

PROJETO E MANUFATURA ASSISTIDOS POR COMPUTADOR 27260 A

- Boas vindas/Apresentação da Professora
- Apresentação da Disciplina
- Desenho Técnico
- Exercícios

Apresentação da Professora

- Bacharelado – Engenharia da Computação
- Mestre – EESC – USP
(Engenharia Mecatrônica – Sistemas Inteligentes e Robótica)
- Doutorado – EESC – USP
(Engenharia Mecatrônica - Sistemas Inteligentes e Robótica)
- Pós-doutorado – ICMC – USP
(Sistemas de Computação - UAVs)

Áreas de Atuação

- Sistemas Inteligentes
- Planejamento de Rotas
- Robótica
- Automação

- PRINCÍPIOS E CONCEITOS BÁSICOS DE CAD2
- ASPECTOS DE PROJETO ASSISTIDO POR COMPUTADOR: MODELOS, REPRESENTAÇÕES, METODOLOGIAS, FERRAMENTAS
- BANCO DE DADOS PARA CAD, INTERAÇÃO HOMEM-MÁQUINA, HARDWARE DE APOIO
- APLICAÇÕES DE CAD
- CONCEITOS E FUNDAMENTOS DE MANUFATURA INTEGRADA POR COMPUTADOR (CAM)
- MODELOS, REPRESENTAÇÕES, FERRAMENTAS, EQUIPAMENTOS DE APOIO PARA CAM

- **Organização**

- Aulas teóricas :
 - Terça-feira: 14:00 às 18:00 hs
 - DEMEC
- Aulas de Práticas - Exercícios
- Trabalhos

- **Avaliação**

- 2 Provas Práticas

- **Atendimento**

- Plantão de dúvidas
- Quarta-feira
 - 14:30 hs às 15:00 hs

Critérios de Avaliação

O processo de avaliação será composto de 2 provas teóricas individuais, 1 seminário/projeto em grupos, e atividades avaliativas realizadas em sala de aula.

Para o cálculo da média, serão considerados os seguintes valores:

$$\text{Média das provas} * 0.75 + \text{Média trabalhos} * 0.15 + \text{Média atividades} * 0.1$$

Serão aprovados os alunos que obtiverem média ≥ 6.0 e frequência $\geq 75\%$.

Recuperação

- Avaliação complementar (SAC)
 - Aplica-se quando houver reprovação com a média final maior ou igual a 5 e menor que 6.
 - Única e com conteúdo completo
 - Se a média entre MF e a SAC for igual ou superior a 6, haverá aprovação com média 6.

Frequência

- Frequência mínima: 75%
- Chamada será realizada em média 20 minutos após o início da aula.
- A priori o aluno com frequência inferior a 75% será reprovado e sem direito a realizar SAC, porém serão estudados caso a caso no final do semestre.

Objetivo

Desenvolver a capacidade de ler e executar desenhos técnicos, com ênfase no desenvolvimento da visualização espacial baseado em conceitos de geometria descritiva.

Proporcionar conhecimentos práticos sobre normas técnicas e suas representações, com ênfase em desenho técnico mecânico.

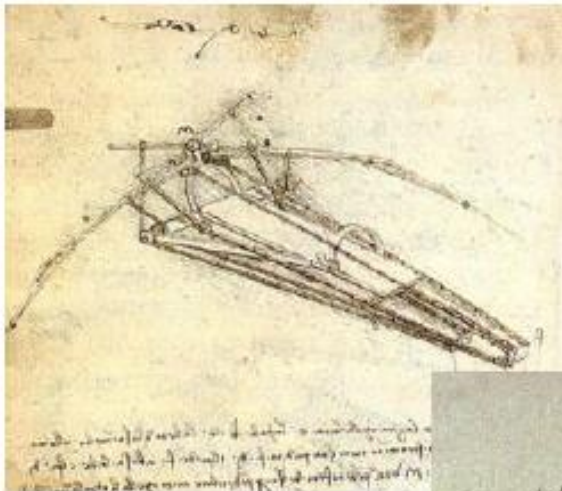
O que é NX?

Produzido na Alemanha pela Siemens em 1973, o *NX Unigraphics*, ou *NX*, faz-se presente de maneira ampla no mercado industrial brasileiro com muita influência nas empresas que trabalham com “Pesquisa & Desenvolvimento”.

Esse *software* de engenharia permite um amplo trabalho no que tange todo o processo de desenvolvimento de um projeto, abrangendo, com alta tecnologia, do início ao final do processo com ferramentas eficientes de CAD, CAE (Nastran) e CAM.

Desenho Técnico

CRIAÇÃO – LEONARDO DA VINCI (1452-1519)



Máquina de Voar, (1488)



Um arsenal

Desenho Técnico

CRIAÇÃO E REGISTRO

LEONARDO DA VINCI (1452-1519)



Leonardo da Vinci – estudo da construção e controle de uma asa - 1490



Fortulan (2005)

Definição

Desenho Técnico é a linguagem técnica e gráfica empregada para expressar e documentar formas, dimensões, acabamento, tolerância, montagem, materiais e demais características de peças e produtos. É a única linguagem gráfica formal para representação de produtos de Engenharia.

Como linguagem técnica deve obedecer a regras e normas internacionais e regionais. Para isto utiliza-se de um conjunto constituído por linhas, números, símbolos e representações.

Definição

O desenho pode ser entendido como uma ferramenta de criação e um processo de transferência de informação, através dele registram-se ideias, propostas de projetos, planos e então se compartilha e transfere-se para outras pessoas.

No sistema CAD este desenho pode ser impresso em diversas vistas, em um ambiente específico, em movimento e também serve de interface para o CAE e o CAM.

Desenho Técnico

CAD - *Computer Aided Design* (desenho auxiliado por computador) são programas utilizados pela engenharia, geologia, arquitetura, design, para facilitar o projeto e desenho técnicos.

CAE - *Computer Aided Engineering* (engenharia auxiliada por computador) sistema para cálculos de engenharia em projetos elaborados via CAD. É importante registrar as vantagens de utilizar-se sistemas CAE, pois o tempo e o custo utilizado na realização de um projeto e seus cálculos serão menores, além de toda e qualquer alteração pode ser feitas rapidamente no modelo CAD.

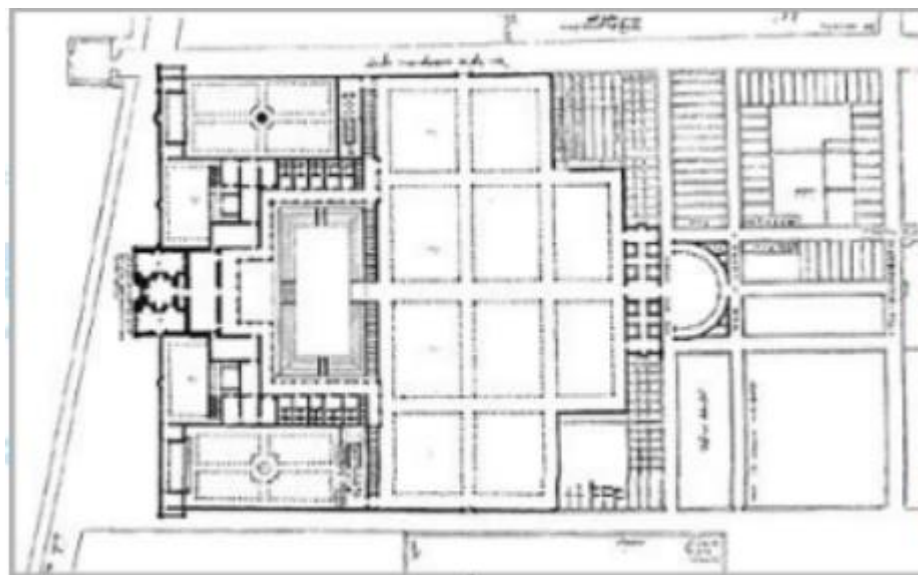
Desenho Técnico

CAM - *Computer Aided Manufacturing* (Fabricação Assistida por Computador) são programas utilizados para fabricação das peças desenhadas em CAD. A tecnologia CAD/CAM corresponde à integração das técnicas CAD e CAM num sistema. Sendo assim, pode-se projetar um componente qualquer na tela do computador e transmitir as informações entre o computador e uma máquina CNC (máquinas controladas numericamente).

A representação de objetos tridimensionais em superfícies bidimensionais evoluiu gradualmente através dos tempos...

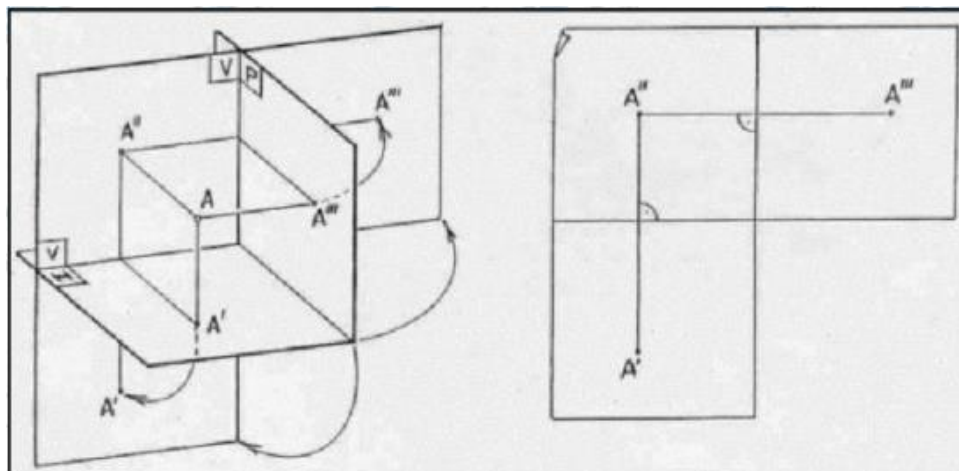
- 1490 - Giuliano de Sangalo que fez uso de planta e elevação.

Álbum de desenhos na
Livraria do Vaticano.



Século XVIII - Gaspar Monge, matemático francês, para facilitar as construções de fortificações, criou, utilizando projeções ortogonais, um sistema com correspondência biunívoca entre os elementos do plano e do espaço.

- 1795 – *Geometrie Descriptive*



Desenho Técnico

Geometria projetiva + Geometria descritiva



Linguagem visual de caráter universal



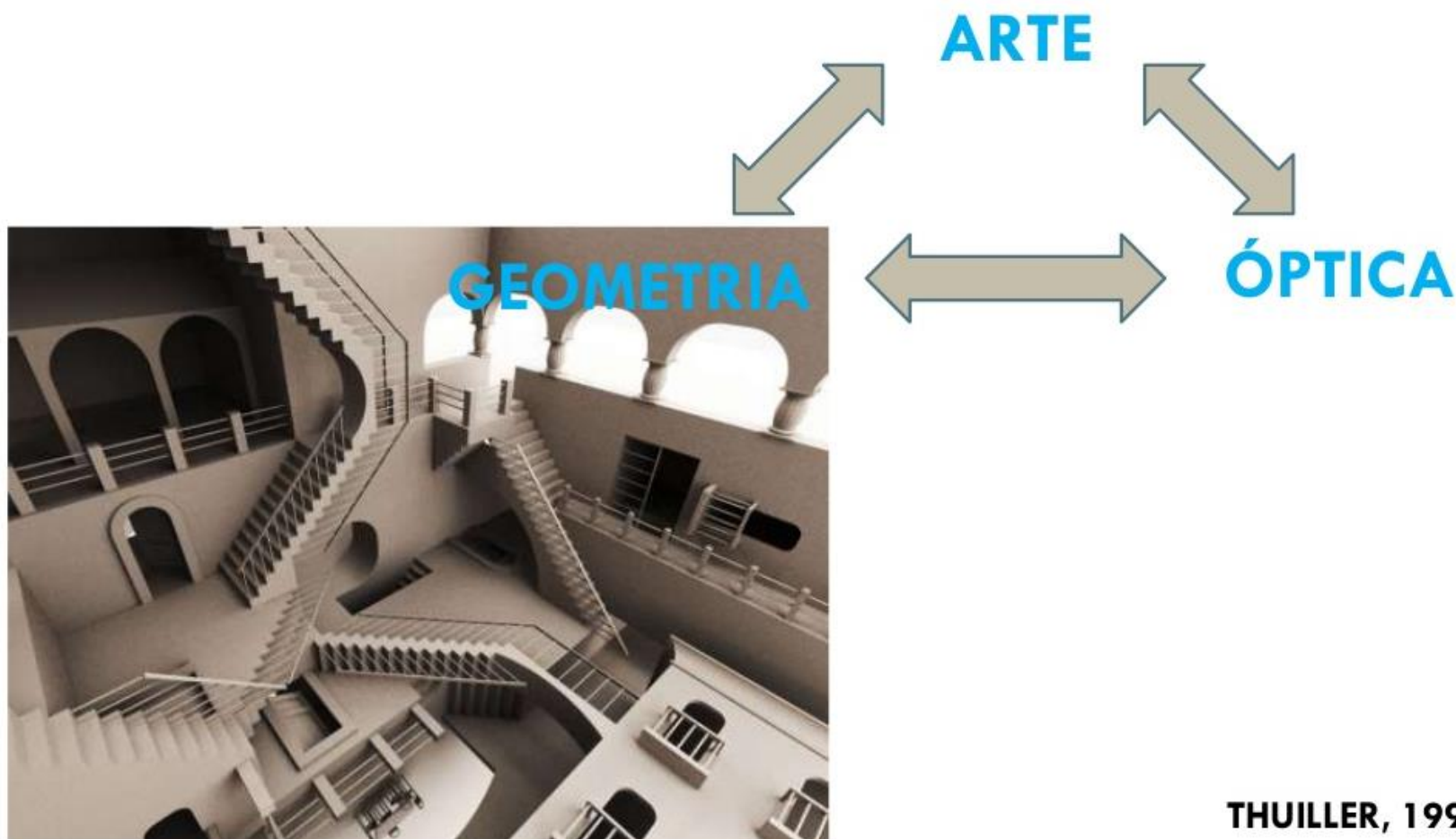
Convenções gráficas



Padronização

Século XVIII

Integração Indisciplinar



THUILLER, 1994

Origem da Computação Gráfica



60's

Rotinas de traçado e geometria

Evolução de desempenho
de equipamentos



Paradigma Computação Gráfica

Espaço Bidimensional: o papel



**Espaço Virtual: o ambiente 2D com a
Possibilidade da terceira dimensão**



Os eixos X, Y e Z

CAD – *Computer Aided Design*

- 1960

Foco na Engenharia Mecânica

- 1982: criação da Autodesk

Aplicativo CAD mais conhecido no mundo: AutoCAD

- 1990

Adoção do software AutoCAD na produção de projetos de arquitetura

Século XIX - Ocorreram iniciativas de normalização da forma de utilização da Geometria Descritiva para transformá-la numa linguagem gráfica normalizada.

- Comissão Técnica TC 10 da ***International Organization for Standardization – ISO*** : primeira normalização internacional como linguagem gráfica da engenharia e da arquitetura, chamando-a de Desenho Técnico.

(Hoelscher, Springer E Dobrovolny ,1978)

Normas da ABNT

NBR 10647 – DESENHO TÉCNICO – NORMA GERAL (04/1989), cujo objetivo é definir os termos empregados em desenho técnico.

Substituída por ABNT NBR ISO 10209-2

- tipos de desenho quanto ao seu aspecto geométrico (Desenho Projetivo e Não-Projetivo);
- quanto ao grau de elaboração (Esboço, Croqui, Desenho Preliminar e Definitivo);
- quanto ao grau de pormenorização (Desenho de Componente, desenhos de Conjunto e Detalhe) e,
- quanto à técnica de execução (À mão livre ou utilizando computador).

Aspecto Geométrico

- **Desenho projetivo** – são os desenhos resultantes de projeções do objeto em um ou mais planos de projeção e correspondem às vistas ortográficas e às perspectivas.
- **Desenho não-projetivo** – na maioria dos casos corresponde a desenhos resultantes dos cálculos algébricos e compreendem os desenhos de gráficos, diagramas, esquemas, ábacos, fluxogramas, organogramas etc.

Elaboração e Apresentação do Desenho Técnico

- **Esboços:** desenhos elaborados à mão livre;
- **Desenhos preliminares ou anteprojetos:** desenhos correspondente ao estágio intermediário dos estudos (já utilizando computadores);
- **Croqui:** desenhos a mão livre, sem escala, porém de acordo com normalização nas representações;
- **Desenhos definitivos:** são os desenhos completos, elaborados de acordo com a normalização envolvida, e contêm todas as informações necessárias à execução do projeto.

Normas da ABNT

- **ABNT NBR ISO 10209-2 (08/2005)** - Documentação técnica de produto — Vocabulário. Seu objetivo é definir os termos relativos ao método de projeção empregados em desenho técnico. Revisa e Substitui a parte relativa da **NBR 10647 (1989)**
- **NBR10067** – Princípios gerais de representação em desenho técnico (05/1995);
Diedros, vistas, representações, corte.

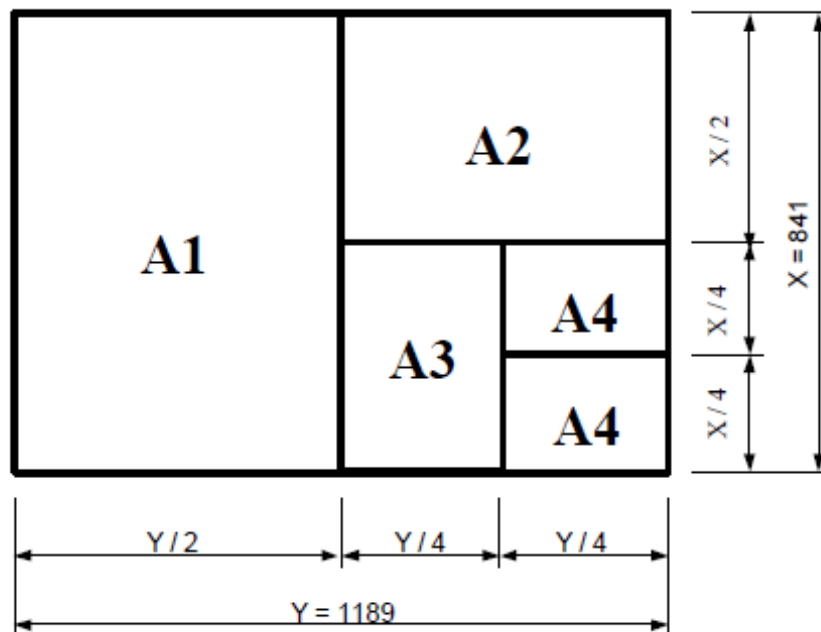
Normas da ABNT

- **NBR 10068** – Folha de desenho - Leitura e dimensões (10/1987)
Padroniza as características dimensionais das folhas em branco e pré-impresas aplicadas a todos os desenhos técnicos.
- Os Formatos da série “A” seguem as seguintes dimensões em milímetros:

FORMATO	DIMENSÕES	MARGEM		COMPRIMENTO DA LEGENDA	ESPESSURA LINHAS DA MARGENS
		ESQUERDA	OUTRAS		
A0	841 x 1189	25	10	175	1,4
A1	594 x 841	25	10	175	1,0
A2	420 x 594	25	7	178	0,7
A3	297 x 420	25	7	178	0,5
A4	210 x 297	25	7	178	0,5

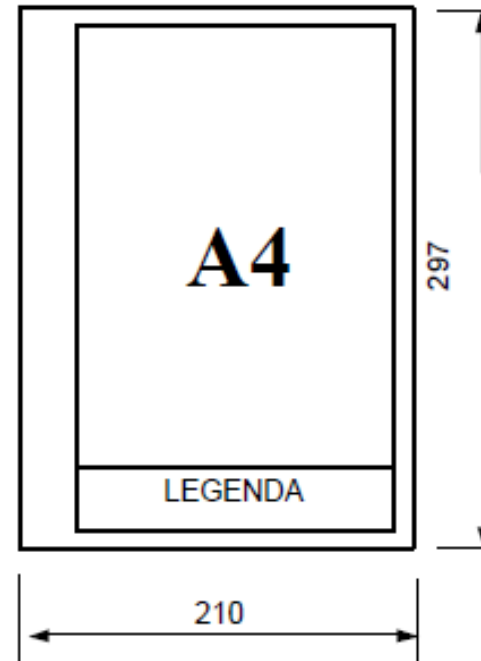
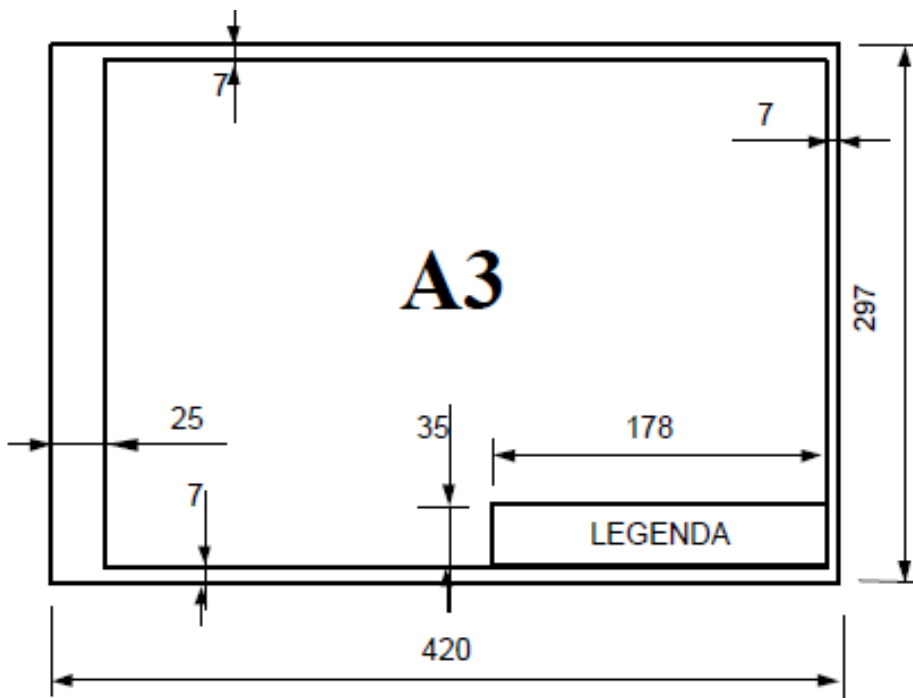
Formato das Folhas

Os formatos da série “A” têm como base o formato A0, cujas dimensões guardam entre si a mesma relação que existe entre o lado de um quadrado e sua diagonal ($841 \times \sqrt{2} = 1189$), e que corresponde a um retângulo de área igual a 1 m².



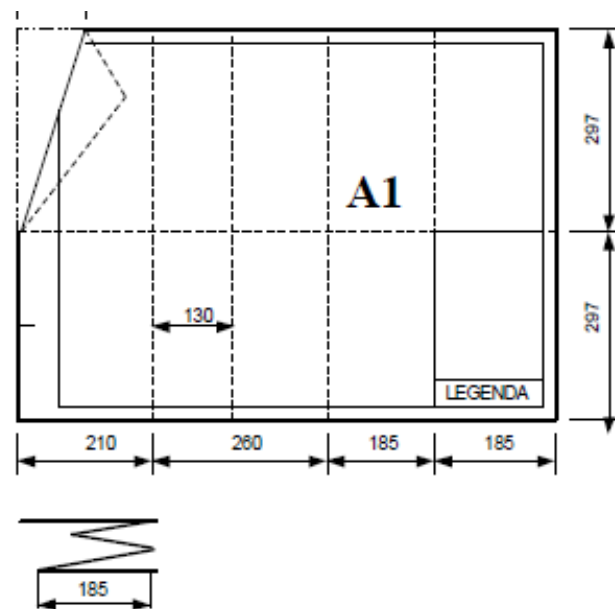
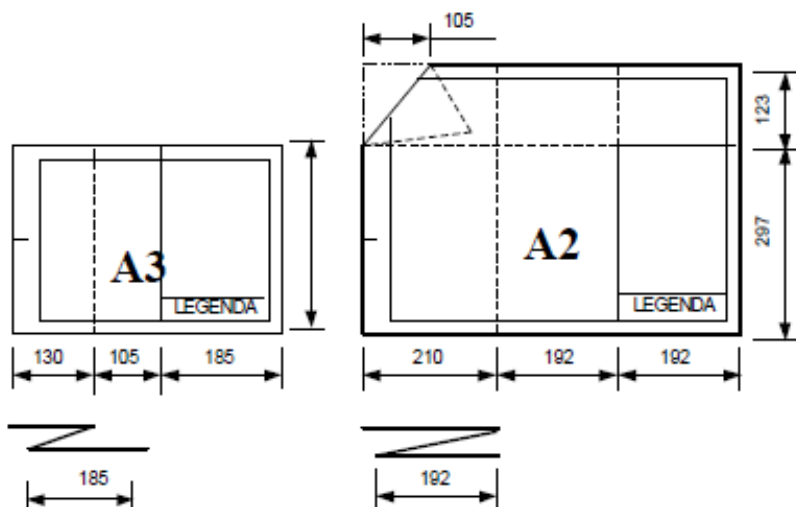
Legendas

A legenda é um elemento obrigatório e deve conter todos os dados para identificação do desenho (número, origem, título, executor etc.). Sempre estará situada no canto inferior direito da folha.



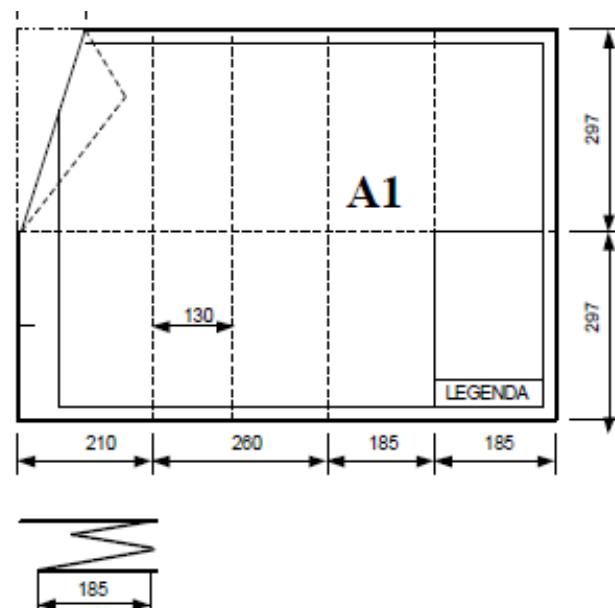
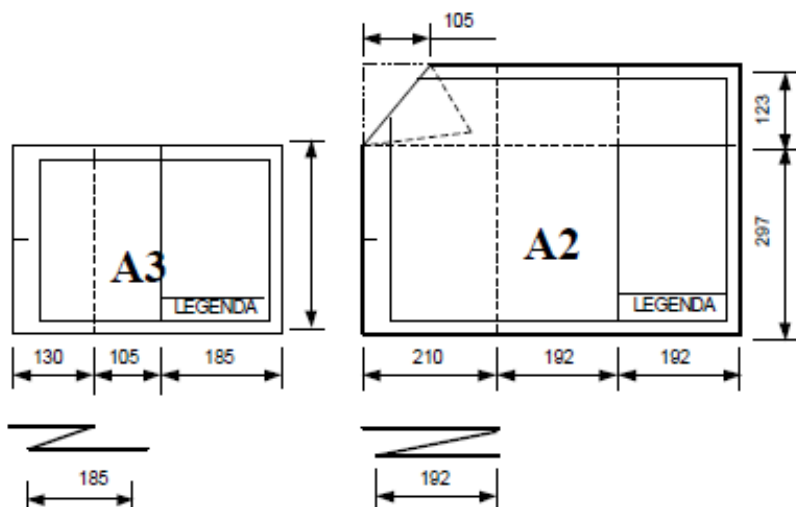
Normas ABNT

NBR 13142 - desenho técnico - dobramento de cópia (12/1999), que fixa a forma de dobramento de todos os formatos de folhas de desenho: para facilitar a fixação em pastas, a dobra resulta nas dimensões do formato A4.



Normas ABNT

NBR 13142 - desenho técnico - dobramento de cópia (12/1999), que fixa a forma de dobramento de todos os formatos de folhas de desenho: para facilitar a fixação em pastas, a dobra resulta nas dimensões do formato A4.



Normas ABNT

- **NBR 10582 – APRESENTAÇÃO DA FOLHA PARA DESENHO TÉCNICO** (12/1988), normaliza a distribuição do espaço da folha de desenho, definindo a área para texto, o espaço para desenho etc.. Como regra geral deve-se organizar os desenhos distribuídos na folha, de modo a ocupar toda a área, e organizar os textos acima da legenda junto à margem direita, ou à esquerda da legenda logo acima da margem inferior.
- **NBR 8402 – EXECUÇÃO DE CARACTER PARA ESCRITA EM DESENHO TÉCNICO** (03/1994) que, visando à uniformidade e à legibilidade para evitar prejuízos na clareza do desenho e evitar a possibilidade de interpretações erradas, fixou as características de escrita em desenhos técnicos.
- **NBR 8403 – Aplicação de linhas em desenhos – Tipos de linhas– Larguras das linhas** (03/1984).

Normas ABNT

- **NBR 8404** – Indicação do estado de superfícies em desenho técnico (03/1984).
- **NBR 8196** – Desenho técnico – emprego de escalas (12/1999).
- **NBR 12298** – Representação de área de corte por meio de hachuras em desenho técnico (04/1995).
- **NBR 12288** – Representação simplificada de furos de centro em desenho técnico (04/1992).
- **NBR10126** – Cotagem em desenho técnico (11/1987).

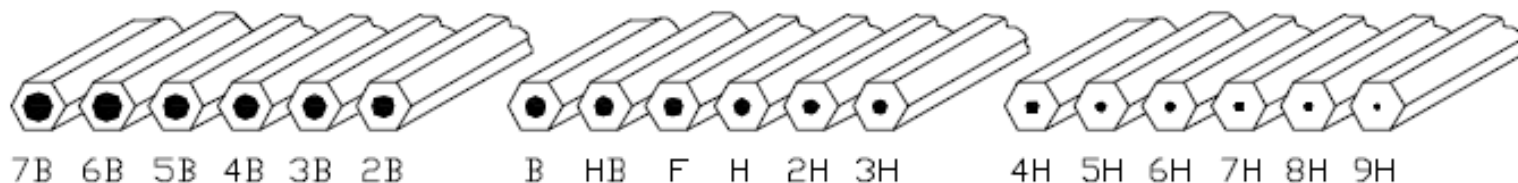
Normas ABNT

- **NBR 8993** – Representação convencional de partes roscadas em desenhos técnicos (08/1985).
- **NBR 6409** – Tolerâncias geométricas – Tolerâncias de forma, orientação, posição e batimento – Generalidades, símbolos, definições e indicações em desenhos (05/1997).
- **NBR 11534** - Representação de engrenagens em desenho técnico (04/1991).
- **NBR 11145** – Representação de molas em desenho técnico (06/1990).

Normas ABNT




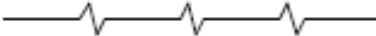


- **NBR 13043** – Soldagem, números e nomes de processos (09/1993).
- **NBR 13104** – Representação de entalhado em desenho técnico (03/1994).
- **NBR 13272** – Elaboração das listas de itens (12/1999).
- **NBR 13273** – Referência a itens (12/1999).
- **NBR 14699** – Desenho Técnico – Representação de símbolos aplicados a tolerância geométrica - Proporções e dimensões (05/2001).
- **NBR 14957** – Desenho técnico - Representação de recartilhado (06/2003).

- **NBR 8403** – Aplicação de linhas em desenhos – Tipos de linhas – Larguras das linhas (03/1984). Em desenho técnico a cada linha tem um significado próprio, utiliza-se de apenas 2 espessuras de linha: larga e estreita, sendo que a relação entre elas não deve ser inferior a 2.






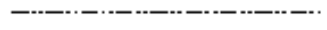
Obs.: Os **MACIOS** são os recomendados para uso em desenho técnico entretanto, a seleção depende sobretudo de cada usuário.

Linhas – NBR 8403

Linha	Denominação	Aplicação Geral
A 	Contínua larga	A1 contornos visíveis; A2 arestas visíveis,
B 	Contínua estreita	B1 linhas de interseção imaginárias; B2 linhas de cota; B3 linhas auxiliares; B4 linhas de chamadas; B5 hachuras; B6 contornos de seções rebatidas na própria vista; B7 linhas de centros curtas.
C 	Contínua estreita (mão livre) *	C1 limites de vistas ou cortes parciais;
D 	Contínua estreita em zig-zag	D1 Limites de vistas ou cortes parciais em desenhos feitos em máquinas.
E 	Tracejada larga *	E1 (F1) contornos não visíveis;
F 	Tracejada estreita	E2 (F2) arestas não visíveis.

* Obs: aplicar somente uma das opções

Linhas – NBR 8403

Linha	Denominação	Aplicação Geral
G 	Traço e ponto estreita	G1 linhas de centro; G2 linhas de simetria; G3 trajetória.
H 	Traço e ponto estreita, larga nas extremidades e na mudança de direção	H1 planos de corte.
J 	Traço e ponto largo	J1 linhas de superfície com indicação especial.
K 	Traço e dois pontos estreita	K1 contornos de peças; K2 posição limite de peças móveis; K3 Linhas de centro de gravidade; K4 Cantos antes da conformação; K5 Detalhes situados antes do plano de corte.

Prioridades

Caso ocorra coincidências entre duas ou mais linhas de diferentes tipos, a seguinte ordem de prioridade deve ser seguida:

Arestas e contornos não visíveis (linhas do tipo E ou F)

Superfícies de corte e seções (linhas tipo H);

Linhas de centro (linhas tipo G);

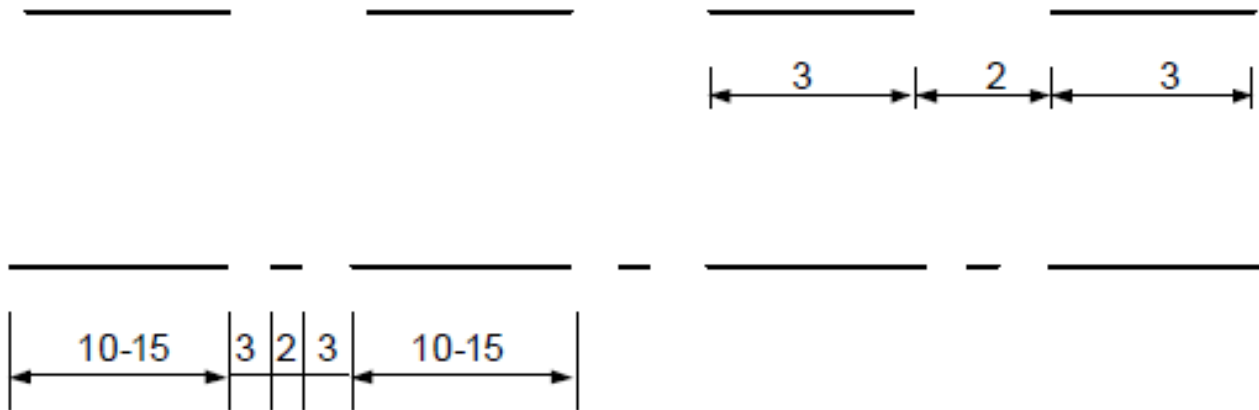
Linhas de centro de gravidade (linhas tipo K);

Linhas de cota e auxiliar (linhas tipo B);

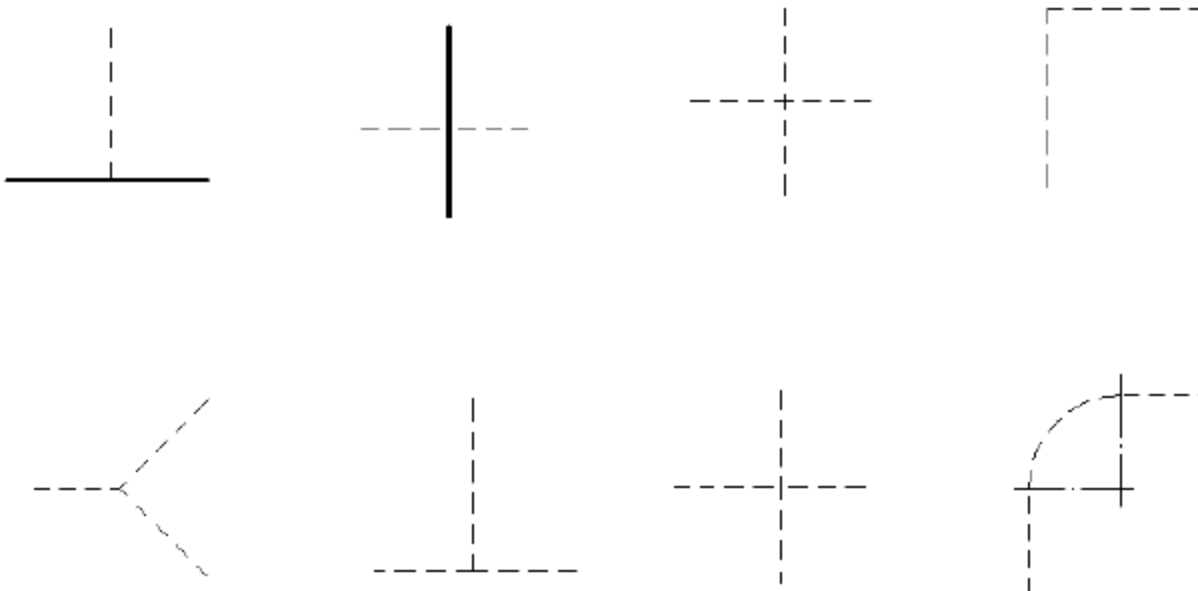


Prioridade

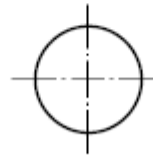
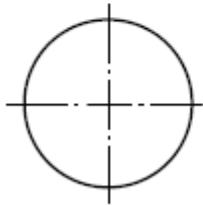
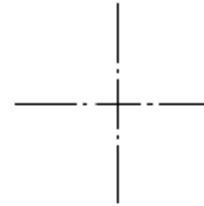
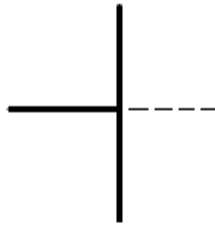
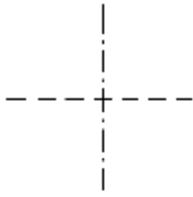
Dimensões



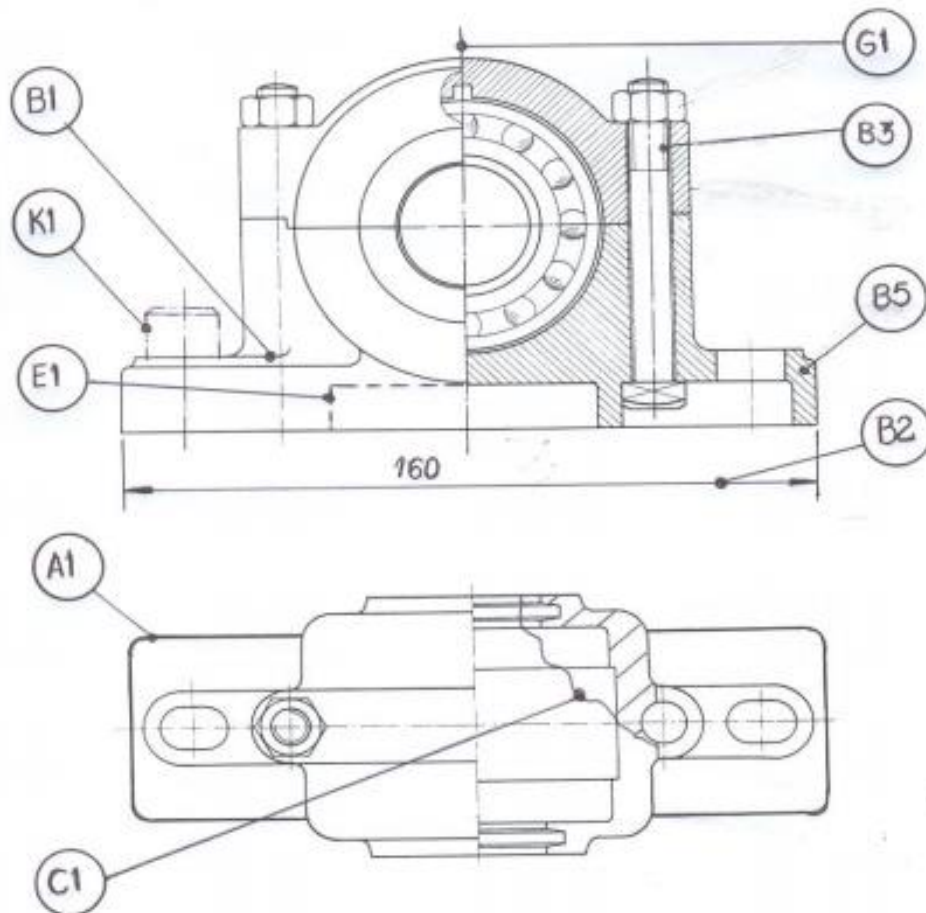
Linhas – Terminações e Cruzamentos



Linhas – Terminações e Cruzamentos

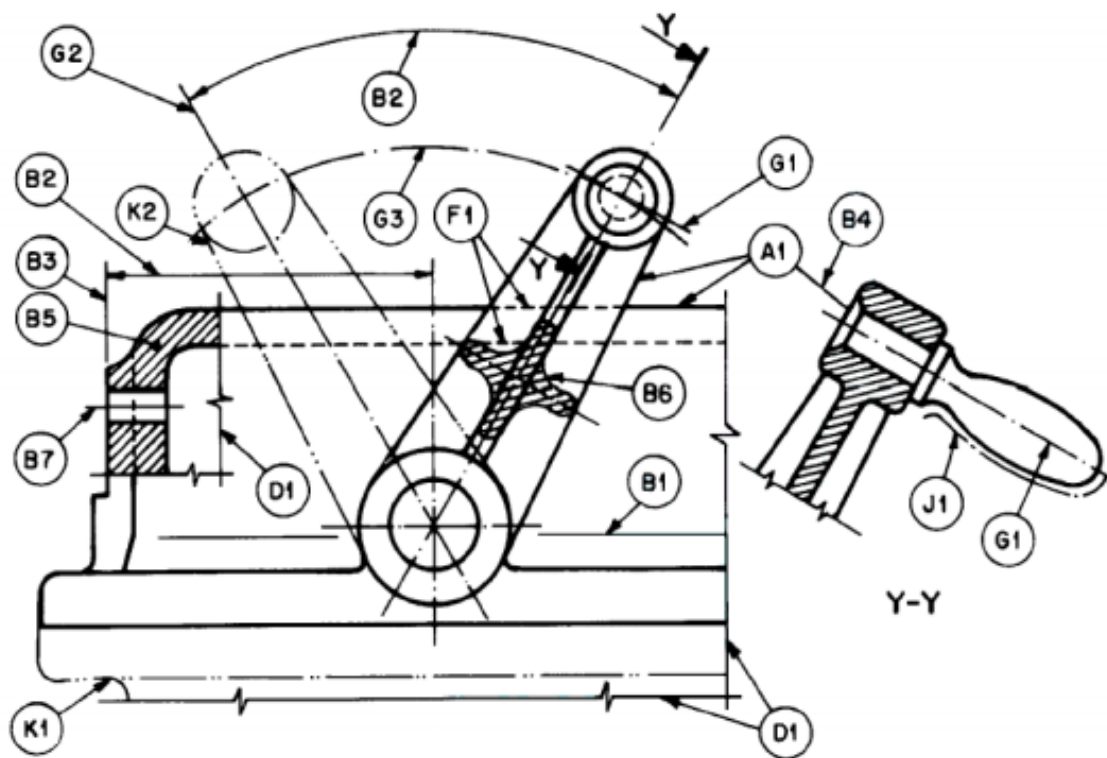


TIPOS DE LINHAS E SUAS APLICAÇÕES



Fonte: NBR 8403 (ABNT, 1984)

TIPOS DE LINHAS E SUAS APLICAÇÕES



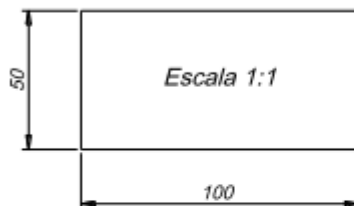
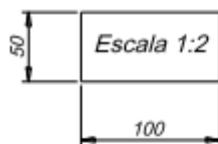
Fonte: NBR 8403 (ABNT, 1984)

A Norma NBR 8196 OUT / 1983, define que a designação completa de uma escala deve consistir da palavra "ESCALA", seguida da indicação da relação como segue:

Escalas padronizadas para desenho técnico

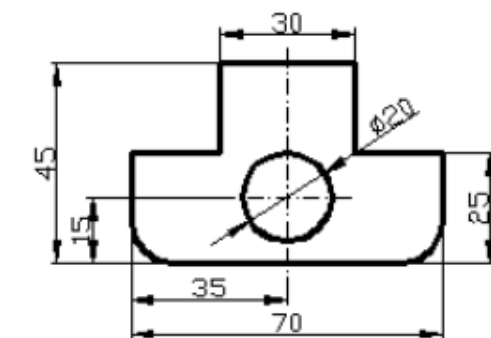
Redução	Natural	Ampliação
1:2	1:1	2:1
1:5		5:1
1:10		10:1
1:20		20:1
1:100		100:1
1:200		200:1
1:500		500:1
1:1000		1000:1

ESCALA é uma relação que se estabelece entre as dimensões de um objeto em verdadeira grandeza e aquelas que ele possui em um desenho.

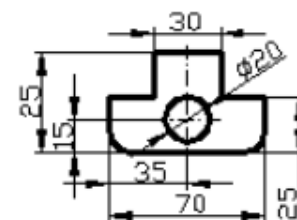


Fonte: Márcio F. Catapan

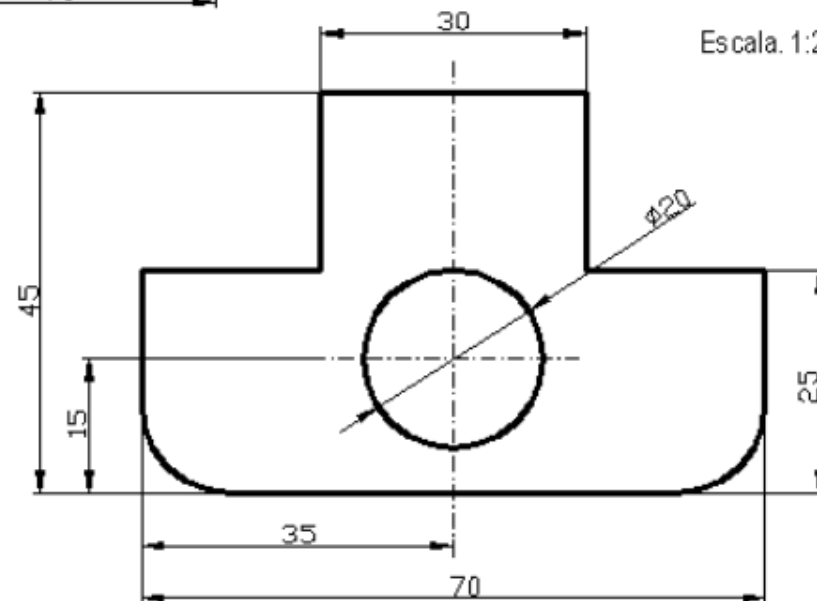
Observações: independente do uso de escalas reduzidas ou ampliadas, a cotação sempre é feita com as medidas reais da peça. A escala utilizada sempre deve ser escrita na legenda.



Escala. 1:1

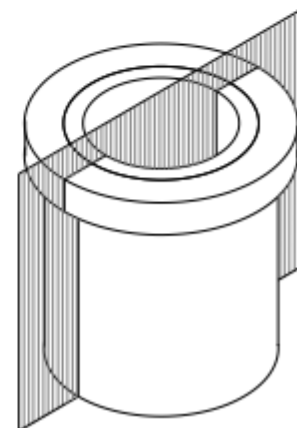
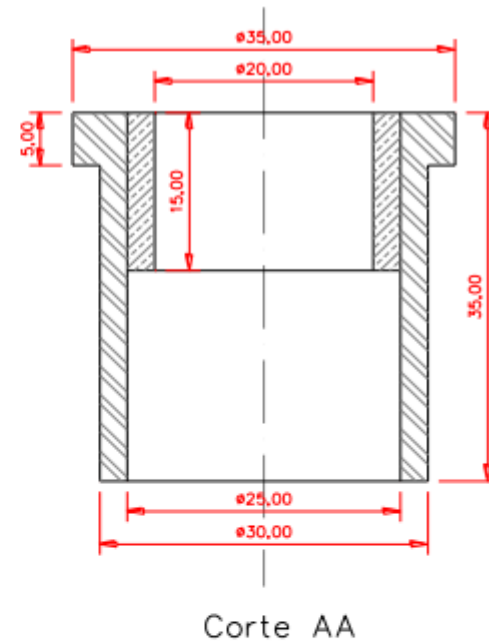
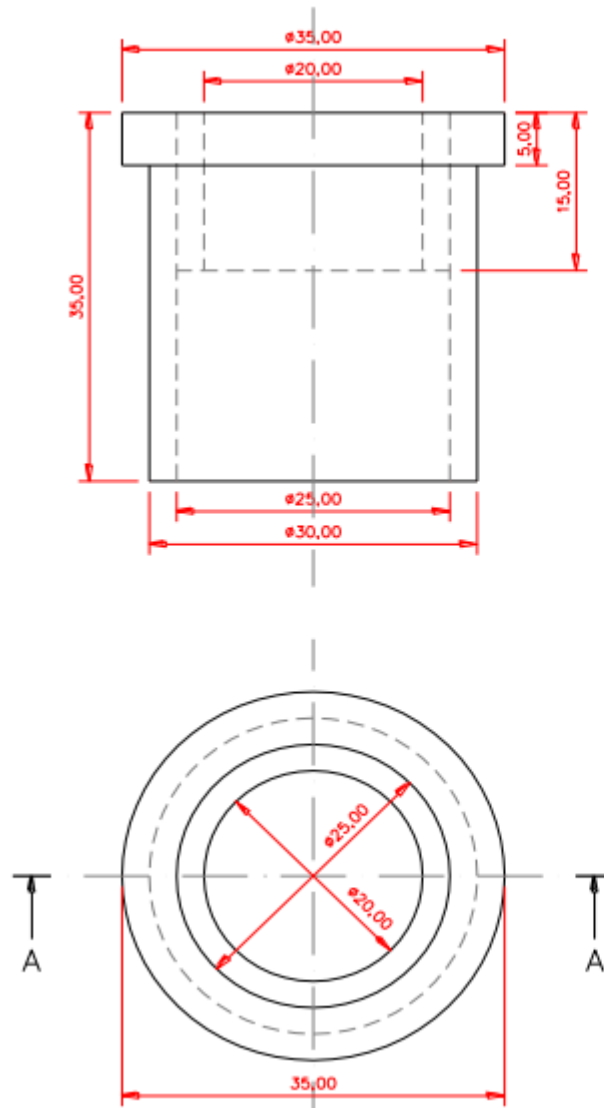


Escala. 1:2

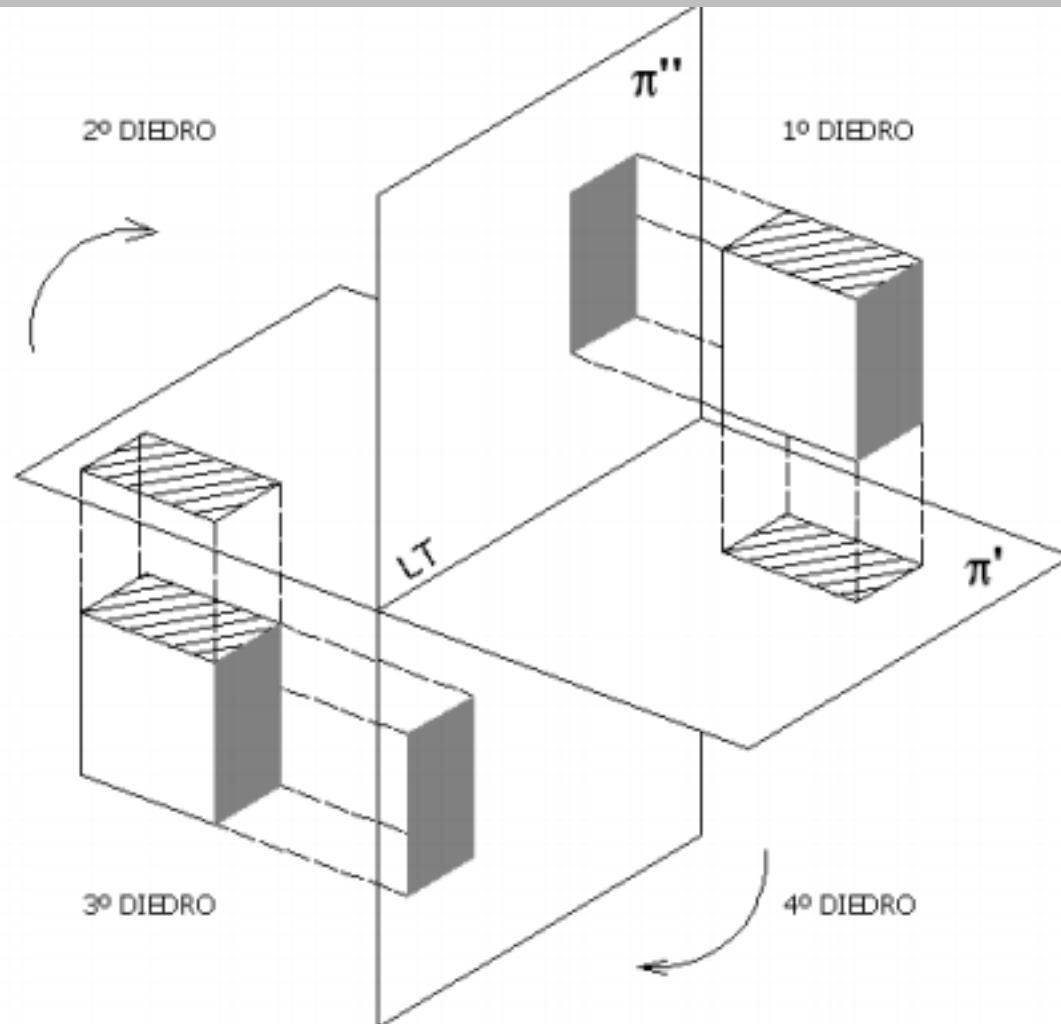


Escala. 2:1

Cotações

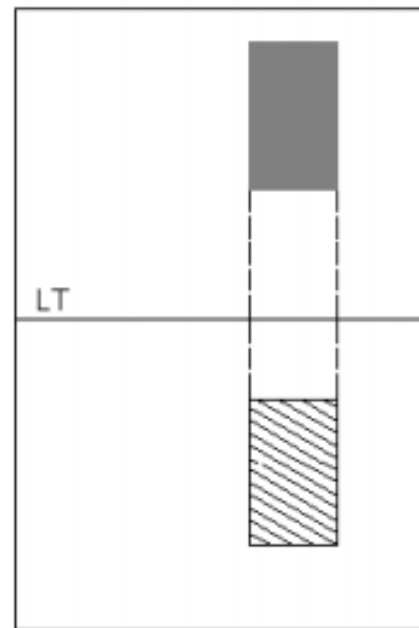
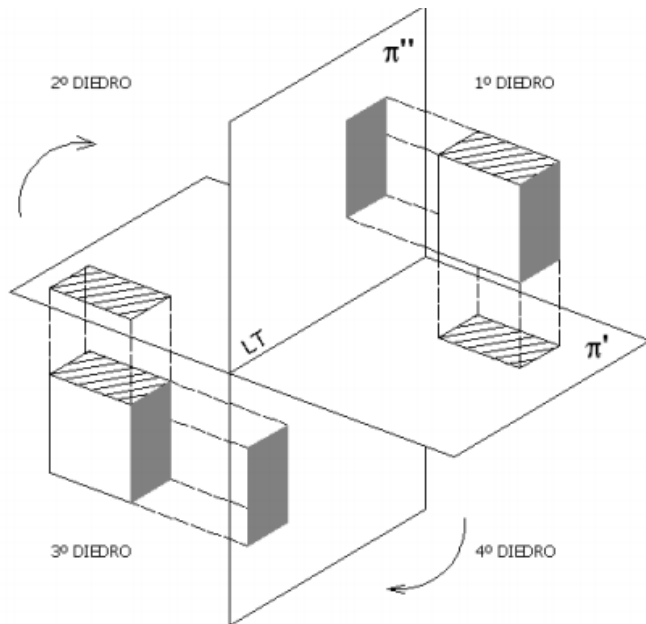


Vistas Ortográficas

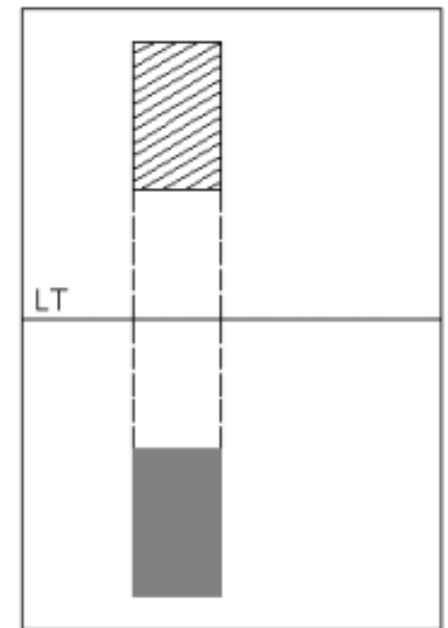


Representação das projeções de um objeto no 1º e 3º diedros

Vistas Ortográficas



Projeção no 1º DIEDRO



Projeção no 3º DIEDRO

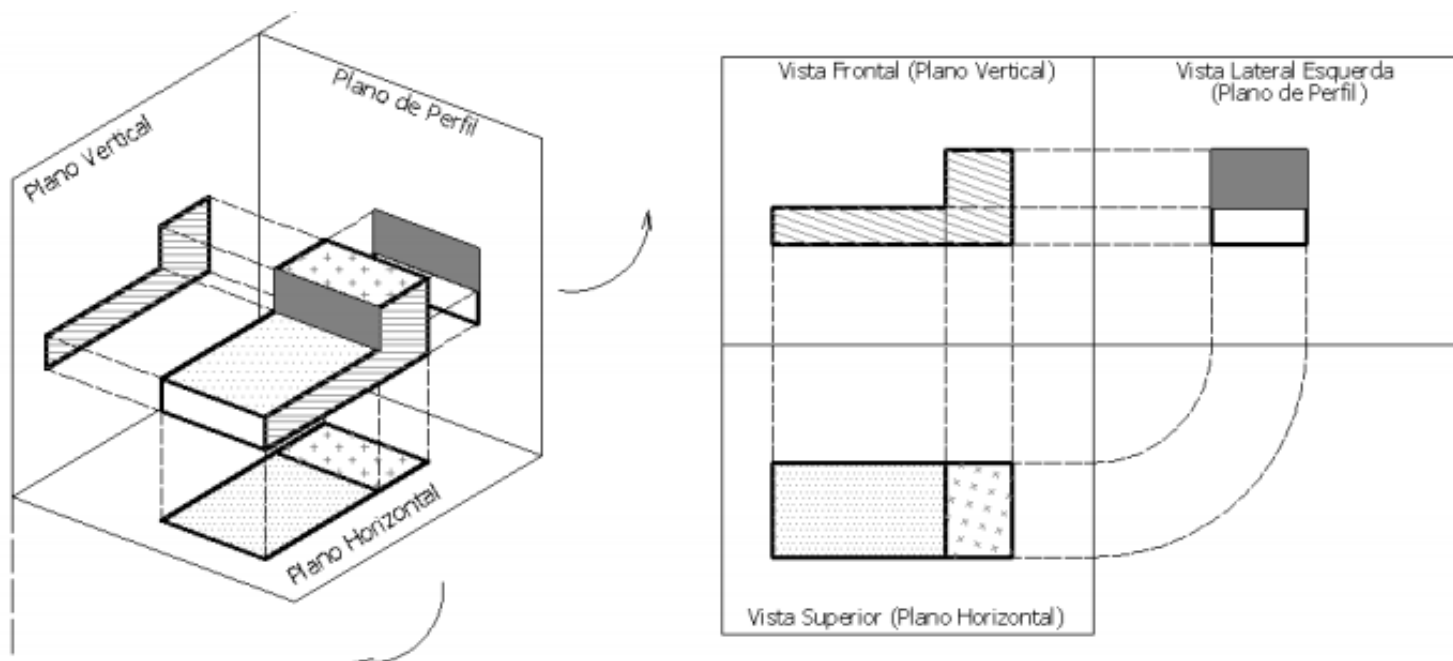
Representação das épuras dos objetos da figura anterior

Geometria Descritiva X Desenho Técnico

- **Geometria Descritiva:** duas projeções são suficientes para representar um objeto, recorrendo raramente ao plano de perfil. Objetos colocados em qualquer posição relativa aos planos de referência
- **Desenho Técnico:** utilizando-se, normalmente, uma terceira projeção, para definir de modo inequívoco a forma dos objetos. O objeto é colocado com suas faces principais paralelas aos planos de projeção, de modo a obtê-las em verdadeira grandeza (VG) na projeção em que seja paralela.

Representação no 1º Diedro

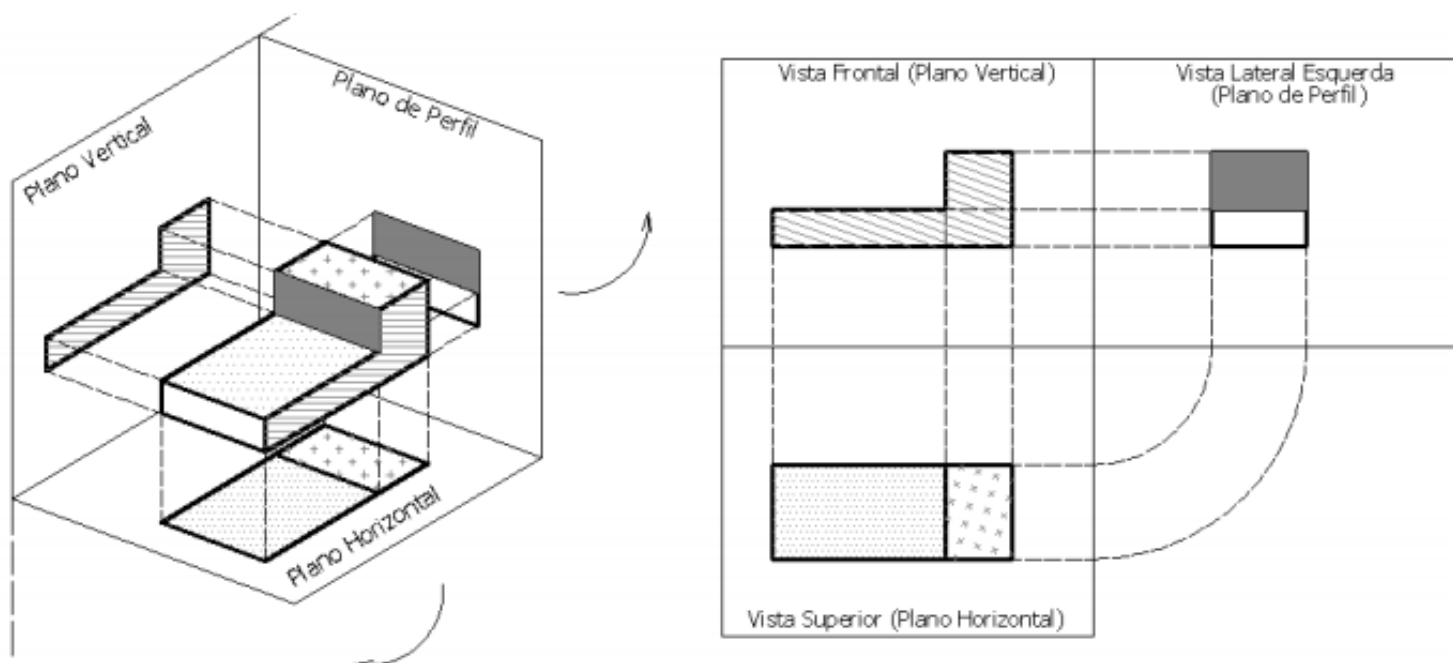
- No 1º diedro o objeto está entre o observador e o plano de projeção



Projeção de um objeto no 1º diedro

Representação no 1º Diedro

- Método Alemão ou Método Europeu. É adotado pela norma alemã DIN (Deutsches Institut für Normung) e também pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

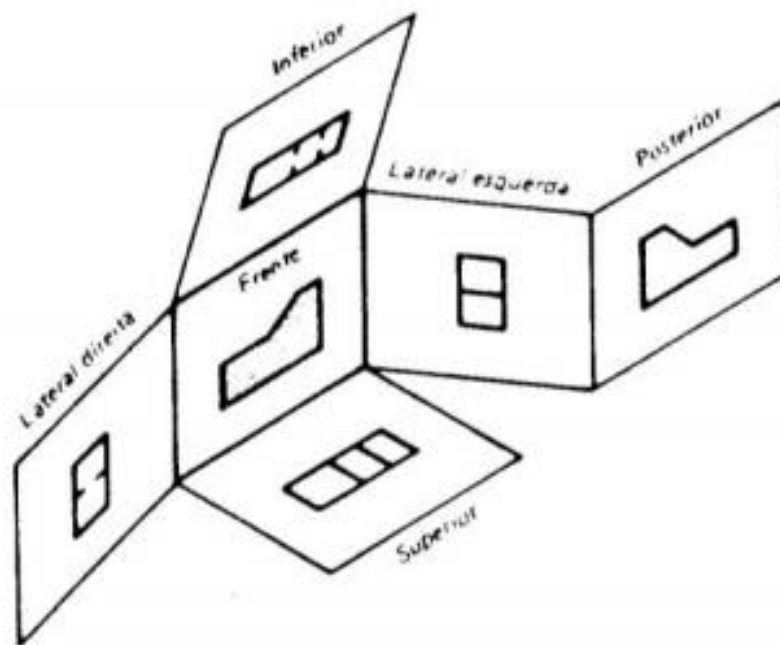
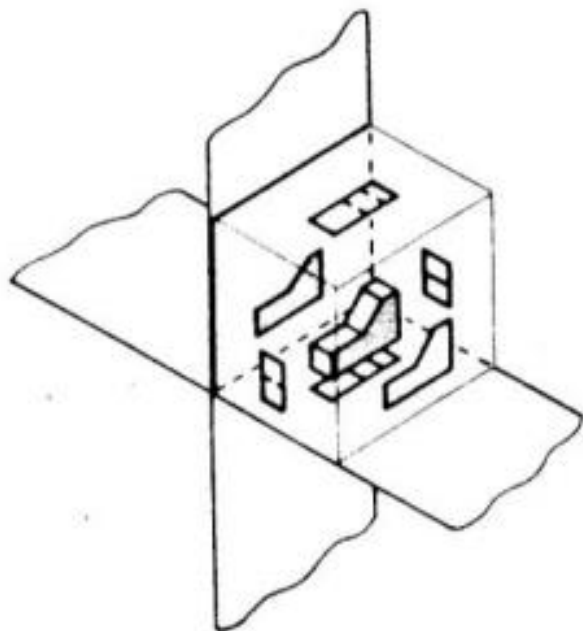


Projeção de um objeto no 1º diedro

Representação no 1º Diedro

Planos de projeção

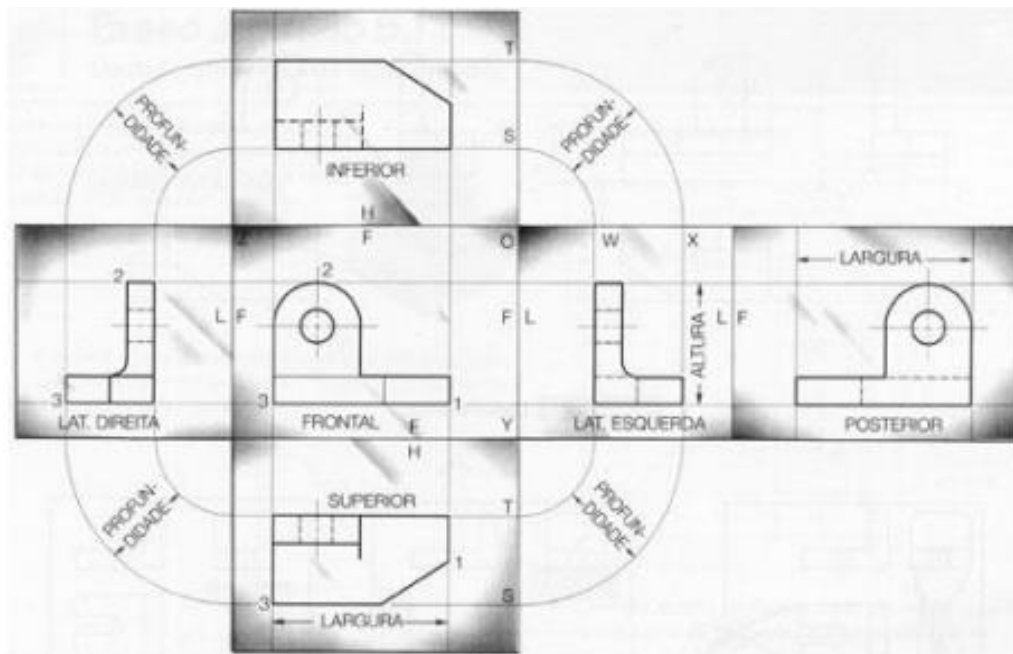
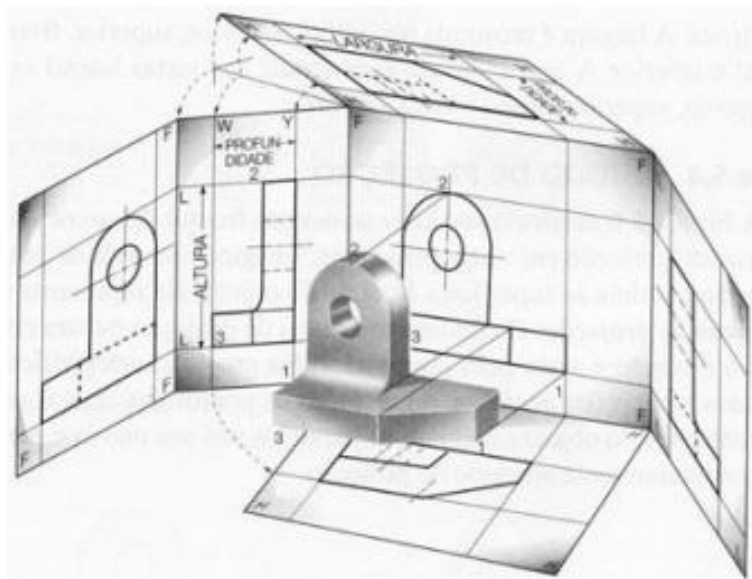
Para representar mais vistas além das habituais (VF, VS VL), correspondendo a envolver a peça em um paralelepípedo de referência (triedro triretângulo fechado), que é posteriormente aberto e rebatido. Obtêm-se assim, seis vistas do objeto.



Projeção de um objeto no 1º diedro

Representação no 1º Diedro

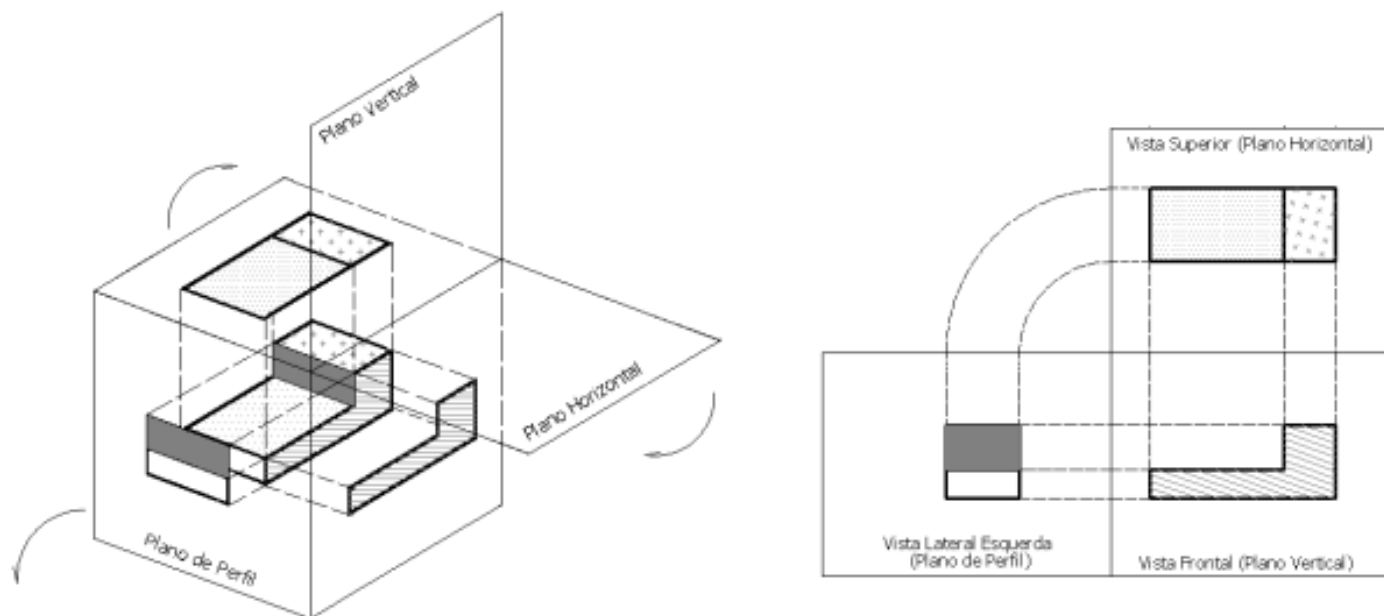
A projeção de um objeto no primeiro diedro corresponde à representação ortográfica compreendendo o arranjo.



Projeção de um objeto no 1º diedro

Representação no 3º Diedro

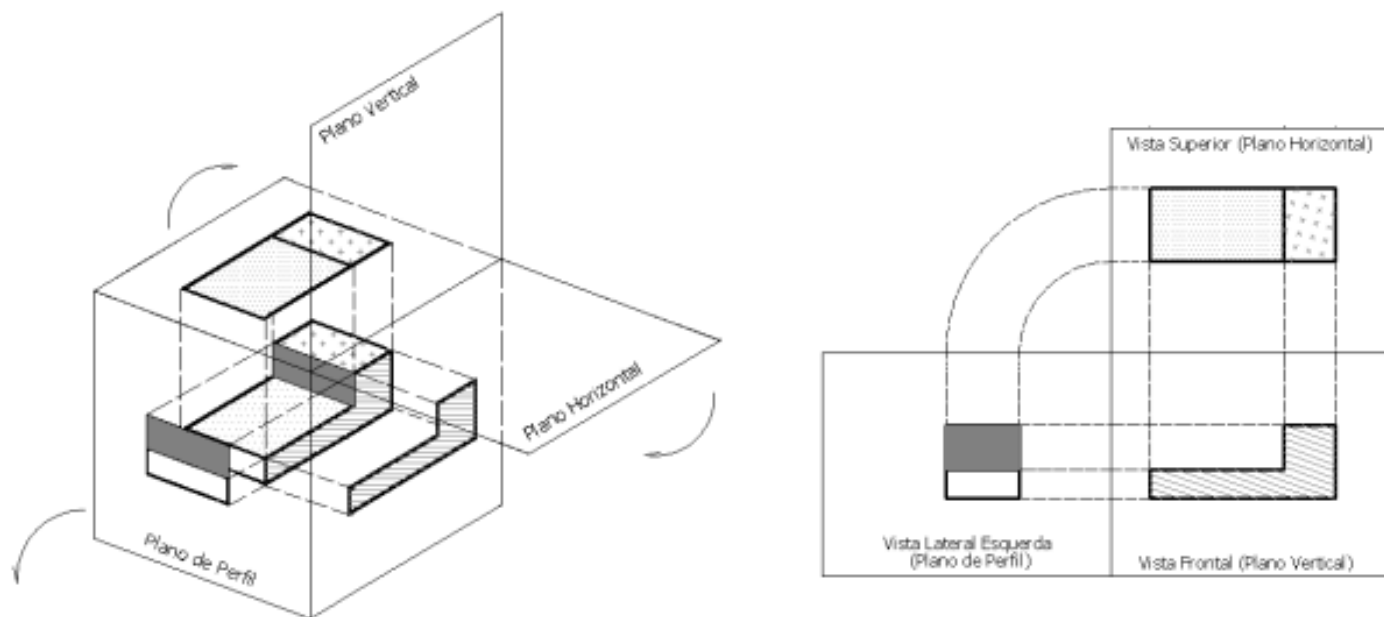
No 3º diedro o plano de projeção está situado entre o observador e o objeto



Projeção de um objeto no 3º diedro

Representação no 3º Diedro

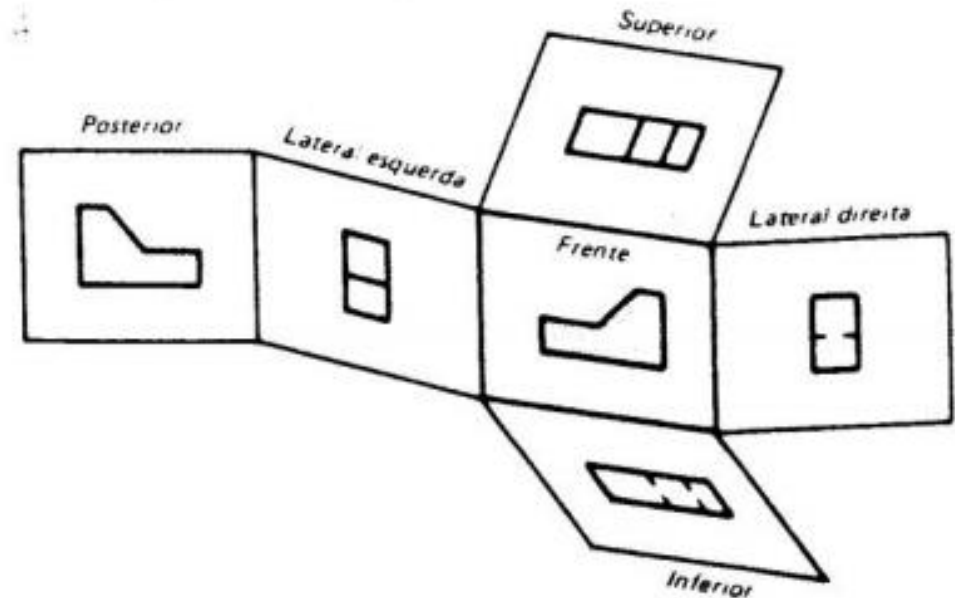
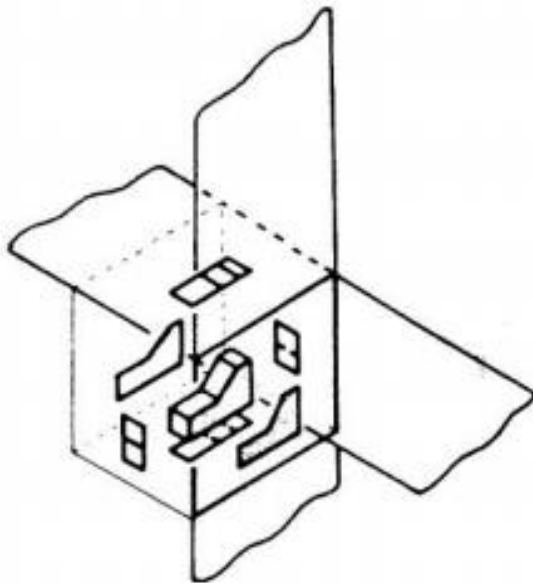
Método Americano e é adotado pela norma americana ANSI (American National Standards Institute).



Projeção de um objeto no 3º diedro

Representação no 3º Diedro

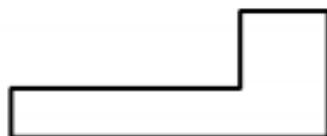
Planos de projeção



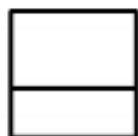
Projeção de um objeto no 1º diedro

Vistas Ortográficas

PRIMEIRO DIEDRO - MÉTODO EUROPEU



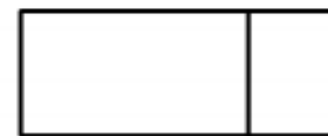
Vista Frontal



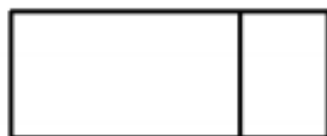
Vista Lateral Esquerda



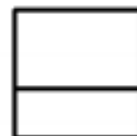
TERCEIRO DIEDRO - MÉTODO AMERICANO



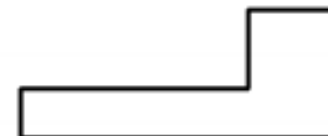
Vista Superior



Vista Superior



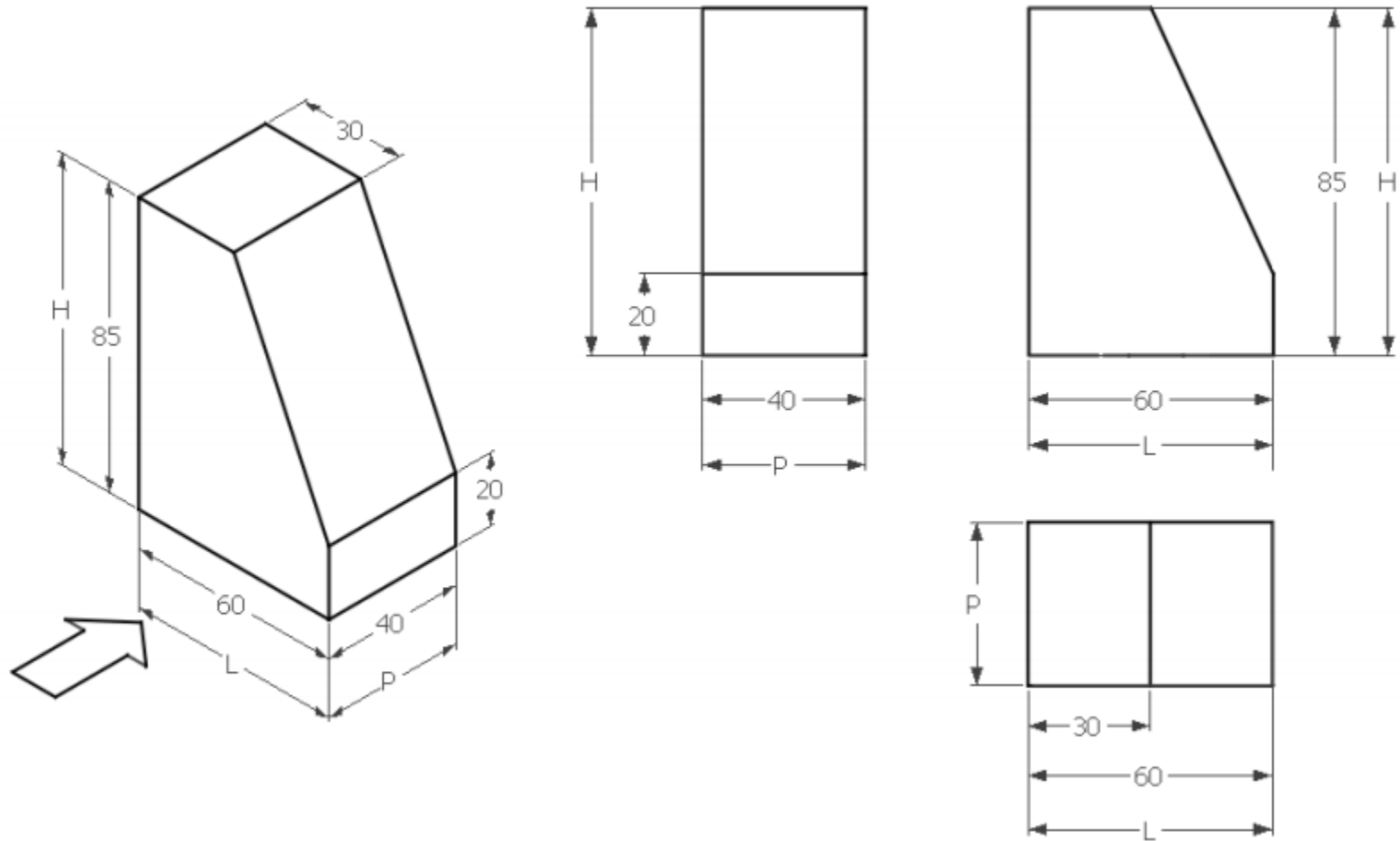
Vista Lateral Esquerda



Vista Frontal

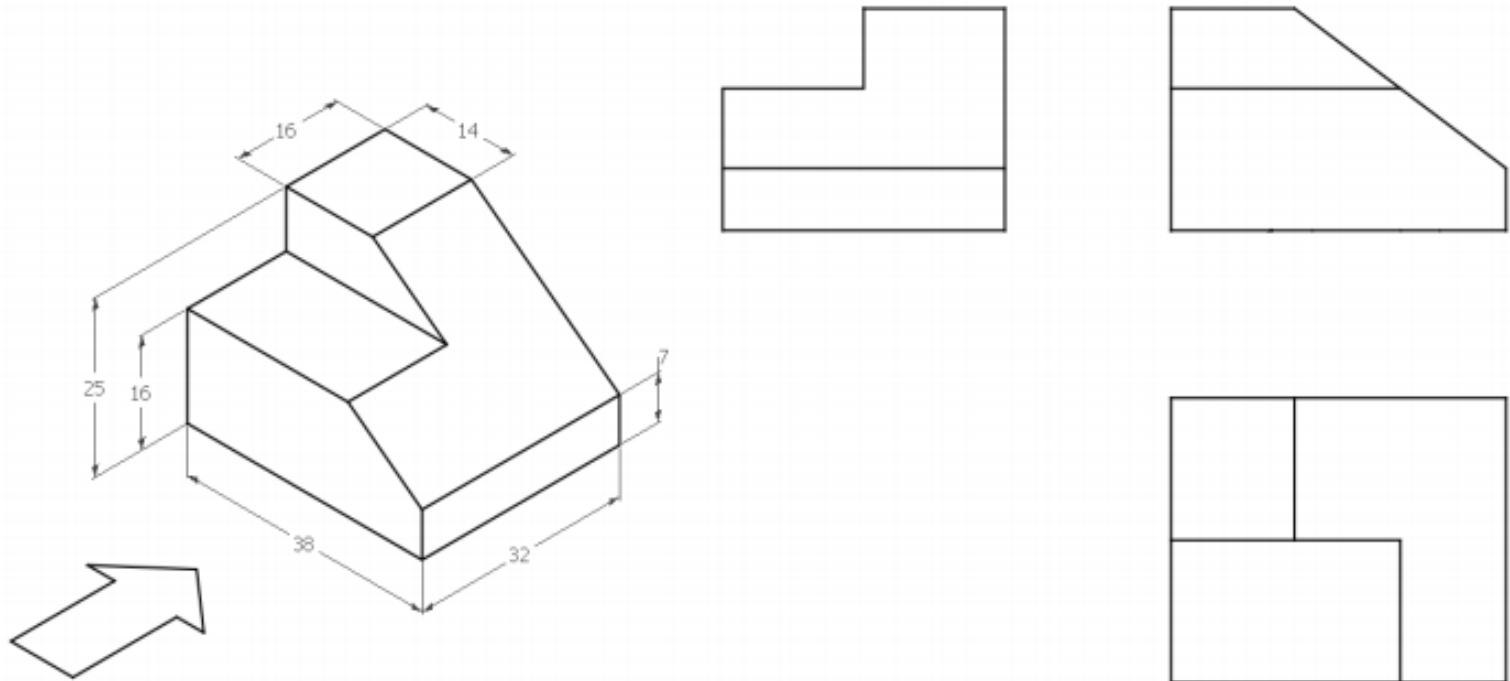
Exemplo das vistas ortográficas no sistema europeu e no sistema americano

Vistas Ortográficas



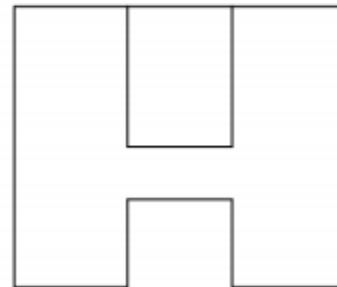
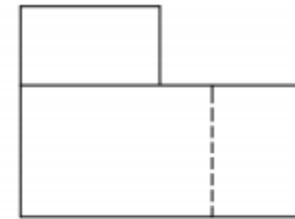
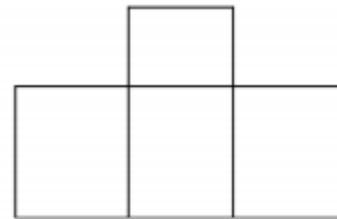
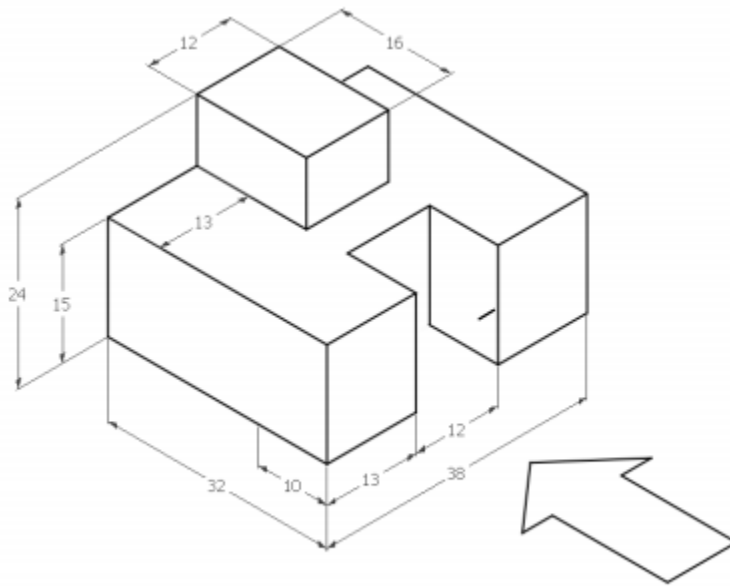
Vistas ortográficas de um objeto no 1º diedro

Vistas Ortográficas



Vistas ortográficas de um objeto no 1º diedro

Vistas Ortográficas



Vistas de um objeto onde na lateral esquerda há uma aresta invisível no 1º diedro

Caligrafia Técnica

O estilo das letras e números adotado em Desenho Técnico é o Gótico Comercial, constituído de traços simples com espessura uniforme. Pode-se utilizar tanto letras verticais como também inclinadas. NBR 8402

DESENHO TÉCNICO – EM-312

DESENHO TÉCNICO – EM-312

desenho técnico – em-312

desenho técnico – em-312

As exigências básicas do uso de caligrafia em desenhos técnicos são: Legibilidade; Uniformidade, e Adequação à microfilmagem e a outros processos de reprodução.



Caligrafia Técnica

Escrita Vertical

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

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

[(! ? : ; - = + % &)] ϕ

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 I V X

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

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

[(! ? : ; - = + % &)] ϕ

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 I V X

Caligrafia Técnica

Escrita Inclínada

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

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

[(! ? : ; - = + % &)] ϕ

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 I V X

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

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

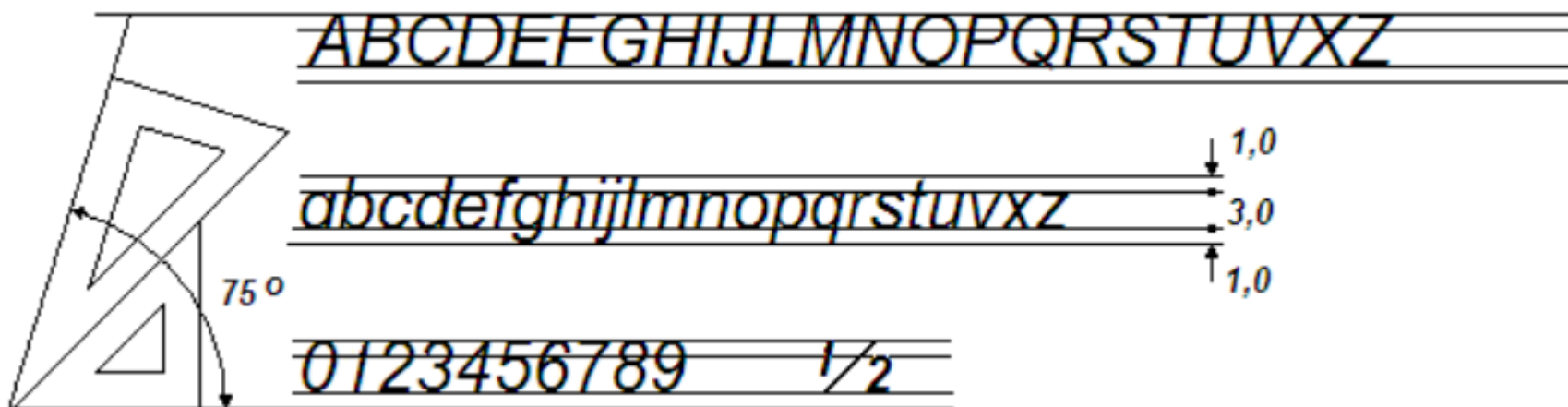
[(! ? : ; - = + % &)] ϕ

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 I V X

Caligrafia Técnica

Escrita Inclínada

As letras podem ser escritas com traço vertical ou em grafia itálica, inclinada 15° em relação ao eixo vertical.



Caligrafia Técnica

Deste modo, deve-se:

- Utilizar distância entre caracteres (a) no mínimo duas vezes a largura da linha (d); Aplicar a mesma largura de linha para letras maiúsculas e minúsculas, e ter a altura (h) com razão $2^{1/2}$.

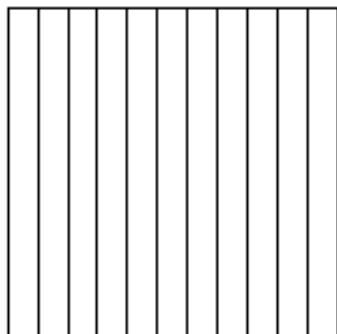
Exercício 01

Exercício 01 – EXERCÍCIO À MÃO LIVRE

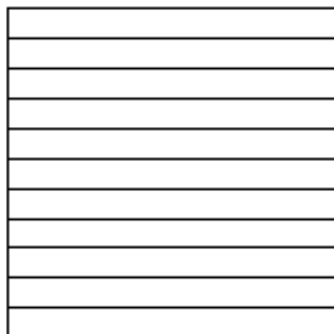
A partir de um papel de sulfite folha A4 faça um croqui da folha de desenho padrão A4 (margens, legenda). Distribua 8 quadrados no espaço de desenho e treine os traços.

Nome: _____

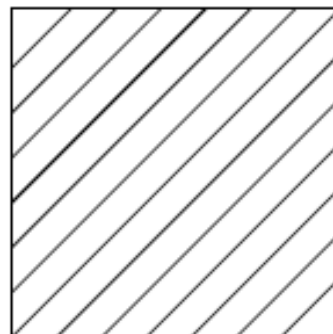
Nº _____ Turma _____



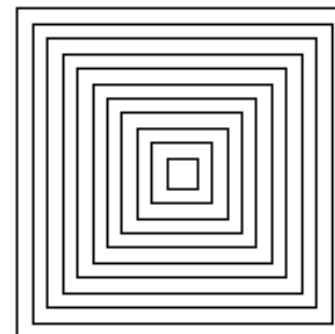
Paralelas Horizontais



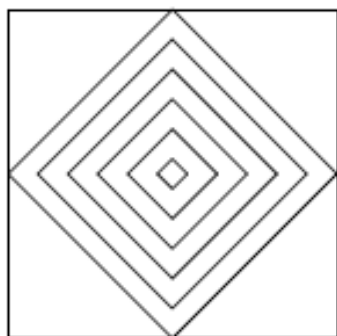
Paralelas verticais



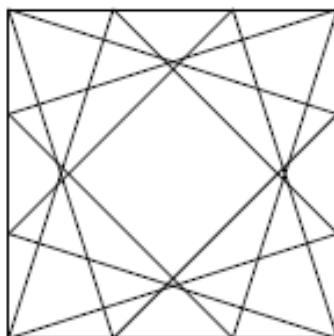
Paralelas Inclínadas



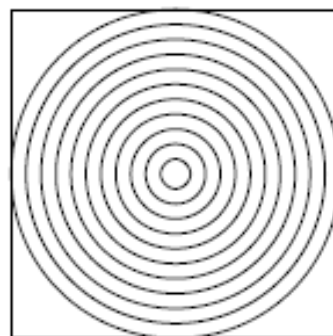
Quadrados



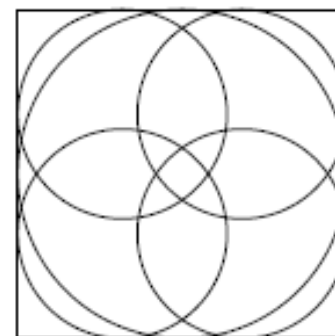
Quadrados



Triângulos

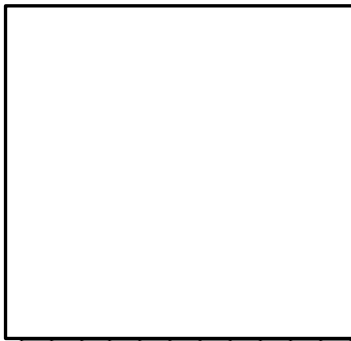


Circunferências

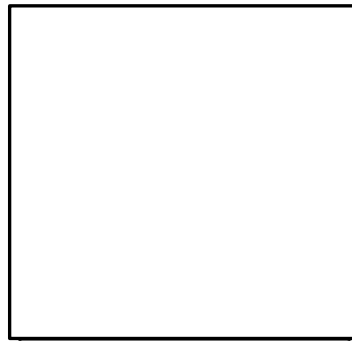


Circunferências

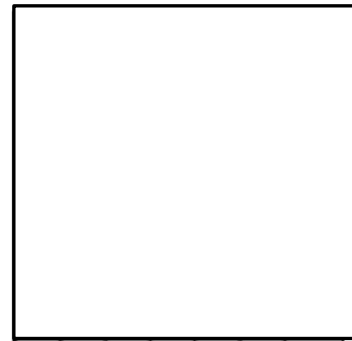
Exercício 01



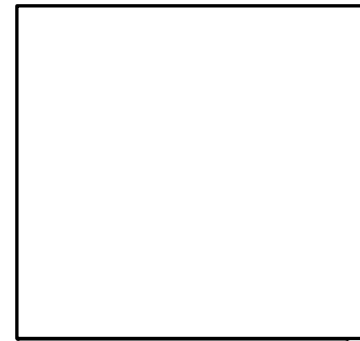
Paralelas Horizontais



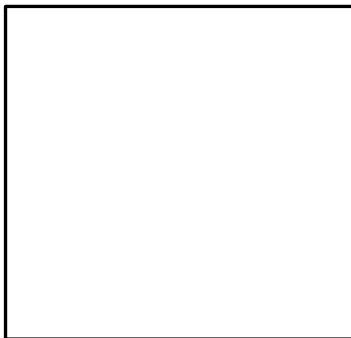
Paralelas verticais



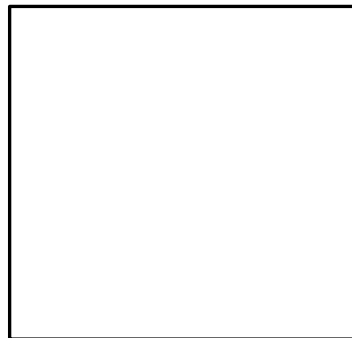
Paralelas Inclínadas



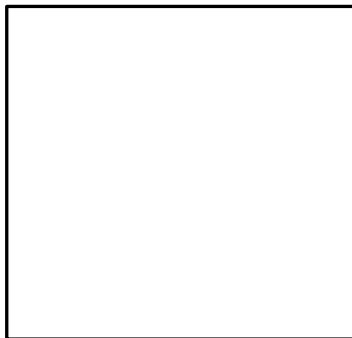
Quadrados



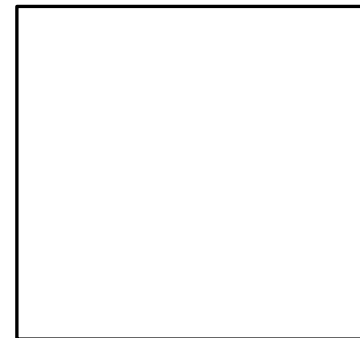
Quadrados



Triângulos



Circunferências



Circunferências

Exercício 02

Exercício 02 – EXERCÍCIO À MÃO LIVRE
Complete as linhas com as dimensões coerentes

Nome: _____

Nº _____ Turma _____

Exercício 03

Algarismos

Algarismos

Alfabeto

Exercício 04

Alfabeto

ALFABETO

ALFABETO
