
ESQUADRO DE 30°/60°

1.5.5 - Compasso - utilizado para o traçado de circunferências, transporte de distâncias e divisão de linhas.

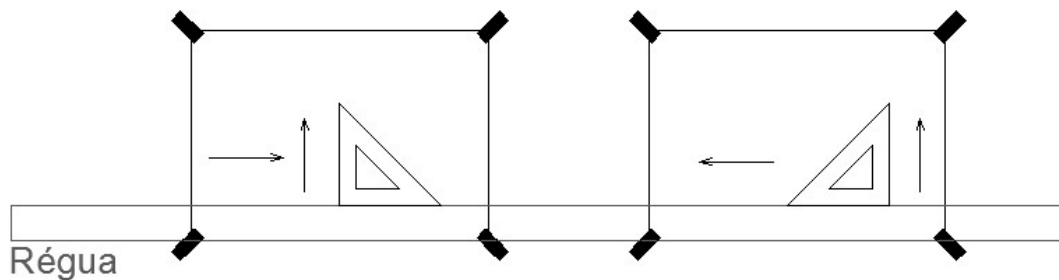
1.5.6 - Régua e Escalímetro: utilizados para medição e marcação de distâncias.

O desenho técnico é caracterizado por ser um desenho “limpo”, sem rasuras ou defeitos decorrentes de descuidos na hora da execução. Por isso alguns cuidados são recomendados na execução de qualquer desenho técnico:

- A folha de desenho deve ser alinhada paralelamente à régua paralela ou régua T no sentido horizontal e fixada na mesa com fita adesiva pelas pontas, na sequência a seguir:



- Recomenda-se que o lápis/lapiseira seja segurado entre o polegar e o dedo indicador a cerca de 4 a 5 cm da ponta, de modo que a mão fique apoiada no dedo mínimo e a ponta do lápis esteja bem visível. Sempre puxar o lápis e nunca empurar. Para o traçado deve-se colocar o lápis encostado no esquadro ou régua em posição quase perpendicular ao papel, com pequena inclinação no sentido do movimento.
- Cada traçado tem sua maneira própria de ser feito: a linha horizontal deve ser feita com a régua paralela e partir da esquerda para direita, no caso de destros, e da direita para a esquerda, no caso de canhotos. A linha vertical deve ser feita com o esquadro apoiado na régua paralela e no sentido de baixo para cima.



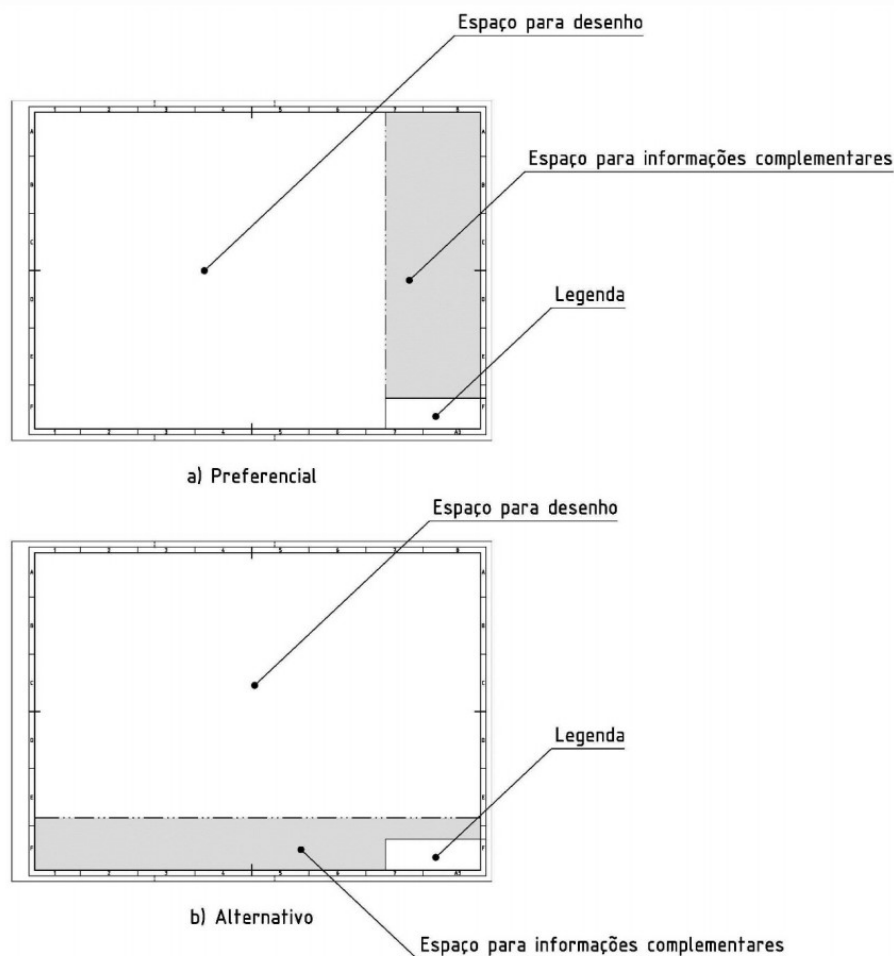
- Evitar o uso de instrumentos de medição, como escalímetros e régua graduada, para o traçado de retas, pois o grafite pode sujar estes instrumentos além de danificar a graduação.
- Os instrumentos de desenho devem ser limpos antes e depois do uso.

1.6 – CONTEÚDO E DISPOSIÇÃO DOS ESPAÇOS NA FOLHA DE DESENHO

Introdução

O espaço da folha de desenho é dividido em:

- espaço para desenho;
- legenda;
- espaço para informações complementares, quando necessário.



Legendas

As legendas têm o objetivo de fornecer informações genéricas sobre os desenhos executados em cada formato, bem como, identificações completas dos profissionais envolvidos. As legendas normalmente ficam localizadas no canto inferior direito dos formatos: A0, A1, A2, A3 e ao longo da largura da folha de formato A4. A direção de leitura da legenda coincide geralmente com a direção de leitura do desenho.

A legenda deve estar posicionada na horizontal e situada no canto inferior direito do quadro, apresentando, em todos os formatos, **180 mm de comprimento e altura variável**. As legendas variam de acordo com as necessidades de cada empresa ou projeto, mas devem conter, obrigatoriamente:

- Nome da empresa (logotipo)
- Nome e local da obra;
- Tipo de projeto ou conteúdo do desenho;
- Nome e assinatura dos responsáveis pelo projeto, aprovação e execução;
- Desenhista;
- Número da prancha;
- Datas;
- Escala

Dimensões em milímetros

| | | | | | |
|--|---------------------------------|---|--------------------------------|-----------------|---------------|
| ABNT PROJETOS | CLIENTE EMPRESA S.A. | PROJETO NOME DO PROJETO | | | |
| | | ÁREA NOME DA ÁREA | | | |
| PROJETADO NOME DO PROJETISTA | DESENHADO NOME DO DESENHISTA | TIPO TIPO DE DESENHO | STATUS STATUS DO DESENHO | | |
| VERIFICADO NOME DO VERIFICADOR | APROVADO NOME DO APROVADOR | TÍTULO/SUBTÍTULO TÍTULO DO DESENHO SUBTÍTULO DO DESENHO | | | |
| RESP. TÉCNICO NOME DO RESP. TÉCNICO | ENG. CIVIL CREA Nº 123456789 | | | | |
| EMIÇÃO INICIAL XX/XX/XXXX | ESCALA X:XXX | IDIOMA pt | NÚMERO ABC-123456789-01-001 | FOLHA 1 DE 1 | REVISÃO 01 |
| 180 | | | | | |

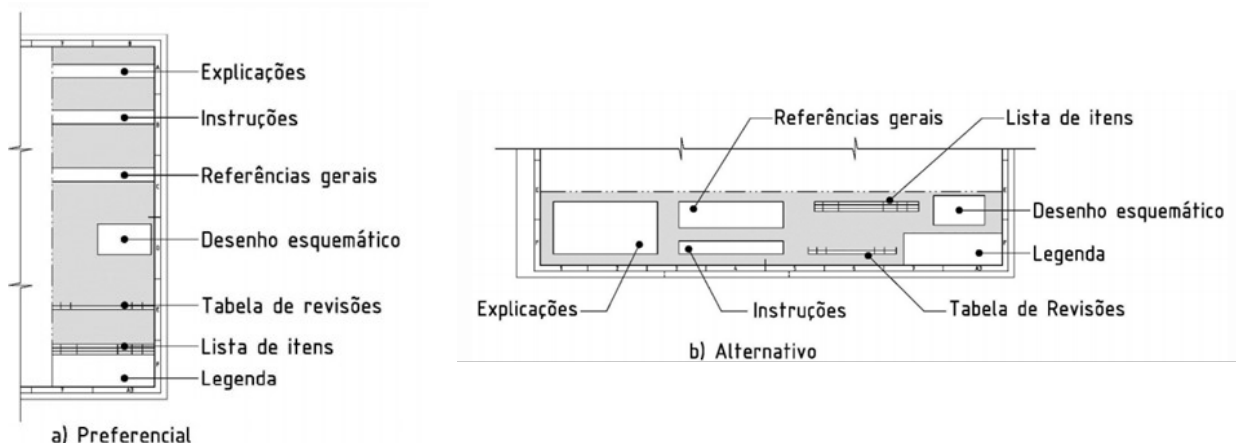
VARIÁVEL

Informações complementares

Todas as informações necessárias ao entendimento do conteúdo do desenho devem ser inseridas no espaço para informações complementares, independentemente da ordem de apresentação, exceto aquelas que necessitem estar posicionadas junto ao desenho.


São normalmente colocadas neste espaço: explicações, instruções, referências gerais, desenho esquemático, lista de itens, tabela de revisões.

O espaço para informações complementares normalmente deve ser alocado próximo à margem direita e acima da legenda. A largura do espaço deve ser no máximo igual à largura da legenda, ou seja, 180 mm. Se o desenho ocupar a largura completa do espaço para desenho, o espaço para informações complementares deve ser colocado próximo à margem inferior do espaço para desenho e a altura do espaço para informações complementares pode ser escolhida, conforme necessário. O espaço para informações complementares deve ser dividido em colunas, com larguras apropriadas.



Exemplos

A figura seguinte mostra o padrão que será utilizado no curso de engenharia civil, com respectivos campos.

| | | | |
|---|--|-------|----------|
|  | CURSO SUPERIOR EM ENGENHARIA CIVIL INSTITUTO FEDERAL SUL-RIO-GRANDENSE | | |
| TÍTULO: | | | |
| PROJETO: | | | |
| ENDEREÇO: | | | |
| ENGENHEIRO CIVIL: | | | |
| _____ | | | |
| (Nome do aluno) | | | |
| PROPRIETÁRIO: | | | |
| _____ | | | |
| (Nome do proprietário) | | | |
| ÁREA: | ESCALA: | DATA: | PRANCHA: |

1.7 - ESCALAS: NUMÉRICAS E GRÁFICAS - ESCALÍMETROS

Introdução

A norma NBR 16752, fixa as condições exigíveis para o emprego de escalas e suas designações em desenhos técnicos. Em desenho técnico, a escala é um recurso gráfico que nos possibilita a representação gráfica (desenho) de qualquer objeto, independente de suas dimensões.

Definição

Escala é a relação constante entre as dimensões do objeto (**d**) e as dimensões utilizadas na sua representação gráfica - desenho (**D**).

Classificações das escalas

As escalas estão classificadas em dois tipos: escalas numéricas e escalas gráficas.

Escalas Numéricas

As escalas numéricas são sempre representadas sob a forma de fração ordinária e assumem o seguinte aspecto: 1/1, 1/2, 2/1, 1/50, 50/1,...

Dimensão gráfica e dimensão real

Para que possamos resolver todos os problemas de escalas numéricas, impõe-se conhecer a terminologia a ser adotada sobre o tema. Portanto, vamos

conceituar dois elementos básicos, através dos quais formularemos a expressão geral.

Dimensão gráfica

Denominamos de dimensão gráfica (*d*) a dimensão que usamos para executar as representações gráficas (os desenhos). A dimensão gráfica é o numerador da expressão geral para cálculo de escalas.

Dimensão real

Entende-se por dimensão real (*D*) a verdadeira grandeza (módulo) do objeto que será representado graficamente (desenhado). A dimensão gráfica é o denominador da expressão geral para cálculo de escalas.

Expressão Geral

$$E = \frac{d}{D}$$

Onde:

E - Escala

d - dimensão gráfica (no desenho)

D - dimensão real

As escalas numéricas são divididas em três séries: **escala natural, escala de redução e escala de ampliação.**

Escala natural

É aquela cuja representação gráfica (desenho) é executada com as mesmas dimensões do objeto (*D*): é expressa da seguinte forma, Escala: 1/1.

Escala de redução

Esta escala é utilizada para representar graficamente elementos de grandes proporções (elementos de máquinas - peças, construções civis, máquinas operatrizes,...), que pelas suas dimensões, não poderiam ser transportadas diretamente para as folhas de formatos de papel, por isso, através da técnica de redução (recurso), conseguimos executar tais representações sem modificarmos a sua geometria.

Na escala de redução, o numerador é expresso pela unidade e o denominador representa o número de vezes que esta dimensão real foi reduzida. Em outras palavras o numerador é maior que o denominador, e o denominador representa quantas vezes o objeto foi reduzido.

A escala de redução fica com o seguinte aspecto: 1/2, 1/5, 1/10, 1/100, 1/1.000, etc.

Escala de ampliação

A escala de ampliação tem seu campo de emprego em objetos de dimensões reduzidas (elementos de máquinas - peças, equipamentos, etc), que para serem representados graficamente (desenhados), necessitam forçosamente de ampliação, visando a possibilidade efetiva da execução e uma melhor interpretação.

Na escala de redução, o denominador representa a unidade, enquanto o numerador representa o número de vezes que esta dimensão foi ampliada (aumentada), ou seja, o numerador é um número maior que o denominador.

A escala de ampliação fica com o seguinte aspecto: 2/1, 5/1, 10/1, 100/1, 1.000/1, etc

A partir da expressão geral, podemos isolar cada incógnita, obtendo as seguintes fórmulas derivadas:

$$D = \frac{1}{E} \cdot d \quad \Longleftarrow \quad E = \frac{d}{D} \quad \Longrightarrow \quad d = E \cdot D$$

Escalímetros

Para simplificar o trabalho referente à determinação das dimensões gráficas necessárias à execução de determinadas tarefas, lançamos mão do escalímetro. Com este instrumento podemos, facilmente, encontrar os valores correspondentes às dimensões reais do objeto que será representado graficamente (desenhado), numa escala previamente escolhida.

Os escalímetros apresentam em sua seção transversal, a forma geométrica de um triângulo equilátero. Esta configuração garante aos instrumentos as seguintes vantagens:

- Maior estabilidade: a forma triangular assegura um equilíbrio estável sobre a prancheta da mesa de desenho (inclinada por natureza).
- Melhor leitura: a posição do observador em relação à borda do escalímetro permite um melhor ângulo de visão.
- Maior número de escalas: os três (3) vértices de que dispõem asseguram a distribuição de seis (6) faces, dando aos instrumentos um maior campo de utilização.

As graduações dos escalímetros são feitas sobre chapas de celuloide branco, de perfil agudo. O comprimento desse instrumento geralmente é de 30 cm, muito embora existam escalímetros especiais com 50 cm de comprimento, destinados a cartografia.

A menor dimensão existente em cada escala é denominada de recurso.

Para finalizar, lembramos o seguinte exemplo: se você executar uma representação gráfica (desenho) na escala: 1/1.000, onde 1 mm corresponde a 1 m, caso seu lápis estiver mal apontado, ou mesmo se houver um mínimo desvio no traçado, você cometerá erros na ordem de metros.

Observação: Ao cotarmos (colocarmos as dimensões) em uma representação gráfica (desenho), mesmo que esta seja feita em qualquer escala, as dimensões reais (D) é que são registradas nas linhas de cota.

1.8 - DEFINIÇÕES IMPORTANTES DE TRAÇADOS

Em desenho técnico, linhas traçadas de maneiras diferentes têm diferentes significados e representam diferentes particularidades dos elementos desenhados. A seguir são apresentados os principais tipos de linhas utilizadas em desenho técnico.

Linha Contínua Grossa

Utilizada para representar contornos e arestas visíveis, ou seja, aqueles elementos visualizados diretamente pelo observador. As arestas visíveis indicam a forma externa do objeto, bem como, o número de faces que compõem cada vista/projeção ortogonal, deste. As arestas visíveis são representadas, no desenho técnico, por uma linha contínua, de espessura grossa e bem forte. Em desenho arquitetônico a linha contínua grossa é utilizada para representar elementos prioritários do projeto, como o contorno das paredes de uma edificação.



Linha Contínua Fina

Empregada para representar linhas de cota, linhas de chamada, linhas de referência, elementos secundários. A espessura pode variar conforme a prioridade do elemento a representar, por exemplo: pode-se usar uma linha um pouco mais grossa para a representação das aberturas de uma planta baixa e representar as linhas de cota por meio de uma linha mais fina.



Linha Tracejada

Utilizada principalmente para representas arestas e linhas de contorno invisíveis, ou seja, aqueles não visualizados diretamente pelo observador. As arestas não visíveis indicam o número de faces ou saliências que compõem cada vista/projeção ortogonal, posterior a ela, bem como, os detalhes internos do objeto. As arestas não visíveis são representadas, no desenho técnico, por uma linha interrompida tracejada, de espessura média.

Observação: A norma, em função da escala utilizada, não define o comprimento dos traços e intervalos, porém, devem ser iguais ou muito parecidos entre os seus pares.



Linhas Traço e Ponto

As linhas de centro são representadas dessa forma e indicam o posicionamento e a profundidade de elementos circulares e também como eixo de simetria em peças simétricas. As linhas de corte também são representadas por meio de traço e ponto e indicam a posição por onde passam os planos de corte no desenho e, neste caso, podem ter uma única direção ou serem traçadas em desvio, dependendo da necessidade. São representadas através de linha traço-ponto de espessura fina. No caso de linhas de corte os traços da extremidade tem espessura maior e nos cortes em desvio o traço é mais forte nas extremidades e mudanças de direção.



Linhas traço e dois pontos

No desenho arquitetônico representam projeções de pavimentos superiores, marquises, balanços, etc. Não é muito utilizada, pois muitos projetistas preferem utilizar linhas tracejadas para representação de projeções, escrevendo junto da linha o que a mesma pretende representar.



| Nível de hierarquia | Tipo de linha |
|----------------------------|---|
| 1 | Contínua larga e extralarga Exemplo de aplicação: arestas e contornos visíveis |
| 2 | Tracejada estreita e larga Exemplo de aplicação: arestas e contornos não visíveis |
| 3 | Traço longo e ponto estreita, larga nas extremidades e na mudança de direção Exemplo de aplicação: linhas de orientação de cortes e seções |
| 4 | Traço longo e ponto estreita Exemplo de aplicação: linhas de centro |
| 5 | Traço longo e ponto duplo estreita Exemplo de aplicação: linhas centroidais |
| 6 | Contínua estreita Exemplo de aplicação: linhas de cota e de extensão |

UNIDADE II – INTRODUÇÃO À TÉCNICA DO DESENHO

2.1 – ELEMENTOS FUNDAMENTAIS DA GEOMETRIA

Ponto

É um ente geométrico sem forma nem dimensões. Pode ser dito como a intersecção de duas linhas. É sempre representado por letras latinas maiúsculas. Ex:

•(A) (Ponto A)

Linha

É um conjunto de posições de um ponto móvel. Tem a propriedade de possuir somente uma dimensão, o comprimento. Uma linha é representada por letras latinas minúsculas. Ex:



Reta



Curva



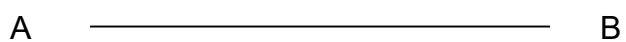
Mista

Linha - Aplicações

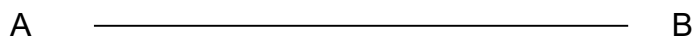
1) Traçar uma perpendicular pelo centro de um segmento de reta – equivalente a traçar a mediatriz do segmento.



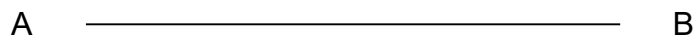
2) Traçar uma perpendicular pela extremidade de um segmento de reta.



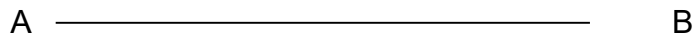
3) Traçar uma perpendicular a um segmento de reta passando por um ponto dado fora deste segmento.



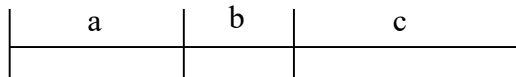
4) Traçar uma paralela a uma reta passando por um ponto exterior a ela.



5) Dividir um segmento dado em _____ partes iguais.

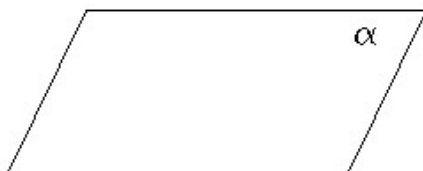


6) Dividir um segmento dado em partes proporcionais.

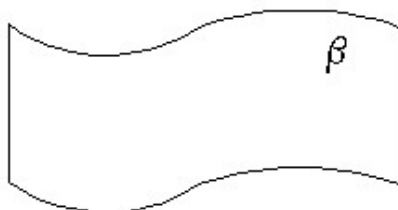


Superfície

É um conjunto de posições de uma linha móvel. É representada por letras gregas minúsculas. Pode ser:



Plana: Conjunto das posições de uma linha reta, que se desloca em trajetória retilínea a paralela a si mesma.

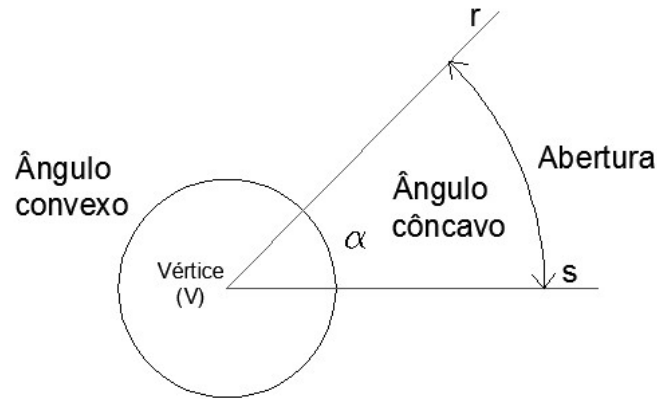


Curva: Conjunto das posições de uma linha curva que se desloca paralelamente a si mesma ou de uma linha reta que se desloca em torno de um eixo não paralelo a ela.

Obs: A porção limitada por uma superfície chama-se área.

Ângulos

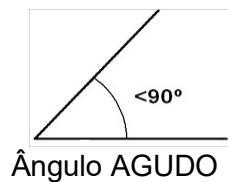
Ângulo é a região do plano limitada por duas semi-retas com a mesma origem ou que se encontram em um ponto comum, chamado vértice.



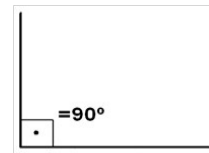
Um ângulo é designado normalmente por uma letra grega (α , β , χ , ...). Sua abertura é formada por duas semi-retas que são os lados (Vs, Vr) e que se encontram no vértice (V).

Um ângulo sempre é medido pela sua abertura, com o uso de um instrumento chamado transferidor. A unidade de medida mais utilizada para ângulos é o grau ($^\circ$), sendo que uma circunferência completa possui 360° .

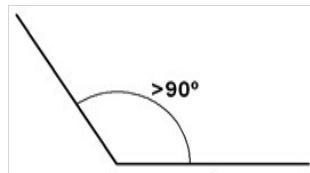
Dependendo da abertura do ângulo ele recebe diferentes denominações.



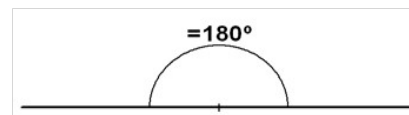
Ângulo AGUDO



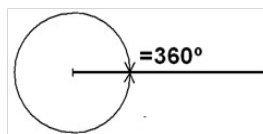
Ângulo RETO



Ângulo OBTUSO



Ângulo RASO



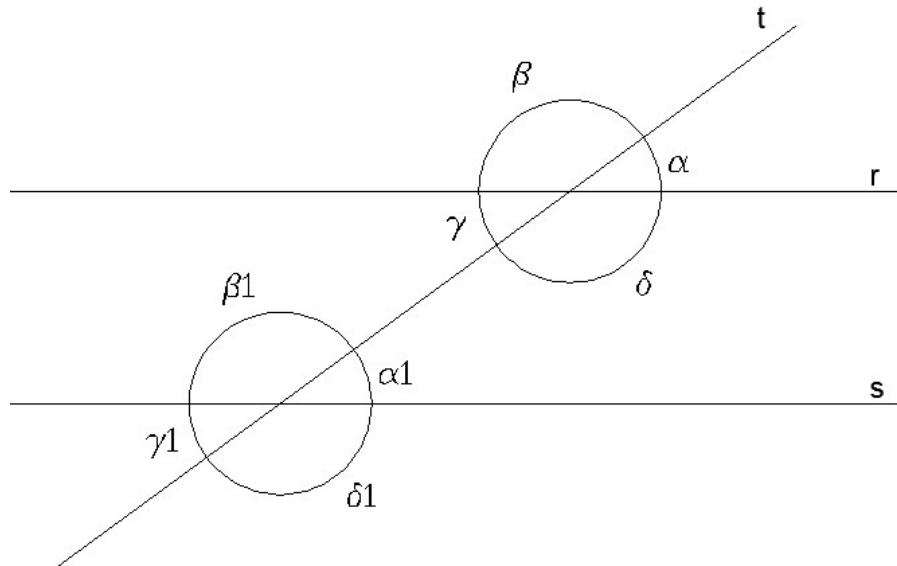
Ângulo PLENO

Dois ângulos são ditos:

- Complementares: quando somam 90°

- Suplementares: quando somam 180°
- Explementares: quando somam 270°
- Replementares: quando somam 360°

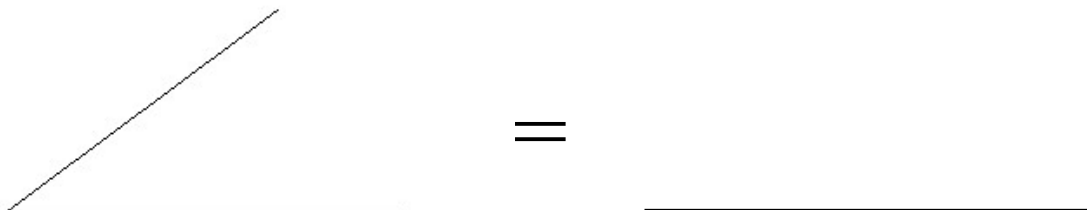
Sejam “r” e “s” duas retas paralelas e “t” oblíqua a elas:



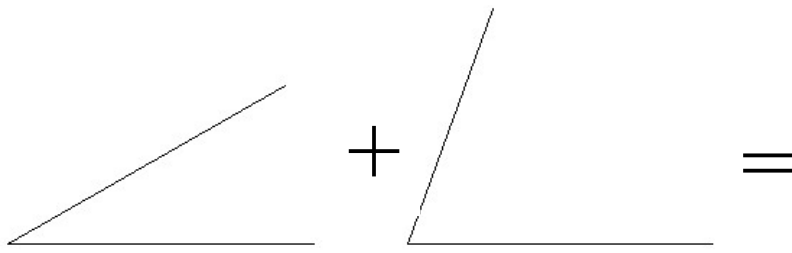
α e γ são opostos pelo vértice e tem a mesma medida;
 α e α_1 são correspondentes e tem a mesma medida;
 γ e α_1 são alternos internos e tem a mesma medida;
 β e δ_1 são alternos externos e tem a mesma medida;
 α_1 e δ são colaterais internos e são suplementares;
 α e δ_1 são colaterais externos e são suplementares;
 α e β são adjacentes e são suplementares.

Ângulos – Operações Gráficas

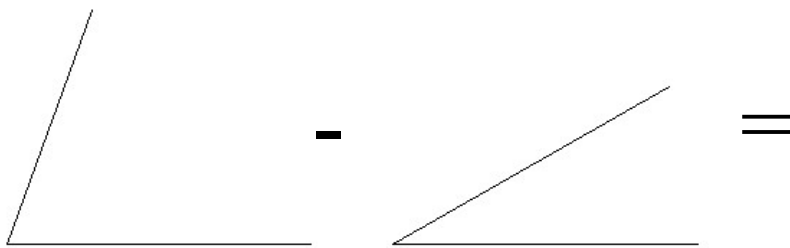
1) Transporte de ângulos:



2) Adição de ângulos:



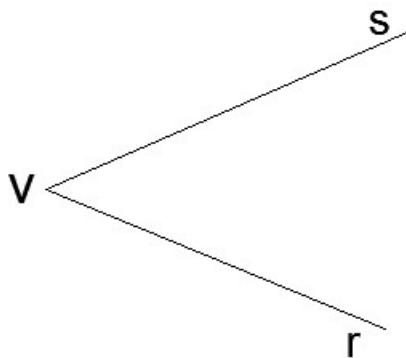
3) Subtração de ângulos:



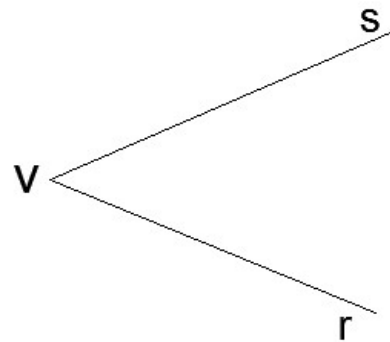
Bissetriz

É a reta que divide um ângulo plano em duas partes iguais, sendo que todo ponto dessa reta dista igualmente dos lados do ângulo e, portanto, todo ponto equidistante dos lados de um ângulo pertence à bissetriz desse ângulo

1) Determinar a bissetriz de um ângulo cujo vértice está dentro dos limites do desenho.

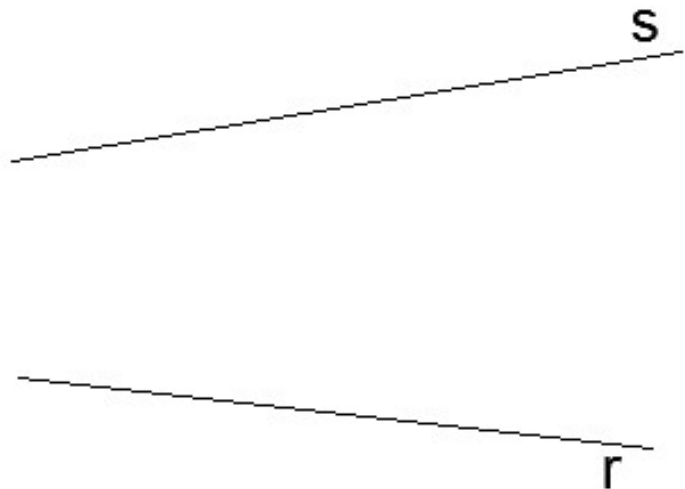


Com compasso

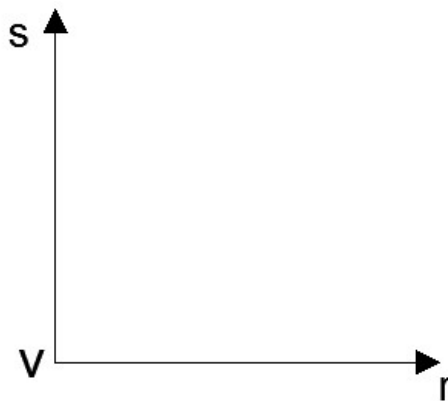


Com régua

2) Determinar a bissetriz de um ângulo de vértice inacessível.



3) Dividir um ângulo reto em 3 partes iguais



4) Construir, utilizando o material de desenho disponível, ângulos de:

- a) 60°
- b) 30°
- c) 15°
- d) 75°
- e) 120°

5) Construir ângulos de:

- a) 45°
- b) 135°

6) Dividir um ângulo qualquer (a) em um número PAR de partes iguais:

UNIDADE III – FUNDAMENTOS DE GEOMETRIA DESCRITIVA

3.1 – DEFINIÇÃO

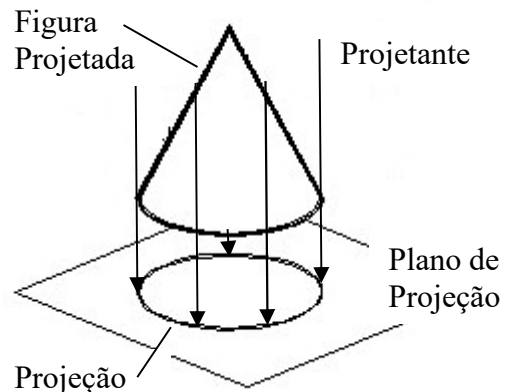
Existem duas maneiras de se estudar geometria: uma delas é a ANALÍTICA, baseada em fórmulas matemáticas, deduções e cálculos. A outra maneira é a DESCRITIVA, baseada em construções gráficas apoiadas na teoria das projeções.

Dessa forma, a GEOMETRIA DESCRITIVA é a ciência que objetiva resolver os problemas da geometria espacial, constituídos por figuras tridimensionais, através da sua representação no plano bidimensional, utilizando para isto a Teoria das Projeções.

3.2 – PROJEÇÕES

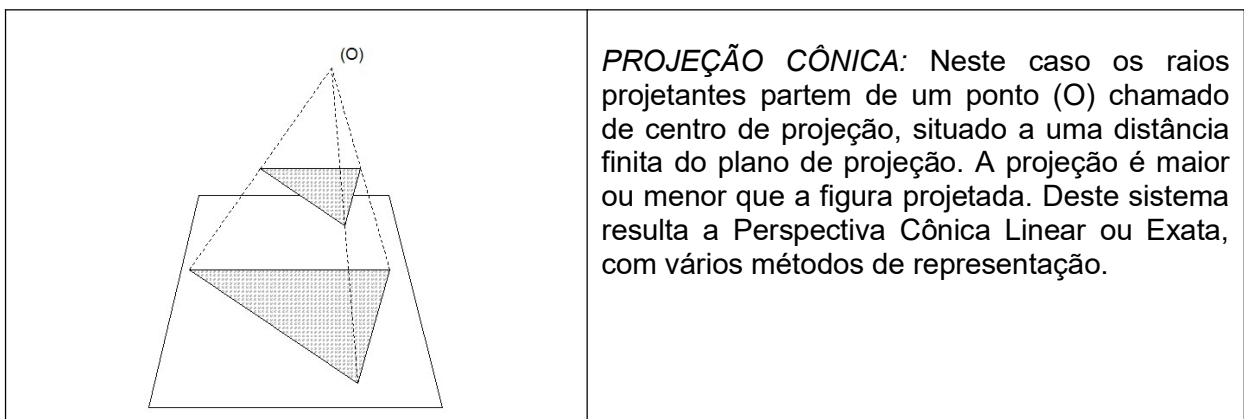
Projetar significa representar graficamente uma figura do espaço num plano. Para se projetar uma figura utilizam-se os seguintes elementos:

- Objeto a ser projetado;
- Plano de projeção;
- Projetantes;
- Centro de projeção;
- Observador.



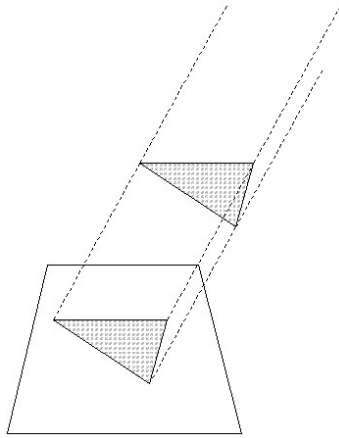
SOMBRA = PROJEÇÃO

O centro de projeção representado pela letra O, é o ponto de onde partem as projetantes que atingem o objeto, projetando-o sobre o plano. De acordo com a posição do centro de projeção e a inclinação das projetantes em relação ao plano de projeção, podemos ter diferentes sistemas:

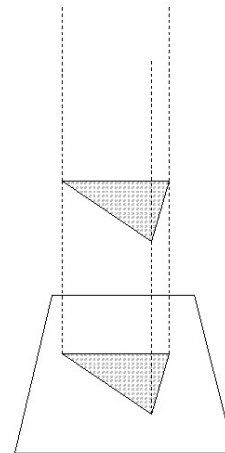


SISTEMA CILINDRICO DE PROJEÇÕES

OBLIQUO

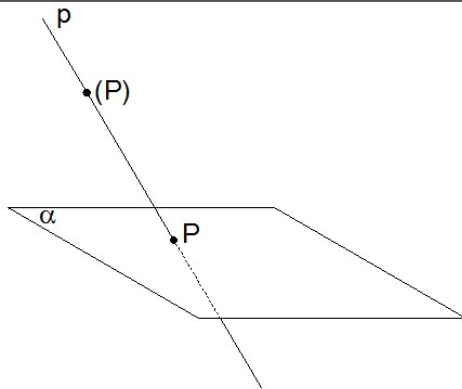


ORTOGONAL



Os raios projetantes são paralelos entre si e oblíquos (projeção cilíndrica oblíqua) ou perpendiculares (projeção cilíndrica ortogonal) em relação ao plano de projeção. O centro de projeção (O) é impróprio, ou seja, está localizado a uma distância considerada infinita em relação ao plano de projeção.

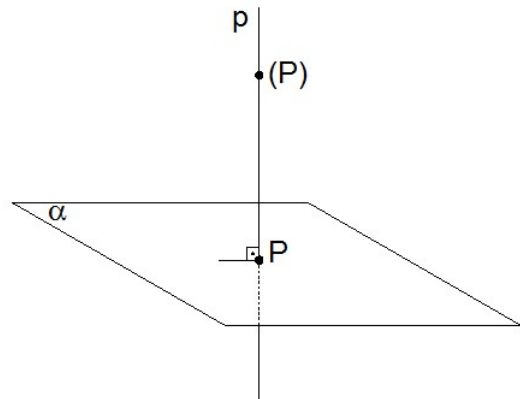
PROJEÇÃO OBLÍQUA DE UM PONTO



(P) – Ponto
 P – Projeção do ponto
 p – Projetante
 α – Plano de projeção

A projeção de um ponto sobre um plano é o ponto de interseção do plano com uma reta denominada projetante, que passa pelo ponto.

PROJEÇÃO ORTOGONAL DE UM PONTO



(P) – Ponto
 P – Projeção do ponto
 p – Projetante
 α – Plano de projeção

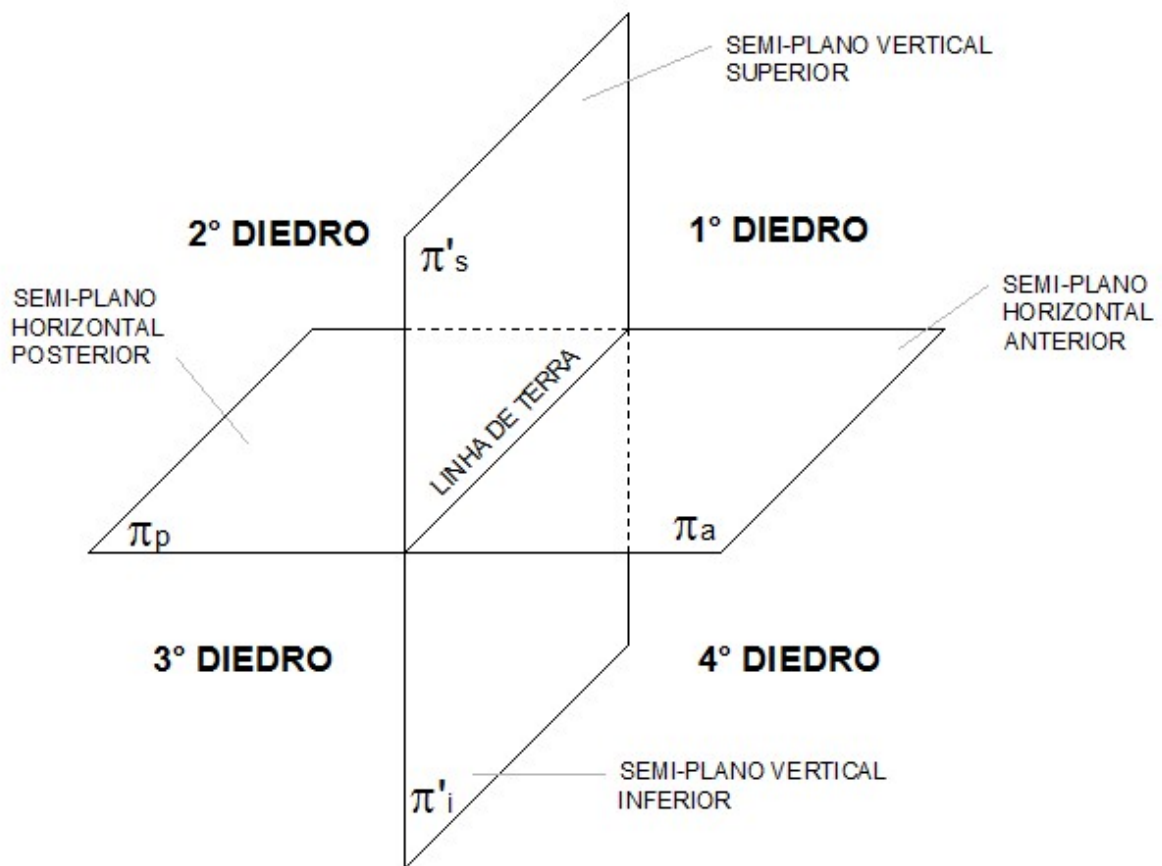
Projeção ortogonal de um ponto é o Pé da Perpendicular (projetante) traçada do ponto ao plano

Na geometria descritiva utilizam-se apenas as projeções ortogonais, como se as figura ou sólidos estivessem colocados entre uma tela de projeção e um foco ou fonte luminosa, o que, naturalmente, produz na referida tela uma imagem, uma “projeção” em tamanho natural.

3.3 – ESTUDO DO PONTO

Projeção Mongeana do Ponto

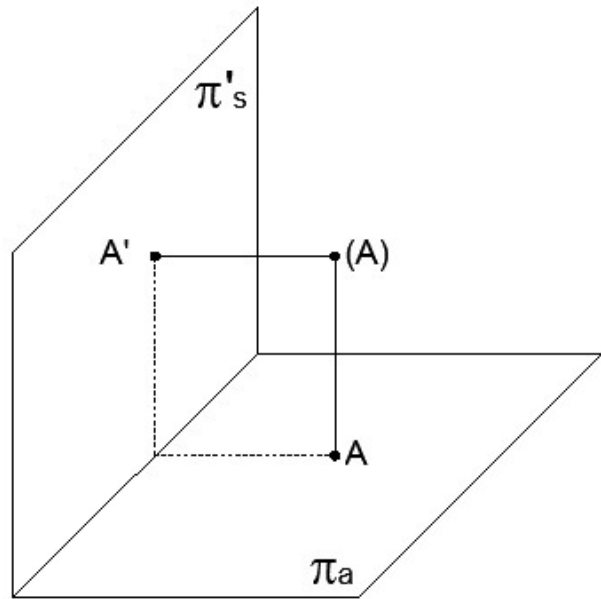
Para o estudo da geometria descritiva utiliza-se o Método da Dupla projeção de Monge, também chamado de Projeção Mongeana. Esse método utiliza dois planos de projeção, perpendiculares entre si e que se interceptam segundo uma linha, denominada LINHA DE TERRA.



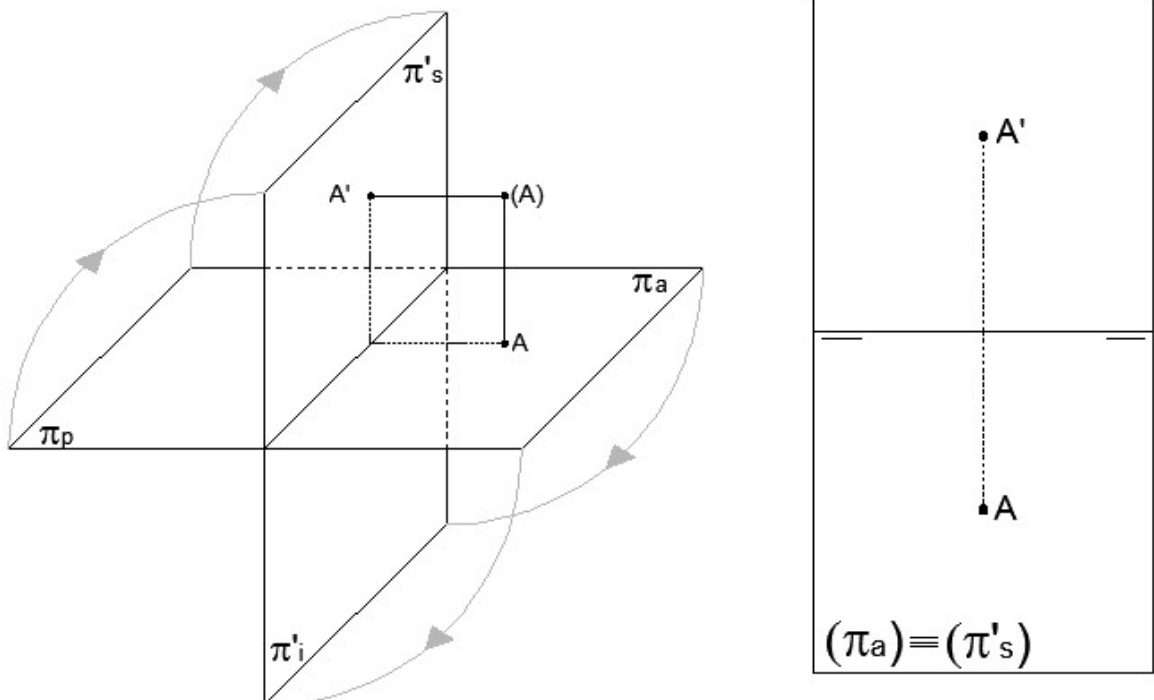
Os planos de projeção π e π' delimitam quatro regiões distintas do espaço, denominados DIEDROS e também quatro semiplanos, assim denominados:

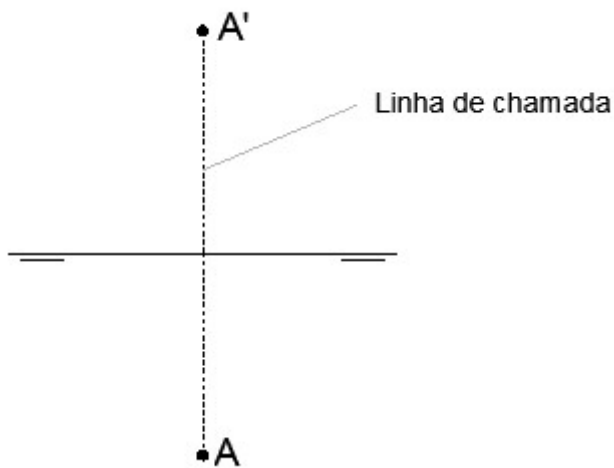
- π_a – Semiplano Horizontal Anterior
- π_p – Semiplano Horizontal Posterior
- π'_s – Semiplano Vertical Superior
- π'_i – Semiplano Vertical Inferior

Para se determinar as projeções de um ponto, deve-se então determinar duas projeções ortogonais desse ponto sobre os dois planos de projeção: o horizontal (π) e o vertical (π'). Sobre cada plano, a projeção de um ponto (A) é o pé da perpendicular baixada do ponto ao plano. A projeção no Plano Horizontal, chamada simplesmente de projeção horizontal é designada com a letra **A**, sem parênteses. A projeção vertical é designada pela letra **A** com sinal de ' : **A'**, também sem parênteses.



A figura anterior é uma representação espacial bastante trabalhosa quando se trata de representar objetos tridimensionais e, portanto, não é indicada para a resolução dos problemas da geometria descritiva. Para que se possa trabalhar de modo conveniente, representando os problemas espaciais no plano que só tem duas dimensões, é necessário que se faça o rebatimento do plano horizontal sobre o vertical, em sentido horário, (ou do vertical sobre o horizontal m sentido anti-horário), fazendo-o girar 90° em torno da linha de terra. A forma de representação obtida após o rebatimento denomina-se ÉPURA.

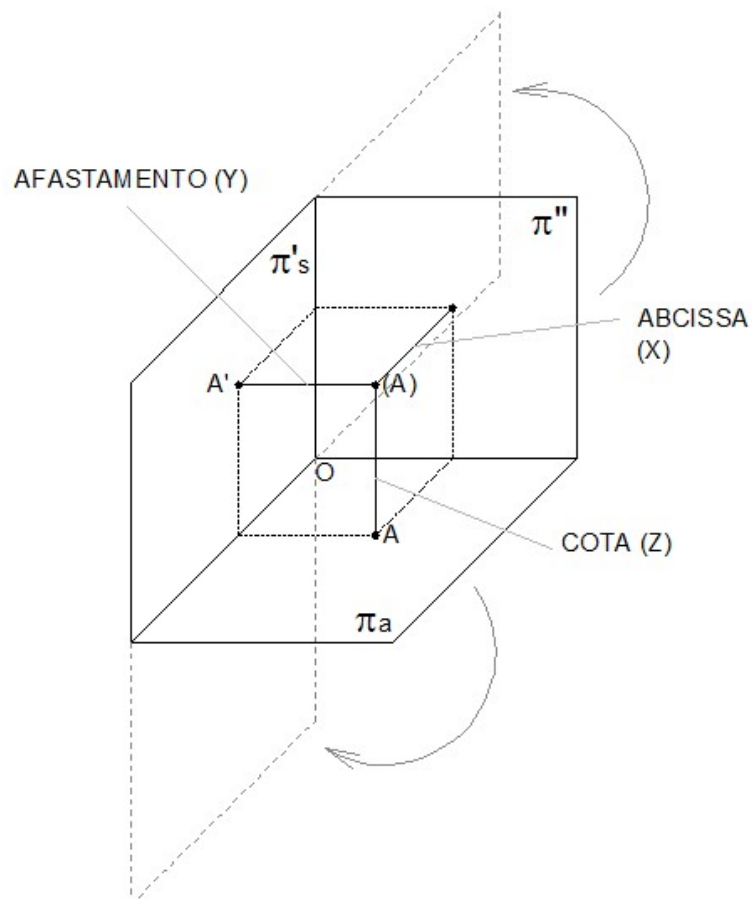


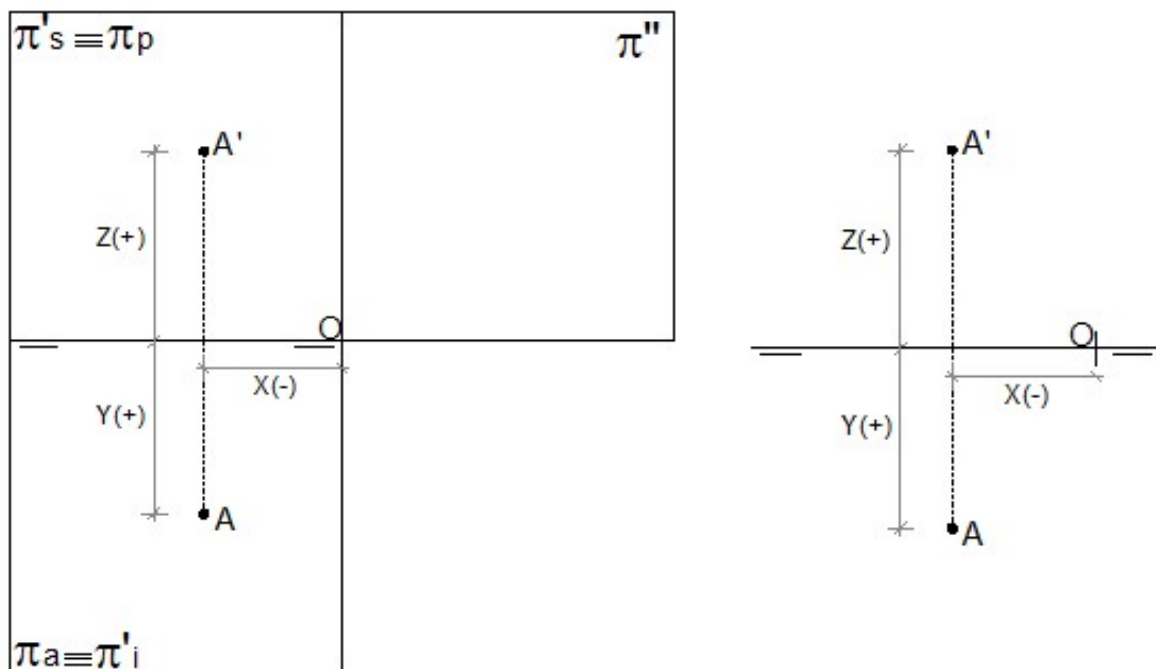


Como os planos de projeção são considerados infinitos, costuma-se não delimitá-los, consistindo a *épura* apenas em traçar a Linha de Terra, as projeções A e A' e as linhas de chamada, que são as projeções das projetantes. *ÉPURA* é, portanto, a representação de uma figura do espaço através de suas projeções, estando o plano horizontal de projeção rebatido sobre o plano vertical.

Coordenadas do Ponto (X;Y;Z)

Um ponto do espaço fica perfeitamente definido através das suas coordenadas, que nada mais representam que as distâncias desse ponto em relação aos planos de projeção. Como o espaço tem três dimensões, são necessárias três coordenadas para bem representar um ponto.





(X) – ABCISSA: para definir a abscissa é preciso considerar um terceiro plano de projeção perpendicular aos outros dois, representado na figura por π'' . O ponto de encontro dos três planos, sobre a Linha de Terra é considerado o ZERO ou ORIGEM do sistema de coordenadas. A abscissa é representada pela letra (X) e será POSITIVA quando o ponto estiver **à direita** do zero e NEGATIVA quando o ponto estiver **à esquerda** do zero. A abscissa será nula quando o ponto estiver exatamente sobre o plano (π'').

(Y) – AFASTAMENTO: é a distância do ponto ao plano vertical de projeção. É representada pela letra (Y). Todo ponto situado na **frente** do Plano Vertical tem AFASTAMENTO POSITIVO (+) e todo ponto situado **atrás** desse plano tem AFASTAMENTO NEGATIVO (-).

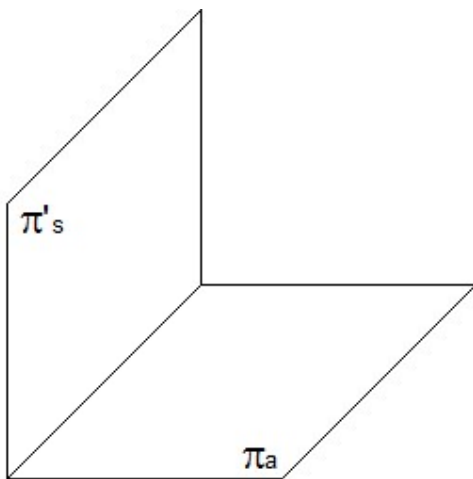
(Z) – COTA: É a distância do ponto em relação ao plano horizontal de projeção. É sempre representada pela letra (Z). Todo o ponto situado **acima** da do Plano Horizontal tem COTA POSITIVA (+) e todo ponto situado **abaixo** deste plano tem COTA NEGATIVA (-).

- Todo ponto que possuir qualquer uma das suas coordenadas NULA (=0) está contido em um dos Planos de Projeção.

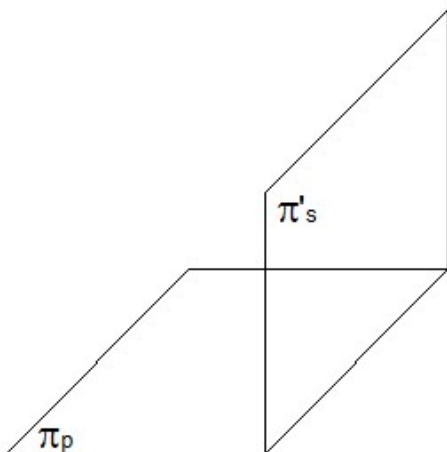
| | AFASTAMENTO (Y) | COTA (Z) | |
|-----------|--------------------|----------|--|
| 1º Diedro | | | |
| 2º Diedro | | | |
| 3º Diedro | | | |
| 4º Diedro | | | |
| π_a | | | |
| π'_s | | | |
| π_p | | | |
| π'_i | | | |
| LT | | | |

Posições Particulares do Ponto:

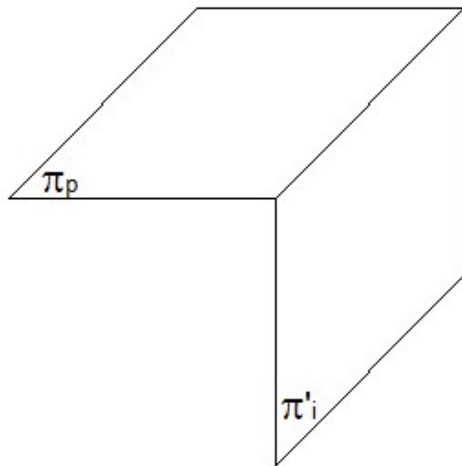
O Ponto (A) está no 1º DIEDRO:



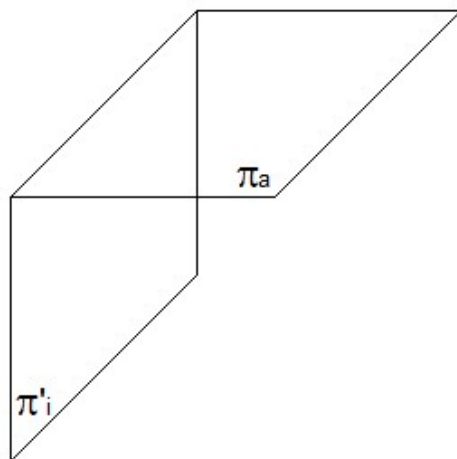
O Ponto (B) está no 2º DIEDRO:



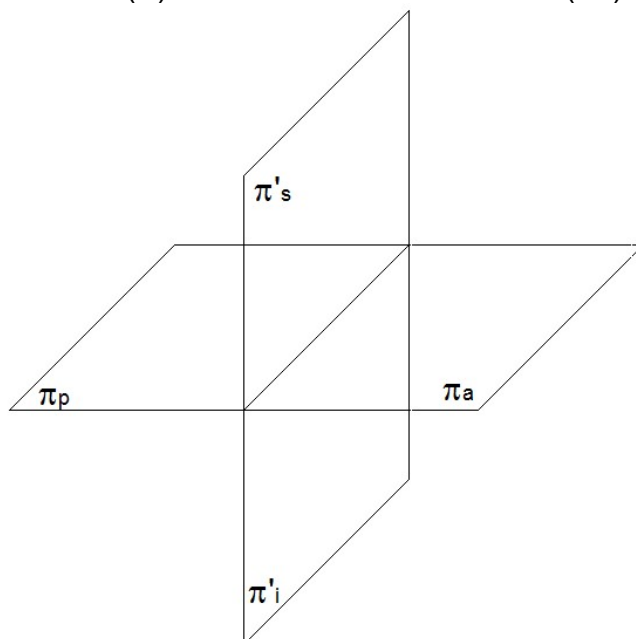
O Ponto (C) está no 3º DIEDRO:



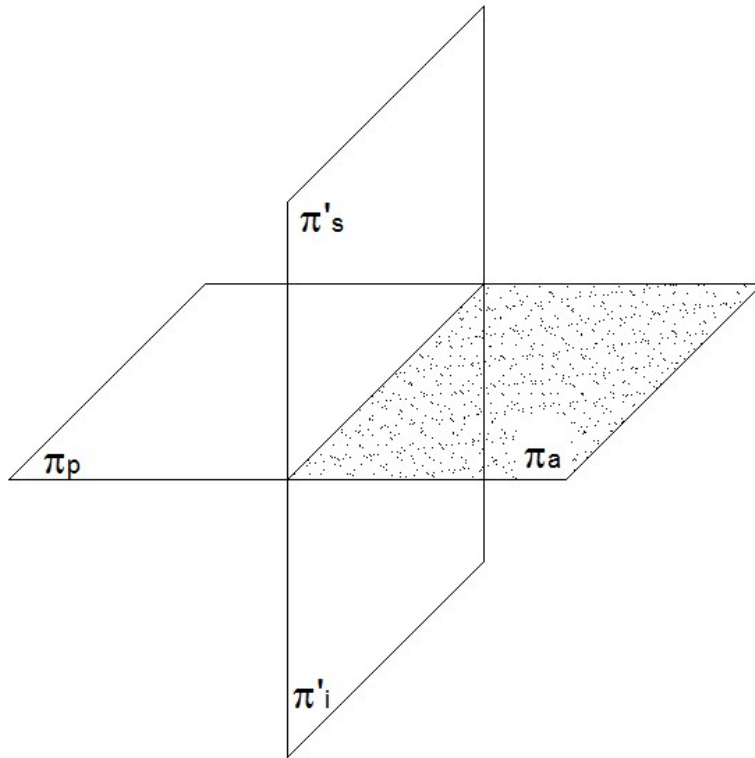
O Ponto (D) está no 4º DIEDRO:



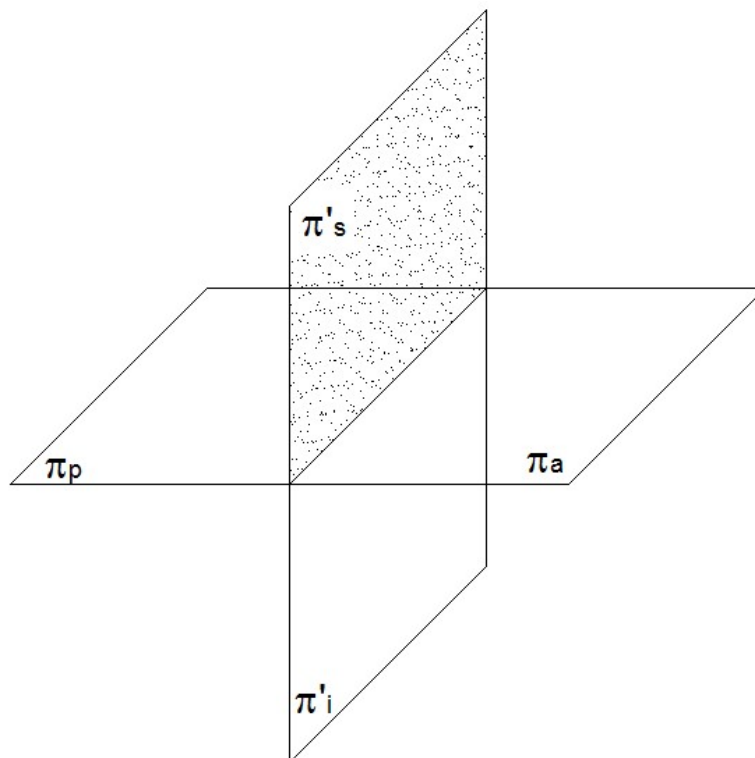
O Ponto (E) está na LINHA DE TERRA (LT):



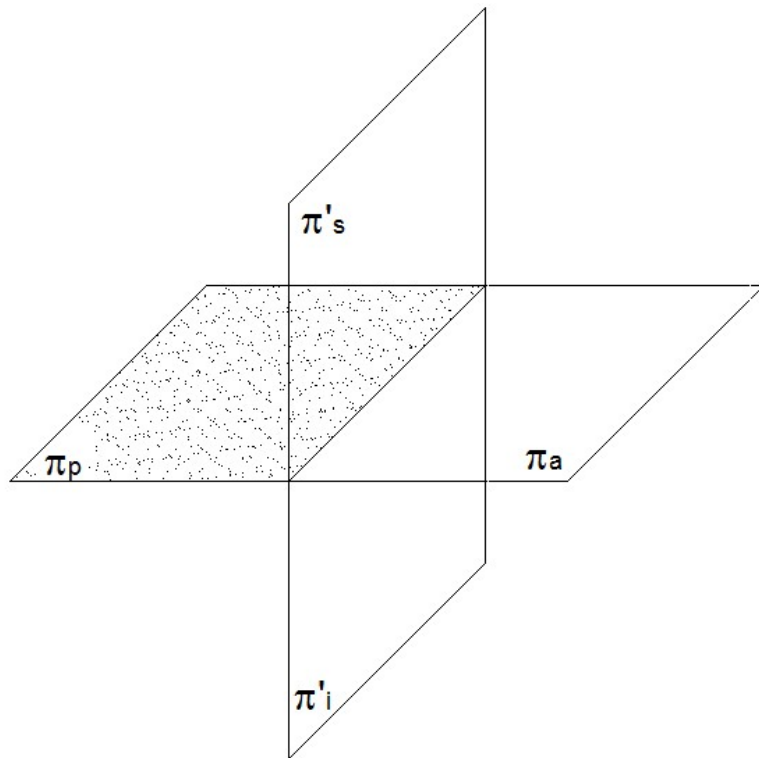
O Ponto (F) está no SEMI-PLANO HORIZONTAL ANTERIOR (π_a):



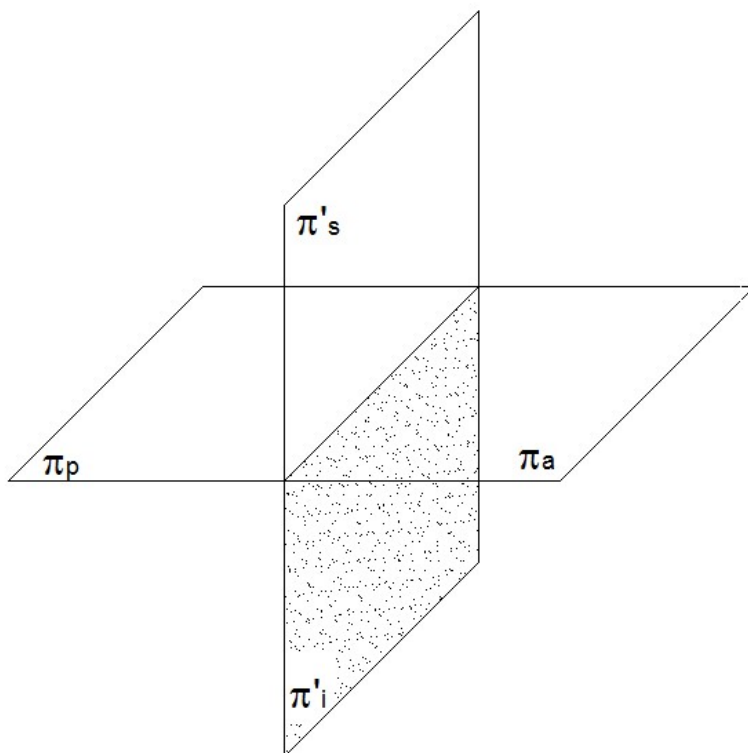
O Ponto (G) está no SEMI-PLANO VERTICAL SUPERIOR (π'_s):



O Ponto (H) está no SEMI-PLANO HORIZONTAL POSTERIOR (π_p):



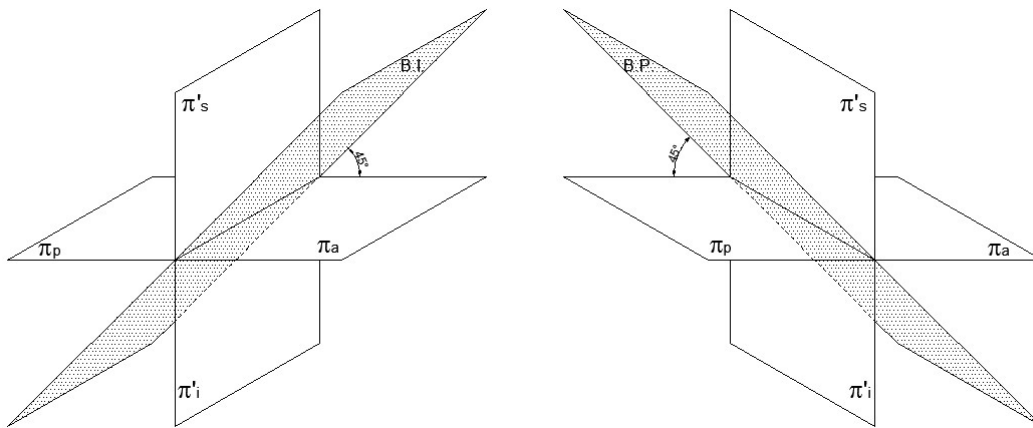
O Ponto (I) está no SEMI-PLANO VERTICAL INFERIOR (π'_i):



Plano Bissetor

Denomina-se plano bissetor de um diedro, o plano que divide este diedro em dois iguais. Nesse caso, o plano bissetor forma um ângulo de 45° com os planos vertical e horizontal. Existem dois planos bissetores, o primeiro divide os diedros I e III, chamado de bissetor ímpar e denotado por B.I. O segundo divide os diedros II e IV, chamado de bissetor par e denotado por B.P.

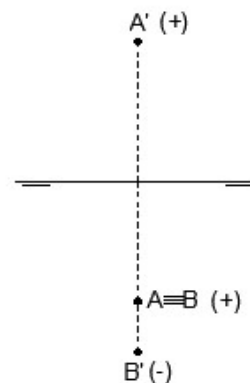
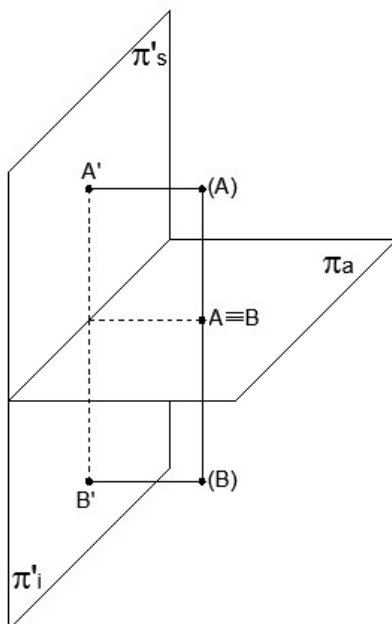
Um ponto pertence ao plano bissetor se a cota e o afastamento tiverem o mesmo valor.



Simetria de Pontos

Dois pontos poderão ser simétricos em relação a um plano ou a uma linha, quando estiverem a uma mesma distância desse plano ou dessa linha.

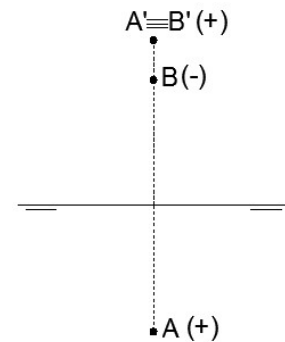
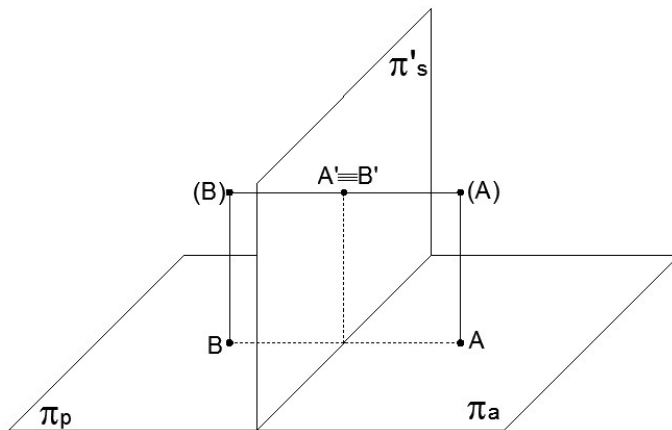
- Simetria em relação ao PLANO HORIZONTAL DE PROJEÇÃO (π):



Características:

- Abscissas (X) iguais;
- Afastamentos (Y) iguais e coincidentes;
- Cotas (Z) iguais e com sinais contrários.

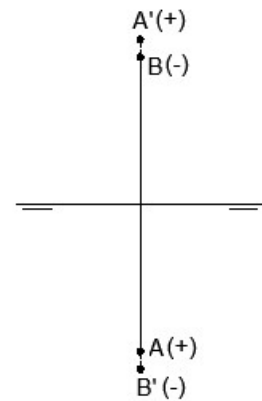
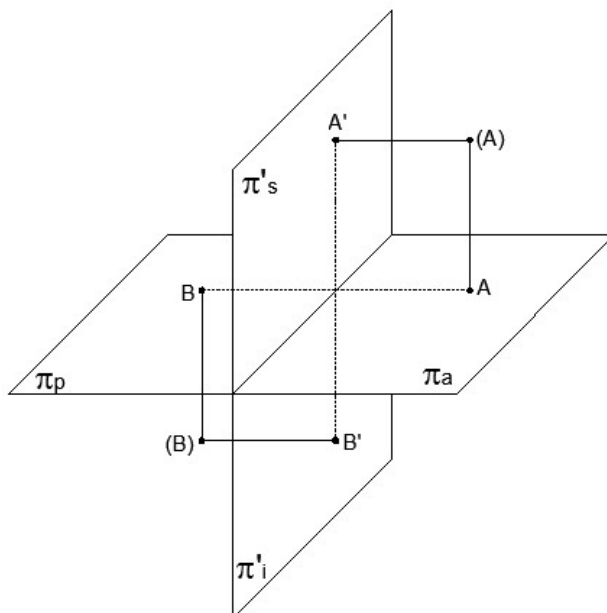
- Simetria em relação ao PLANO VERTICAL DE PROJEÇÃO (π'):



Características:

- Abscissas (X) iguais;
- Afastamentos (Y) iguais e com sinais contrários;
- Cotas (Z) iguais com mesmo sinal.

- Simetria em relação à LINHA DE TERRA (LT):



Características:

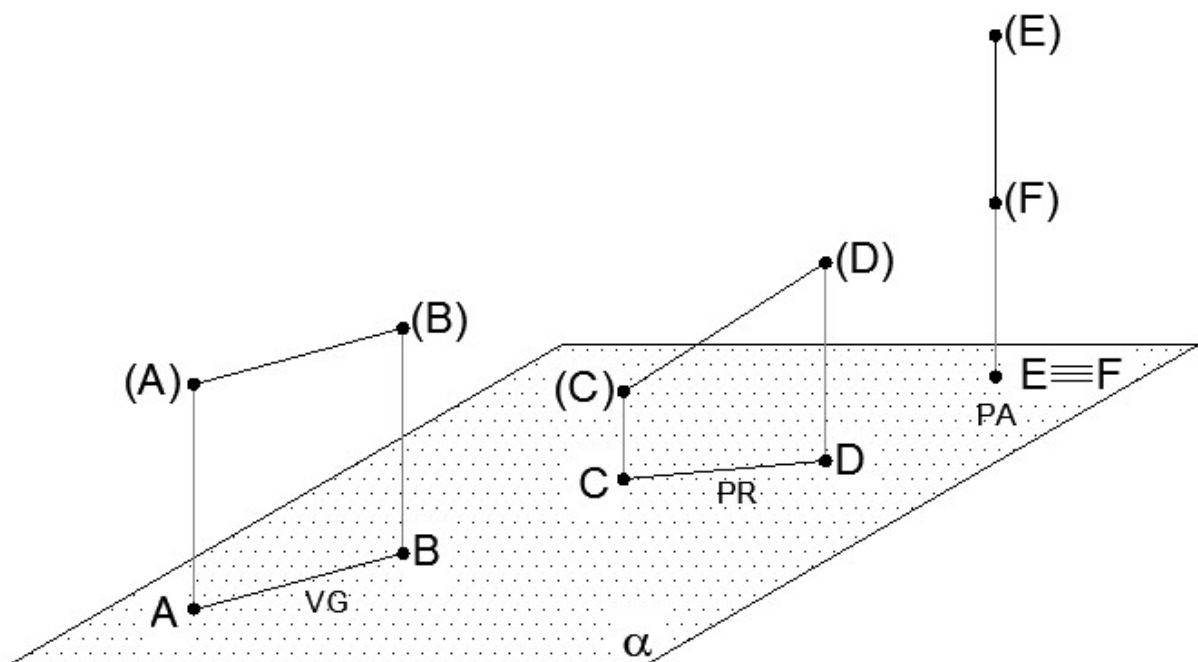
- Abscissas (X) iguais;
- Afastamentos (Y) iguais com sinais contrários;
- Cotas (Z) iguais com sinais contrários.
- Os pontos localizam-se sempre em diedros opostos.

3.4 – ESTUDO DA RETA

Sabe-se que uma reta fica bem determinada conhecendo-se dois de seus pontos. Além disso, a projeção de uma reta sobre um plano é o lugar das projeções de todos os seus pontos sobre este plano.

Posições de uma reta em relação a um plano de projeção

Em relação a um plano de projeção, uma reta pode ocupar três posições distintas:

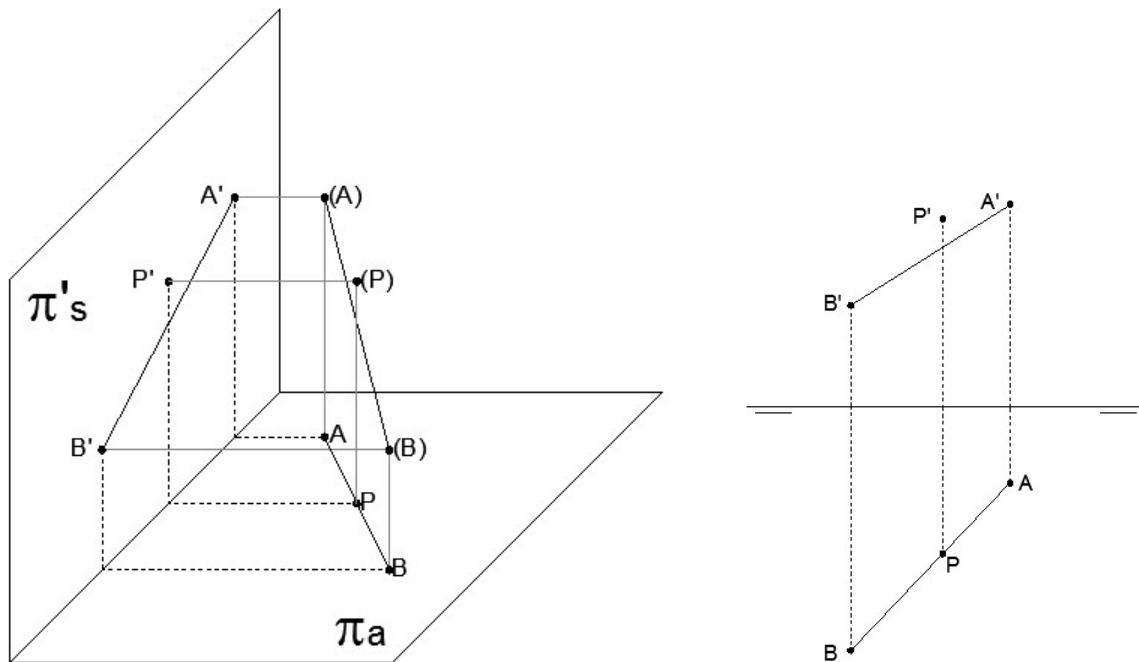


- O segmento (AB) é paralelo ao plano de projeção. Portanto, neste plano, sua projeção é em VERDADEIRA GRANDEZA (VG);
- O segmento (CD) é oblíquo ao plano de projeção. Portanto, neste plano, sua projeção apresenta-se REDUZIDA (PR);
- O segmento (EF) é perpendicular ao plano de projeção. Portanto, neste plano, sua projeção apresenta-se ACUMULADA (PA), ou seja, todo o segmento fica representado por um único ponto.

Pertinência ponto e reta

Considerando o Sistema Mongeano de Projeções, ou seja, dois planos de projeção ortogonais entre si, como já foi visto para o estudo do ponto, pode-se dizer que uma reta qualquer do espaço fica bem representada através de uma épura em que são conhecidas as projeções (horizontal e vertical) de dois de seus pontos.

Dessa forma, para que um outro ponto qualquer possa ser reconhecido como pertencente à reta, é necessário que as suas duas projeções (horizontal e vertical) estejam sobre as projeções de mesmo nome da reta.



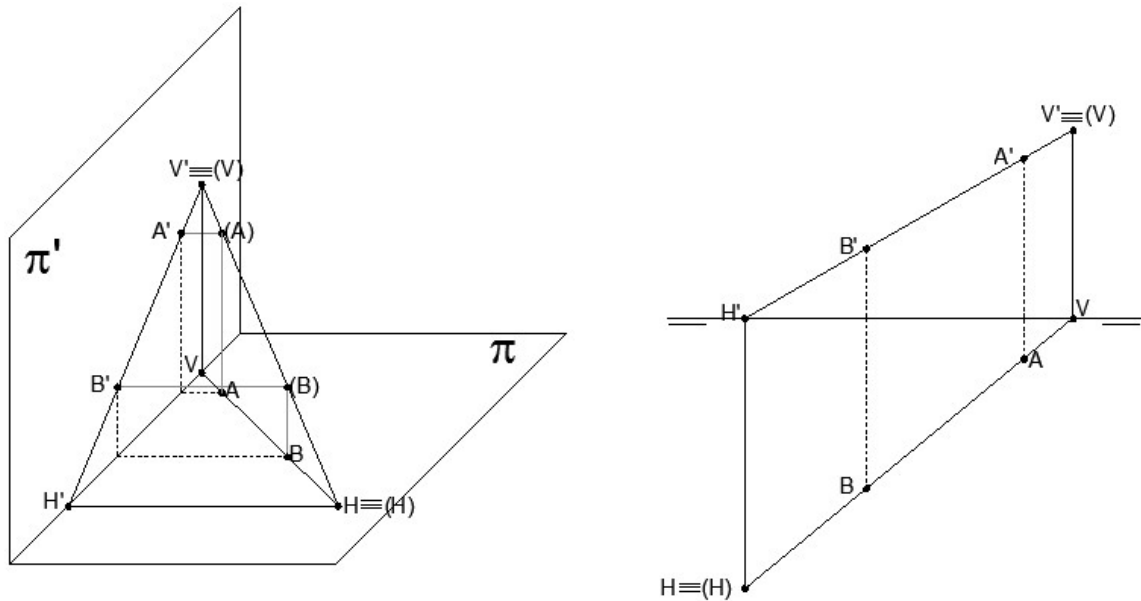
Como pode-se observar na figura anterior, o ponto (P) não pertence ao segmento de reta (AB). Também é possível observar que uma projeção não basta para se determinar se o ponto pertence ou não à uma reta.

Traços de reta

Traço de uma reta em um plano de projeção é o ponto de interseção dessa reta com o referido plano. Uma reta pode, em relação ao Sistema Mongeano de Projeções, interceptar o plano vertical, o plano horizontal, os dois planos ou nenhum dos planos, dependendo da posição que a reta ocupar em relação a esses planos.

- Denomina-se **TRAÇO HORIZONTAL DA RETA** ao ponto de interseção da reta com o Plano Horizontal de Projeção (π). O traço horizontal é, por convenção, sempre representado pela letra (H) e é um ponto de COTA NULA, porque, pertencendo ao plano horizontal, não existe nenhuma distância a considerar do ponto a esse plano.

- Denomina-se **TRAÇO VERTICAL DA RETA** ao ponto de interseção da reta com o Plano Vertical de Projeção (π'). O traço vertical é, por convenção, sempre representado pela letra (V) e é um ponto de AFASTAMENTO NULO, porque, pertencendo ao plano vertical, não existe nenhuma distância a considerar do ponto a esse plano.



Regra Prática:

Para se obter o traço vertical (V), prolonga-se a projeção de nome contrário (horizontal) até a LT onde se obtém a projeção V; daí levanta-se ou baixa-se uma perpendicular à LT até encontrar o prolongamento da projeção vertical e tem-se então V' , que é o traço vertical da reta.

Para se obter o traço horizontal (H), prolonga-se a projeção de nome contrário (vertical) até a LT onde se obtém a projeção H' ; daí levanta-se ou baixa-se uma perpendicular à LT até encontrar o prolongamento da projeção horizontal e tem-se então H, que é o traço horizontal da reta.

Posições particulares da reta

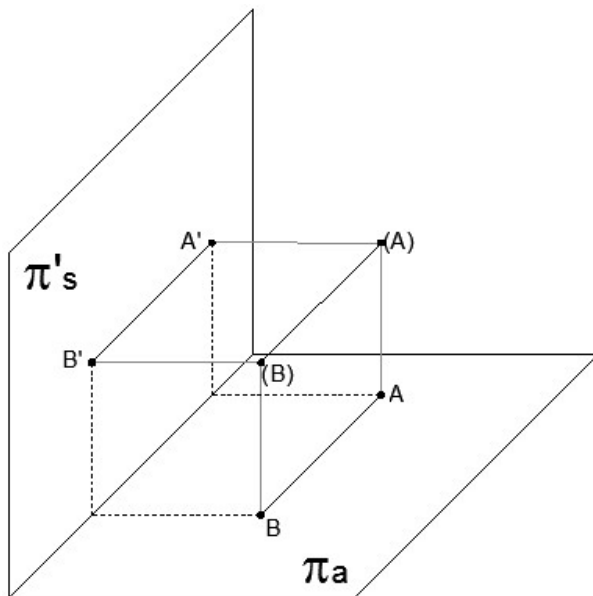
Uma reta pode ocupar várias posições particulares, dependendo de como essa reta se apresenta em relação aos planos de projeção. Cada uma dessas posições recebe um nome específico.

Obs: Para fins de classificação das retas, imagina-se que o observador sempre se coloca no 1º diedro, olhando de frente para o Plano Vertical de Projeção e a uma distância considerada infinita desse plano.

A seguir serão estudadas as posições particulares de uma reta e sua respectiva representação em Épura.

1) QUANTO AO PARALELISMO EM RELAÇÃO AOS PLANOS DE PROJEÇÃO

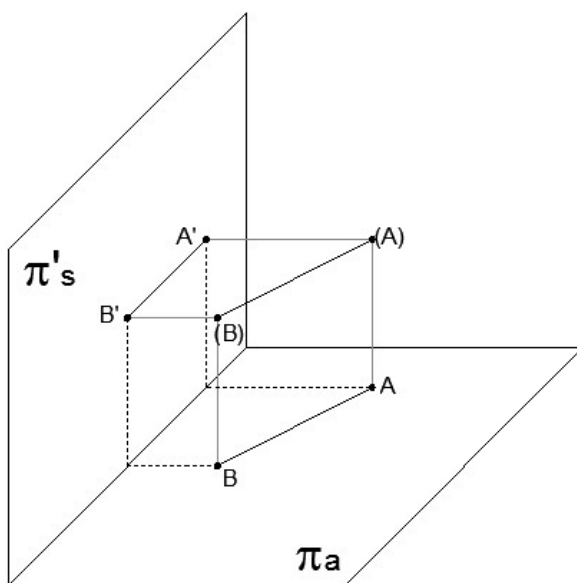
a) Reta Fronto-Horizontal (Horizontal de Frente)



Características:

- *
- *
- *

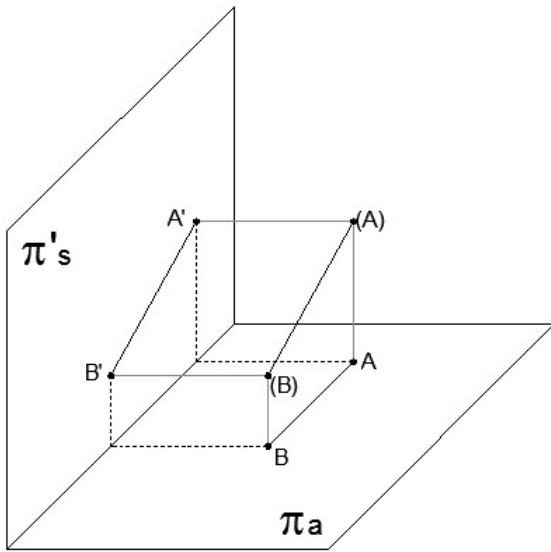
b) Reta Horizontal (ou de Nível)



Características:

- *
- *
- *

c) Reta Frontal (de frente)

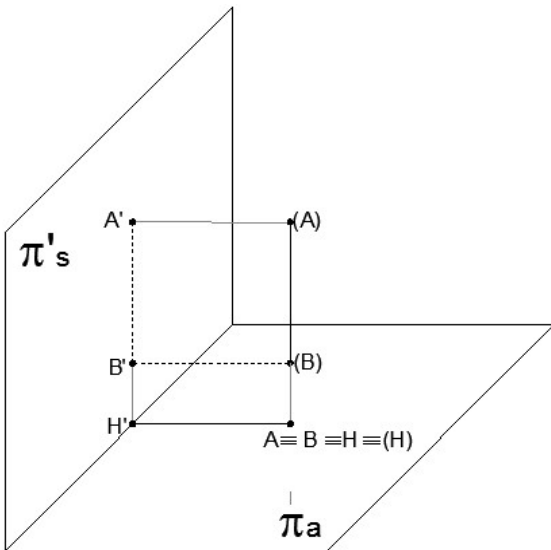


Características:

- *
- *
- *

2) QUANTO AO PERPENDICULARISMO EM RELAÇÃO AOS PLANOS DE PROJEÇÃO

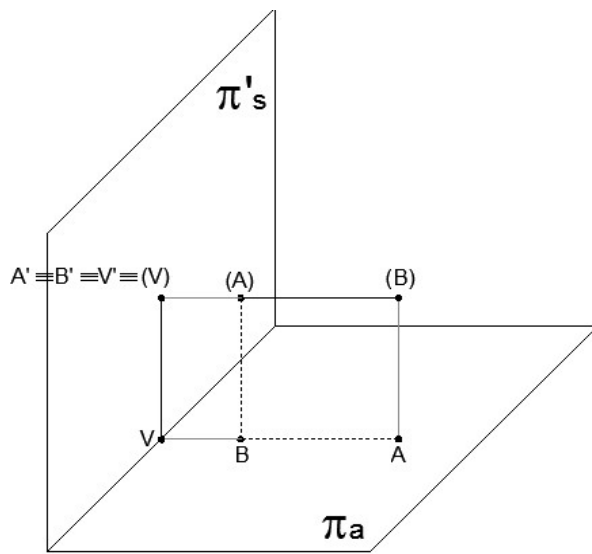
a) Reta Vertical



Características:

- *
- *
- *

b) Reta de Topo

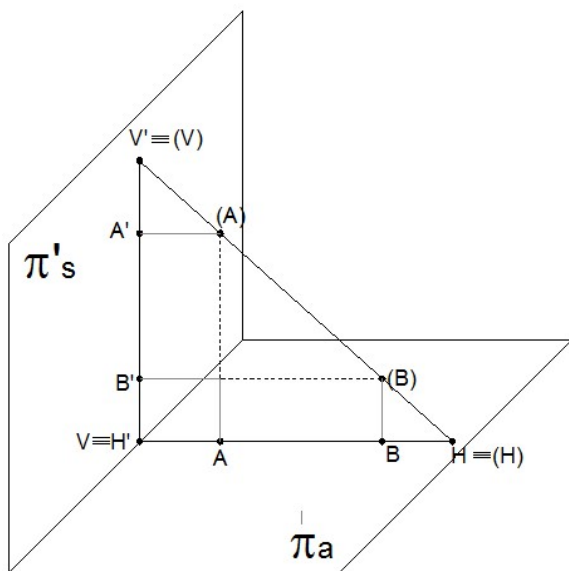


Características:

- *
- *
- *

3) RETAS INCLINADAS EM RELAÇÃO AOS DOIS PLANOS DE PROJEÇÃO

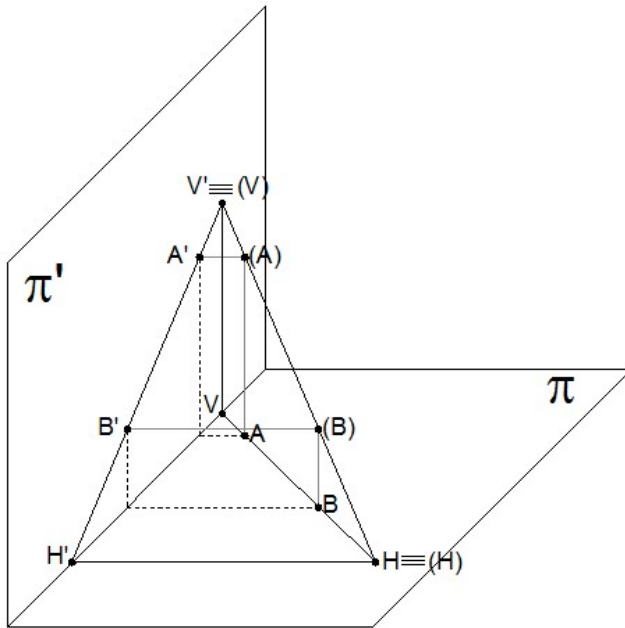
a) Reta de Perfil



Características:

- *
- *
- *

b) Reta Qualquer (ou Genérica)



Características:

- *
- *
- *

EXERCÍCIOS:

- 1) Traçar as épuras das retas (AB), (CD), (EF), (JK) e (MN):
 - a) Identificando-as;
 - b) Determinando seus traços;
 - c) Indicando os diedros por onde passam.

Coordenadas dos pontos:

| | | | | |
|---------------|-----------------|---------------|-------------------|-----------------|
| (A) [0; 2; 0] | (C) [1; 2; 1] | (E) [0; 0; 3] | (J) [-1; 3; -1] | (M) [0; -2; -1] |
| (B) [3; 2; 3] | (D) [3; 0,5; 3] | (F) [3; 1; 3] | (K) [2,5; -2; -1] | (N) [6; 2; 2,5] |

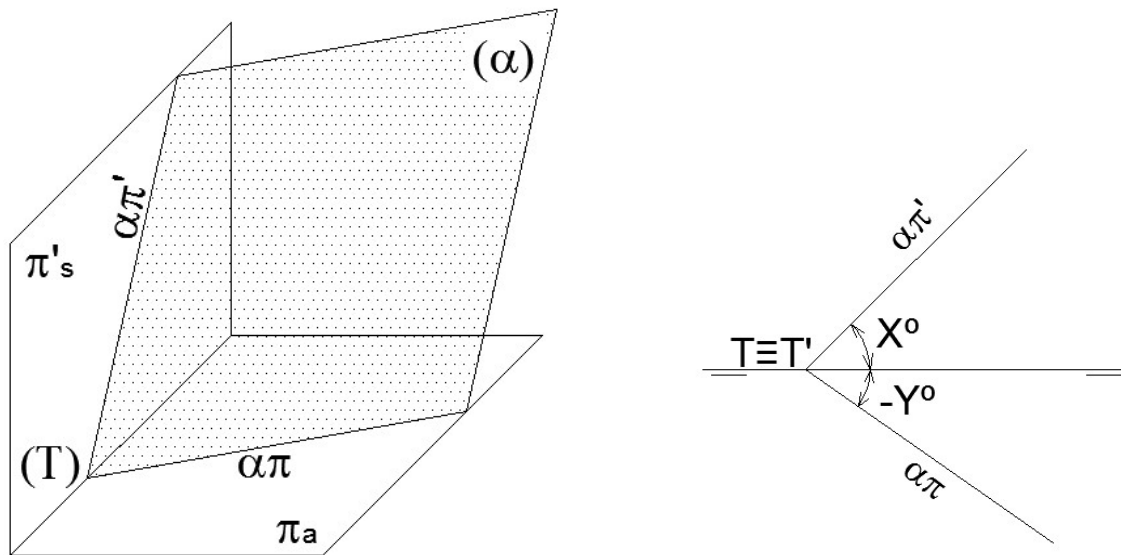
- 2) Representar em épura as seguintes retas:
 - a) Uma reta vertical, distante 2 cm do π' s e com um ponto no π p;
 - b) Uma reta qualquer (obliqua) com um ponto no π' s, distante 1,5 cm do π , e outro no π a, distate 2,5 cm do π' ;
 - c) Uma reta qualquer no 1º diedro, atravessando o 4º e o 3º diedros;
 - d) Uma reta Fronto-Horizontal, no 3º diedro, mais perto de π' do que de π .

3.5 – ESTUDO DO PLANO

Traços do Plano

Um plano, de modo geral, não é representado em écura pelas suas projeções, mas sim pelos seus “traços”. A expressão TRAÇO DE UM PLANO normalmente identifica a interseção deste plano com um dos planos de projeção. Logo, a interseção de um plano com o Plano Horizontal de Projeção é denominada TRAÇO HORIZONTAL DO PLANO e a interseção de um plano com o Plano Vertical de Projeção é denominada TRAÇO VERTICAL DO PLANO.

Um plano é sempre designado por uma letra grega minúscula, por exemplo, (α) . Assim, o TRAÇO HORIZONTAL DO PLANO recebe o nome de $(\alpha\pi)$, pois é a interseção de α com π e o TRAÇO VERTICAL DO PLANO recebe o nome de $(\alpha\pi')$.



A inclinação dos traços de um plano em relação à Linha de Terra é variável, dependendo da inclinação do plano em relação aos planos de projeção. Por convenção, adota-se o seguinte:

$\alpha\pi' = X^\circ$ (marcando-se os graus positivos, a partir da origem 0 para cima da LT)

$\alpha\pi = -X^\circ$ (marcando-se os graus positivos, a partir da origem 0 para baixo da LT)

Pertinência Ponto e Plano

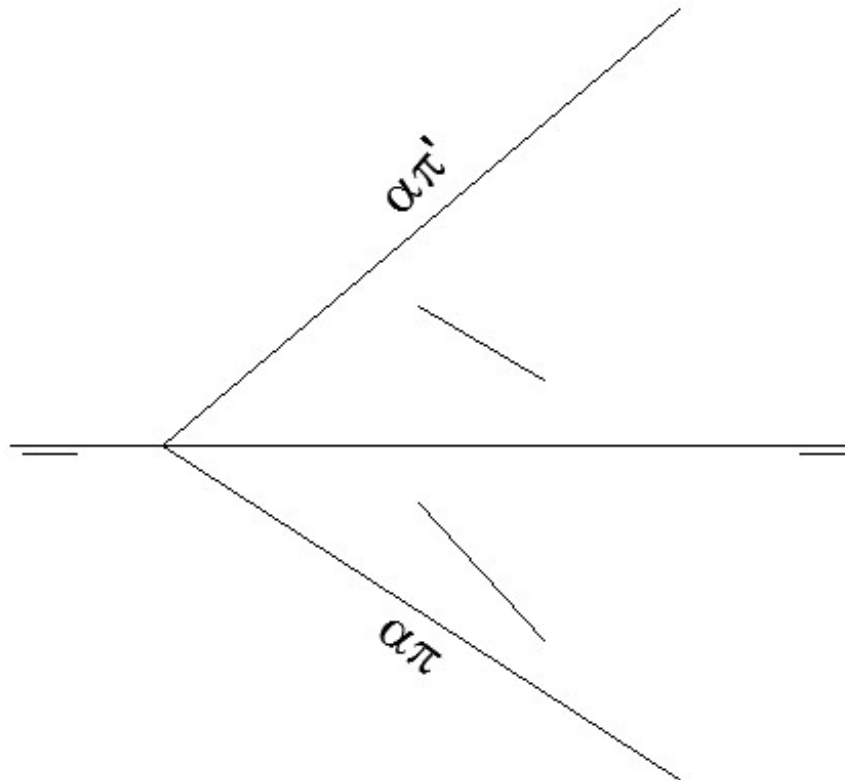
Regra Geral: um ponto pertence a um plano quando pertence a uma reta do plano.

Pertinência Reta e Plano

Regra Geral: uma reta pertence a um plano quando os traços da reta estão sobre os traços de mesmo nome do plano.

Obs: Retas que possuam apenas um traço, ou que não possuam traços são casos especiais que são estudados juntamente com as posições particulares do plano.

Denominam-se **RETAS NOTÁVEIS DE UM PLANO** às posições particulares de retas que puderem pertencer a este plano.



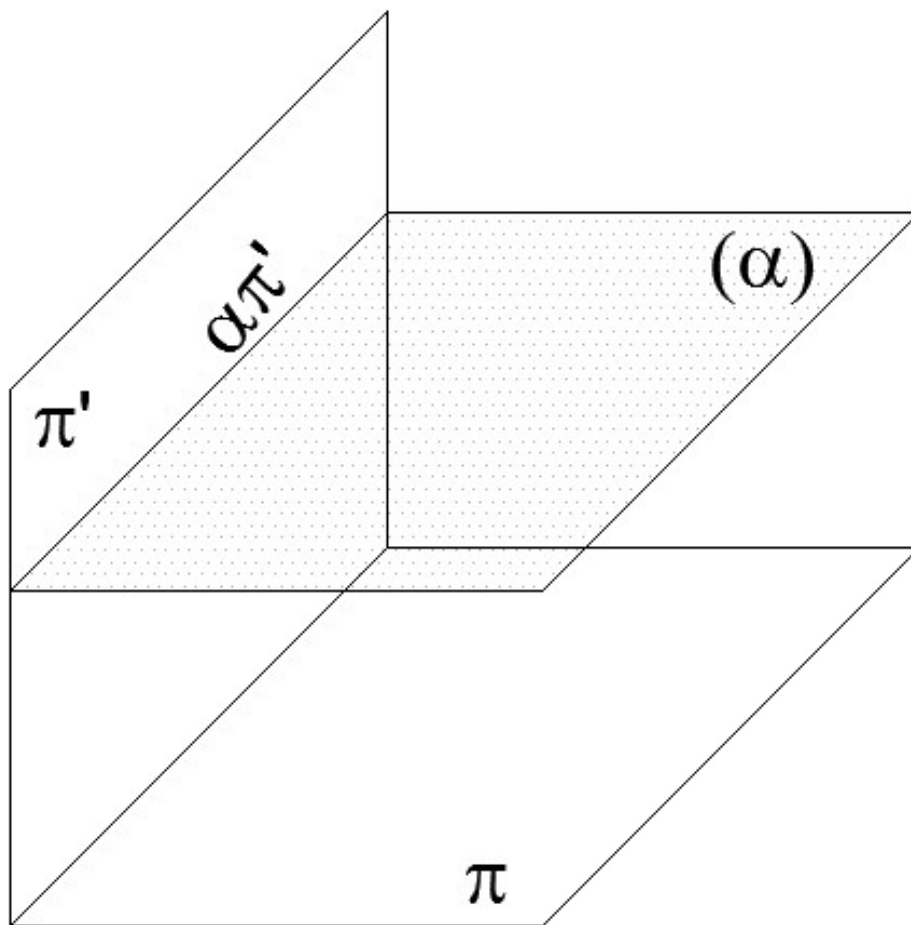
Posições Particulares do Plano

Da mesma maneira que as retas, os planos também recebem denominações diferentes de acordo com as posições que ocuparem em relação aos Planos de Projeção. Em cada posição, um plano poderá conter algumas retas específicas (retas notáveis).

- a) **PLANOS PROJETANTES:** São aqueles perpendiculares a pelo menos um dos Planos de Projeção.
 - Plano Horizontal (ou de Nível)
 - Plano Frontal
 - Plano Vertical
 - Plano de Topo
 - Plano de Perfil

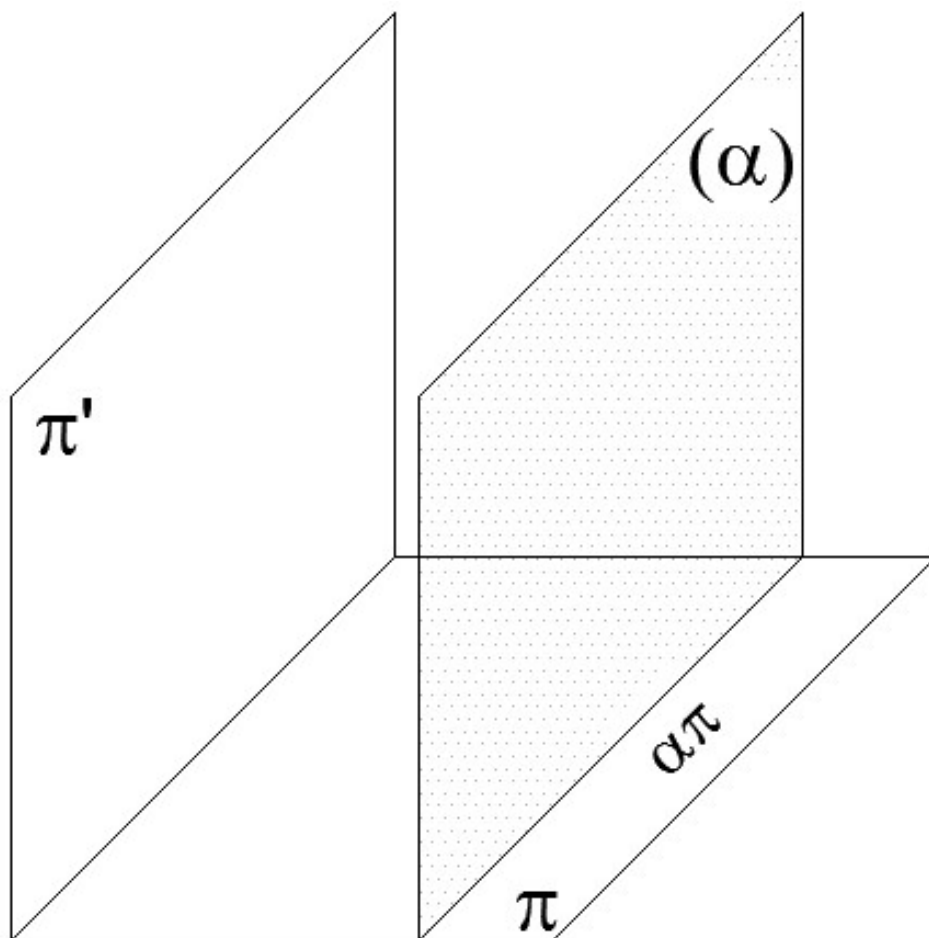
- b) **PLANOS NÃO PROJETANTES:** São aqueles planos inclinados em relação aos dois Planos de Projeção.
 - Plano Paralelo à Linha de Terra (ou Plano de Rampa)
 - Plano que Passa Pela Linha de Terra (Casos Particulares: planos Bissetores)
 - Plano Qualquer

1) PLANO HORIZONTAL



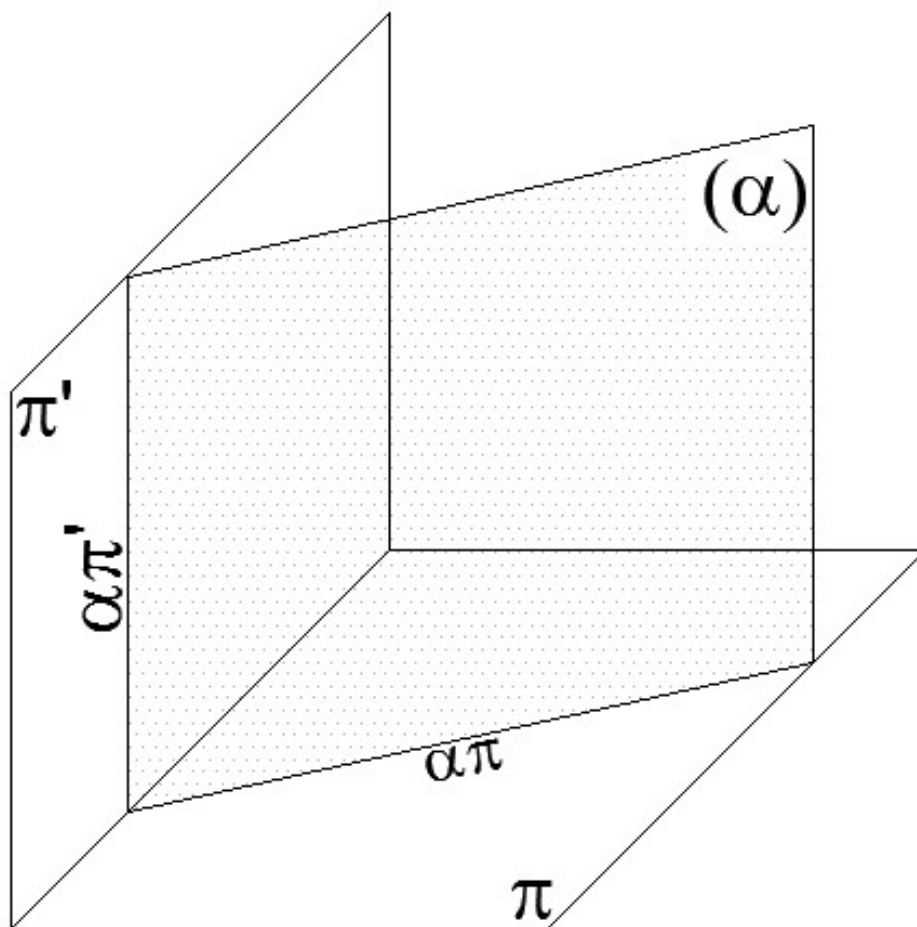
| | |
|---|---|
| <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none">••• | <p>Retas Notáveis:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> |
|---|---|

2) PLANO FRONTAL



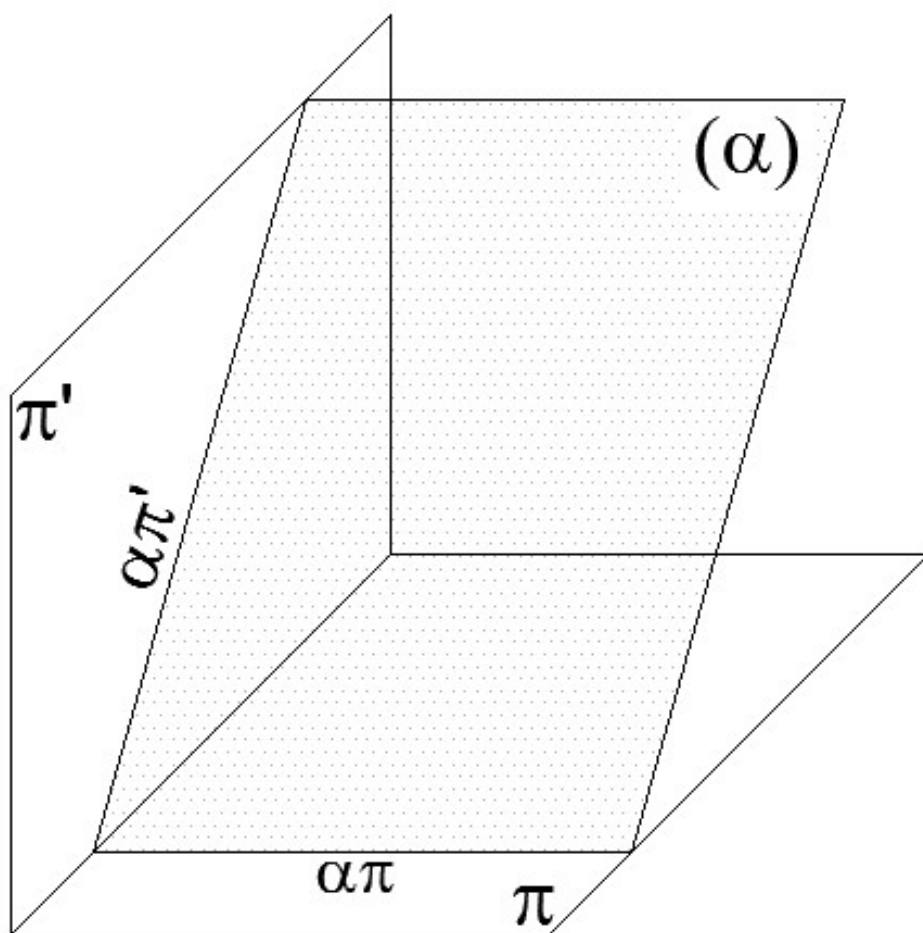
| | |
|---|---|
| <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none">••• | <p>Retas Notáveis:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> |
|---|---|

3) PLANO VERTICAL



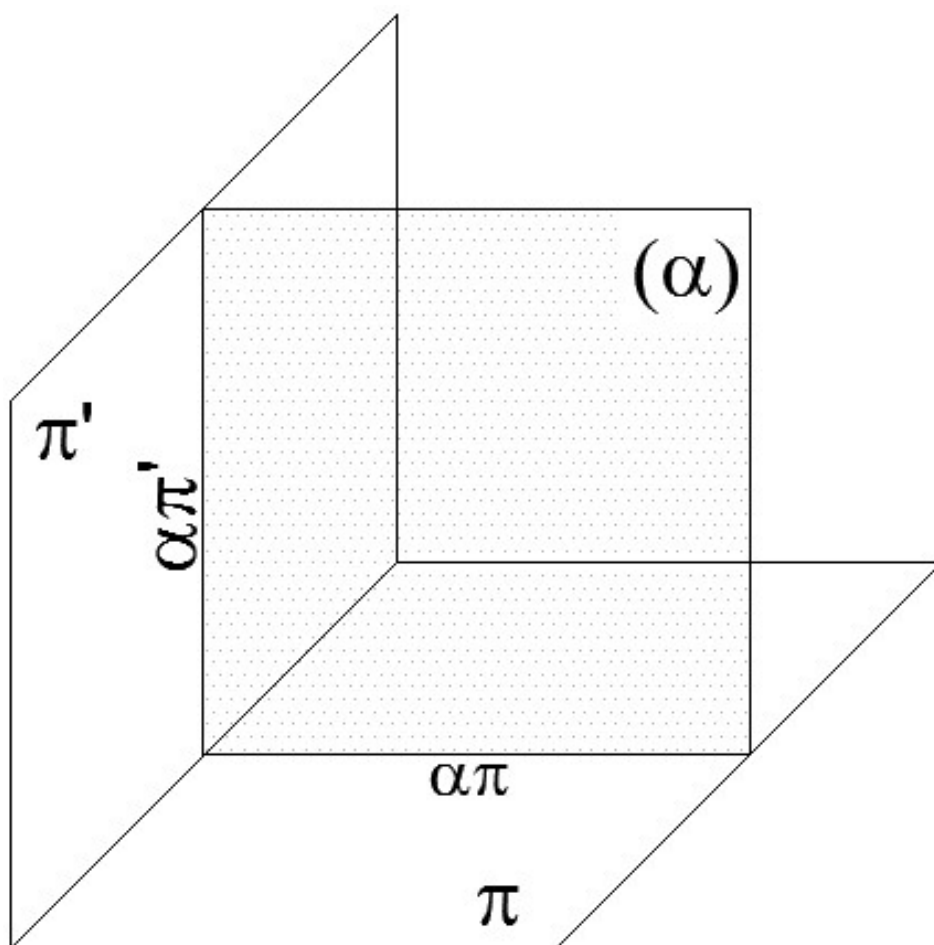
| | |
|---|---|
| <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • • • | <p>Retas Notáveis:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> |
|---|---|

4) PLANO DE TOPO



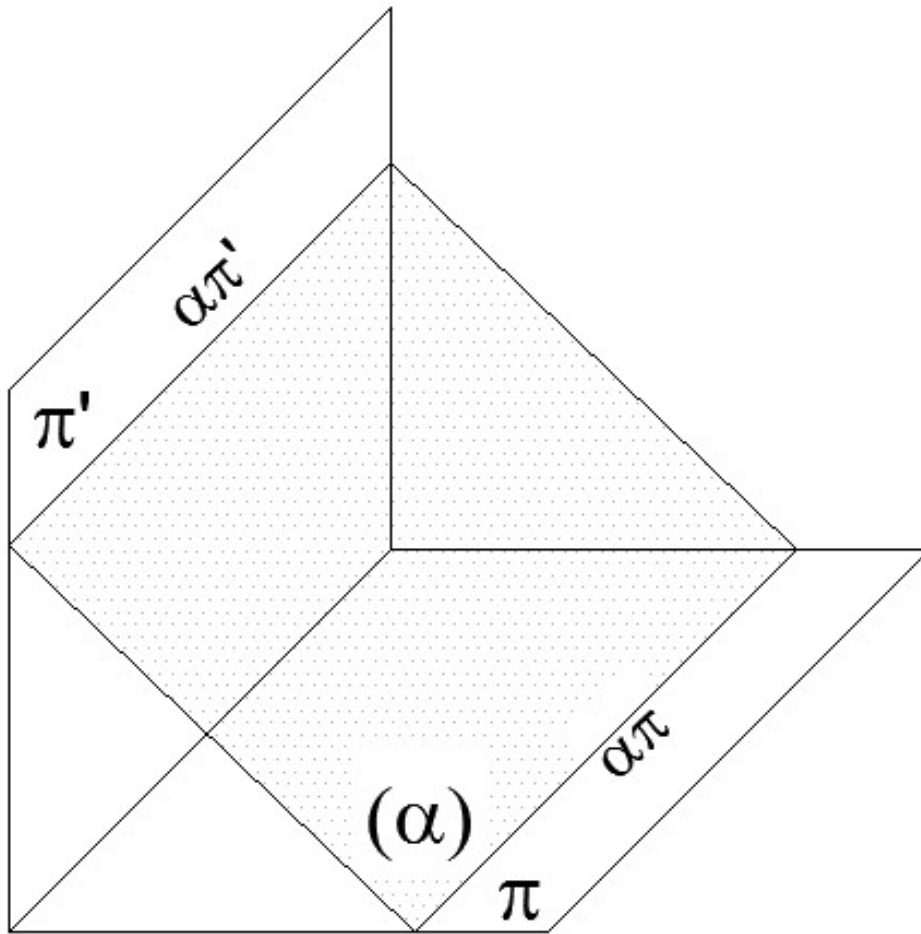
| | |
|---|---|
| <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • • • | <p>Retas Notáveis:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> |
|---|---|

5) PLANO DE PERFIL



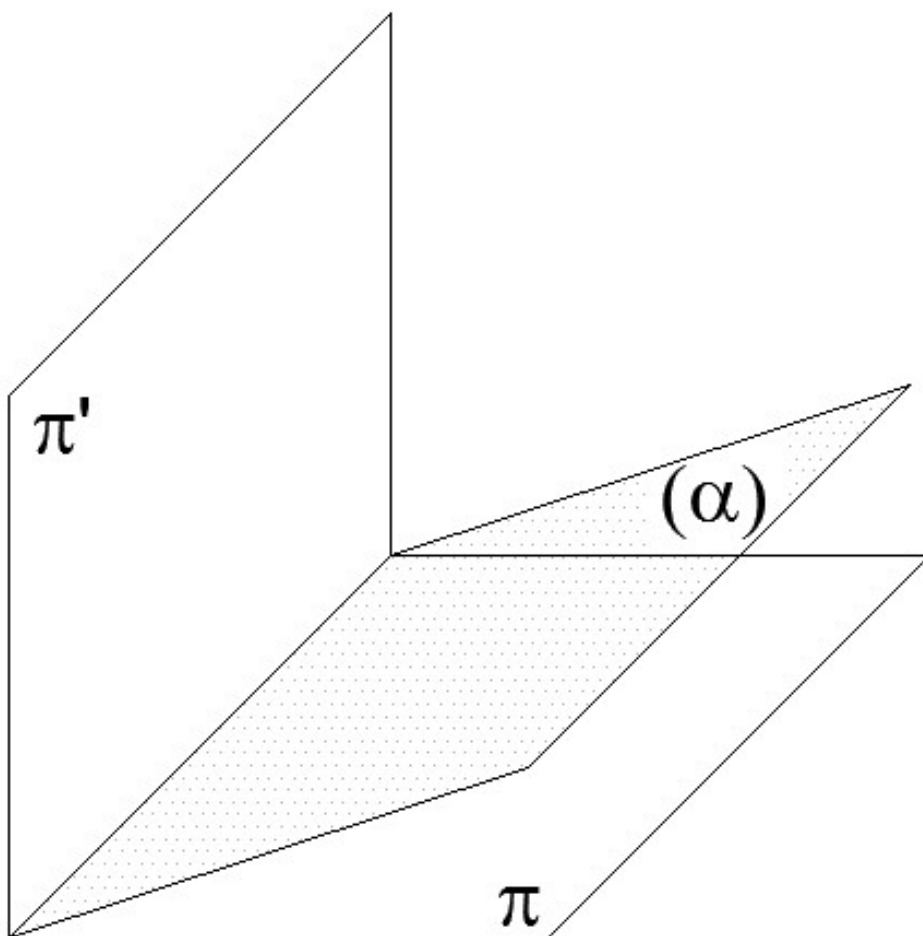
| | |
|---|---|
| <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • • • | <p>Retas Notáveis:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> |
|---|---|

6) PLANO PARALELO À LINHA DE TERRA



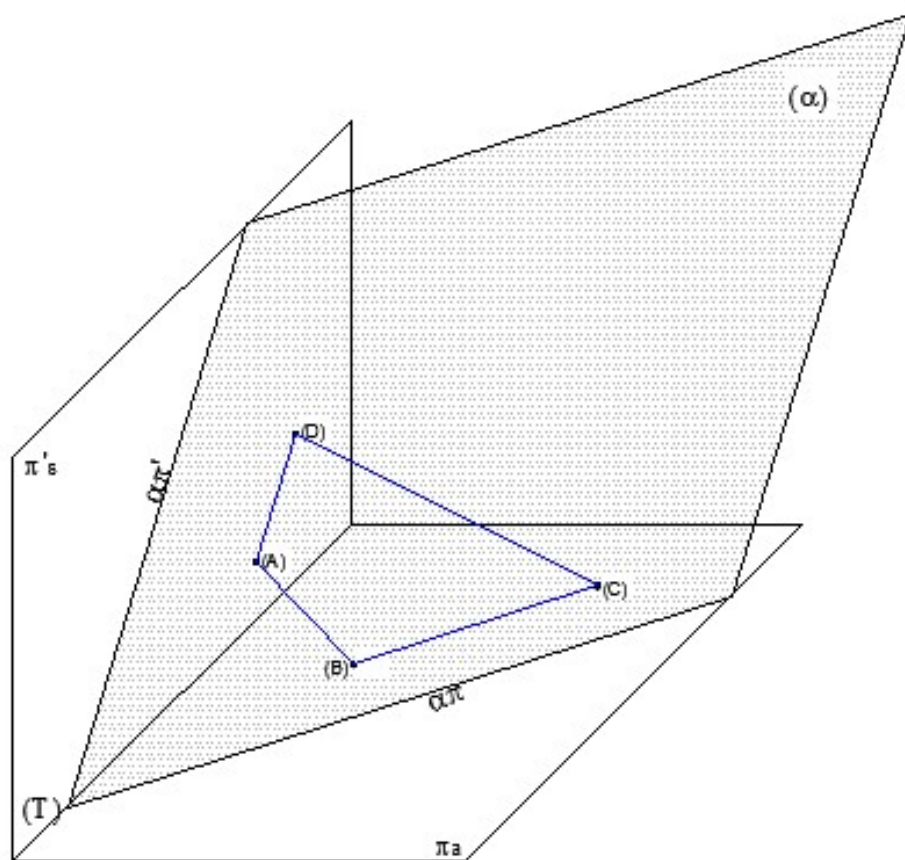
| | |
|---|---|
| <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • • • | <p>Retas Notáveis:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> |
|---|---|

7) PLANO QUE PASSA PELA LINHA DE TERRA



| | |
|---|---|
| <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none">••• | <p>Retas Notáveis:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> |
|---|---|

8) PLANO QUALQUER



| | |
|---|---|
| <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • • • | <p>Retas Notáveis:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> |
|---|---|

UNIDADE IV - REPRESENTAÇÕES NO SISTEMA BIDIMENSIONAL

Introdução

Para esclarecer todos os aspectos referentes à forma e dimensões de peças, de máquinas e estruturas, utilizam-se um método de representação chamado de projetivo. Nesta forma de expressão gráfica usam-se duas maneiras fundamentais de representação da forma:

Vistas Ortogonais: consiste em um conjunto de vistas separadas, de um objeto, tomadas de diferentes posições, geralmente em ângulo reto entre si e dispostas em relação umas com as outras, de um modo definido. Cada vista mostra a forma do objeto de uma direção particular e o conjunto das vistas descreve o objeto na sua totalidade.

Perspectivas: onde o objeto é representado no sentido de profundidade e projetado em um único plano.

Para descrever a forma exata de qualquer objeto, as vistas ortogonais são empregadas na maioria dos trabalhos de engenharia.

4.1 - SISTEMA UNIVERSAL DE PROJEÇÃO S.U.P. - (alemão)

Introdução

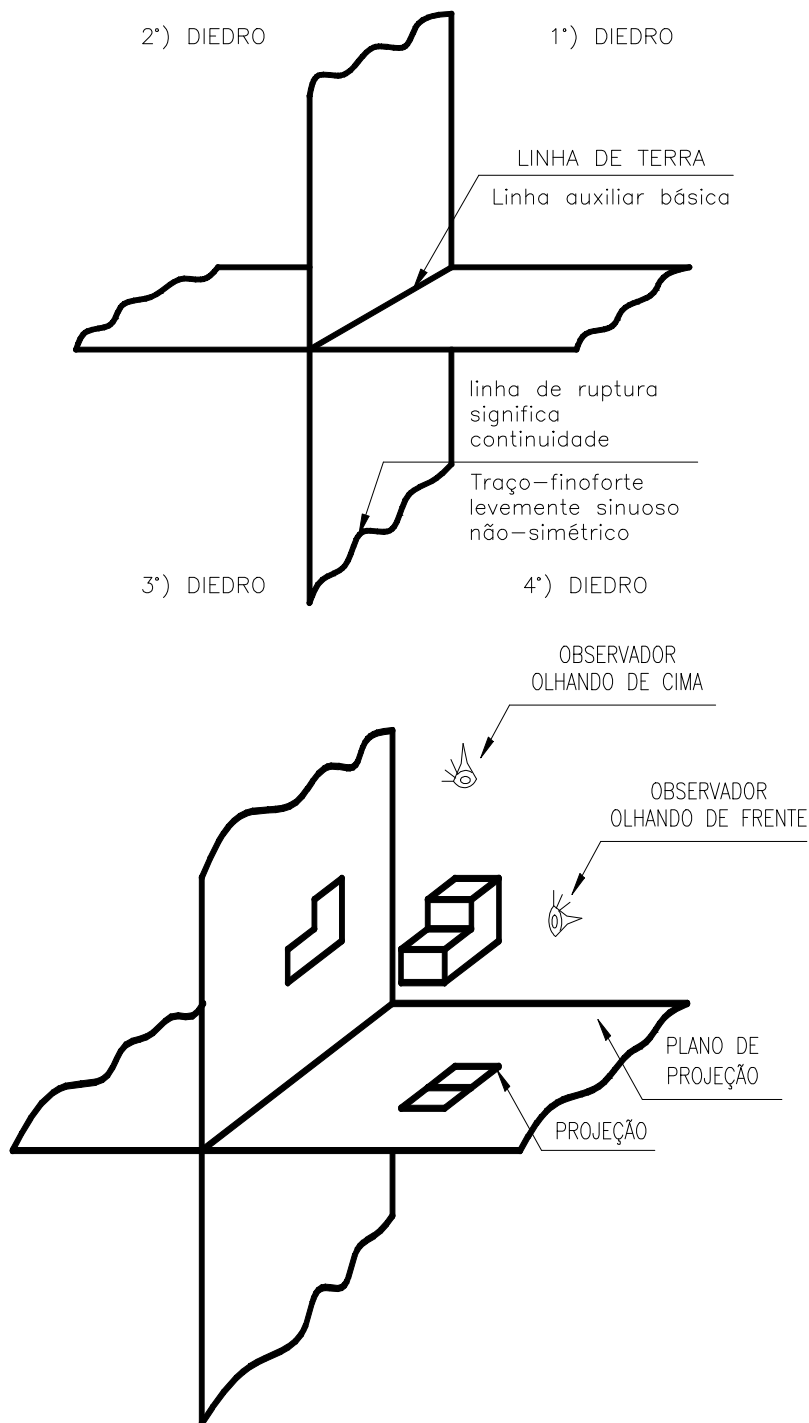
A representação geométrica bidimensional (sistema universal de projeções - de origem alemã), norma: NBR 10.067, tem o objetivo de fixar esta representação gráfica (desenho), bem como, estabelecer terminologia, simbologia e padrões técnicos específicos.

O S.U.P. é o sistema adotado na Europa e na maioria dos países ligados à Organização do Sistema Internacional, inclusive no Brasil. Para fins de entendimento e comparação, o S.U.P. tem as seguintes características:

Características do sistema

- se desenvolve no 1º diedro;
- os semi-plano de projeção são opacos;
- a ordem de observação é observador / objeto / semi-plano.

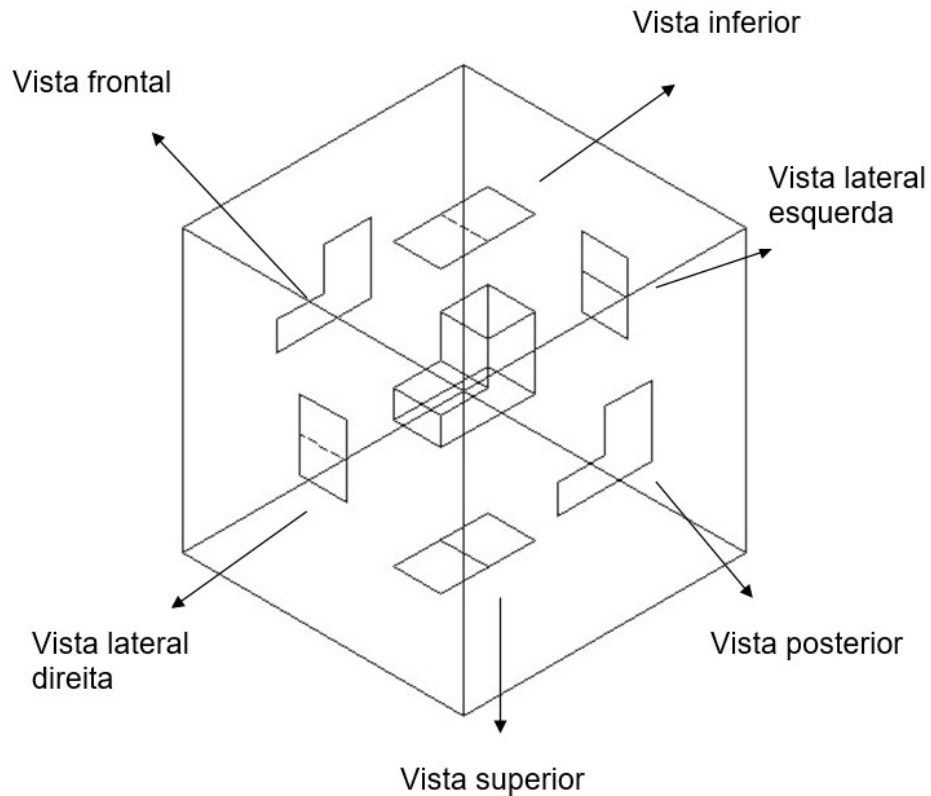
Nota: diedro é o espaço compreendido entre o semi-plano de projeção horizontal e o semi-plano de projeção vertical.



Demonstração tridimensional do sistema

Principais planos de projeções: plano vertical e plano horizontal. Os planos de projeções em relação a sua natureza são classificados em planos opacos, planos transparentes e planos translúcidos.

Esquema gráfico



Definições

Linha de terra (L.t.): é uma linha auxiliar básica, tendo origem na interseção (cruzamento) dos principais planos de projeções. A maior parte das representações gráficas (desenhos) começam a ser desenvolvidas por ela.

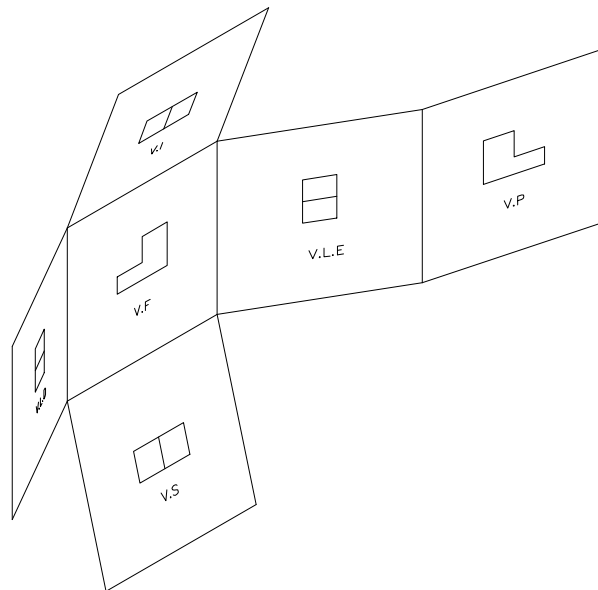
Diedro: é o espaço limitado por dois semi-planos, um vertical e outro horizontal.

Semi-plano: é considerada a metade de um plano de projeção, principal ou auxiliar. Superfície plana, onde ficarão as representações gráficas (desenhos), formatos de papel.

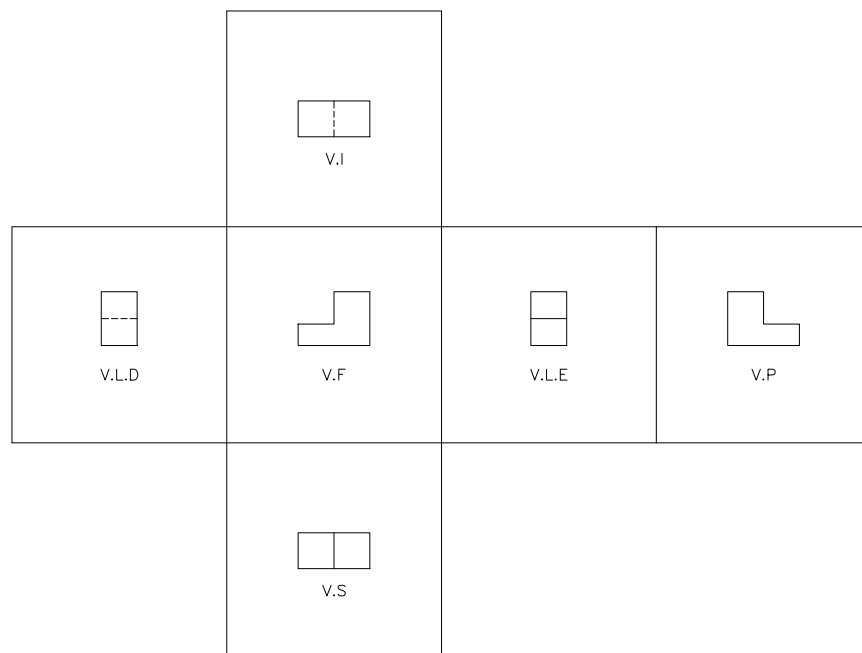
Critérios para a escolha da vista frontal (vista principal)

- 1º) A vista frontal é aquela que melhor caracteriza a forma externa do objeto.
- 2º) A vista frontal deve possuir, sempre que possível, a maior dimensão do objeto, tradicionalmente o comprimento.

Demonstração bidimensional do sistema - Planificação



Representação em é pura ou planificação: É o rebatimento dos diversos semi-planos de projeções em um só plano (superfície única).



Onde:

- V.F – Vista Frontal;
- V.S – Vista Superior;
- V.L.E – Vista Lateral Esquerda;
- V.L.D – Vista Lateral Direita;
- V.I – Vista Inferior;
- V.P – Vista Posterior.

Definições dos padrões técnicos

Vistas ou projeções ortogonais: vistas, também chamadas de projeções, serão ortogonais quando forem o conjunto de duas ou mais representações gráficas (desenhos) de um objeto na forma bidimensional, isto é, em cada representação aparecem duas das três dimensões totais (comprimento, largura e altura).

Distância entre vistas (projeções): é a distância (espaço) entre duas ou mais vistas/projeções. A distância entre vistas/projeções tem a finalidade de permitir a interpretação do objeto, bem como, propiciar seu dimensionamento. A norma estabelece apenas o valor mínimo para esta dimensão (15 mm), porém, o valor escolhido deverá ser igual em todas as distâncias entre vistas/projeções da mesma representação.

Observação: Esta dimensão é escolhida aleatoriamente, não tem que obedecer a escala, mas sim a sensibilidade do profissional.

Escolha das vistas mais convenientes

A representação de apenas três vistas é suficiente em grande número de casos. No entanto, na definição de objetos ou conjuntos relativamente complexos é muitas vezes necessário mais do que três vistas, até o máximo de seis.

Alguns objetos podem ser definidos apenas por duas vistas. É o caso, por exemplo, de peças com eixo ou com um plano de simetria.

Com uma só vista, nenhum objeto pode ser completamente definido, a menos que se recorra a certos sinais que dão informações complementares sobre a forma da peça.

UNIDADE V - REPRESENTAÇÕES NO SISTEMA TRIDIMENSIONAL

5.1 – PERSPECTIVAS (INTRODUÇÃO / DEFINIÇÃO)

Introdução

A norma NBR 17.006 tem o objetivo de fixar esta forma de representação gráfica (desenho), bem como, estabelecer terminologia, simbologia e padrões técnicos específicos.

Perspectiva é a representação gráfica (desenho) de um objeto na forma tridimensional, isto é, em uma única representação, aparecem as três dimensões totais (comprimento, largura e altura).

Classificação

Conforme a posição da projeção do objeto no plano, as perspectivas classificam-se em:

- perspectiva isométrica.
- perspectiva dimétrica.
- perspectiva oblíqua.

Objetivos

Os desenhos em perspectiva são utilizados para facilitar a interpretação da forma do objeto, pois sua representação assemelha-se muito com a visão humana.

Além da representação de peças isoladas, as perspectivas são amplamente utilizadas em desenhos de montagem ou explosão, de máquinas e equipamentos, com o objetivo de auxiliar na compreensão de seu funcionamento e facilitar os trabalhos de manutenção.

Embora a NBR 17006 trate de diferentes tipos de perspectiva, vamos abordar os tipos principais utilizados na representação de projetos na engenharia civil: perspectiva isométrica e perspectiva oblíqua.

5.2 - PERSPECTIVA ISOMÉTRICA

Introdução

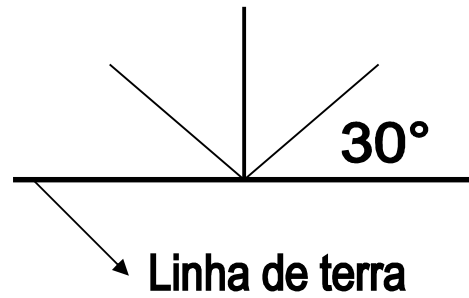
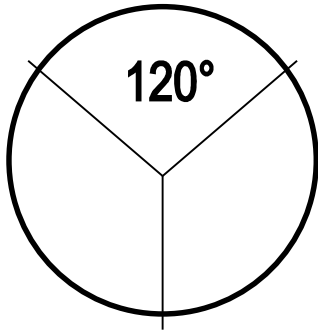
A perspectiva isométrica é aplicada tanto para representar a forma de peças individuais, como para representação de desenhos de montagem em virtude da pequena distorção visual que apresenta. Para a execução da perspectiva isométrica, todas as faces estão inclinadas igualmente em relação ao plano de projeção, definindo ângulos iguais de representação.

A palavra “isométrica” é de origem grega, formada por um prefixo e um sufixo, oriundos do latim.

Ângulos

120° em relação a divisão da circunferência

30° em relação a linha de terra (L.t.)



Posição do observador (em relação ao objeto)

Vista de cima

Vista de baixo

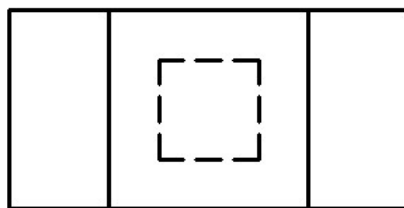
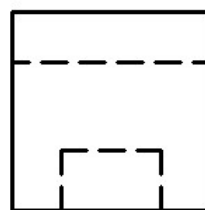
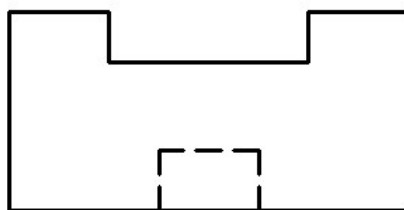
Posição da vista frontal (em relação aos eixos isométricos)

À direita

À esquerda

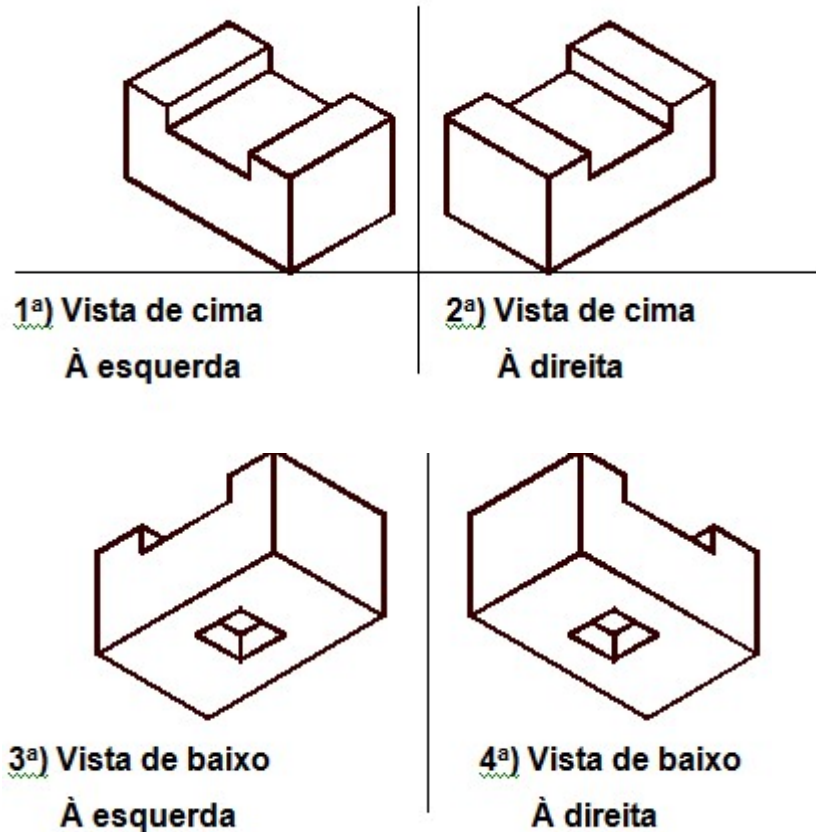
Demonstração prática

Elemento de máquina - peça (vistas ortogonais)



Desenvolvimento

Possibilidades



5.4 - ELEMENTOS CIRCULARES E ARESTAS ARREDONDADAS NA PERSPECTIVA ISOMÉTRICA

Introdução

Os elementos circulares e as arestas arredondadas na perspectiva isométrica se transformam em elipses, construídas a partir de um cubo, cujo lado corresponde ao diâmetro desejado, com o traçado das linhas de centro e das medianas, conforme veremos ao longo do desenvolvimento deste tema.

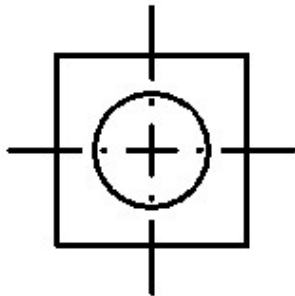
Linha de centro

A linha de centro, também chamada de eixo de simetria, tem a finalidade de marcar (com precisão) o centro dos elementos circulares e das arestas arredondadas existentes no objeto, bem como, possibilitar e facilitar as indicações de suas coordenadas (posições do centro em relação a alguma aresta do objeto). A linha de centro, embora seja sempre igual, é classificada de acordo com sua posição: linhas de centro da face e linha de centro de profundidade.

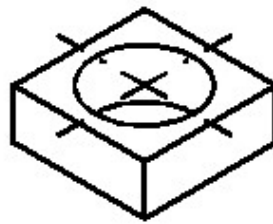
A linha de centro é uma linha fina, forte e interrompida da seguinte forma: traço, espaço, ponto, espaço e traço, assim sucessivamente. A linha de centro tem que iniciar com traço e terminar com traço, bem como, nos centros dos elementos circulares e arestas arredondadas, tem que ficar o cruzamento de dois traços (em forma de cruz).

Exemplos - Linha de centro

-Linhas de centro de face

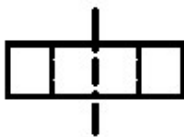


Em vista

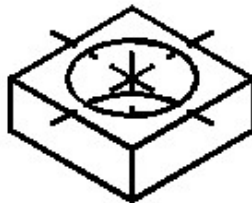


Em perspectiva

-Linhas de centro de profundidade



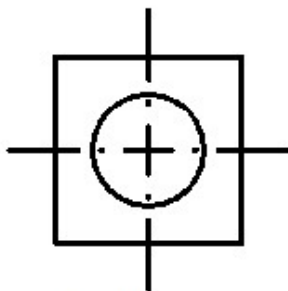
Em vista



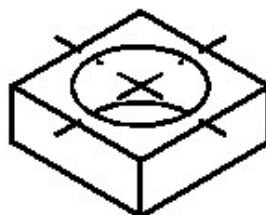
Em perspectiva

Aplicações obrigatórias da linha de centro

- Circunferências completas

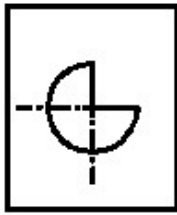


Em vista

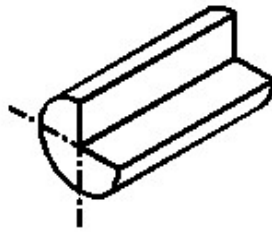


Em perspectiva

- Três quartos (3/4) de circunferência

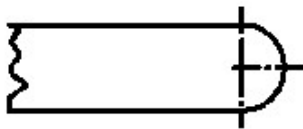


Em vista



Em perspectiva

- Meia (1/2) circunferência



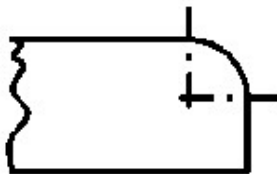
Em vista



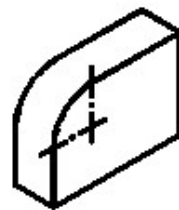
Em perspectiva

- Um quarto (1/4) de circunferência

Obrigatório, quando o centro estiver sobre o elemento de máquina

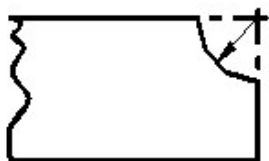


Em vista

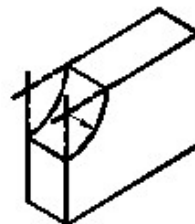


Em perspectiva

Quando o centro estiver localizado fora do elemento de máquina, coloca-se linha de centro somente quando for cotar.



*Em vista
Com cotação*

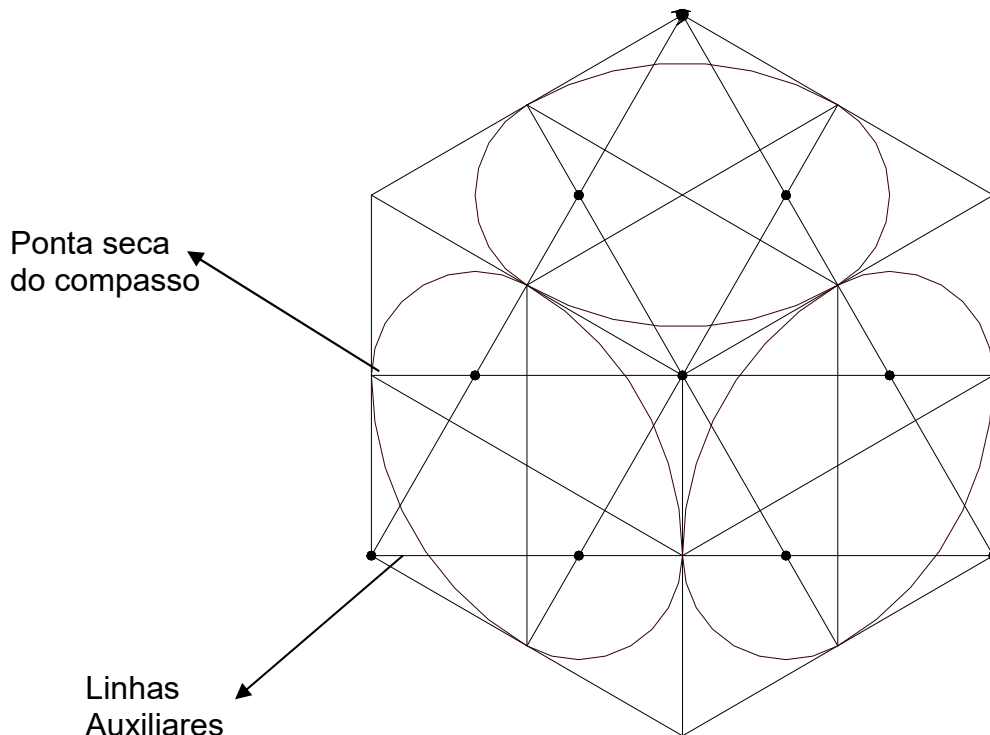


*Em perspectiva
Com cotação*

Observação: Em superfícies cilíndricas será usada a linha de centro somente em vistas.

Cubo orientador

Utiliza-se o cubo orientador para desenhar elementos circulares e arestas arredondadas em perspectiva isométrica, onde estas circunferências ficam com o formato de elipses.



5.2 - PERSPECTIVA OBLIQUA

Introdução

Na perspectiva oblíqua o objeto é posicionado com uma das faces paralela ao plano de projeção, sendo as outras duas faces oblíquas a este plano, segundo determinado ângulo. A perspectiva oblíqua é utilizada na representação de peças individuais, normalmente na forma de esboço a mão-livre devido à facilidade e relativa rapidez de execução; por outro lado, não são utilizadas em desenhos de montagem devido a sua distorção visual acentuada.

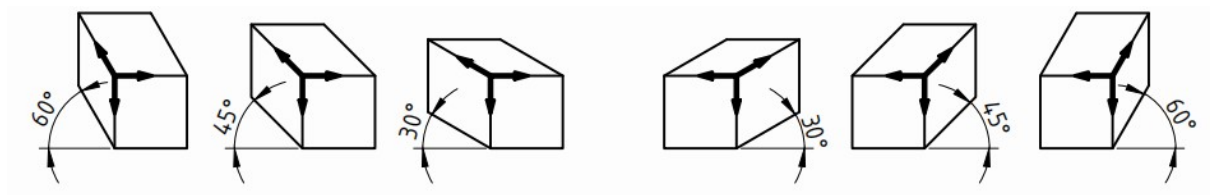
Características

Ângulos utilizados: -30° , 45° , 60°

Posição do observador: - vista de cima
- vista de baixo

Direção da inclinação: - à direita
- à esquerda

Reduções de profundidade: - ângulo de 30° menos 1/3. prof.
- ângulo de 45° menos 1/2. prof.
- ângulo de 60° menos 2/3. prof.



BIBLIOGRAFIA

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 16752**: Desenho técnico — Requisitos para apresentação em folhas de desenho. Rio de Janeiro: 2020.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 16861**: Desenho técnico — Requisitos para representação de linhas e escrita. Rio de Janeiro: 2020.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 17006**: Desenho técnico — Requisitos para representação dos métodos de projeção. Rio de Janeiro: 2021.

COSTA, Paulo Roberto Rodrigues da – Apostila de desenho técnico. Curso técnico de manutenção industrial eletromecânica. CEFET – RS. Pelotas. 2007. 68p.

GÓES, Anderson Roges Teixeira. Introdução à expressão gráfica: tópicos de desenho geométrico e de geometria descritiva. 1. ed. Curitiba: Intersaberes, 2020.

RIBEIRO, A.C.; PERES, M.P.; IZIDORO, N. Desenho técnico e AutoCAD. São Paulo: Pearson, 2013.