

SEM 0564 - DESENHO TÉCNICO MECÂNICO I

Notas de Aulas v.2023

Aula 01 – Introdução

Prof. Assoc. Carlos Alberto Fortulan

Departamento de Engenharia Mecânica
Escola de Engenharia de São Carlos
Universidade de São Paulo

O Curso

Objetivos: 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.

SEM 0564 – Desenho Técnico Mecânico I

SEM 0565 – Desenho Técnico Mecânico II

Uso da 'memória digital' afeta a memória humana.



<http://noticias.terra.com.br/ciencia/dependencia-de-memoria-digital-esta-prejudicando-memoria-humana-diz-estudo,0c1312d184a53f90507dae4b0832d8b6le53ygly.html>

CLASSIFICADOS



O ESTADO DE S. PAULO

DOMINGO, 7 DE JULHO DE 2013

Empregos

3

‘Apagão’ em área técnica cria vagas fora do País

Com mais profissionais formados, China e Índia exportam serviços para o Brasil

*Claudia Assencio e
Edgar Maciel*

ESPECIAL PARA O ESTADO

Emb...

“Muitas vezes os profissionais brasileiros não têm uma formação que lhes dê condição para fazer um simples desenho técnico para construir uma peça de engenharia”, diz. Segundo Carvalho, se fosse para fazer o mesmo processo aqui, as empresas gastariam muito mais tempo. “Por isso vale mais a pena importar o produto do que produzir no Brasil”, diz.

Ensino e Aprendizagem

Ouço, esqueço.

Vejo, me lembro.

Faço, aprendo.

- Confúcio

Filósofo Chines

551 a.C. - 479 a.C.



<http://rockntech.com.br/escultura-de-9-metros-de-altura-do-filosofo-confucio-e-incrivelmente-realista/>

DEFINIÇÃO

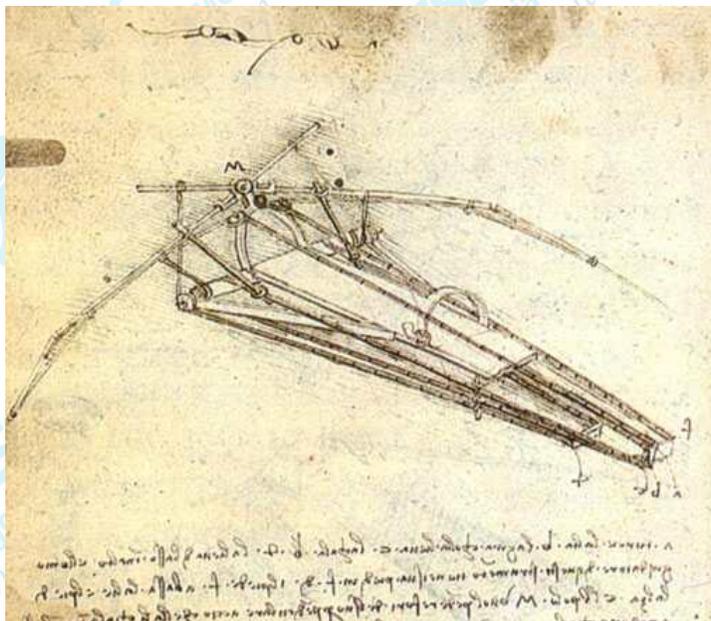
Desenho Técnico é a linguagem técnica e gráfica empregada para expressar e documentar formas, dimensões, acabamento, tolerância, montagem, materiais e demais características de peças e produtos. É a única linguagem gráfica formal para representação de produtos de Engenharia.

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.

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.

CRIAÇÃO – LEONARDO DA VINCI (1452-1519)



Máquina de Voar, (1488)

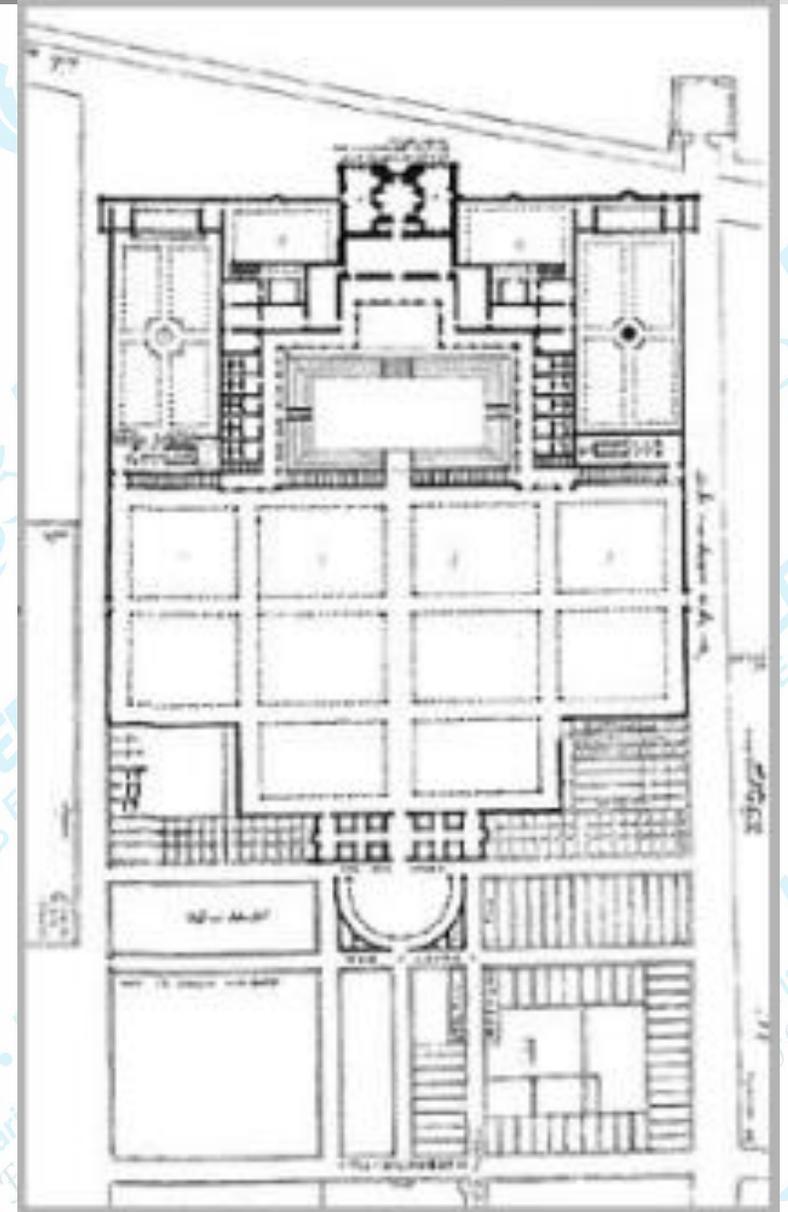


Um arsenal

HISTÓRICO

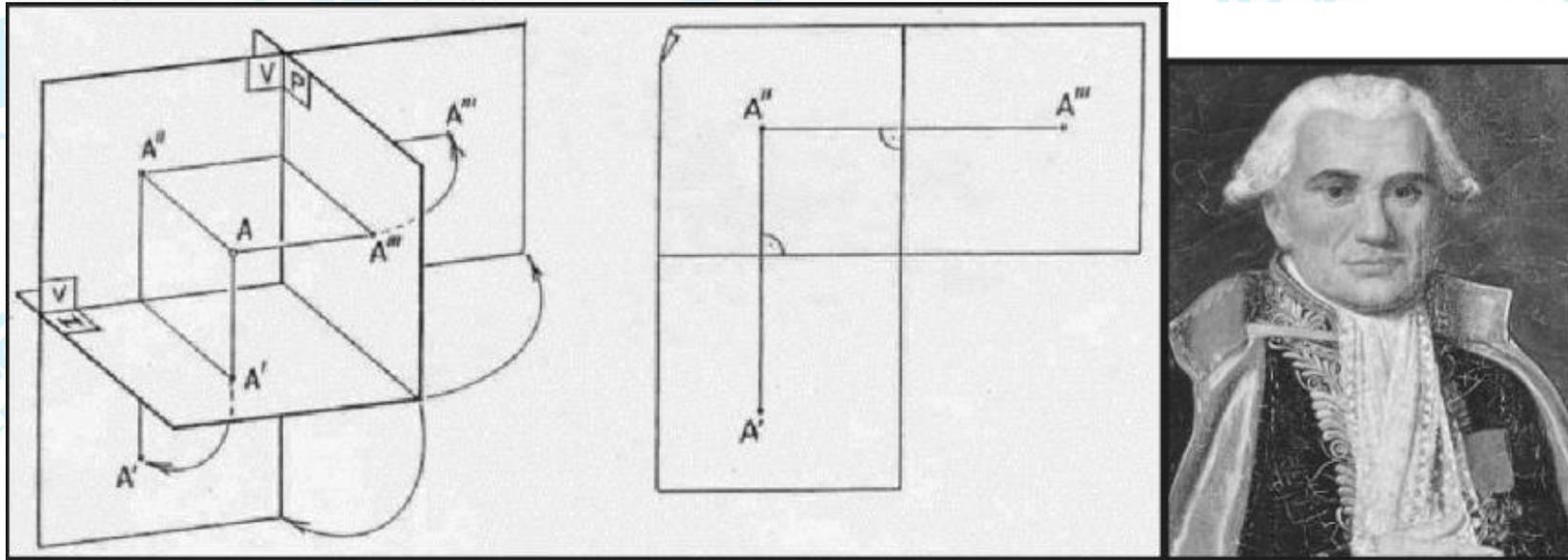
A representação de objetos tridimensionais em superfícies bidimensionais evoluiu gradualmente através dos tempos...

- 1490 - Giuliano de Sangalo que fez uso de planta e elevação, está incluído no álbum de desenhos na Livraria do Vaticano.



http://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/b/bb/ARU_PB_aula_02_planta_baixa.pdf

- **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. O sistema criado por Gaspar Monge, publicado em 1795 com o título “*Geometrie Descriptive*” é a base da linguagem usada pelo Desenho Técnico.



Normalização - Século XIX

Iniciativas de normalização da Geometria Descritiva como linguagem gráfica.

A Comissão Técnica TC 10 (1962-1963) da International Organization for Standardization – ISO – realizou a primeira normalização internacional da Geometria Descritiva como linguagem gráfica da engenharia e da arquitetura: ***Desenho Técnico***.



Hoelscher, Springer E Dobrovolny (1978)

<http://www.jornalpequeno.com.br/blog/robertlobato/?p=15569>

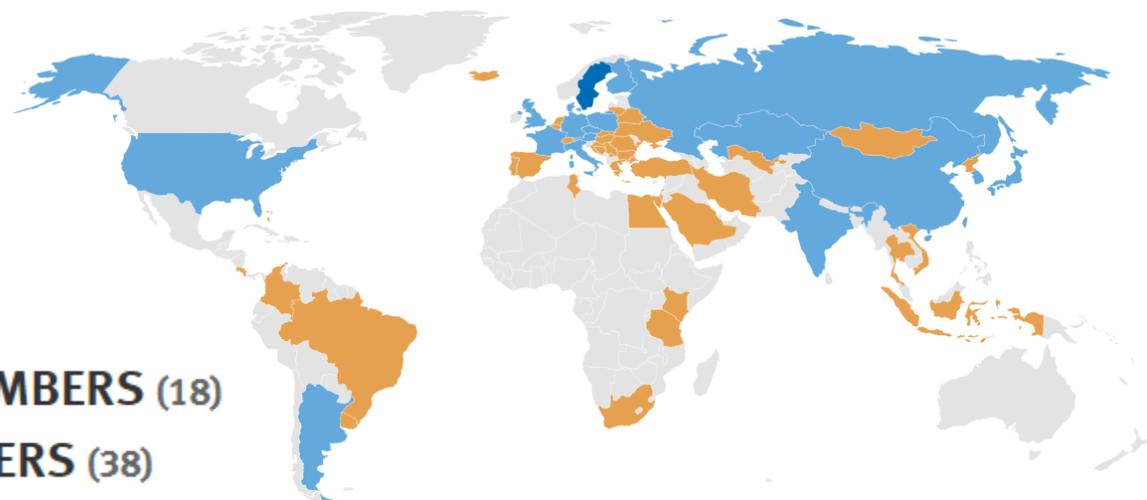
TECHNICAL COMMITTEES

ISO/TC 10

Technical product documentation



■ PARTICIPATING MEMBERS (18)
■ OBSERVING MEMBERS (38)



ISO/TC 10/SC 1	Basic conventions	Sub committee
ISO/TC 10/SC 6	Mechanical engineering documentation	Sub committee
ISO/TC 10/SC 8	Construction documentation	Sub committee
ISO/TC 10/SC 10	Process plant documentation	Sub committee

ISO/TC 10

ISO/TC 10/SC 6

Mechanical engineering documentatio



Glossário

Normalização: O processo de implementação e desenvolvimento de padrões técnicos baseados no consenso de diferentes partes: empresas, consumidores, grupos de interesse, organizações de padrões e governos.

A padronização pode ajudar a maximizar a compatibilidade, interoperabilidade, segurança, repetibilidade ou qualidade.

Internacionais



- ISO -

Regionais



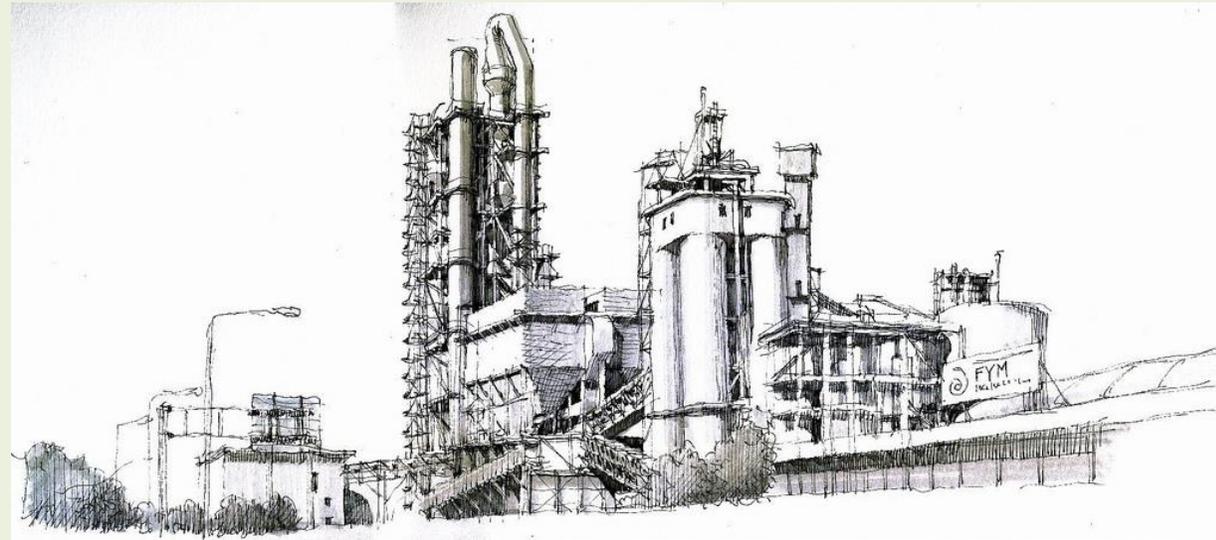
-Associação Mercosul de Normalização (AMN)–

Nacionais



-ABNT-
DIN

Empresarial



ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

- ✓ 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.

Grau de Elaboração

- **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.

• **ABNT NBR 17006** - Desenho técnico — Requisitos para representação dos métodos de projeção. Technical drawing — Requirements for representation of projection methods. 8.12.2021

ABNT NBR 17067 - Desenho técnico — Requisitos para as especificidades das representações ortográficas. 29.09.2022

ABNT NBR 16752 - Desenho técnico — Requisitos para apresentação em folhas de desenho. 01/2020

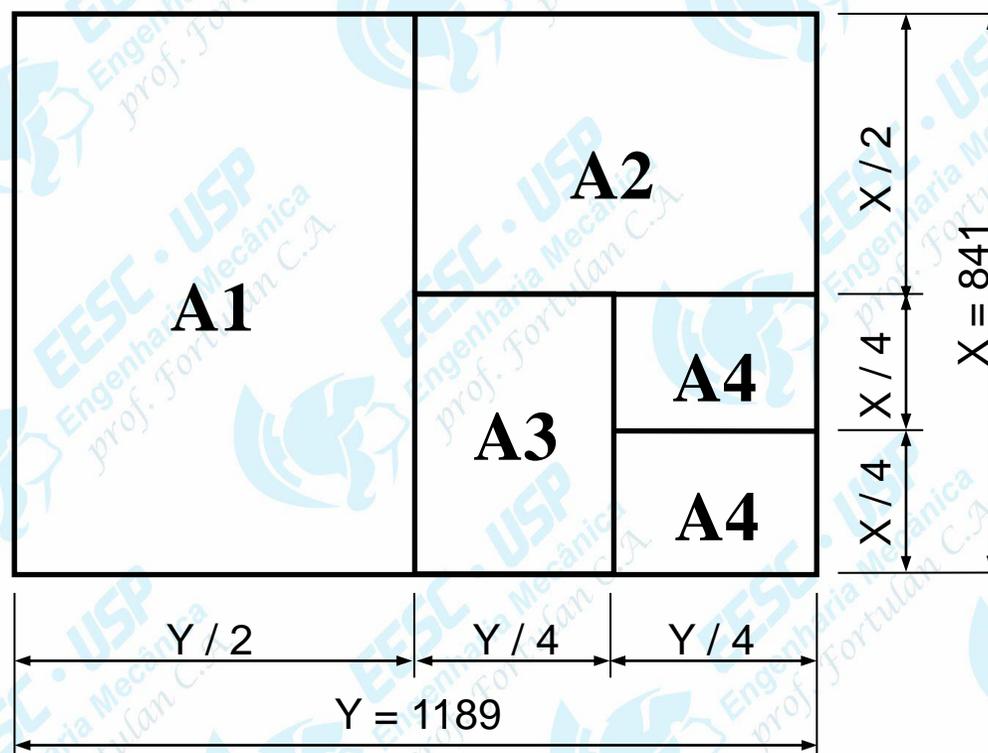
Padroniza as características dimensionais das folhas em branco e pré-impresas aplicadas a todos os desenhos técnicos.

Os Formatos da série “A” seguem as seguintes dimensões em milímetros:

FORMATO	DIMENSÕES	MARGEM		COMPRIMENTO DA LEGENDA	LARGURA DAS LINHAS DAS MARGENS
		ESQUERDA OU MARGEM DE ARQUIVO	OUTRAS		
A0	841 x 1189	20	10	180	1,0
A1	594 x 841	20	10	180	1,0
A2	420 x 594	20	10	180	0,7
A3	297 x 420	20	10	180	0,7
A4	210 x 297	20	10	180	0,7

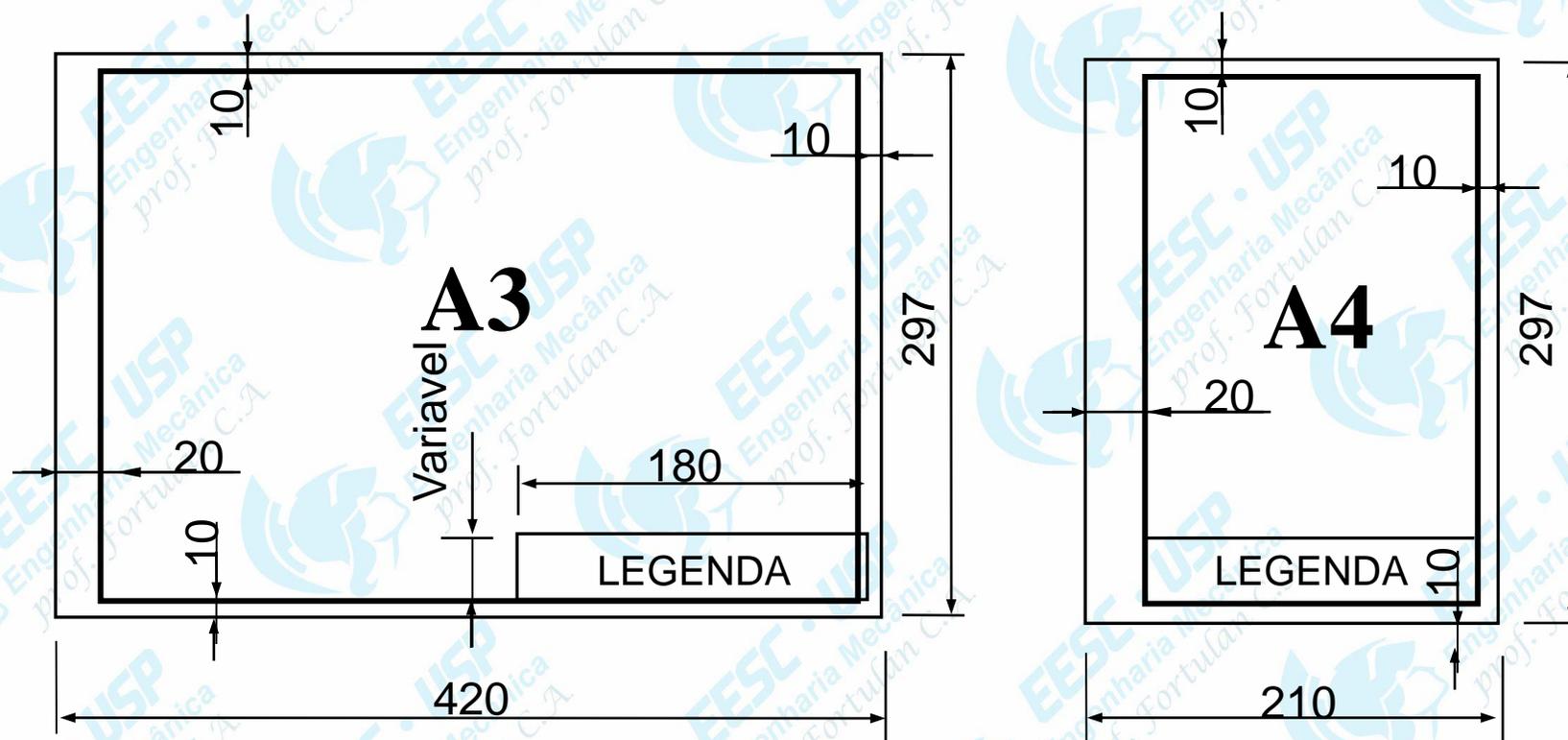
Formato das Folhas

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.



Marcas de centro e malhas

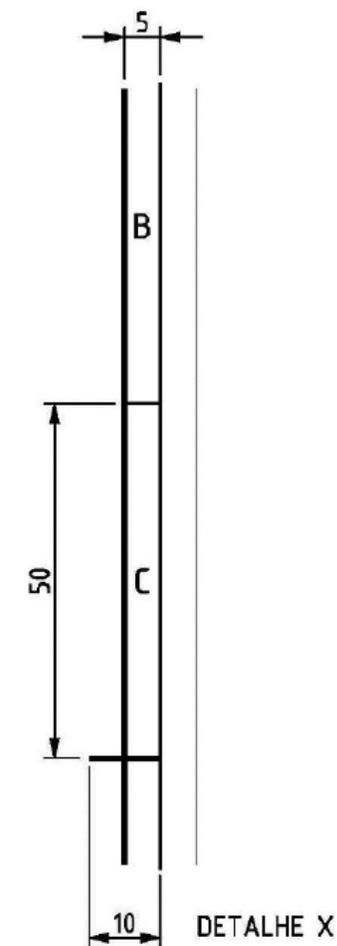
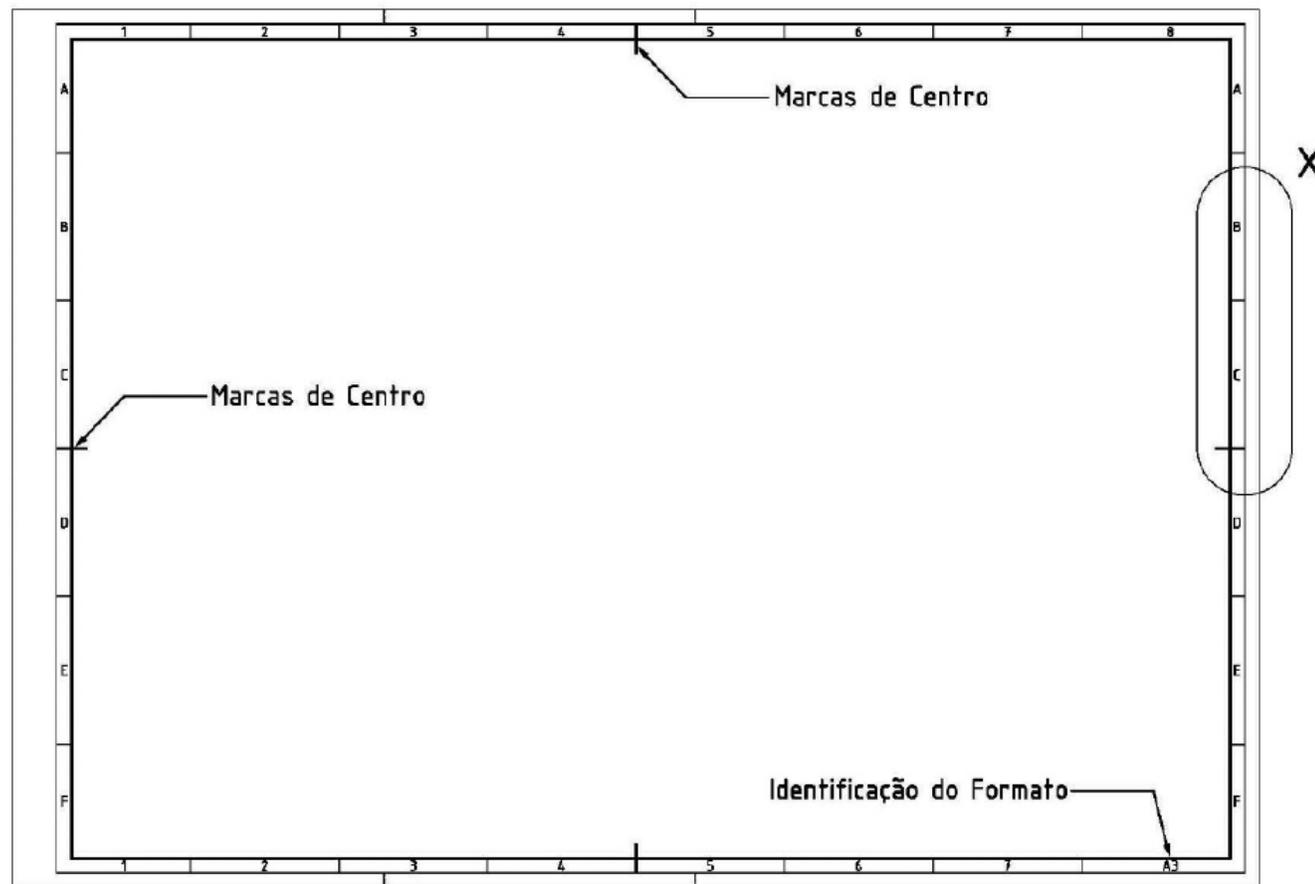


Tabela 5 – Número de divisões das malhas

Designação	A0	A1	A2	A3	A4
Lado maior	24	16	12	8	6
Lado menor	16	12	8	6	4

Largura: 5mm
 Comprimento: 50mm
 Espessura da linha: 0,35 mm

- Dobramento de cópia 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.

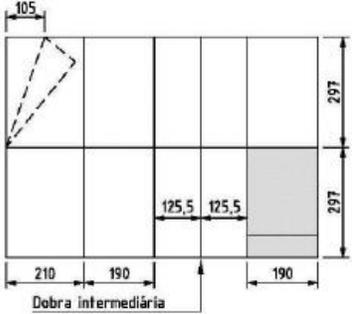
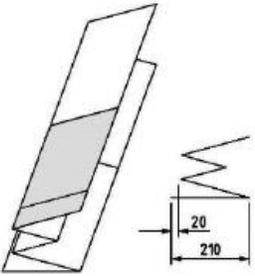
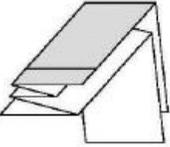
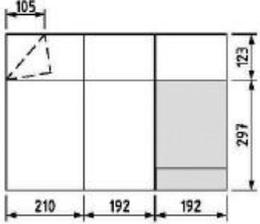
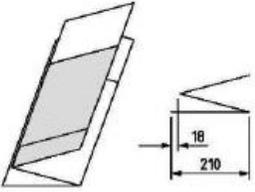
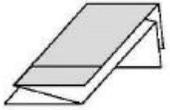
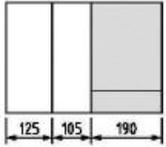
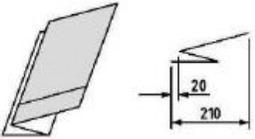
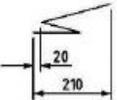
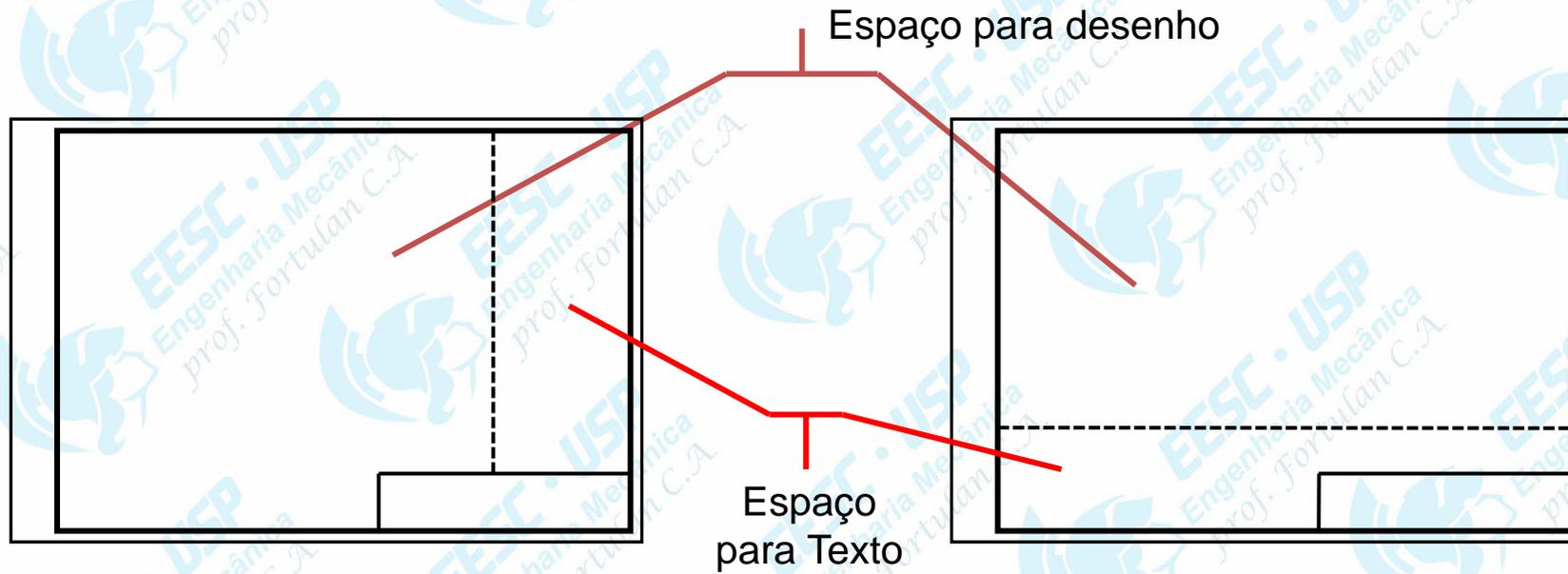
<p>A1 594 x 841</p>			
<p>A2 420 x 594</p>			
<p>A3 297 x 420</p>			

Figura 21 – Dobramento de cópia para os formatos A0, A1, A2 e A3



- **NBR 6409** – Tolerâncias geométricas – Tolerâncias de forma, orientação, posição e batimento – Generalidades, símbolos, definições e indicações em desenhos (05/1997).
- **NBR ISO 2768-1** - Tolerâncias gerais - Parte 1: Tolerâncias para dimensões lineares e angulares sem indicação de tolerância individual.
- **NBR ISO 2768-2:2001** - Tolerâncias gerais - Parte 2: Tolerâncias geométricas para elementos sem indicação de tolerância individual.

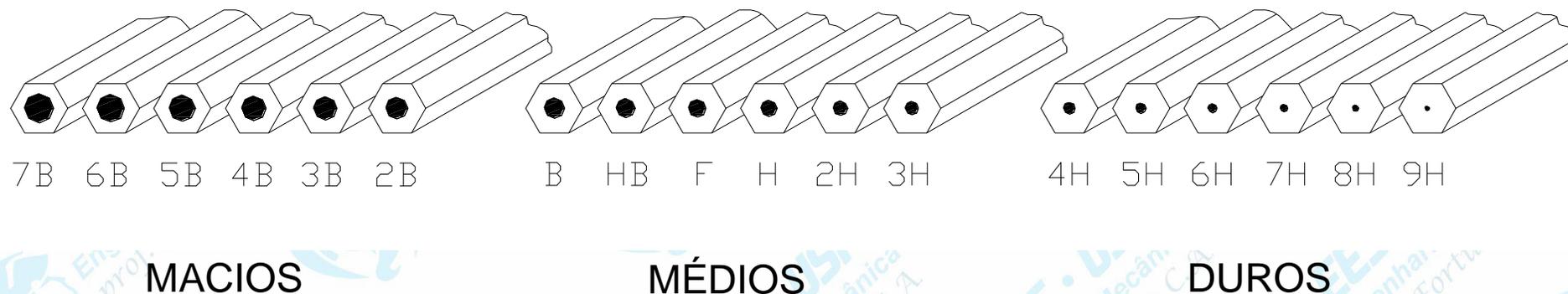
- **ABNT NBR ISO 4287:2002.** Especificações geométricas do produto (GPS) - Rugosidade: Método do perfil - Termos, definições e parâmetros da rugosidade.
- **ABNT NBR ISO 4288:2008.** Especificações geométricas de produto (GPS) - Rugosidade: Método do perfil - Regras e procedimentos para avaliação de rugosidade.
- **ABNT NBR 17068:2022.** Desenho técnico — Requisitos para
- representação de dimensões e tolerâncias.
- **ABNT NBR 6158:1995.** Sistemas de tolerâncias e ajustes.

- ✓ **NBR 13043** (09/1993) – Soldagem, números e nomes de processos
- ✓ **NBR 14611** (10/2000) - Representação simplificada em estruturas metálicas.
- **DIN 509:2006** – Technical drawings - Relief grooves - Types and dimensions.
- **ISO 2553:2013(E)** - Welding and allied processes — Symbolic representation on drawings — Welded joints.

- **ABNT NBR 16861** – *Requisitos para representação de linhas e escrita* (11/2020).

Em desenho técnico a cada linha tem um significado próprio, utiliza-se de apenas 3 larguras de linha: estreita, larga e extralarga, sendo que a relação entre suas larguras deve ser 1:2:4, respectivamente.

O lápis



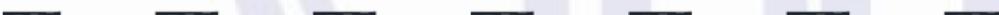
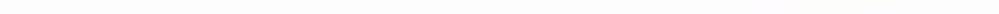
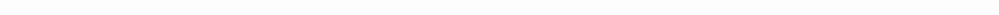
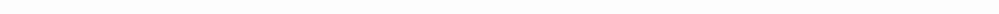
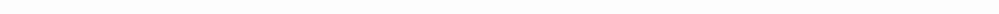
Obs.: Os lápis médios são os recomendados para uso em desenho técnico entretanto, a seleção depende sobretudo de cada usuário.

Tabela 2 – Subtipos de linhas

Representação	Descrição
	Estreita
	Larga
	Extralarga

• **ABNT NBR 16861** – *Requisitos para representação de linhas e escrita (11/2020).*

Tabela 1 – Tipos básicos de linha

N.º	Representação	Descrição
01		Linha contínua
02		Linha tracejada
03		Linha tracejada espaçada
04		Linha traço longo e ponto
05		Linha traço longo e ponto duplo
06		Linha traço longo e ponto triplo
07		Linha pontilhada
08		Linha traço longo e traço curto
09		Linha traço longo e traço curto duplo
10		Linha traço e ponto
11		Linha traço duplo e ponto
12		Linha traço e ponto duplo
13		Linha traço duplo e ponto duplo
14		Linha traço e ponto triplo
15		Linha traço duplo e ponto triplo

Dimensões em milímetros

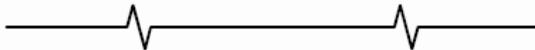
Designação do grupo de linhas	Larguras de linha			Recomendação de largura de linhas para símbolos gráficos
	Extralarga	Larga	Estreita	
0,25	0,50 	0,25 	0,13 	0,18 
0,35	0,70 	0,35 	0,18 	0,25 
0,50	1,00 	0,50 	0,25 	0,35 
0,70	1,40 	0,70 	0,35 	0,50 
1,00	2,00 	1,00 	0,50 	0,70 

• **ABNT NBR 16861** – Requisitos para representação de linhas e escrita (11/2020).

Tabela 6 – Tipos de linhas (continua)

Linha	Denominação	Aplicação geral
	Linha contínua extralarga	<ul style="list-style-type: none"> ● contornos visíveis de elementos em corte e seções, quando não utilizadas hachuras ● linhas de importância especial
	Linha contínua larga	<ul style="list-style-type: none"> ● contornos e arestas visíveis ● contornos de seções ou cortes ● contornos visíveis de elementos em corte quando utilizadas hachuras
	Linha contínua estreita	<ul style="list-style-type: none"> ● hachuras ● linhas de cota, de extensão e auxiliares ● linhas de limites em detalhes ● linhas de centro curtas ● linhas de intersecção imaginárias ● linhas de referência e de chamada
	Linha contínua à mão livre/curva de forma livre estreita	<ul style="list-style-type: none"> ● limites de encurtamentos ou vistas ● limites de vistas parciais ou interrompidas, cortes e seções ● linhas de ruptura em detalhes

•ABNT NBR 16861 – Requisitos para representação de linhas e escrita (11/2020).

	<p>Linha contínua com zigue-zagues estreita</p>	<ul style="list-style-type: none"> • linha de interrupção • limites de encurtamentos ou vistas • limites de vistas parciais ou interrompidas, cortes e seções
	<p>Linha tracejada larga</p>	<ul style="list-style-type: none"> • contornos e arestas não visíveis
	<p>Linha tracejada estreita</p>	<ul style="list-style-type: none"> • contornos e arestas não visíveis
	<p>Linha traço longo e ponto estreita</p>	<ul style="list-style-type: none"> • linhas de centro e de simetria • linhas de trajetórias • linhas de eixo • linhas neutras
 <p>Escala 1:2</p>	<p>Linha traço longo e ponto estreita, larga nas extremidades e na mudança de direção</p>	<ul style="list-style-type: none"> • posição de planos e cortes

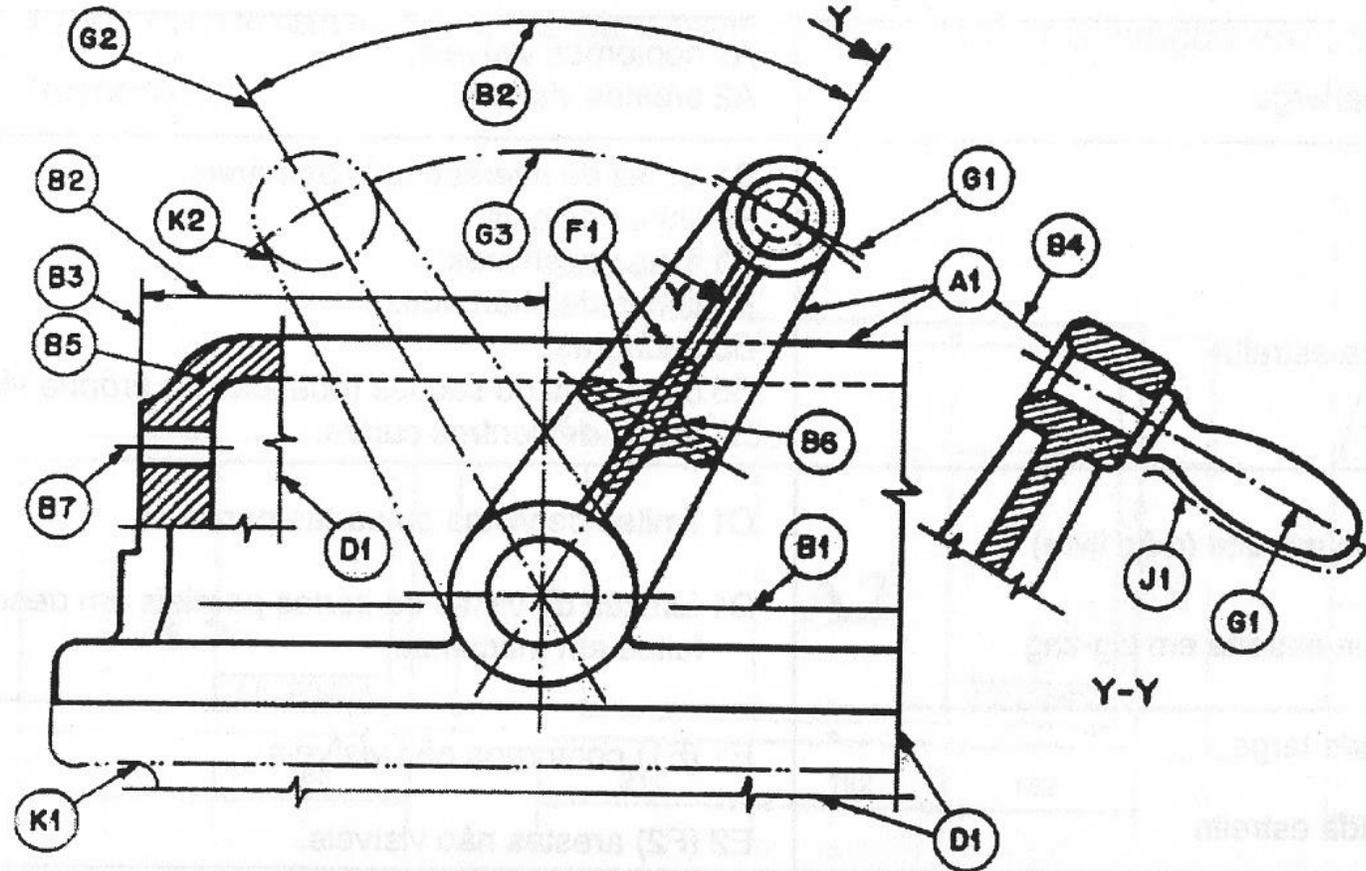
• **ABNT NBR 16861** – *Requisitos para representação de linhas e escrita* (11/2020).

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

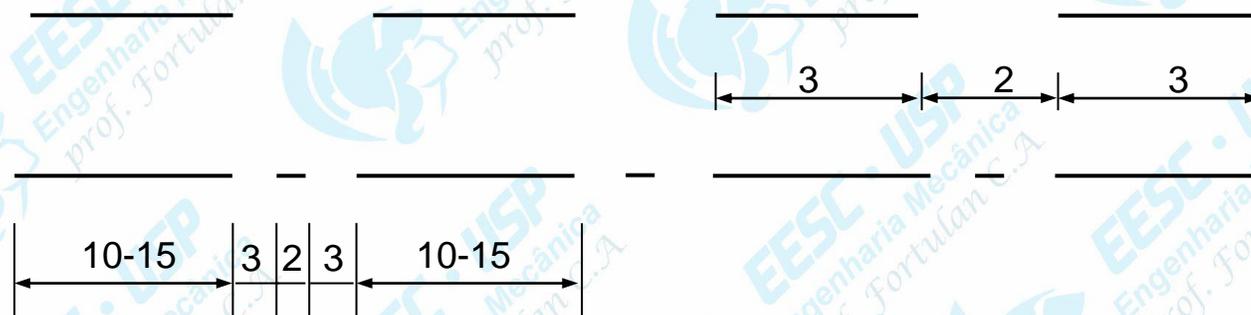
Prioridade



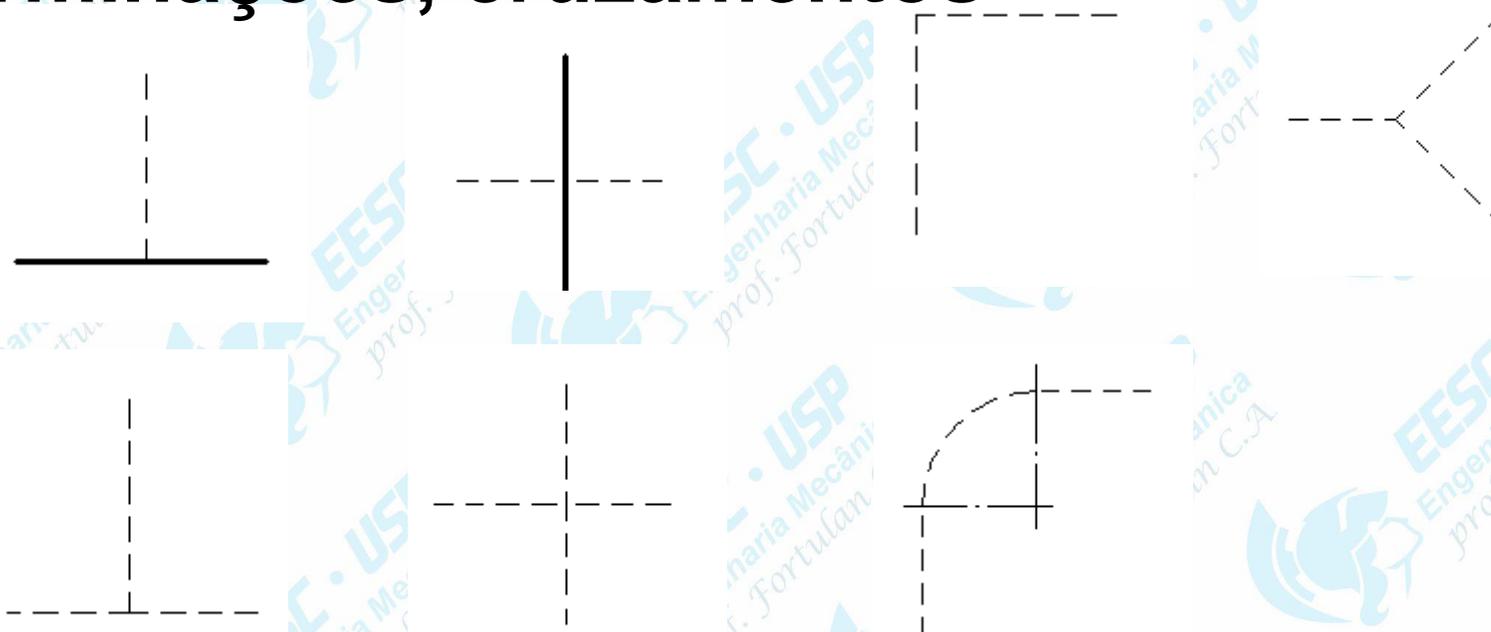
Exemplo de aplicação das linhas



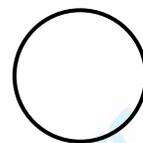
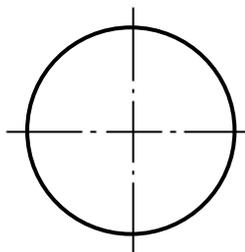
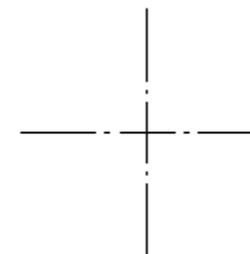
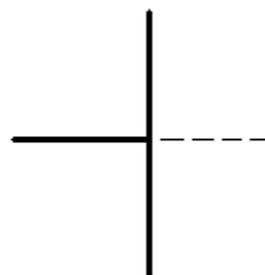
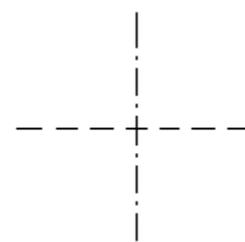
Dimensões



Linhas – terminações, cruzamentos



Linhas – terminações, cruzamentos



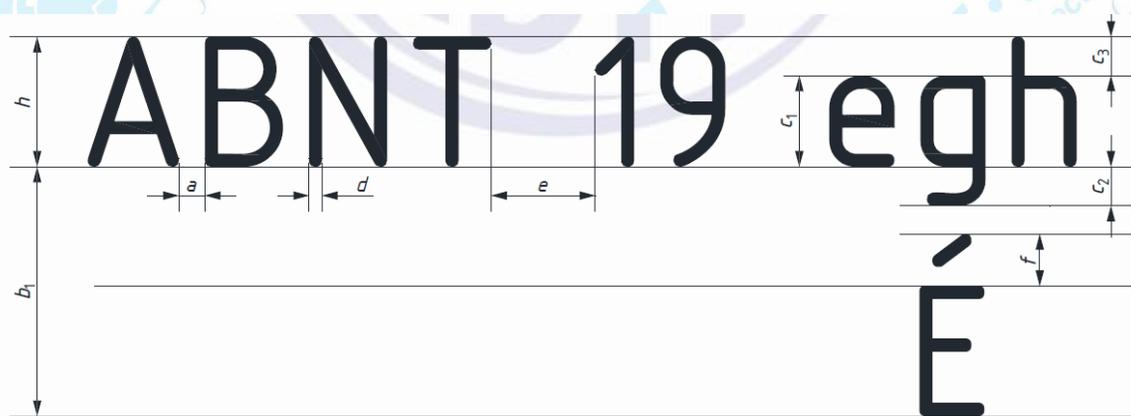


Figura 33 – Dimensões gerais e espaçamento entre linhas de base (b_1), utilizando letras maiúsculas e minúsculas com sinais diacríticos

Característica	Relação	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	20	
h	Altura das letras maiúsculas (h)	$(10/10)h$	1,8	2,5	3,5	3,5	5	7	10	14
c_1	Altura das letras minúsculas	$(7/10)h$	1,2	1,8	2,5	1	1,4	2	2,8	4
c_2	Cauda das letras minúsculas	$(3/10)$	0,5	0,8	1	1,5	2,1	3	4,2	6
c_3	Haste das letras minúsculas	$(3/10)$	0,5	0,8	1	1,5	2,1	3	4,2	6
a	Espaçamento mínimo entre caracteres	$(2/10)h$	0,4	0,5	0,7	7	10	14	20	28
b	Espaçamento mínimo entre linhas de base	$(19/10)h$	3,4	4,8	6,7	9,5	13,3	19	26,6	38
e	Espaçamento entre palavras	$(6/10)h$	1	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4	12
d	Largura de linha	$(1/10)h$	0,2	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2,0

CALIGRAFIA TÉCNICA – forma da 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 á à â ã ü ç

Á À Â Ã Ü Ç { [(! ? . , ; ")] }

0 1 2 3 4 5 6 7 7 8 9 ² ³ + - x

÷ ± = ≠ ≈ < > ∞ % & φ @ /

° € φ Δ ∫ Σ √ α δ π μ ω

Figura B.1 – Exemplo da escrita vertical com a fonte ISOCPEUR

CALIGRAFIA TÉCNICA – forma da escrita inclinada (15° à direita)

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 á à â ã ü ç

Á À Â Ã Ü Ç { [(! ? . , ; ")] }

0 1 2 3 4 5 6 7 7 8 9 ² ³ + - x

÷ ± = ≠ ≈ < > ∞ % & φ @ /

° ε φ Δ ∫ Σ √ α δ π μ ω

Figura B.2 – Exemplo da escrita inclinada com a fonte ISOCPEUR

Material de Desenho:

- **Lápis ou Lapiseiras**

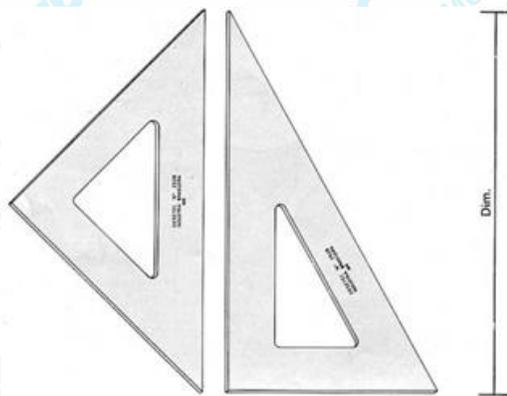
- grafite 2B → 0.7 ponta de aço.
- grafite HB → 0.5 ponta de aço.

Grafite 0,7
P207-C



- **Esquadros** (opcional)

- 60°
- 45°



- **Régua 30 cm** (opcional)



- **Borracha** (opcional)



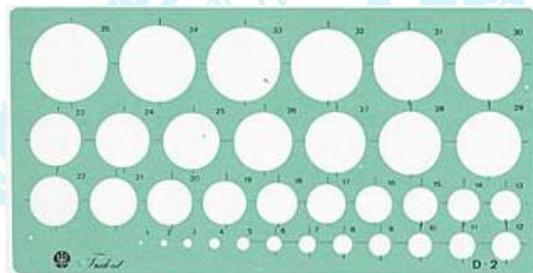
- **Bloco de papel (opcional)**

- quadriculado;
- isométrico;
- liso com margem;

- **Pano ou Flanela**



- **Bolômetro (opcional)**



- **Compasso (opcional)**

Não acompanha lapiseira

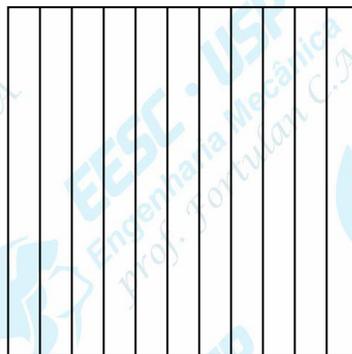


- **Curva Inglesa (opcional)**



Bibliografia:

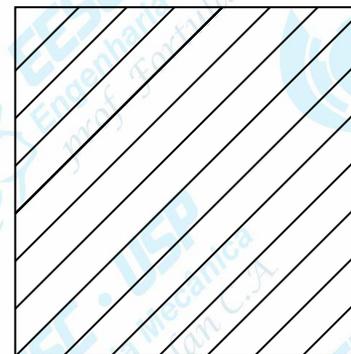
- Apostila de Desenho Técnico Mecânico (Digital). edisciplinas.usp.br
 - Silva A, Ribeiro CT, Dias J, Sousa L. Desenho Técnico Moderno. Trad. Pertence AEM, Koury RNN. LTC 2006.
 - Giesecke, F.E.; Mitchel, A.; Soencer, H.C.; Hill, I.L.; Dygdon, J.T.; Novak, J.E.; Lockhart, S. Comunicação Gráfica Moderna. Trad. Alexandre Kawano et. Al. Porto Alegre: Bookman, 2002.
 - Normas Técnicas: NBR17006, NBR 13142, ABNT NBR 16861, NBR 10582, NBR 8404, NBR 8196, NBR 12298, NBR 12288, NBR10126, NBR 8993, NBR 6409, NBR 11534, NBR 11145, NBR 13043, NBR 13104, NBR 13272, NBR 13273, NBR 14699, NBR 14957.
- Portal biblioteca: <http://biblioteca.eesc.usp.br/> → fontes de pesquisa → Normas técnicas → ABNT → digitar n^o _____ (ou palavras chave) e buscar.



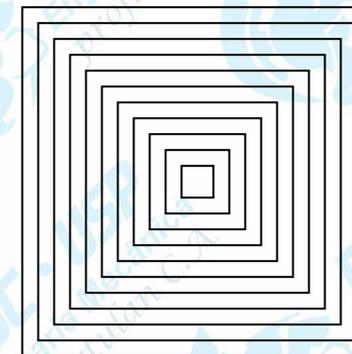
Paralelas verticais



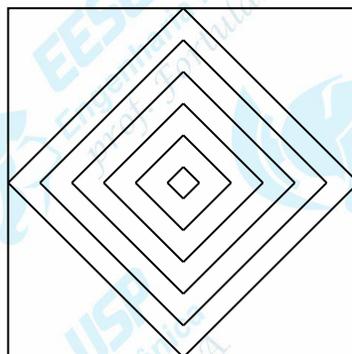
Paralelas Horizontais



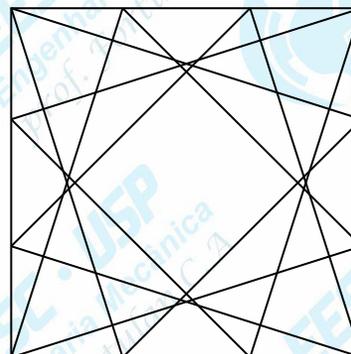
Paralelas Inclinadas



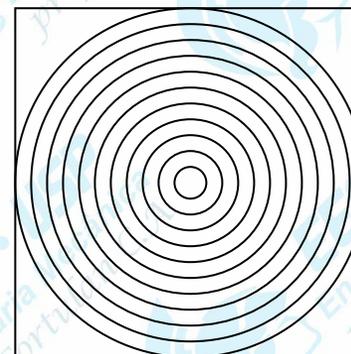
Quadrados



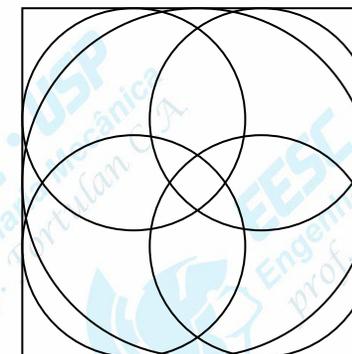
Quadrados



Triângulos



Circunferências



Circunferências

PURQUERIO, B de M. (2001)

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: _____

Contínua e larga
(Arestas e
contornos visíveis)

Tracejada e estreita
(Arestas e contornos
invisíveis)

Tração – tracinho
(Centro e simetria)

Contínua e estreita
(Cota, auxiliares,
hachura)

Exercício 02 – Exercício à mão livre: Complete as linhas com as dimensões coerentes

Alfabeto

ALFABETO

Alfabeto

ALFABETO

Algarismos

Algarismos