



**Desenho Técnico para Arquitetura**

**Professor**  
**Dr. Irajá Gouvêa**



## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A arte de representar um objeto ou fazer sua leitura por meio do desenho técnico é tão importante quanto à execução de uma tarefa, pois é o desenho que fornece todas as informações precisas e necessárias para a construção de uma peça.

Este compilado foi elaborado visando abordar a maioria dos assuntos do desenho técnico e embora sucinto, permite seu aprendizado em uma disciplina de 80 horas. A experiência de mais de 30 anos nesta área, capacitou o professor a construir um material propiciando tal dinâmica de aprendizagem. Numa etapa teórica, dentro do escopo do curso de arquitetura e respeitando as limitações de tempo, praticamente todos os conhecimentos básicos necessários para a realização de um desenho serão abordados. Numa segunda etapa, com os conhecimentos adquiridos anteriormente, serão aplicados na prática exercícios de desenhos bi e tridimensionais utilizando ferramentais e pranchetas. Essa parte consistirá basicamente na fixação do aprendizado da teoria, permitindo aos alunos avançarem nas disciplinas futuras, adentrando ao conhecimento do desenho arquitetônico auxiliado no aprendizado dentro dos ateliês de desenho e dos laboratórios de informática.

Acreditamos que você, aluno, trabalhando com dedicação, conseguirá atingir todos os objetivos propostos para avançar em sua formação.

Bom trabalho!



## Noções Básicas

Algumas vezes temos a necessidade de explicar algo a alguém por meio de um desenho, não é verdade? Um endereço com um mapa ou uma situação que nós vimos ou vivemos. Fazemos isso porque o desenho consegue explicar melhor do que várias palavras. Tente explicar a alguém como é a disposição dos móveis de um ambiente de sua casa sem fazer um desenho!

Perceba que a vontade de desenhar aparece quase que instintivamente.

Nessa disciplina iremos aprender a fazer alguns desenhos de maneira técnica, aprendendo sobre Projeções e Perspectiva.

## Materiais de desenho e seus usos

Para desenhar são necessários alguns materiais próprios para o desenho. Abaixo, segue uma lista de materiais de que você vai precisar para praticar o desenho das projeções e perspectivas que vamos aprender:

- Lapiseira: Embora possa ser usado lápis de madeira, recomenda-se o uso de lapiseira com grafite de espessura 0,5 mm ou menor, para evitar perda de tempo e imprecisão.
- Borracha: Branca e macia, para apagar lápis;
- Par de Esquadros: Transparentes e sem escala, entre 12 e 22 cm. Servem para desenhar retas paralelas, perpendiculares e oblíquas entre si. Ambos têm a forma de triângulos retângulos, o menor com ângulos de 45° e o maior com ângulos de 30° e 60°.
- Régua transparente: 30cm
- Escalímetro nº 1: régua de escala
- Compasso de metal: para desenhar circunferência e arco de circunferência ( de baixo custo)
- Folhas de papel A3 (20 folhas liso).
- Fita adesiva: (durex) para afixar papel na mesa
- Pasta plástica A3: para carregar materiais;
- Flanela: para limpeza da mesa;
- Álcool: (pequena quantidade)

## ENTIDADES NORMALIZADORAS

A seguir temos uma lista das principais entidades de normalização:

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- BS – Normas Britânicas (British Standards)
- DIN – Instituto Alemão para Normalização (Deutsches Institut für Normung)
- ISO – Organização Internacional para Normalização (International Organization for Standardization)
- JIS – Normas da Indústria Japonesa (Japan Industry Standards)

## PRINCIPAIS NORMAS

- NBR 10067 – princípios gerais de representação em desenho técnico. A NBR 10067 (ABNT, 1995) fixa a forma de representação aplicada em desenho técnico. Normaliza o método de projeção ortográfica, que pode ser no 1º diedro ou no 3º diedro, a denominação das vistas, a escolha das vistas, vistas especiais, cortes e seções, e generalidades.
- NBR 10068 – Folha de desenho Lay-out e dimensões – objetiva padronizar as dimensões das folhas na execução de desenhos técnicos e definir seu lay-out com suas respectivas margens e legenda.
- NBR 10582 – apresentação da folha para desenho técnico – normaliza a distribuição do espaço da folha de desenho, definindo a área para texto, o espaço para desenho, etc..
- NBR 13142 – desenho técnico – dobramento de cópias. Fixa a forma de dobramento de todos os formatos de folhas de desenho para facilitar a fixação em pastas.
- NBR 8402 – execução de caracteres para escrita em desenhos técnicos.

NBR 8403 – aplicação de linhas em desenhos – tipos de linhas – larguras das linhas

NBR 8196 – desenho técnico – emprego de escalas.

NBR 12298 – representação de área de corte por meio de hachuras em desenho técnico.



## Desenho Técnico para Arquitetura

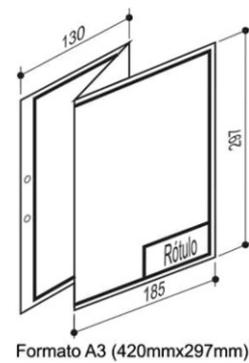
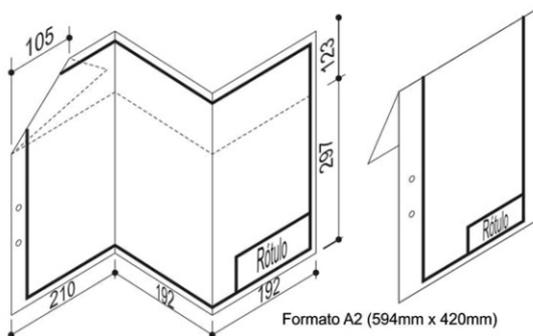
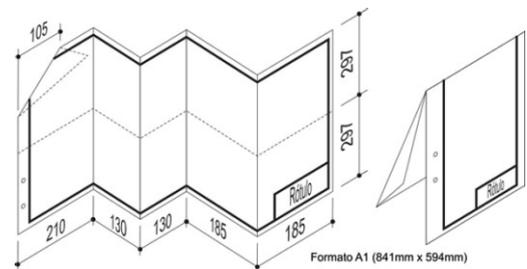
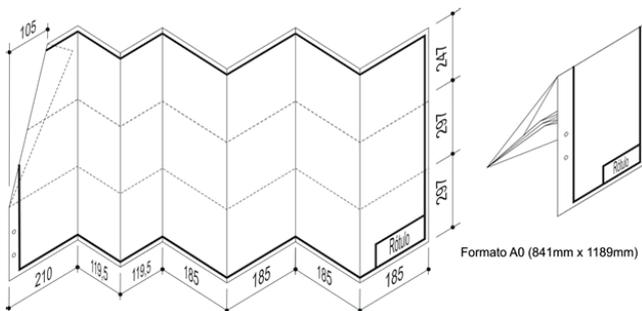
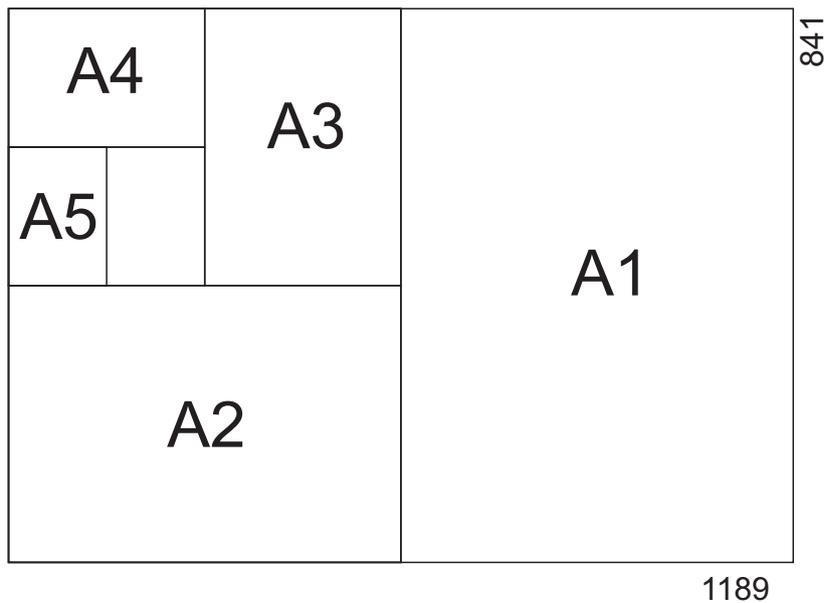
prof. Dr. Inajá Gouveia

---

- NBR10126 – cotação em desenho técnico.
- NBR 8404 – indicação do estado de superfície em desenhos técnicos.
- NBR 6158 – sistema de tolerâncias e ajustes

### FORMATOS PADRÕES DE FOLHAS DE DESENHO

O primeiro tamanho é o formato A0 com dimensões de 841 X 1189 mm, equivalente a 1 m<sup>2</sup> de área, sendo que os demais formatos originam-se da bipartição sucessiva deste, conforme figura abaixo.



## Tipos de linhas no desenho técnico

NBR 8403 – Aplicação de linhas em desenhos –

Os tipos e espessuras de linhas utilizadas no Desenho Técnico dependem dos seus usos e do que se deseja representar. Muitas vezes, o uso inadequado de um tipo de linha ou de sua espessura pode levar a interpretação incorreta do desenho. As linhas utilizadas na confecção do desenho técnico devem seguir as especificações do quadro da página ao lado:

### LETRAS E ALGARISMOS

A NBR 8402 (ABNT, 1994) normaliza as condições para a escrita usada em Desenhos Técnicos e documentos semelhantes.

Visa a uniformidade, a legibilidade e a adequação a microfilmagem e a outros processos de reprodução.

“A habilidade no traçado das letras só é obtida pela prática contínua e com perseverança.

A maneira de segurar o lápis ou lapiseira é o primeiro requisito para o traçado das letras

LINHA	DENOMINAÇÃO	APLICAÇÃO GERAL
A 	Contínua larga	A1 Contornos Visíveis A2 Arestas Visíveis
B 	Contínua estreita	B1 Linhas de interseção imaginárias B2 Linhas de cotas B3 Linhas auxiliares B4 Linhas de chamada B5 Hachuras B6 Contornos de seções rebatidas na própria vista B7 Linhas de centro curtas
C 	Contínua estreita a mão livre (1)	C1 Limites de vistas ou cortes parciais ou interrompidos se os limites não coincidir com linhas traço ponto
D 	Contínua estreita em zigue-zague (1)	D1 Esta linha destina-se a desenho confeccionados por máquinas
E 	Tracejada larga (1)	E1 Contornos não visíveis E2 Arestas não visíveis
F 	Tracejada estreita (1)	F1 Contornos não visíveis F2 Arestas não visíveis
G 	Traço e ponto estreita (1)	G1 Linhas de centro G2 Linhas de simetrias G3 Trajetória
H 	Traço e ponto estreito, larga nas extremidades e na mudança de direção	H1 Planos de corte
J 	Traço e ponto larga	J1 Indicação das linhas ou superfícies com indicação especial
K 	Traço e dois pontos estreita	K1 Contornos de peças adjacentes K2 Posição limite de peças móveis K3 Linhas de centro de gravidade K4 Cantos antes de formação K5 Detalhes situados antes do plano do corte

Se existem duas alternativas em um mesmo desenho, só deve ser aplicada uma opção.

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

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0



## Exercícios

Escreva entre as linhas abaixo, usando letras maiúsculas o seguinte texto:

“Devemos usar sempre letras maiúsculas”

---

---

Escreva entre as linhas abaixo, usando letras maiúsculas o seguinte texto:

“Não devemos usar palavras em outras línguas”

---

---

Escreva entre as linhas abaixo, usando letras maiúsculas o seguinte texto:

“Não devemos abreviar palavras”

---

---

Escreva entre as linhas abaixo, usando letras minúsculas o seguinte texto:

“Devemos sempre escrever de maneira clara”

---

---

Escreva entre as linhas abaixo, usando letras minúsculas o seguinte texto:

“As letras no desenho técnico não devem ser grandes”

---

---

Escreva entre as linhas abaixo, usando letras minúsculas o seguinte texto:

“As letras no desenho técnico não devem ser muito pequenas”

---

---

Escreva entre as linhas abaixo, usando letras minúsculas o seguinte texto:

“Devemos lembrar que alguém irá ler nossos desenhos”

---

---

Escreva entre as linhas abaixo, usando letras minúsculas o seguinte texto:

“Não devemos misturar o desenho com as informações escritas”

---

---

Escreva entre as linhas abaixo os seguintes números:

“1 2 3 4 5 6 7 8 9 0”

---

---

Escreva entre as linhas abaixo os seguintes números:

“1 2 3 4 5 6 7 8 9 0”

---

---

Escreva entre as linhas abaixo os seguintes números:

“1 2 3 4 5 6 7 8 9 0”

---

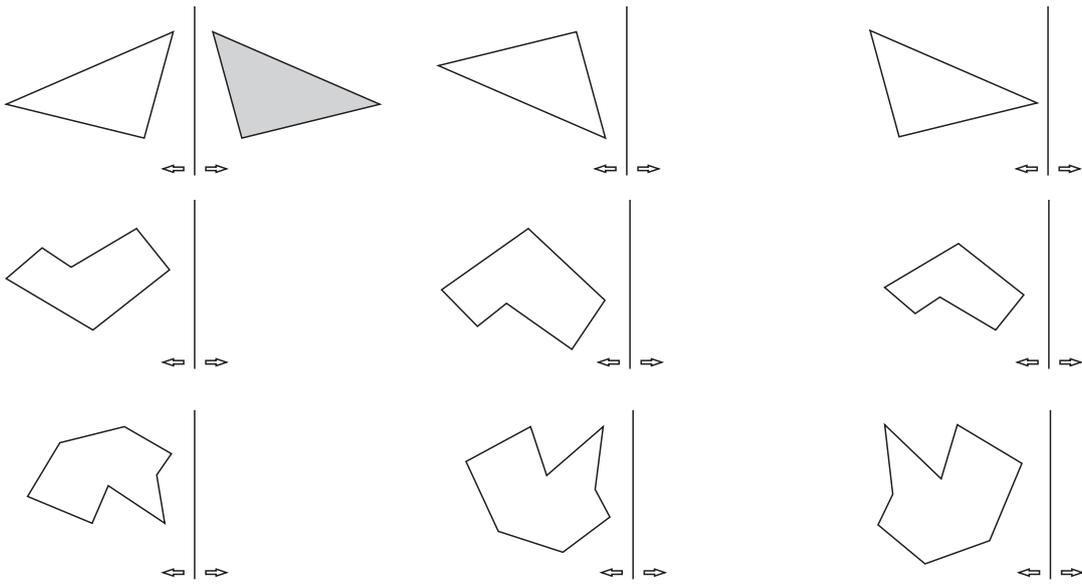
---



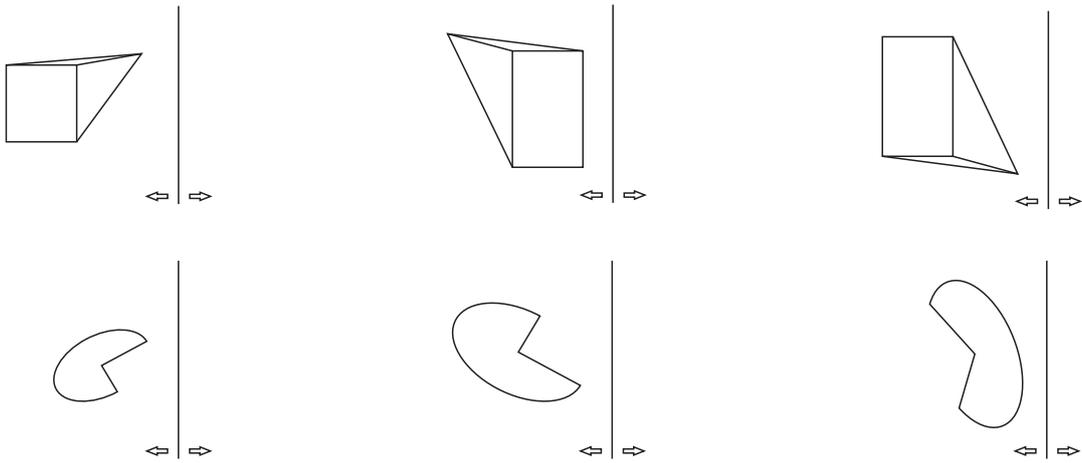
## Exercícios

Vamos treinar fazendo alguns desenhos a mão livre

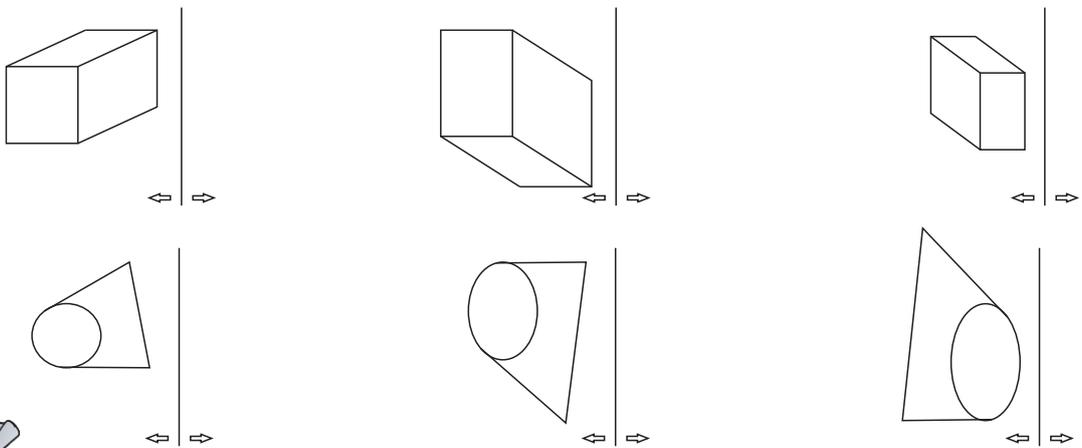
Reproduza as figuras com linhas cheias de maneira rebatida conforme o exemplo:



Reproduza as figuras com linhas tracejadas de maneira rebatida conforme o exemplo:



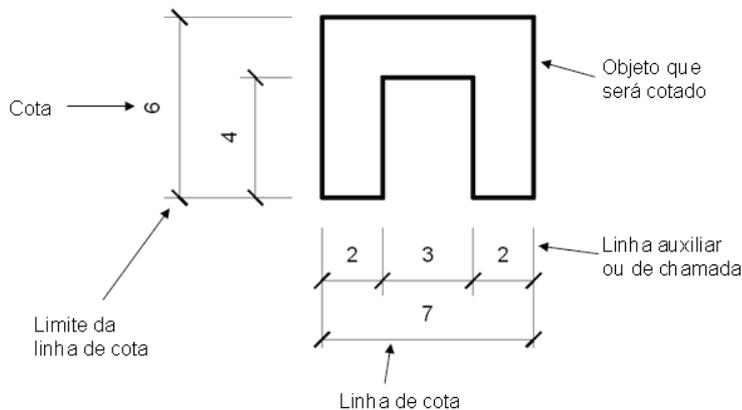
Reproduza as figuras com linhas traço ponto de maneira rebatida conforme o exemplo:



# Cotagem

## NBR 10.126 - Cotagem em desenho técnico

Cotar um desenho significa inserir nele informações relativas às suas dimensões. Isso é feito por meio da inserção de cotas. A NBR 10.126 estabelece os princípios (regras) gerais de cotagem em Desenho Técnico. Abaixo destacamos alguns dos principais aspectos que devem ser observados:

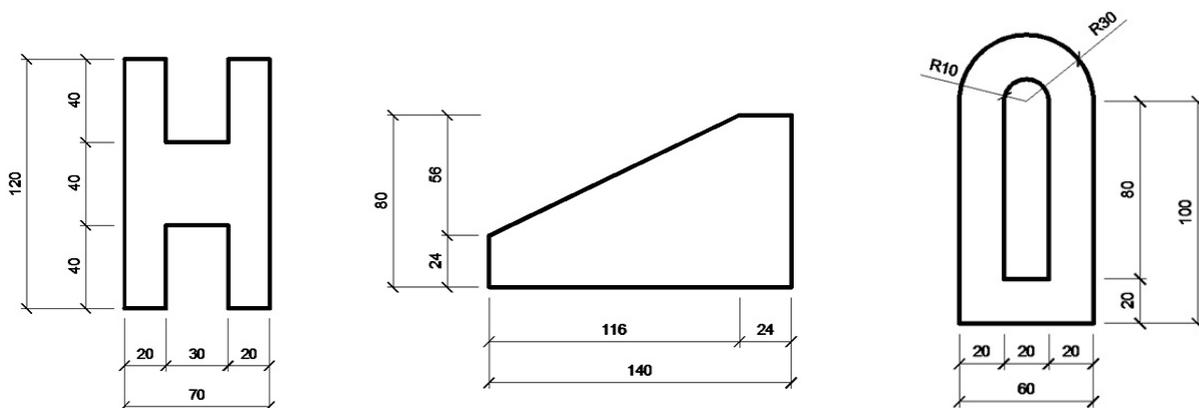


- Linha de chamada ou auxiliar: deve ser utilizada linha estreita contínua.
- Linha de cota: deve ser utilizada linha estreita contínua.
- Limite da linha de cota: a indicação do limite da linha de cota deve ser feito por meio de seta ou traço oblíquo. Os limites das linhas de cota são posicionados na interseção das linhas de chamadas com as linhas de cota.
- Cota: a cota propriamente dita é a valor numérico que é posicionado sobre a linha de cota, devendo ser escrita em caracteres legíveis.

### Regras Gerais:

1. A linha de chamada ou auxiliar deverá ultrapassar a linha de cota em  $\pm 3$  mm e não deve tocar o desenho. Deixar uma distância de  $\pm 2$  mm;
2. Quando a linha de cota estiver na horizontal, a cota deve se situar acima da mesma. Caso ela esteja na vertical, a cota deve se situar à sua esquerda;
3. As cotas totais devem ser colocadas por fora das parciais, de forma a se evitar que elas se cruzem;
4. Deve-se evitar, sempre que possível, colocar cotas internas ao desenho;
5. As cotas devem ser distribuídas em todas as vistas;
6. Cada detalhe deve ser cotado uma única vez, na vista que melhor representar a sua forma;
7. Deve-se evitar cotar as linhas que representam arestas invisíveis;
8. Deve-se sempre evitar o cruzamento das linhas de cota;
9. A quantidade de cotas de um desenho deve informar todas as dimensões do objeto, não deixando dúvidas nem margem para a necessidade de futuros cálculos;
10. As cotas são sempre representativas das dimensões reais do objeto, independente da escala utilizada;
11. A caligrafia utilizada na cotagem deve seguir as normas técnicas;
12. Uma dimensão cotada mais de uma vez no mesmo desenho é considerada um erro técnico.

### Exemplos de objetos cotados

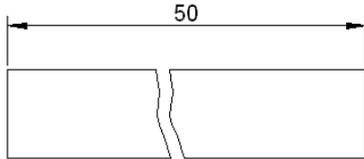
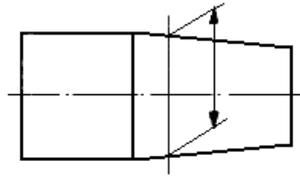


Os elementos gráficos para a representação da cota são:

- Linha de cota;
- Linha auxiliar;
- Limite da linha de cota (seta, traço oblíquo ou circunferência);
- Valor numérico da cota.

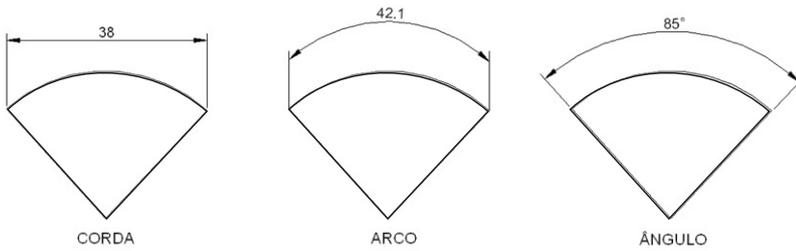
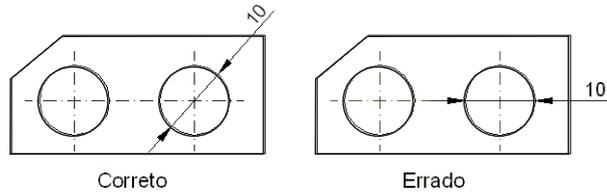
Tipologia das cotas

Linha auxiliar oblíqua ao elemento dimensionado.



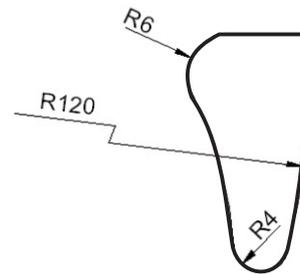
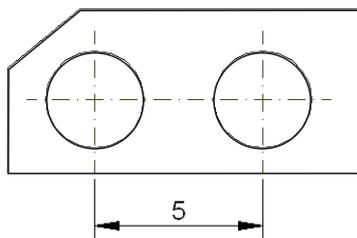
Cotagem em elemento interrompido

Cotagem de diâmetro de circunferência.



Cotagem de cordas, arcos e ângulos

Cotagem de raios de grandes arcos de circunferência



Linha de centro usada como linha auxiliar.

São utilizados símbolos para identificação de elementos geométricos, tais como:

diâmetro



raio



quadrado



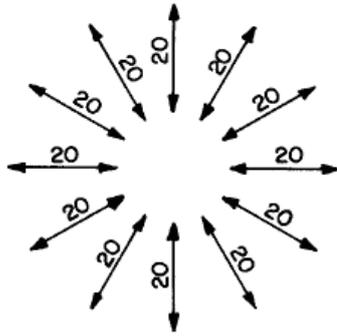
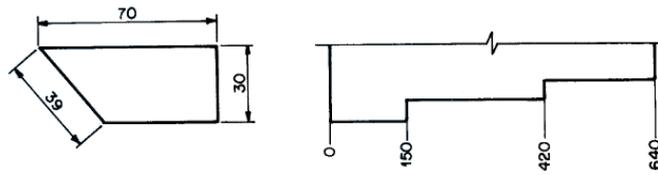
Os símbolos de diâmetro e quadrado podem ser omitidos quando a forma for claramente identificada.



**Desenho Técnico para Arquitetura**

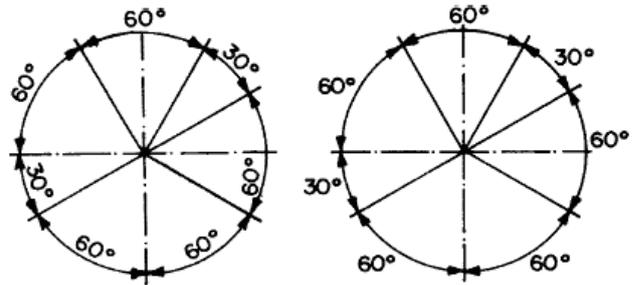
prof. Dr. Inajá Gouveia

Cotas em linhas inclinadas devem ser seguidas como mostra a figura abaixo:

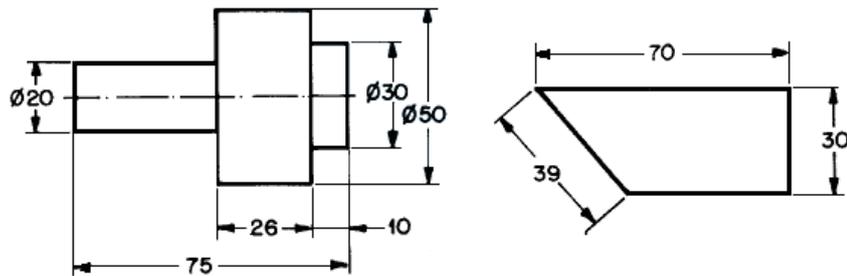


Localização das cotas em linhas de cotas inclinadas no método

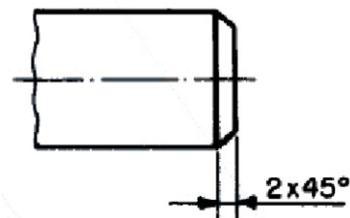
Cotagem angular



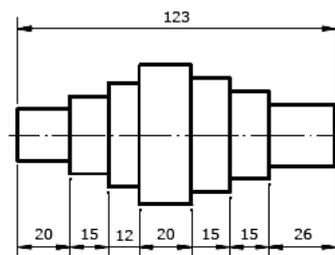
Localização das cotas



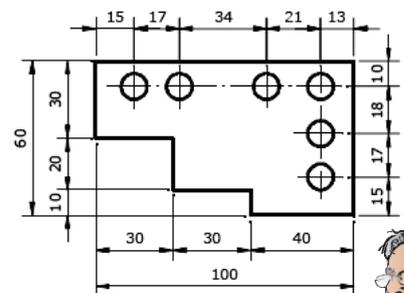
Cotagem com vários ângulos iguais



Cotagem em série



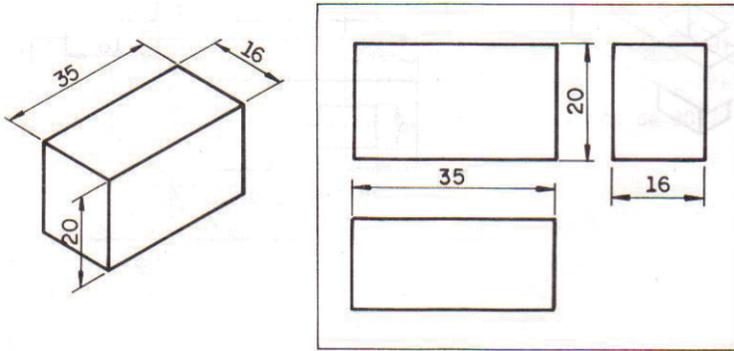
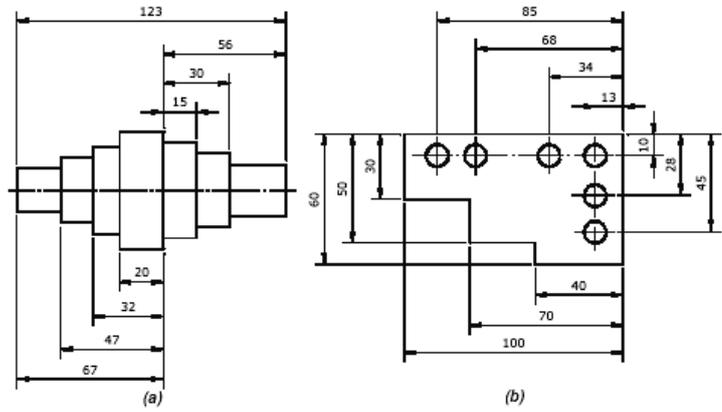
(a)



(b)

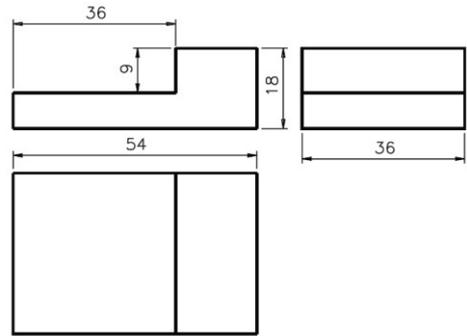
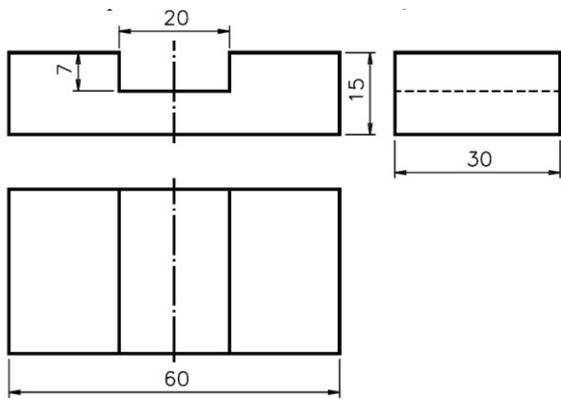
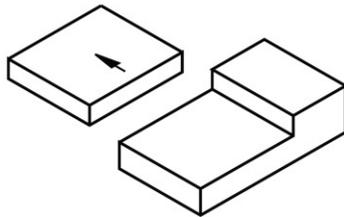


Cotagem utilizando uma faces de referência

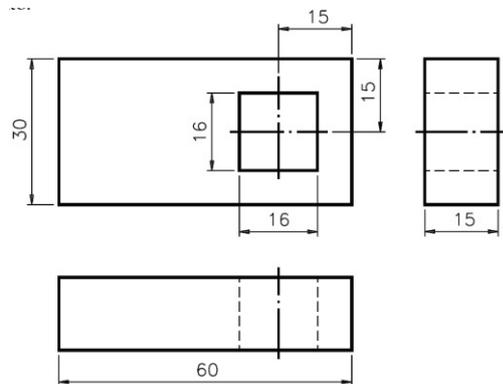
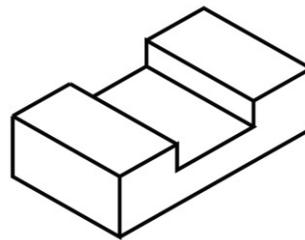


Seqüencia de cotagem

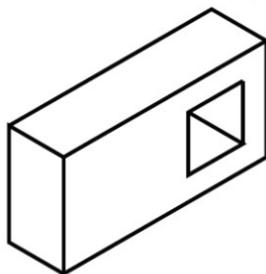
Cotagem de rebaixo



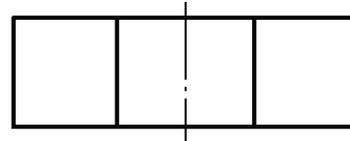
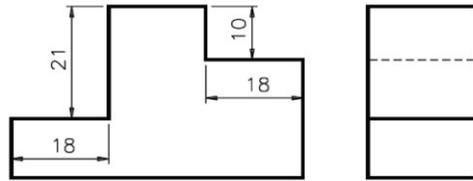
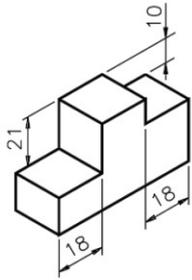
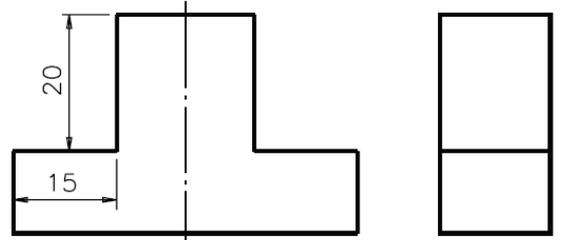
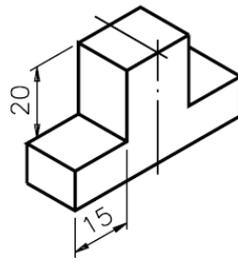
Cotagem de rasgo



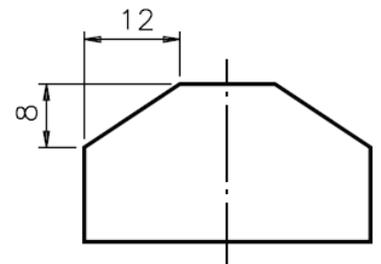
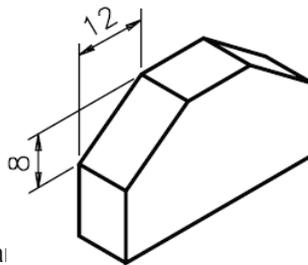
Cotagem de furo



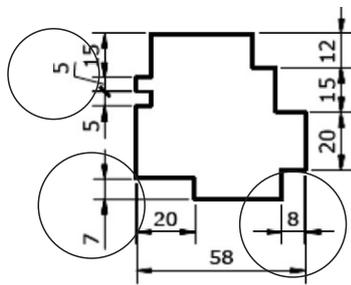
Cotagem de peças com mais de um eler



Cotagem de peças com elementos diferentes

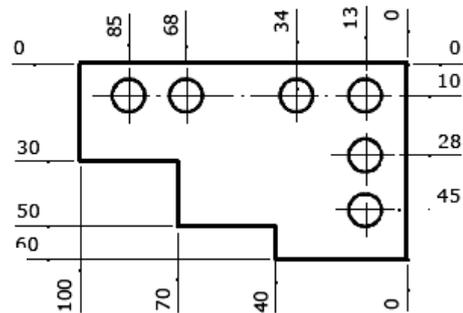


Cotagem de peças com elementos angula



Cotagem de peças com espaços pequenos

Cotagem de peças aditivas



Cotagem de Cordas e Arcos

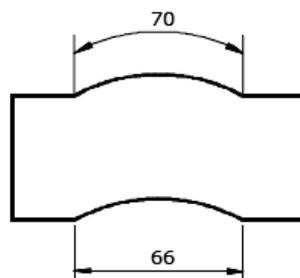
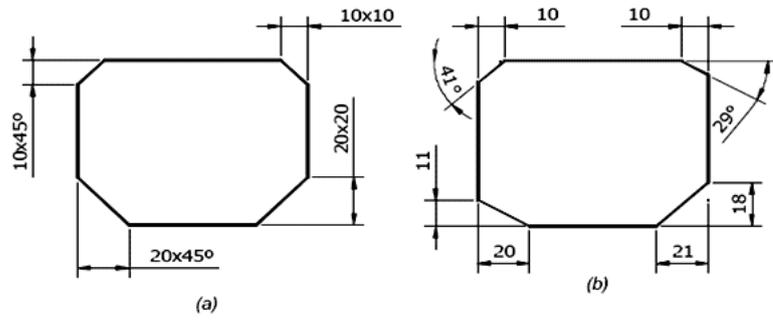


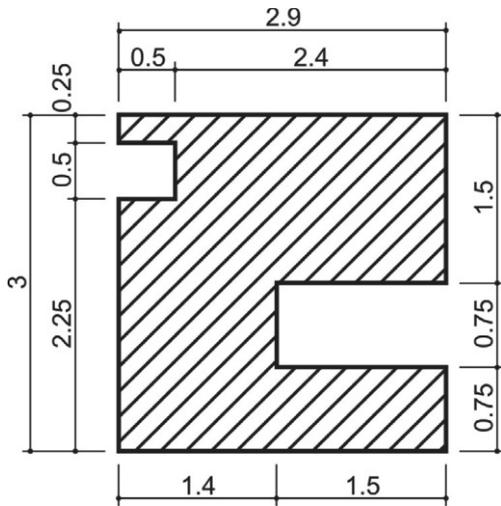
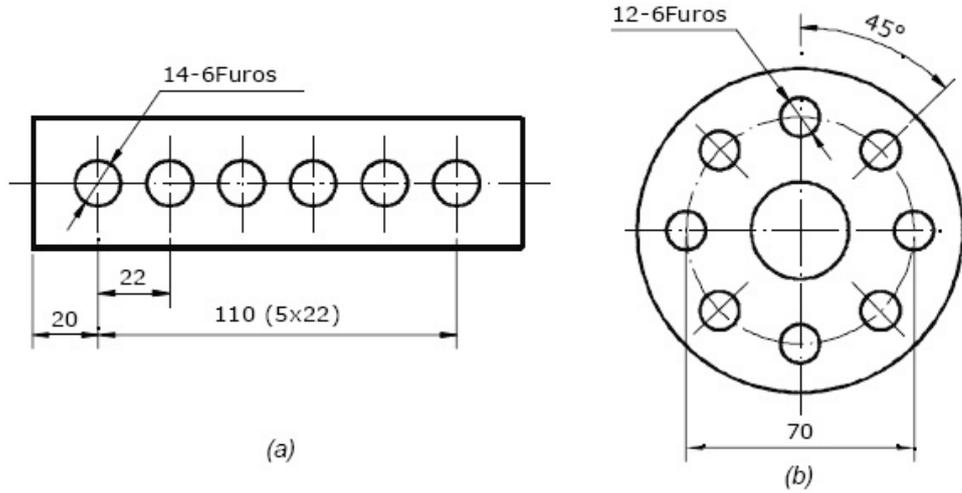
Figura 6.24



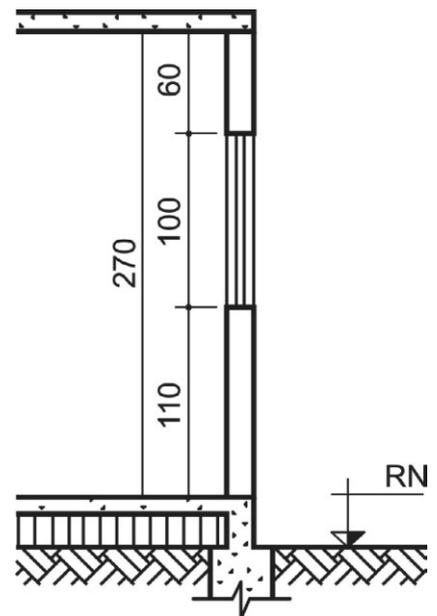
Cotagem de Ângulos, Chanfros e Escareados



Cotagem de Elementos Equidistantes e/ou Repetidos



Cotagem de Elementos com reentrâncias

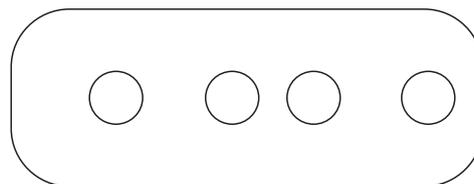
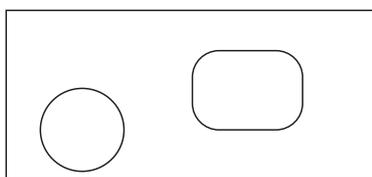
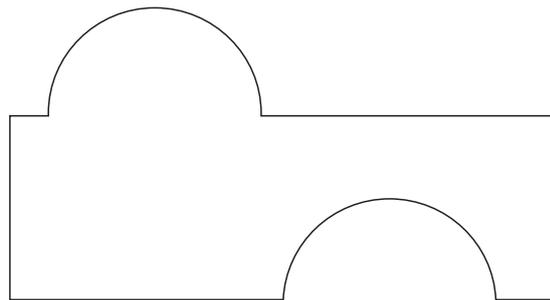
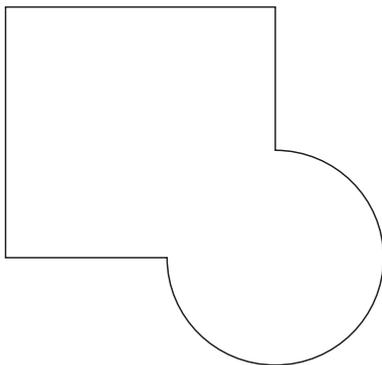
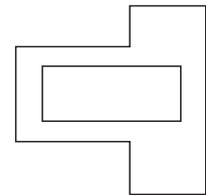
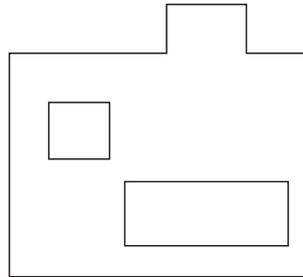
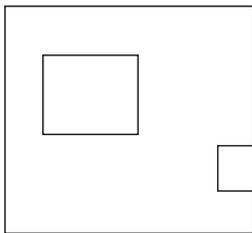
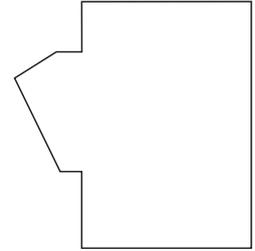
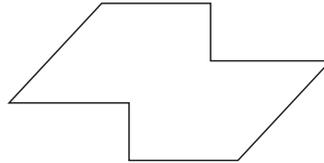
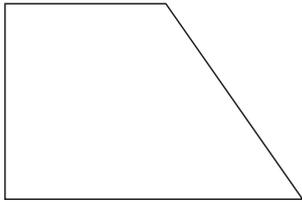
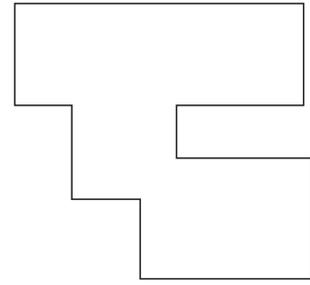
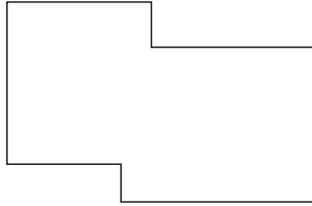
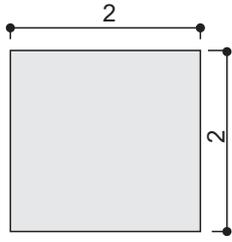


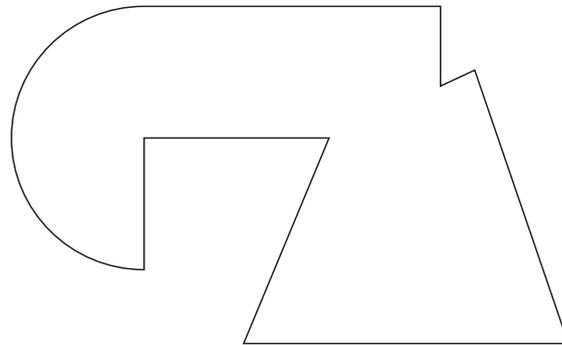
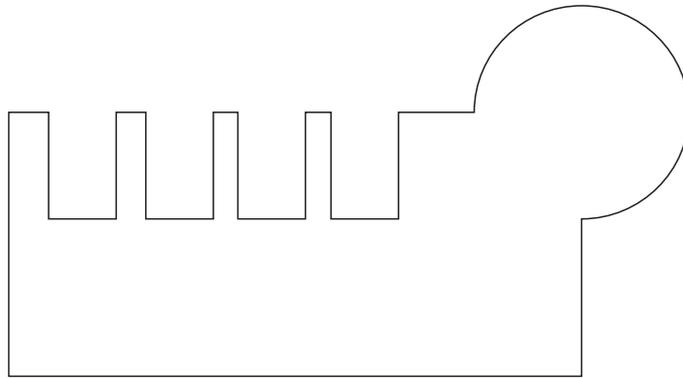
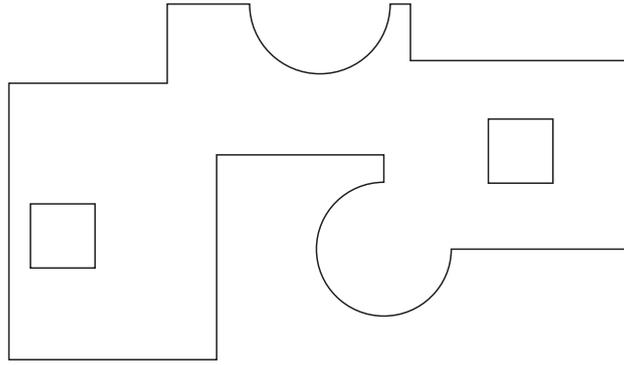
Cotagem de Elementos arquitetônicos



## Exercícios

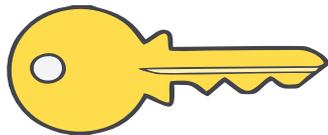
Vamos treinar colocando cotas nos desenhos abaixo:





## Escalas

Antes de representar objetos, modelos, peças, etc. deve-se estudar o seu tamanho real. Tamanho real é a grandeza que as coisas têm na realidade. Existem coisas que podem ser representadas no papel em tamanho real.



Mas, existem objetos, peças, animais, etc. que não podem ser representados em seu tamanho real. Alguns são muito grandes para caber numa folha de papel. Outros são tão pequenos, que se os reproduzíssemos em tamanho real seria impossível analisar seus detalhes.

Para resolver tais problemas, é necessário reduzir ou ampliar as representações destes objetos.

Manter, reduzir ou ampliar o tamanho da representação de alguma coisa é possível através da representação em escala.

### O que é escala

A escala é uma forma de representação que mantém as proporções das medidas lineares do objeto representado. Em desenho técnico, a escala indica a relação do tamanho do desenho da peça com o tamanho real da peça. A escala permite representar, no papel, peças de qualquer tamanho real. Nos desenhos em escala, as medidas lineares do objeto real ou são mantidas, ou então são aumentadas ou reduzidas proporcionalmente.

As dimensões angulares do objeto permanecem inalteradas. Nas representações em escala, as formas dos objetos reais são mantidas.

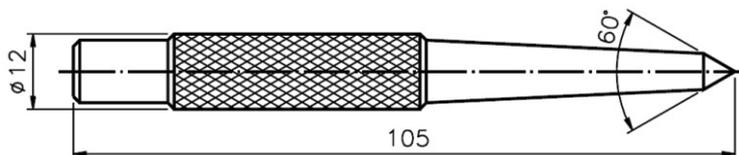


### Desenho técnico em escala

O desenho técnico que serve de base para a execução da peça é, em geral, um desenho técnico rigoroso. Este desenho, também chamado de desenho técnico definitivo, é feito com instrumentos: compasso, régua, esquadro, ou até mesmo por computador.

### Escala natural

Escala natural é aquela em que o tamanho do desenho técnico é igual ao tamanho real da peça. Veja um desenho técnico em escala natural.



**Escala 1/1**

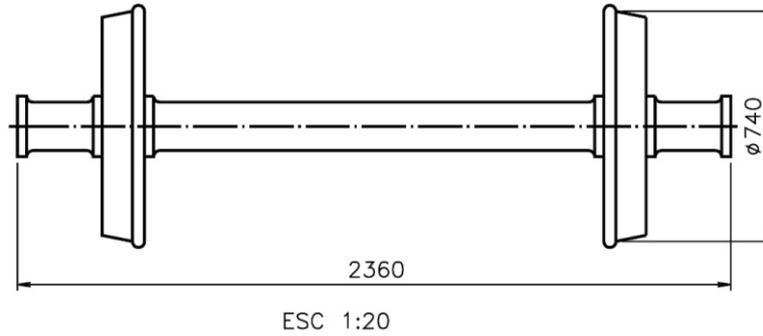
Você observou que no desenho aparece um elemento novo? É a indicação da escala em que o desenho foi feito.

A indicação da escala do desenho é feita pela abreviatura da palavra escala: ESC, seguida de dois numerais separados por dois pontos. O numeral à esquerda dos dois pontos representa as medidas do desenho técnico. O numeral à direita dos dois pontos representa as medidas reais da peça. Na indicação da escala natural os dois numerais são sempre iguais. Isso porque o tamanho do desenho técnico é igual ao tamanho real da peça. A relação entre o tamanho do desenho e o tamanho do objeto é de 1:1 (lê-se um por um).



## Escala de redução

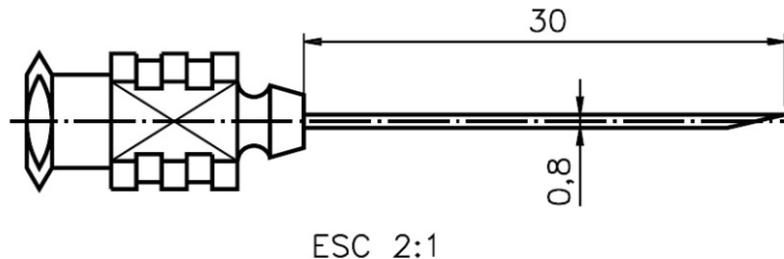
Escala de redução é aquela em que o tamanho do desenho técnico é menor que o tamanho real da peça. Veja um desenho técnico em escala de redução.



As medidas deste desenho são vinte vezes menores que as medidas correspondentes as rodas de um trem. A escala de redução também vem junto do desenho técnico. Na indicação da escala de redução o numeral à esquerda dos dois pontos é sempre 1. O numeral à direita é sempre maior que 1. No desenho acima o objeto foi representado na escala de 1:20 (que se lê: um por vinte).

## Escala de ampliação

Escala de ampliação é aquela em que o tamanho do desenho técnico é maior que o tamanho real da peça. Veja o desenho técnico de uma agulha de injeção em escala de ampliação.



As dimensões deste desenho são duas vezes maiores que as dimensões correspondentes da agulha de injeção real. Este desenho foi feito na escala 2:1 (lê-se: dois por um).

A indicação da escala é feita no desenho técnico como nos casos anteriores: a palavra escala aparece abreviada (ESC), seguida de dois numerais separados por dois pontos. Só que, neste caso, o numeral da esquerda, que representa as medidas do desenho técnico, é maior que 1. O numeral da direita é sempre 1 e representa as medidas reais da peça.

## Escala recomendadas

Você já aprendeu a ler e interpretar desenhos técnicos em escala natural, de redução e de ampliação. Recorde essas escalas:

	desenho	:	peça
natural	ESC 1	:	1
ampliação	ESC 2	:	1
redução	ESC 1	:	2

Nas escalas de ampliação e de redução os lugares ocupados pelo numeral 2 podem ser ocupados por outros numerais. Mas, a escolha da escala a ser empregada no desenho técnico não é arbitrária.

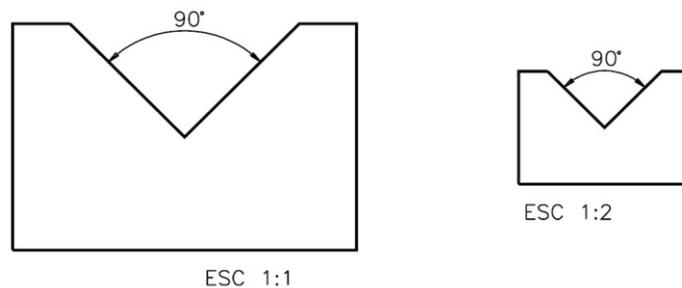
Veja, a seguir, as escalas recomendadas pela ABNT, através da norma técnica NBR 8196



CATEGORIA	ESCALAS RECOMENDADAS		
Escala de ampliação	20 : 1	50 : 1	10 : 1
	2 : 1	5 : 1	
Escala natural	1 : 1		
Escala de redução	1 : 2	1 : 5	1 : 10
	1 : 20	1 : 50	1 : 100
	1 : 200	1 : 500	1 : 1 000
	1 : 2 000	1 : 5 000	1 : 10 000

## Cotagem de ângulos em diferentes escalas

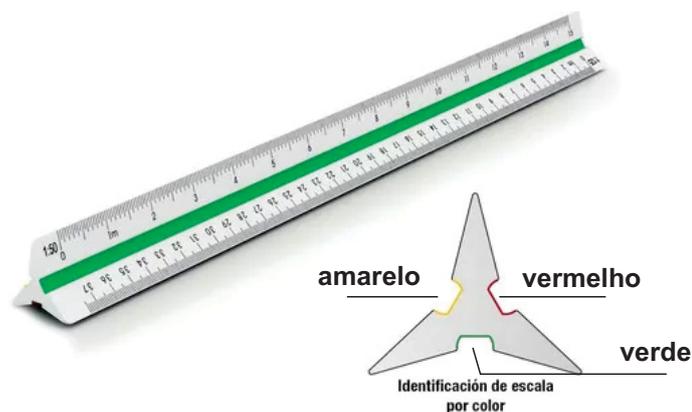
Observe os dois desenhos a seguir. O desenho da esquerda está representado em escala natural (1 : 1) e o desenho da direita, em escala de redução (1 : 2). As cotas que indicam a medida do ângulo (90°) aparecem nos dois desenhos.



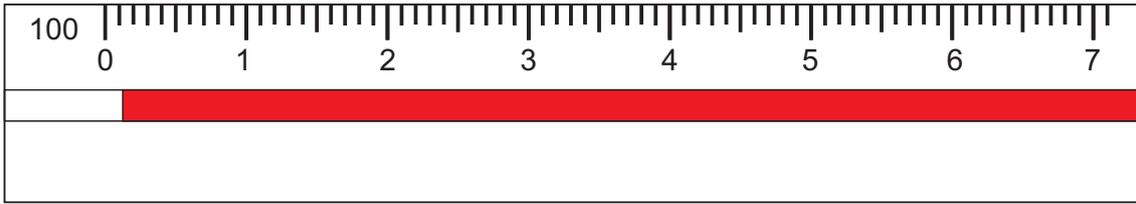
Além das cotas que indicam a medida do ângulo permanecerem as mesmas, neste caso, a abertura do ângulo também não muda. Variam apenas os tamanhos lineares dos lados do ângulo, que não influem no valor da sua medida em graus. As duas peças são semelhantes, porém as medidas lineares da peça da direita são duas vezes menores que as medidas da peça da esquerda porque o desenho está representado em escala de redução.

## Escalímetro

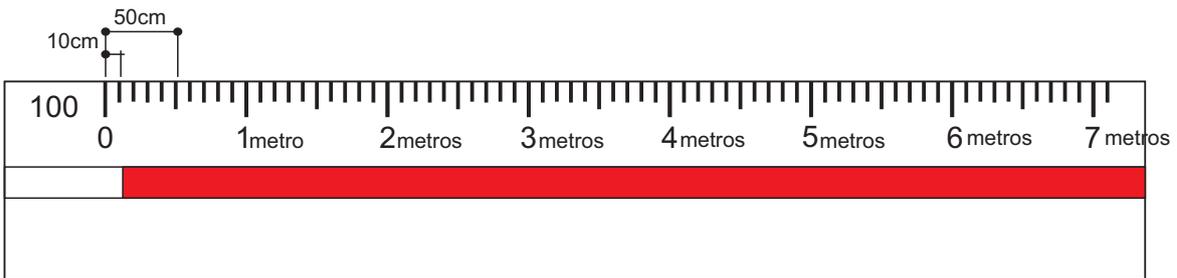
Para facilitar nossa vida, um cara desempregado nos anos 40 do século passado, acabou criando uma régua com três lados. Em cada um dos lados, ele colocou duas escalas diferentes, perfazendo um total de 6 escalas distintas.



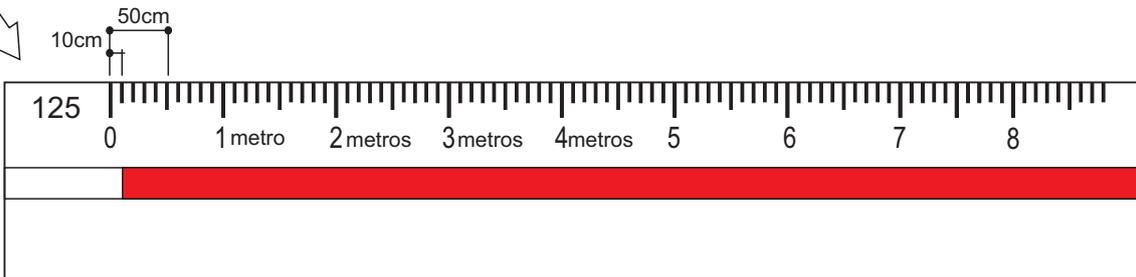
## Vamos entender esta régua de escala...



Neste lado da régua, podemos observar um número 100 em seu lado esquerdo. Este número é a quantidade de vezes que esta régua foi encolhida. Claro que não foi encolhida fisicamente, apenas os espaços e a sua numeração foram adaptados para uma redução de 100 vezes. Querendo fazer um desenho na escala 1/100, ou seja, 100 vezes menor do que o real, usaremos este lado da régua. Vamos entender no desenho a seguir:

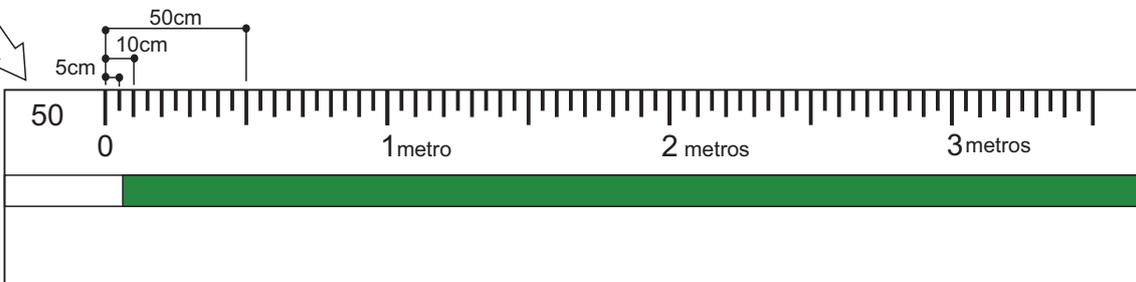


Se virarmos a régua neste mesmo lado teremos uma medição para a escala de 1/125, ou seja, uma régua para desenvolver um desenho 125 vezes menor do que o real.



Percebam que embora ela pareça igual ao seu outro lado, olhando atentamente, veremos que ela é diferente. O número da esquerda agora é 125, e os espaçamento entre os diversos números é menor. Usando este lado o desenho estaria na escala de 1/125.

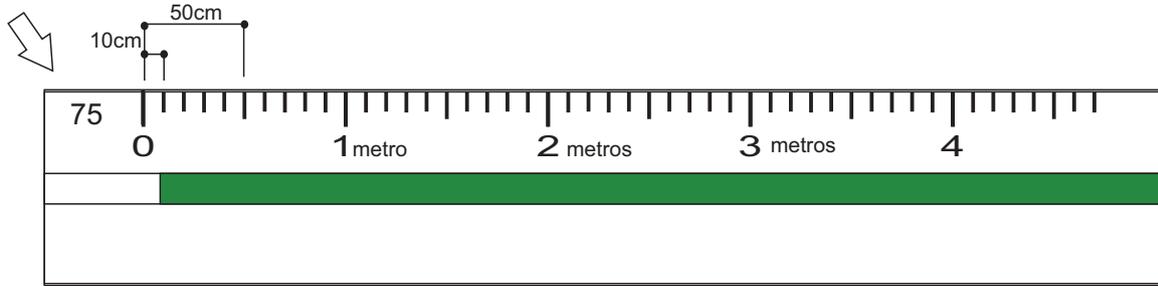
Mas vamos em frente. Virando a régua para um segundo lado, nos deparamos com a escala de 1/50.



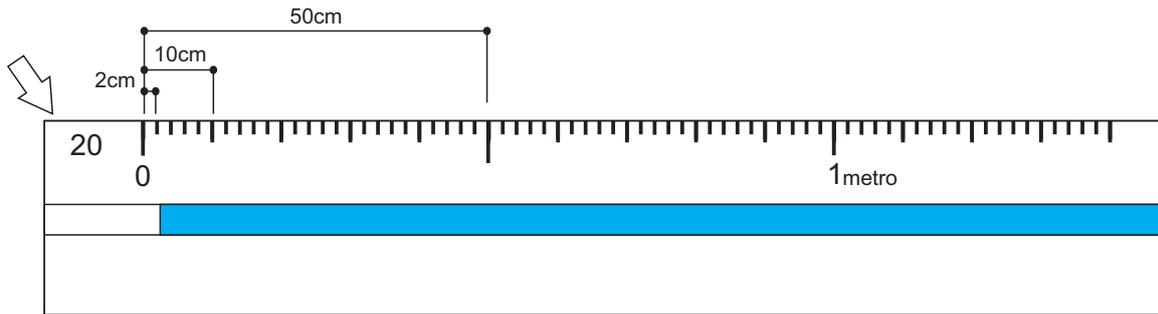
Percebam o número do lado esquerdo. Ele está indicando que este lado está 50 vezes menor.



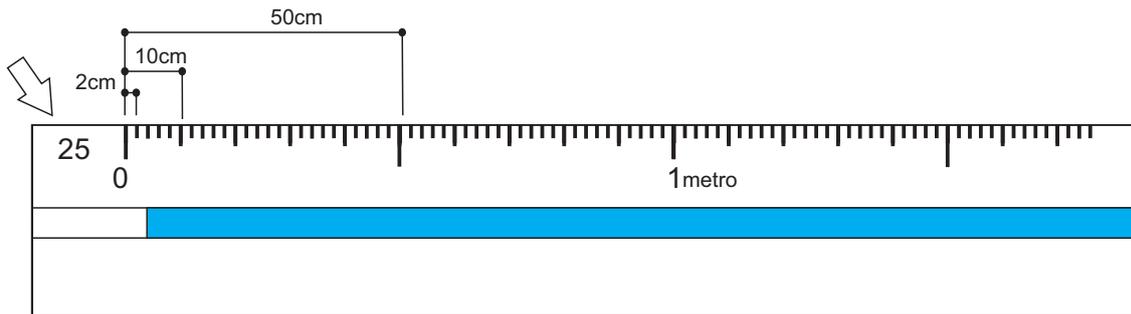
Virando a régua neste mesmo lado, teremos a escala de 1/75, conforme o desenho abaixo.



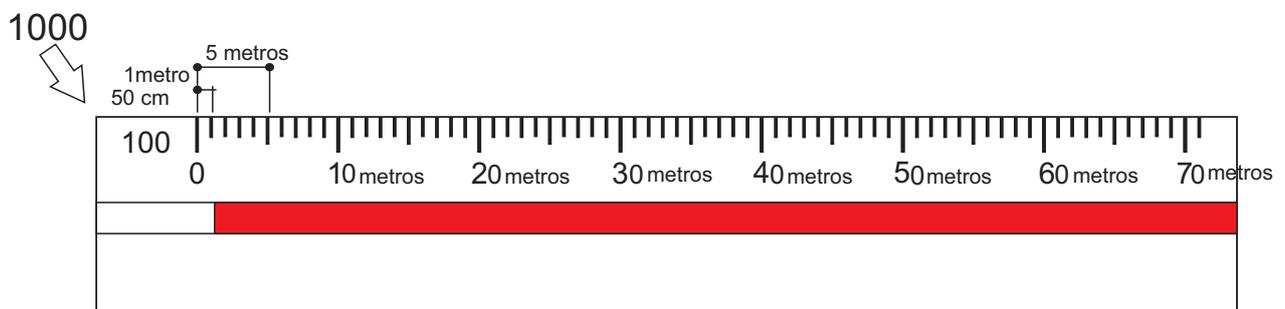
Vamos novamente mudar de face. No terceiro lado da régua vemos em seu lado esquerdo o número 20. Agora, usando este lado, podemos desenhar na escala 1/20.



E por último, neste mesmo lado, virando a régua, temos a escala de 1/25.



Vemos portanto, que esta régua apresenta 6 escalas distintas em suas três faces. Mas não acaba por aí. Se precisarmos fazer um desenho mil vezes menor, podemos usar esta mesma régua, usando a face do lado que aparece o número 100. Veja no exemplo abaixo.

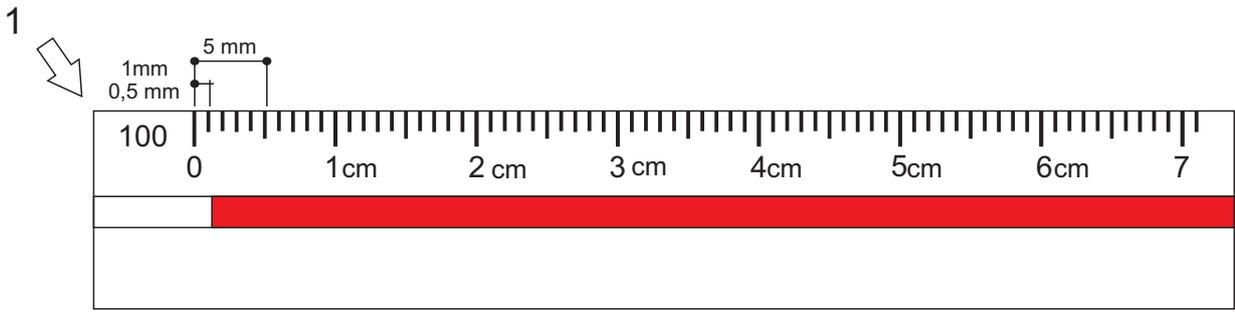


Para desenhar na escala de 1/1000, acrescentamos um zero em todos os números ao longo da escala.

Mas se formos desenhar na escala real, ou seja, escala de 1/1. Como seria?

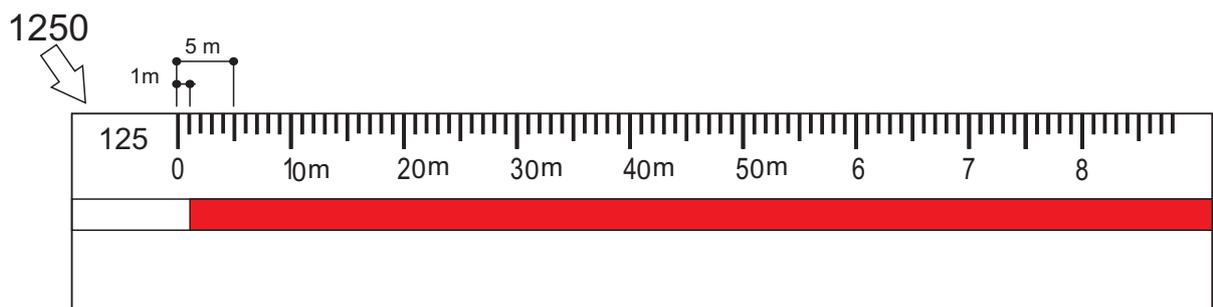
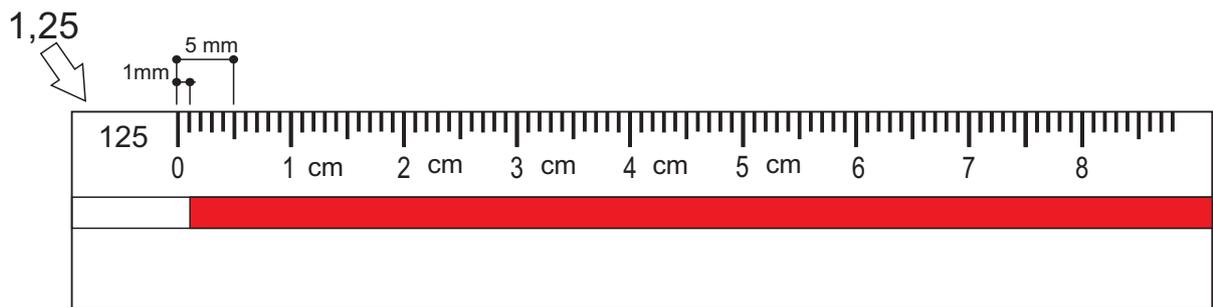
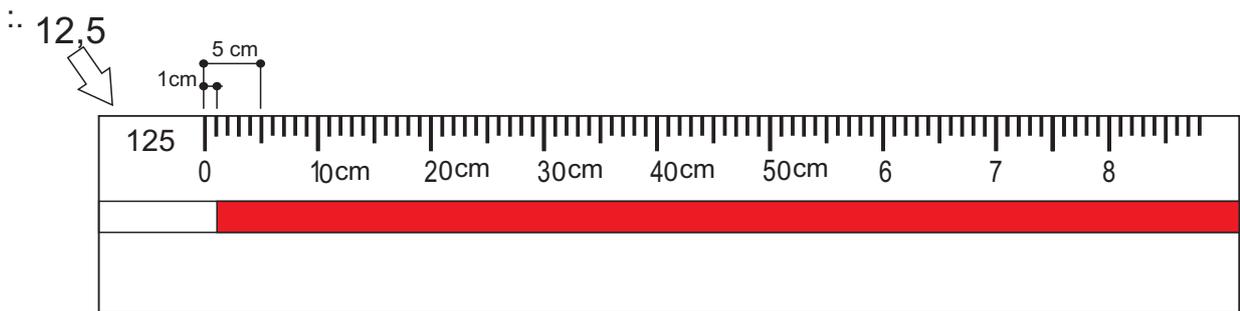
Seria bastante simples como mostra o desenho a seguir.





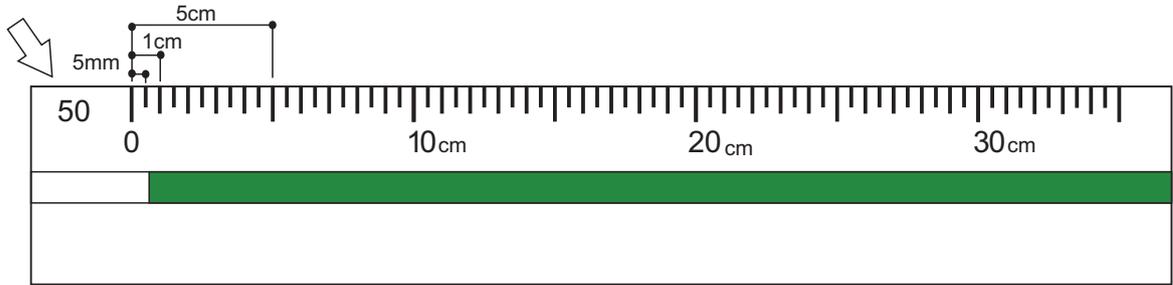
Podemos perceber que nesta escala real, 1/1, o escalímetro torna-se uma régua comum, sendo, cada centímetro valendo 1 centímetro.

Mas vamos continuar nossos exemplos. Veja abaixo, algumas escalas que podemos transformar nossa régua.

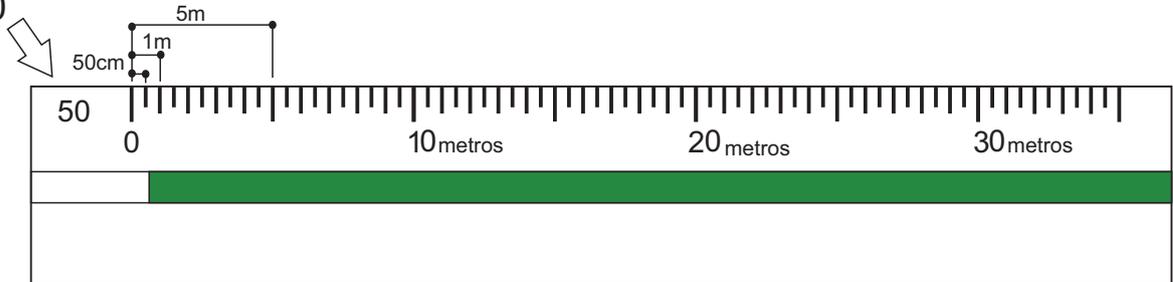


outros exemplos usando o lado da régua em que aparece 50 e 75

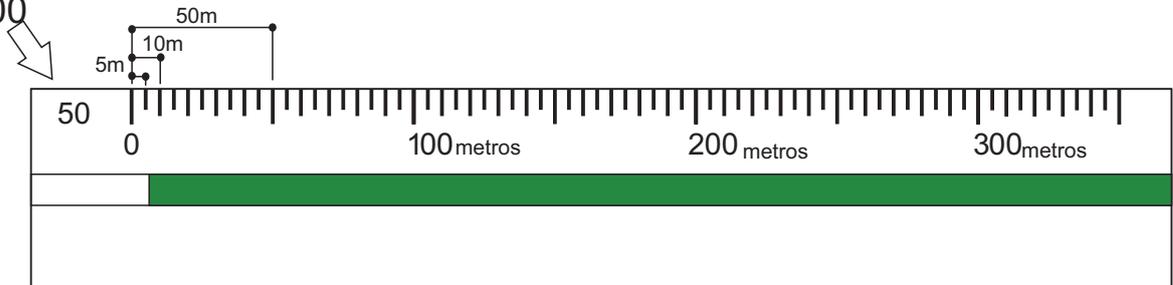
5



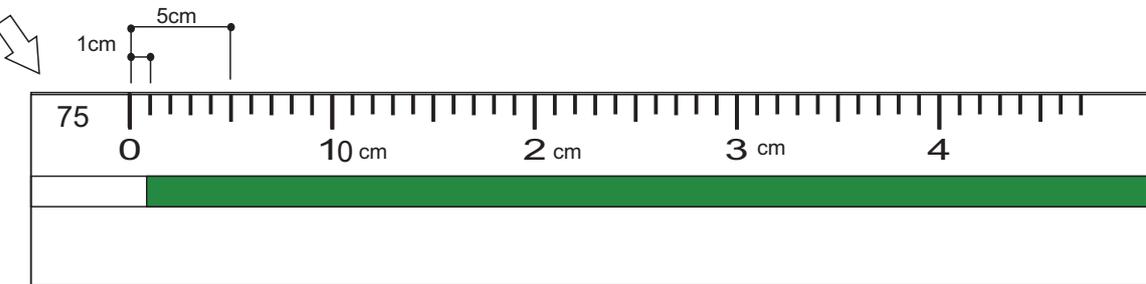
500



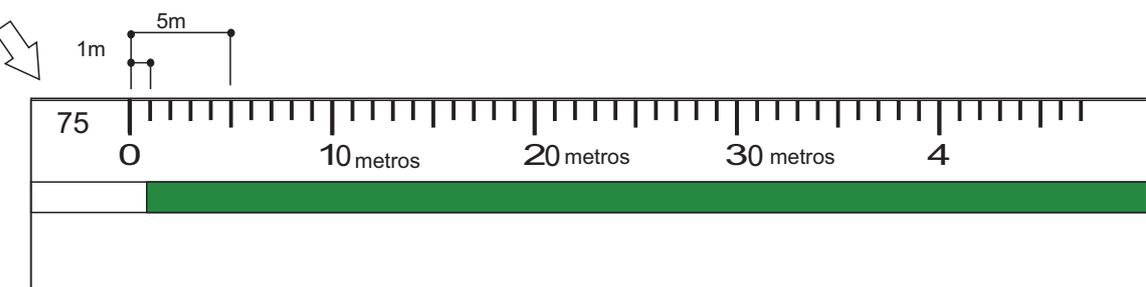
5000



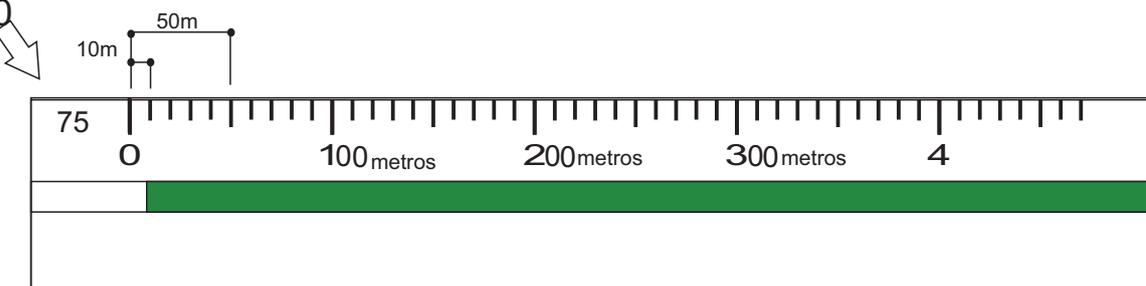
7,5



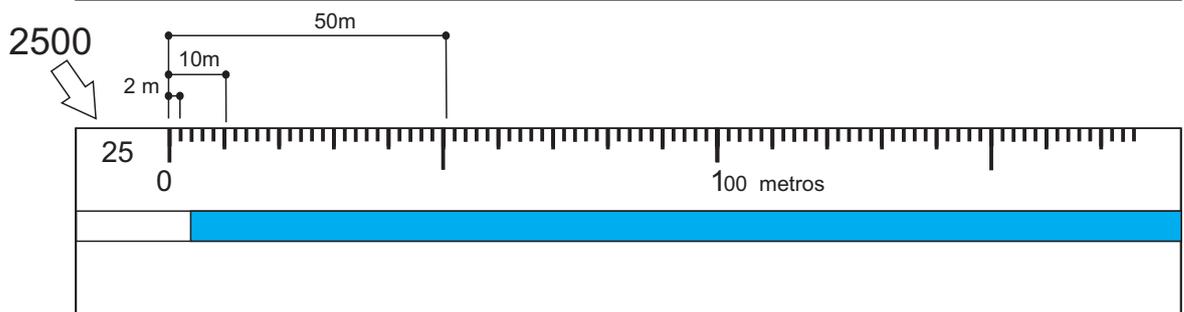
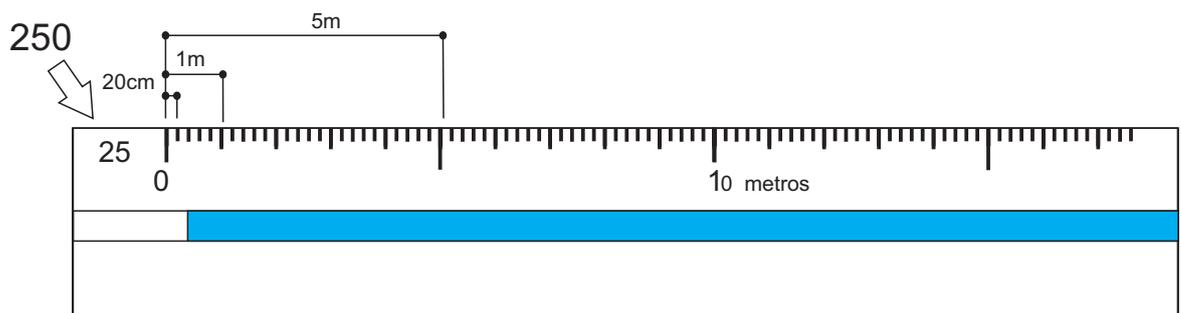
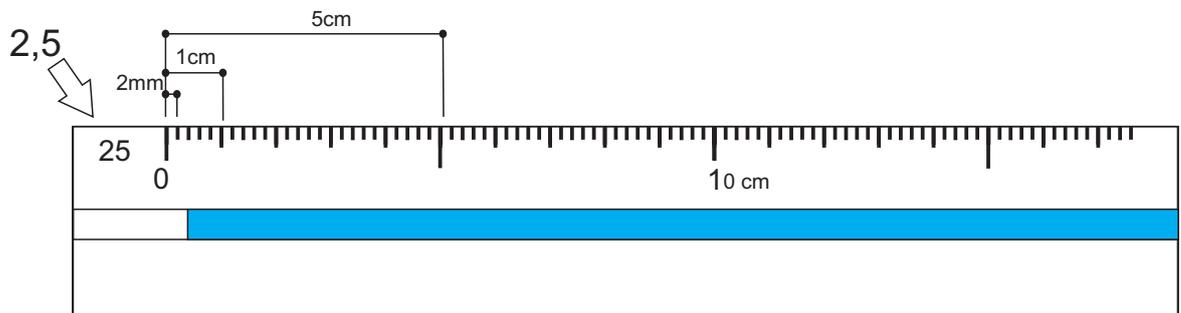
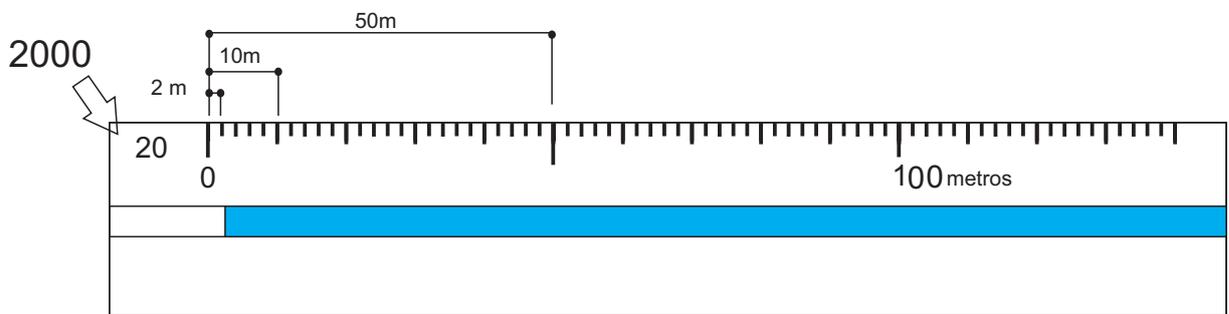
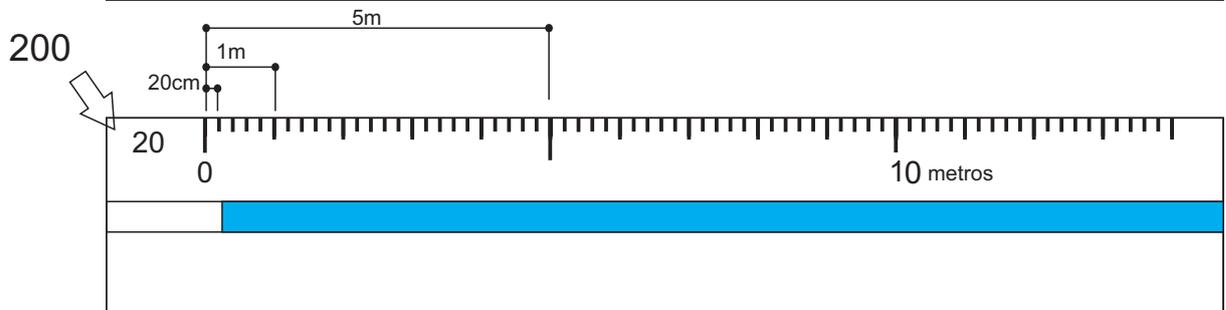
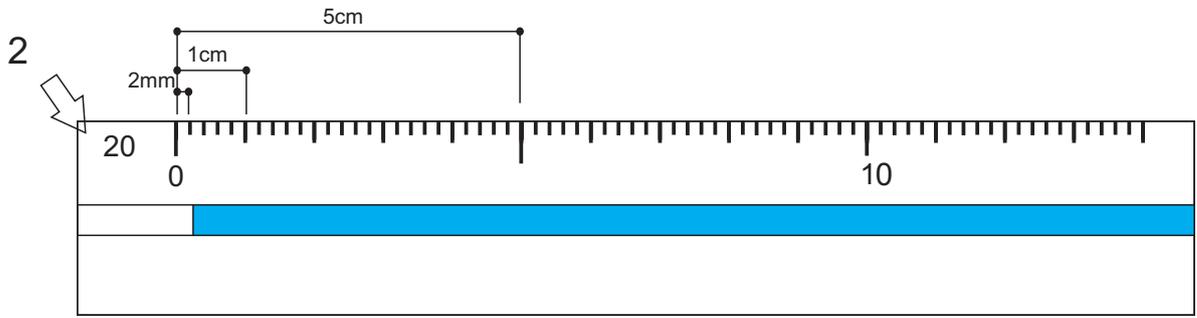
750



7500



outros exemplos usando o lado da régua em que aparece 20 e 25



Sabemos então que usando nosso escalímetro podemos realizar desenhos em inúmeras escalas.

E se precisar realizar um desenho na escala de 1/30, Esta escala não aparece em nosso escalímetro. Não tem problema, vamos fazer esta escala em um papel e depois recortamos e usamos para realizar nosso desenho. Vamos fazer a escala de 1/30.

1 / 30

marcamos de 1 em 1 cm no papel usando uma régua comum



1 / 30

colocamos os valores em cada divisão marcada a partir do 0, em múltiplos de 30



Precisamos agora de uma régua de ampliação para desenhar uma peça na escala de 3/1

3 / 1

marcamos de 3 em 3 cm no papel usando uma régua comum



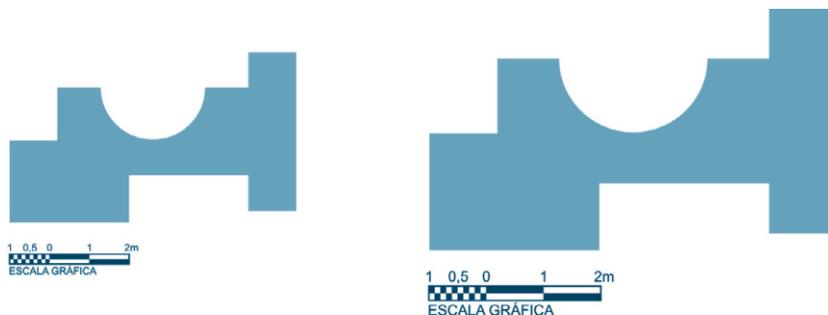
3 / 1

colocamos os valores em sequência, 0,1,2,3,4,5,6..em cada divisão

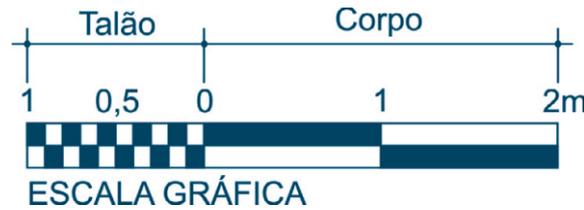


## Escalas gráficas

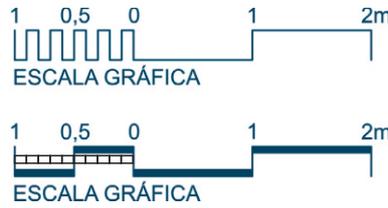
A escala de um desenho não é mantida uniforme quando se faz uma redução, uma ampliação ou mesmo cópias do projeto. O uso de escalas gráficas que constituem a representação das escalas numéricas, evitam a perda de precisão na reprodução dos desenhos.



A escala gráfica é constituída por um talão que apresenta a subdivisão da unidade principal e por um corpo.



A escala gráfica pode ser feita de outras formas, mas deve-se sempre indicar a unidade utilizada.

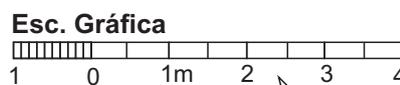
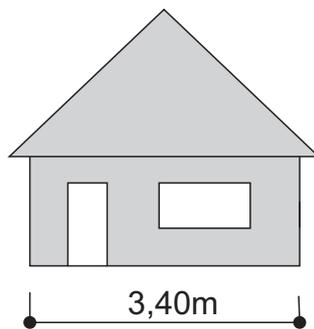
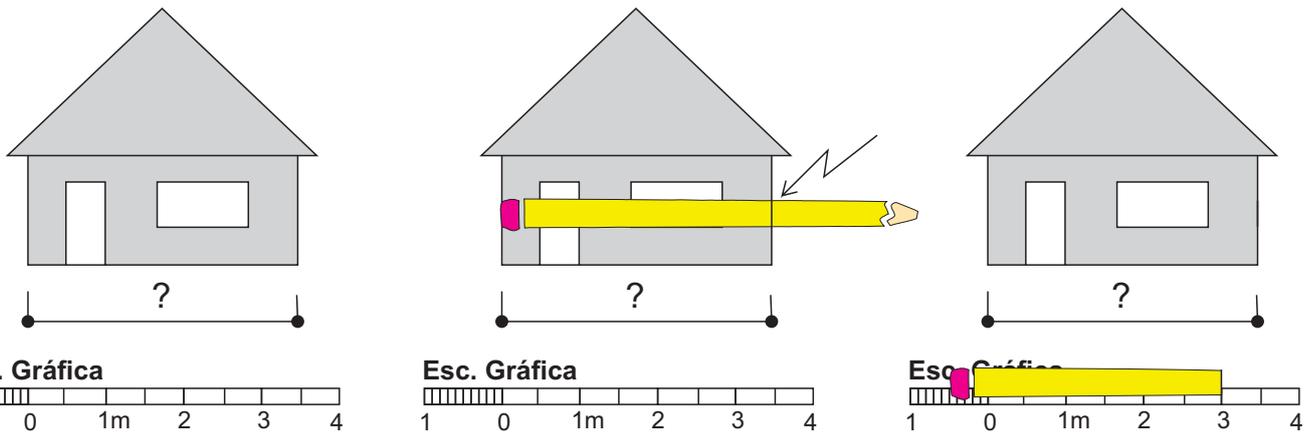


Mas o que é a escala gráfica?

Quando não queremos ou não podemos colocar cotas em nosso desenho técnico, podemos substituir as cotas por uma escala gráfica.

Ela nada mais é do que uma régua, aplicada logo abaixo do desenho. Assim, quando for preciso achar uma medida no desenho, podemos descobrir através da escala gráfica.

Vamos entender o seu uso através do exemplo abaixo. Queremos saber a largura da casa. Utilizando um lápis ou qualquer outro objeto, poderemos determinar o tamanho da casa:



a largura será de 3,40m



## Exercícios

Construa as escalas pedidas abaixo:

1 / 6

1 / 24

1 / 12

2 / 1

6 / 1

3,5 / 1

1 / 15

1 / 205

1 / 64

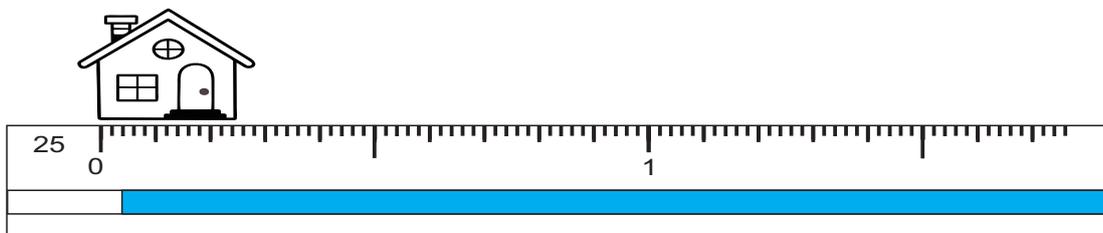
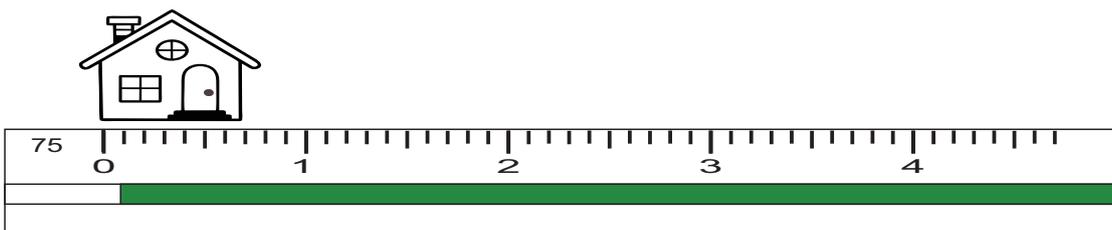
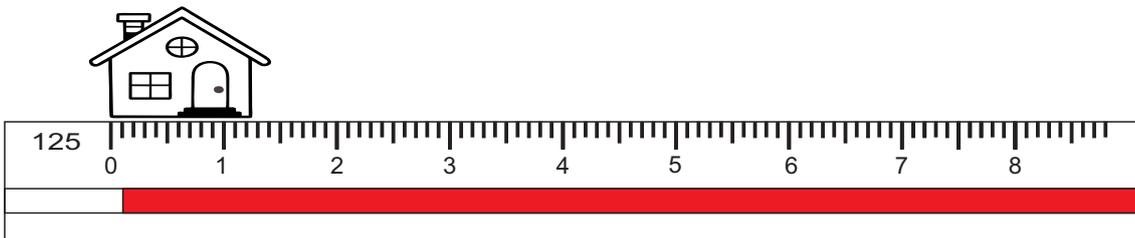
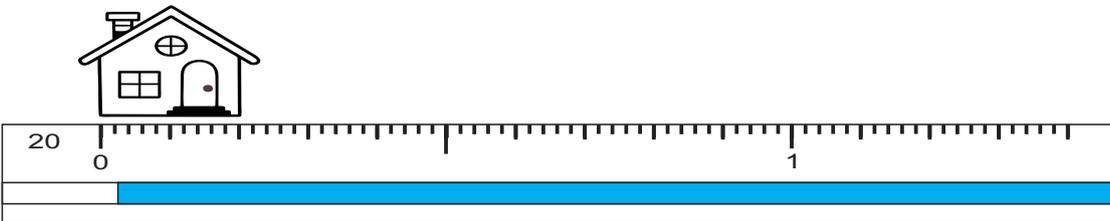
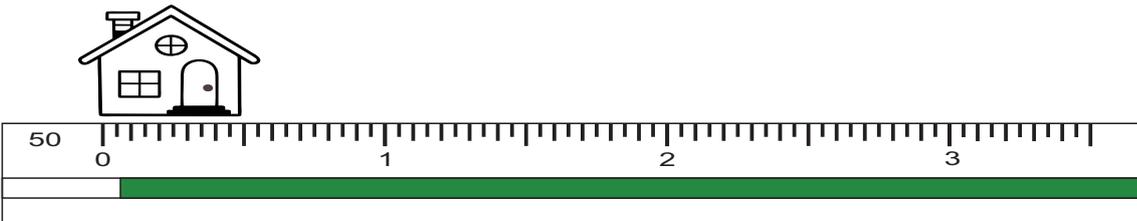
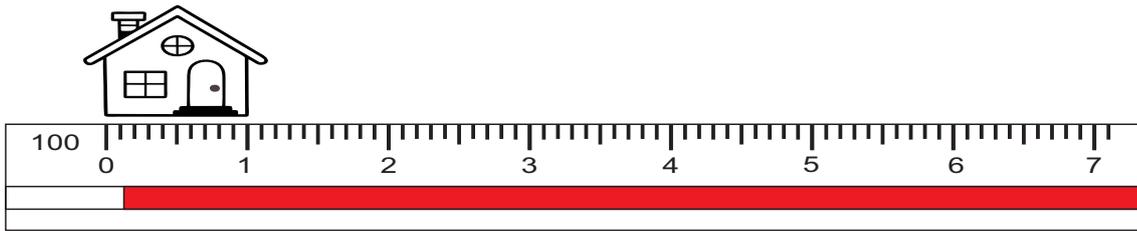
1 / 800

4,4 / 1



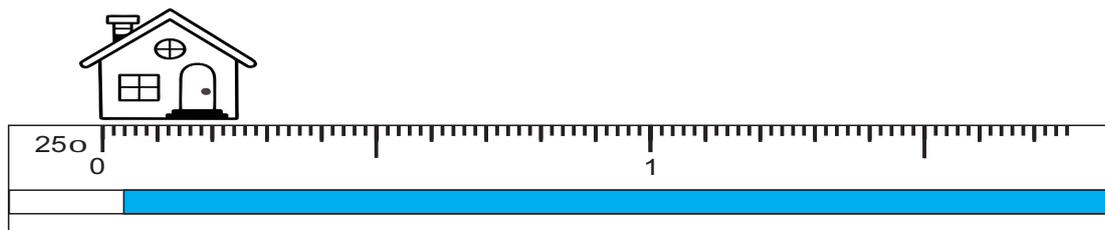
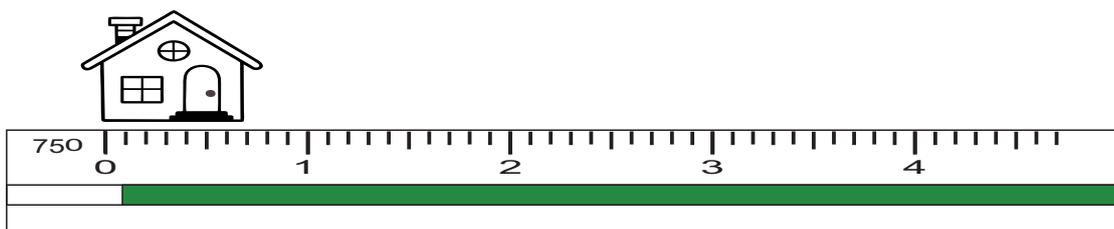
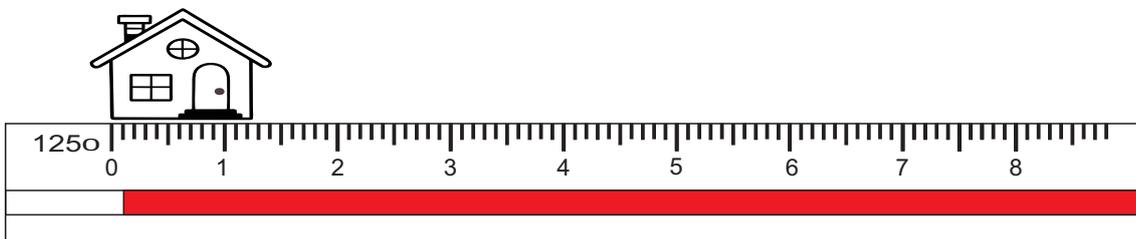
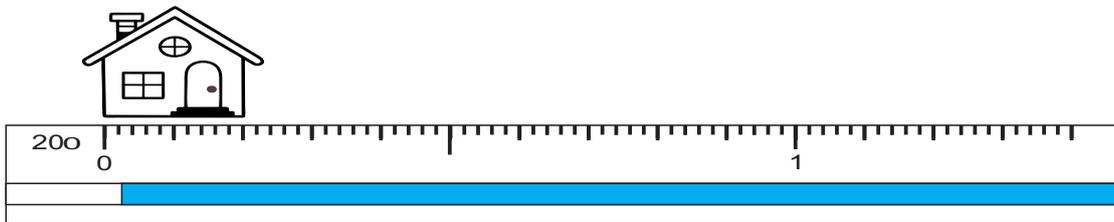
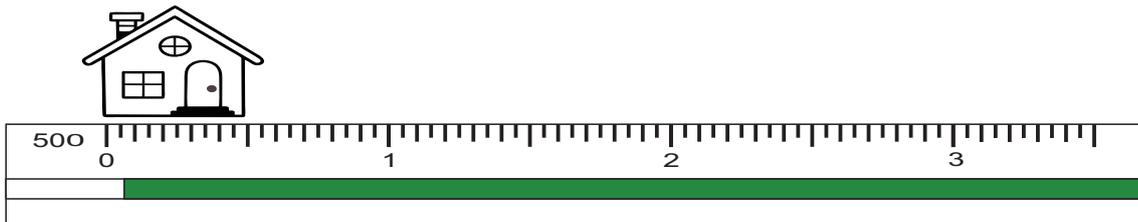
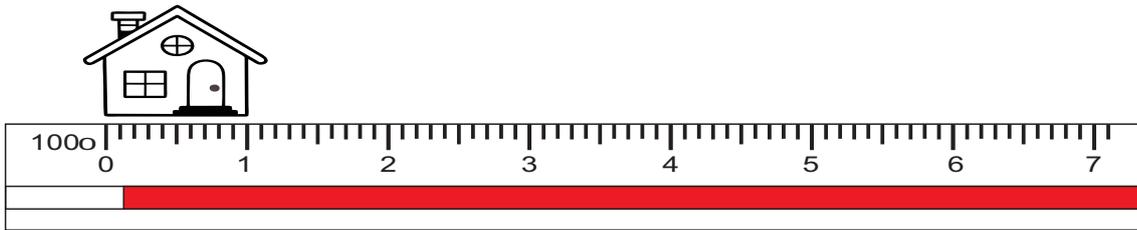
## Exercícios

Ache a medida das casas em diferentes escalas:



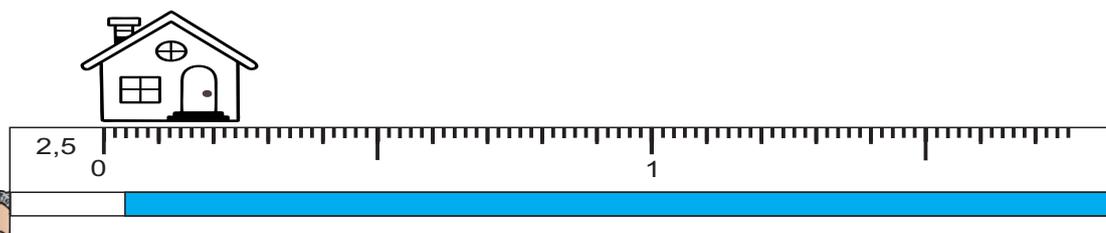
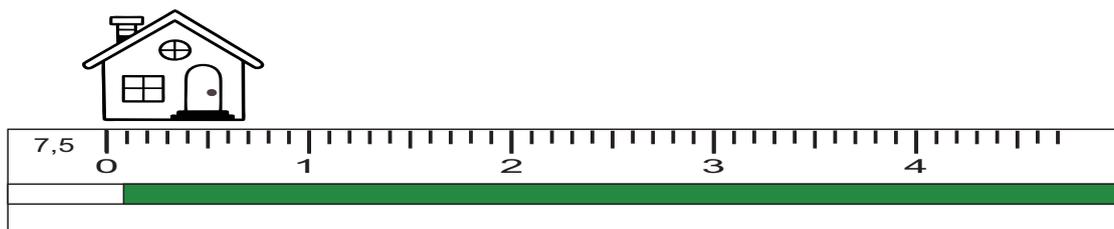
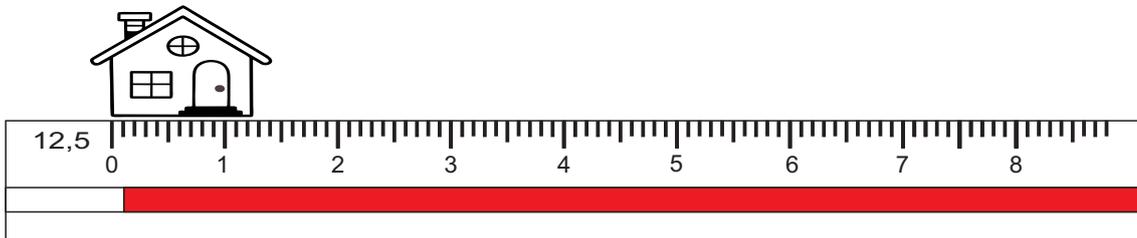
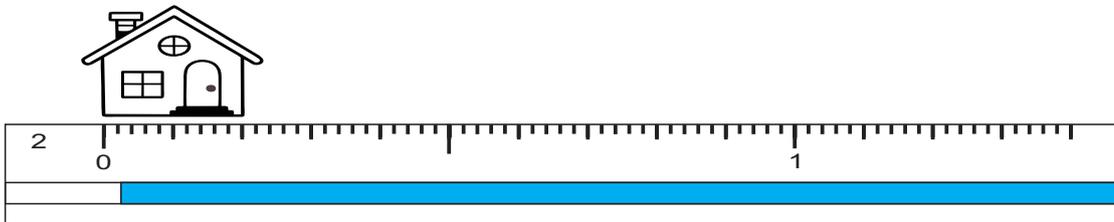
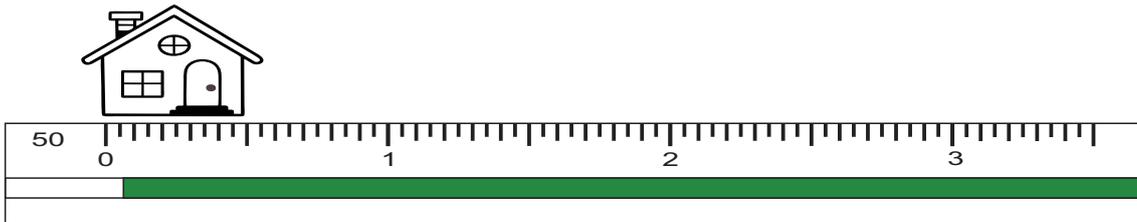
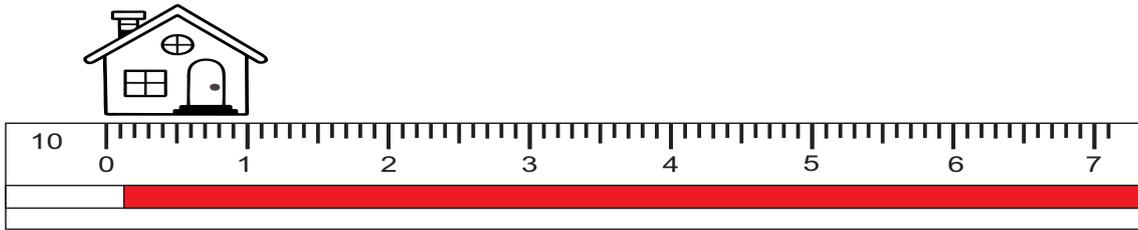
## Exercícios

Ache a medida das casas em diferentes escalas:



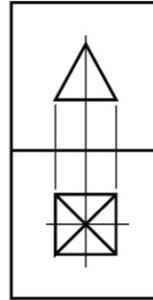
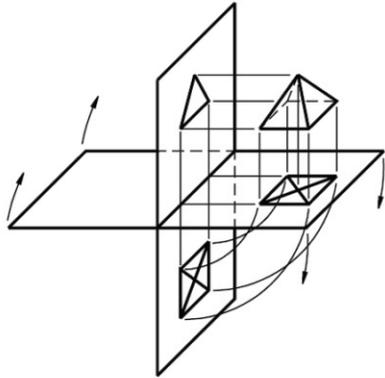
## Exercícios

Ache a medida das casas em diferentes escalas:



## Geometria descritiva: a base do desenho técnico

O desenho técnico, tal como nós o entendemos hoje, foi desenvolvido graças ao matemático francês Gaspar Monge (1746-1818). Os métodos de representação gráfica que existiam até aquela época não possibilitavam transmitir a idéia dos objetos de forma completa, correta e precisa. Monge criou um método que permite representar, com precisão, os objetos que têm três dimensões (comprimento, largura e altura) em superfícies planas, como, por exemplo, uma folha de papel, que tem apenas duas dimensões (comprimento e largura). Esse método, que passou a ser conhecido como método mongeano, é usado na geometria descritiva. E os princípios da geometria descritiva constituem a base do desenho técnico. Veja:



Representação de um objeto de acordo com os princípios da geometria descritiva.

À primeira vista, pode parecer complicado. Mas, não se preocupe. Acompanhando este curso, você será capaz de entender a aplicação da geometria descritiva no desenho técnico. Basta aprender ou recordar algumas noções básicas de geometria, que serão apresentadas.

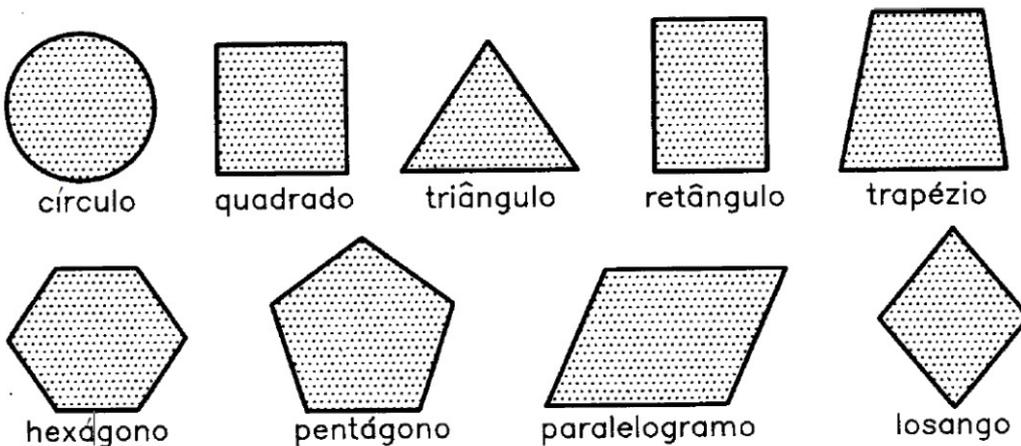
### Figuras geométricas planas

Uma figura qualquer é plana quando todos os seus pontos situam-se no mesmo plano. A seguir você vai recordar as principais figuras planas. Algumas delas você terá de identificar pelo nome, pois são formas que você encontrará com muita freqüência em desenhos mecânicos. Observe a representação de algumas figuras planas de grande interesse para nosso estudo: As figuras planas com três ou mais lados são chamadas polígonos.

Sólidos geométricos Você já sabe que todos os pontos de uma figura plana localizam-se no mesmo plano. Quando uma figura geométrica tem pontos situados em diferentes planos, temos um sólido geométrico.

Analisando a ilustração abaixo, você entenderá bem a diferença entre uma figura plana e um sólido geométrico.

Os sólidos geométricos têm três dimensões: comprimento, largura e altura. Embora existam infinitos sólidos geométricos, apenas alguns, que apresentam determinadas propriedades, são estudados pela geometria. Os sólidos geométricos são separados do resto do espaço por superfícies que os limitam. E essas superfícies podem ser planas ou curvas. Dentre os sólidos geométricos limitados por superfícies planas, estudaremos os prismas, o cubo e as pirâmides. Dentre os sólidos geométricos limitados por superfícies curvas, estudaremos o cilindro, o cone e a esfera, que são também chamados de sólidos de revolução.



As figuras planas com três ou mais lados são chamadas polígonos.



## Sólidos geométricos

Você já sabe que todos os pontos de uma figura plana localizam-se no mesmo plano. Quando uma figura geométrica tem pontos situados em diferentes planos, temos um sólido geométrico.

Analisando a ilustração abaixo, você entenderá bem a diferença entre uma figura plana e um sólido geométrico.

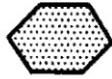


figura plana



sólido geométrico

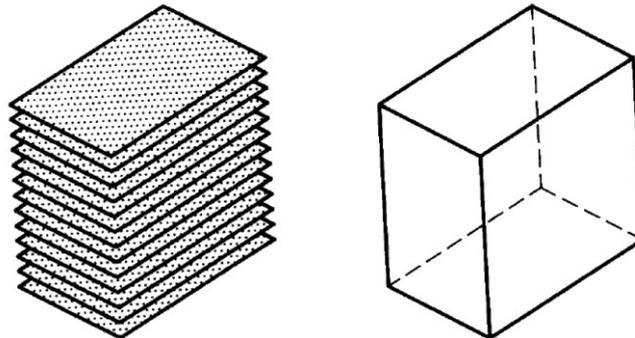
Os sólidos geométricos têm três dimensões: comprimento, largura e altura.

Embora existam infinitos sólidos geométricos, apenas alguns, que apresentam determinadas propriedades, são estudados pela geometria. Os sólidos que você estudará neste curso têm relação com as figuras geométricas planas mostradas anteriormente. Os sólidos geométricos são separados do resto do espaço por superfícies que os limitam. E essas superfícies podem ser planas ou curvas. Dentre os sólidos geométricos limitados por superfícies planas, estudaremos os prismas, o cubo e as pirâmides. Dentre os sólidos geométricos limitados por superfícies curvas, estudaremos o cilindro, o cone e a esfera, que são também chamados de sólidos de revolução.

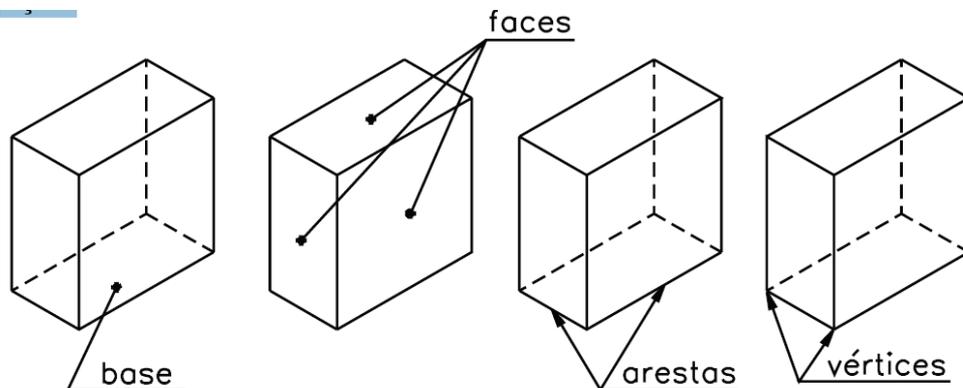
É muito importante que você conheça bem os principais sólidos geométricos porque, por mais complicada que seja, a forma de uma peça sempre vai ser analisada como o resultado da combinação de sólidos geométricos ou de suas partes.

## Prismas

O prisma é um sólido geométrico limitado por polígonos. Você pode imaginá-lo como uma pilha de polígonos iguais muito próximos uns dos outros, como mostra a ilustração:



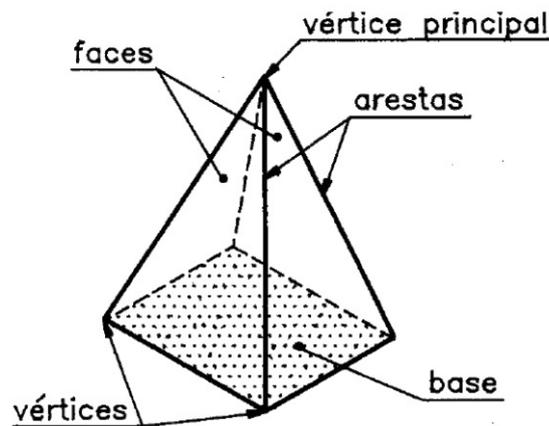
O prisma pode também ser imaginado como o resultado do deslocamento de um polígono. Ele é constituído de vários elementos. Para quem lida com desenho técnico é muito importante conhecê-los bem. Veja quais são eles nesta ilustração:



Note que a base desse prisma tem a forma de um retângulo. Por isso ele recebe o nome de prisma retangular. Dependendo do polígono que forma sua base, o prisma recebe uma denominação específica. Por exemplo: o prisma que tem como base o triângulo, é chamado prisma triangular. Quando todas as faces do sólido geométrico são formadas por figuras geométricas iguais, temos um sólido geométrico regular. O prisma que apresenta as seis faces formadas por quadrados iguais recebe o nome de cubo.

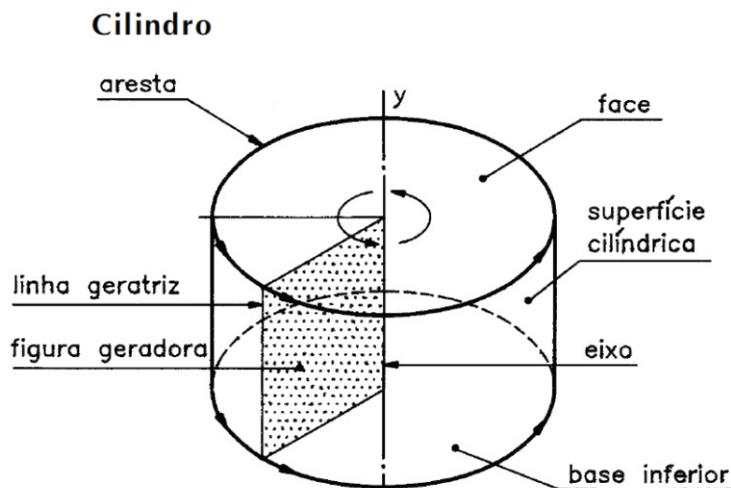
## Pirâmides

A pirâmide é outro sólido geométrico limitado por polígonos. Você pode imaginá-la como um conjunto de polígonos semelhantes, dispostos uns sobre os outros, que diminuem de tamanho indefinidamente. Outra maneira de imaginar a formação de uma pirâmide consiste em ligar todos os pontos de um polígono qualquer a um ponto P do espaço. É importante que você conheça também os elementos da pirâmide: O nome da pirâmide depende do polígono que forma sua base. Na figura ao lado, temos uma pirâmide quadrangular, pois sua base é um quadrado. O número de faces da pirâmide é sempre igual ao número de lados do polígono que forma sua base mais um. Cada lado do polígono da base é também uma aresta da pirâmide. O número de arestas é sempre igual ao número de lados do polígono da base vezes dois. O número de vértices é igual ao número de lados do polígono da base mais um. Os vértices são formados pelo encontro de três ou mais arestas. O vértice principal é o ponto de encontro das arestas laterais.



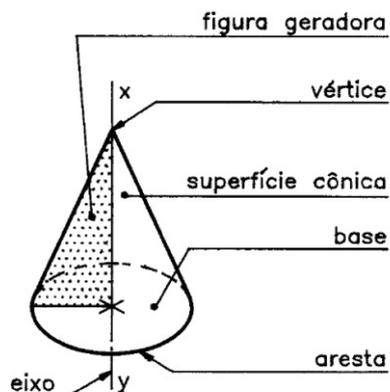
## Sólidos de Revolução

Alguns sólidos geométricos, chamados sólidos de revolução, podem ser formados pela rotação de figuras planas em torno de um eixo. Rotação significa ação de rodar, dar uma volta completa. A figura plana que dá origem ao sólido de revolução chama-se figura geradora. A linha que gira ao redor do eixo formando a superfície de revolução é chamada linha geratriz. O cilindro, o cone e a esfera são os principais sólidos de revolução. O cilindro é um sólido geométrico, limitado lateralmente por uma superfície curva. Você pode imaginar o cilindro como resultado da rotação de um retângulo ou de um quadrado em torno de um eixo que passa por um de seus lados. Veja a figura ao lado. No desenho, está representado apenas o contorno da superfície cilíndrica. A figura plana que forma as bases do cilindro é o círculo. Note que o encontro de cada base com a superfície cilíndrica forma as arestas.



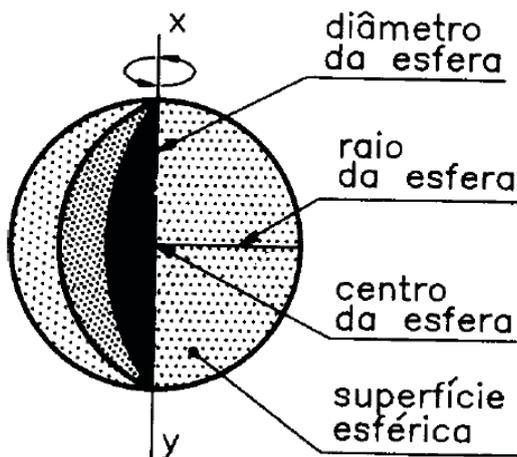
O cone também é um sólido geométrico limitado lateralmente por uma superfície curva. A formação do cone pode ser imaginada pela rotação de um triângulo retângulo em torno de um eixo que passa por um dos seus catetos. A figura plana que forma a base do cone é o círculo. O vértice é o ponto de encontro de todos os segmentos que partem do círculo. No desenho está representado apenas o contorno da superfície cônica. O encontro da superfície cônica com a base dá origem a uma aresta.

### Cone



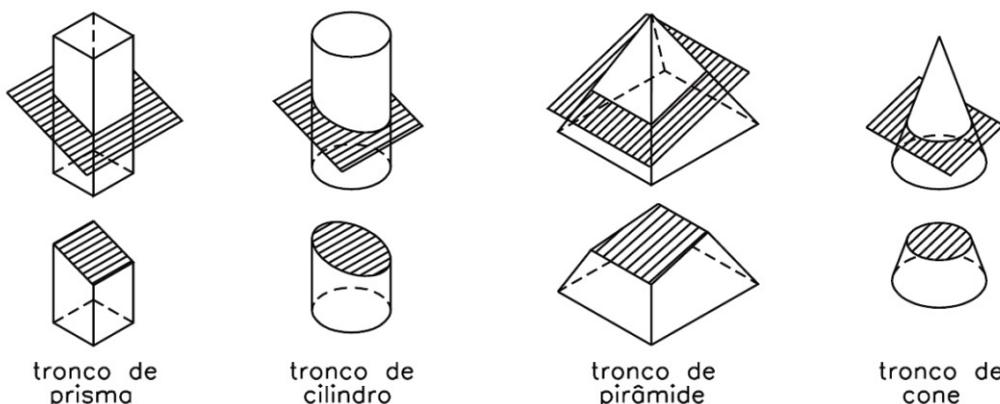
### Esfera

A esfera também é um sólido geométrico limitado por uma superfície curva chamada superfície esférica. Podemos imaginar a formação da esfera a partir da rotação de um semicírculo em torno de um eixo, que passa pelo seu diâmetro. Veja os elementos da esfera na figura abaixo. O raio da esfera é o segmento de reta que une o centro da esfera a qualquer um de seus pontos. Diâmetro da esfera é o segmento de reta que passa pelo centro da esfera unindo dois de seus pontos.



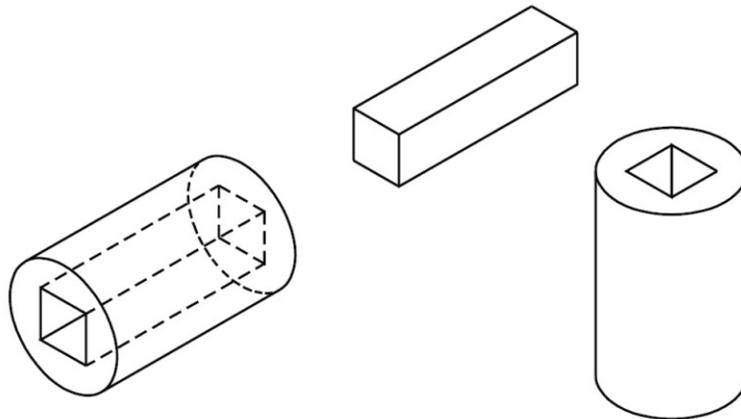
### Sólidos geométricos trunca

Quando um sólido geométrico é cortado por um plano, resultam novas figuras geométricas: os sólidos geométricos truncados. Veja alguns exemplos de sólidos truncados, com seus respectivos nomes:



## Sólidos geométricos vazados

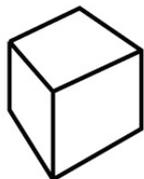
Os sólidos geométricos que apresentam partes ocas são chamados sólidos geométricos vazados. As partes extraídas dos sólidos geométricos, resultando na parte oca, em geral também correspondem aos sólidos geométricos que você já conhece. Observe a figura, notando que, para obter o cilindro vazado com um furo quadrado, foi necessário extrair um prisma quadrangular do cilindro original.



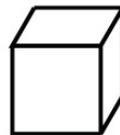
### Perspectivas isométricas

Quando olhamos para um objeto, temos a sensação de profundidade e relevo. As partes que estão mais próximas de nós parecem maiores e as partes mais distantes aparentam ser menores. A fotografia mostra um objeto do mesmo modo como ele é visto pelo olho humano, pois transmite a idéia de três dimensões: comprimento, largura e altura. O desenho, para transmitir essa mesma idéia, precisa recorrer a um modo especial de representação gráfica: a perspectiva. Ela representa graficamente as três dimensões de um objeto em um único plano, de maneira a transmitir a idéia de profundidade e relevo.

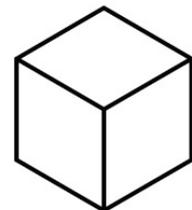
Existem diferentes tipos de perspectiva. Veja como fica a representação de um cubo em três tipos diferentes de perspectiva:



perspectiva cônica



perspectiva cavaleira



perspectiva isométrica

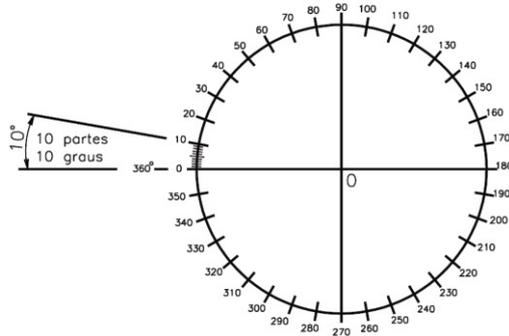
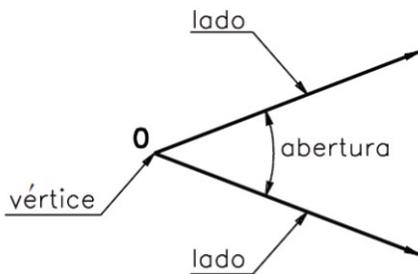
Cada tipo de perspectiva mostra o objeto de um jeito. Comparando as três formas de representação, você pode notar que a perspectiva isométrica é a que dá a idéia menos deformada do objeto. A perspectiva isométrica mantém as mesmas proporções do comprimento, da largura e da altura do objeto representado. Além disso, o traçado da perspectiva isométrica é relativamente simples. Por essas razões, neste curso, você estudará esse tipo de perspectiva.



Em desenho técnico, é comum representar perspectivas por meio de esboços, que são desenhos feitos rapidamente à mão livre. Os esboços são muito úteis quando se deseja transmitir, de imediato, a idéia de um objeto. Lembre-se de que o objetivo deste curso não é transformá-lo num desenhista. Mas, exercitando o traçado da perspectiva, você estará se familiarizando com as formas dos objetos, o que é uma condição essencial para um bom desempenho na leitura e interpretação de desenhos técnicos.

## Ângulos

Para estudar a perspectiva isométrica, precisamos saber o que é um ângulo e a maneira como ele é representado. Ângulo é a figura geométrica formada por duas semi-retas de mesma origem. A medida do ângulo é dada pela abertura entre seus lados.

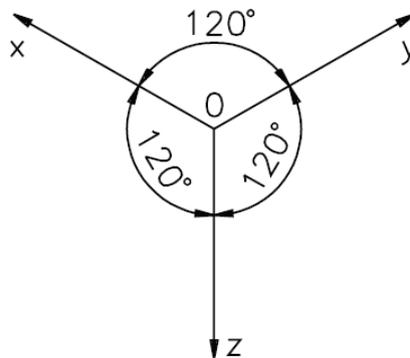


Uma das formas para se medir o ângulo consiste em dividir a circunferência em 360 partes iguais. Cada uma dessas partes corresponde a 1 grau ( $1^\circ$ ).

A medida em graus é indicada pelo numeral seguido do símbolo de grau. Exemplo:  $45^\circ$  (lê-se: quarenta e cinco graus).

## Eixos isométricos

O desenho da perspectiva isométrica é baseado num sistema de três semi retas que têm o mesmo ponto de origem e formam entre si três ângulos de  $120^\circ$ . Veja:

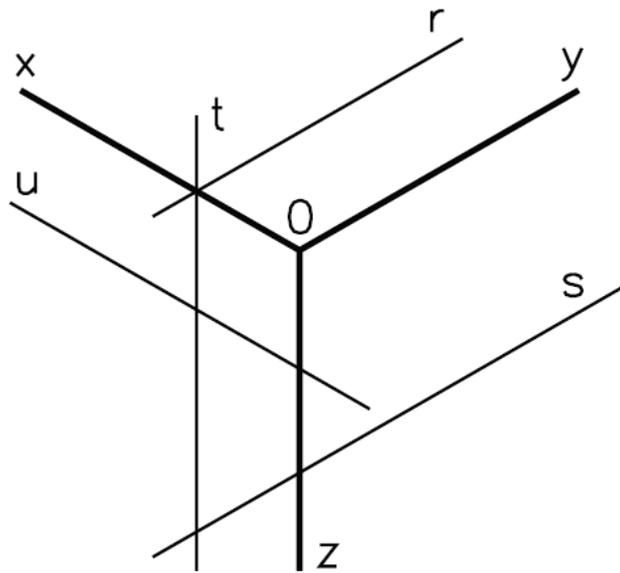


Essas semi-retas, assim dispostas, recebem o nome de eixos isométricos. Cada uma das semi-retas é um eixo isométrico. Os eixos isométricos podem ser representados em posições variadas, mas sempre formando, entre si, ângulos de  $120^\circ$ . Neste curso, os eixos isométricos serão representados sempre na posição indicada na figura anterior. O traçado de qualquer perspectiva isométrica parte sempre dos eixos isométricos.

## Linha isométrica

Agora você vai conhecer outro elemento muito importante para o traçado da perspectiva isométrica: as linhas isométricas. Qualquer reta paralela a um eixo isométrico é chamada linha isométrica. Observe a figura a seguir:

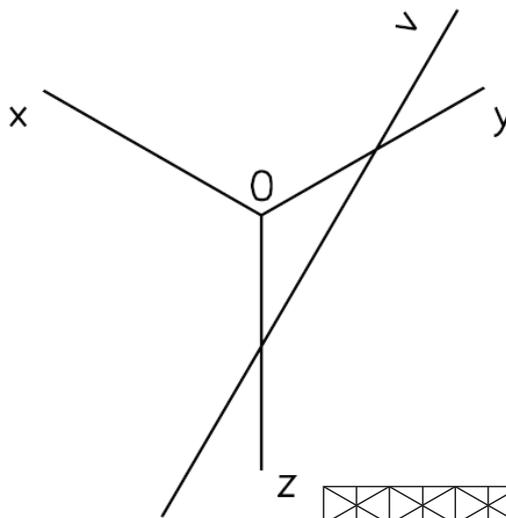




As retas r, s, t e u são linhas isométricas: r e s são linhas isométricas porque são paralelas ao eixo y;  
 . t é isométrica porque é paralela ao eixo z;  
 . u é isométrica porque é paralela ao eixo x.

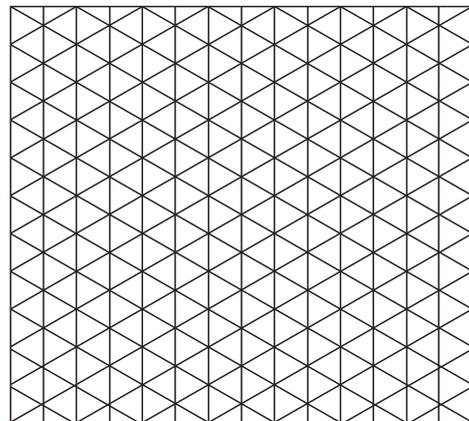
As linhas não paralelas aos eixos isométricos são linhas não isométricas. A reta v, na figura abaixo, é um exemplo de linha não isométrica.

**Dica - Retas situadas num mesmo plano são paralelas quando não possuem pontos comuns**



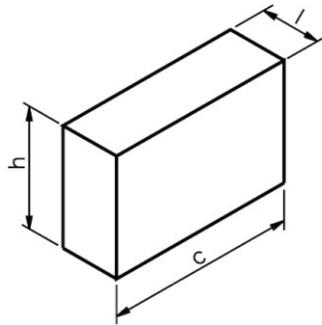
### Papel reticulado

Você já sabe que o traçado da perspectiva é feito, em geral, por meio de esboços à mão livre. Para facilitar o traçado da perspectiva isométrica à mão livre, usaremos um tipo de papel reticulado que apresenta uma rede de linhas que formam entre si ângulos de  $120^\circ$ . Essas linhas servem como guia para orientar o traçado do ângulo correto da perspectiva isométrica.



## Traçando a perspectiva isométrica do prisma

Para aprender o traçado da perspectiva isométrica você vai partir de um sólido geométrico simples: o prisma retangular. No início do aprendizado é interessante manter à mão um modelo real para analisar e comparar com o resultado obtido no desenho. Neste caso, você pode usar como modelo uma caixa de fósforos fechada.



prisma retangular  
dimensões básicas:  
c = comprimento;  
l = largura;  
h = altura

O traçado da perspectiva será demonstrado em cinco fases apresentadas separadamente. Na prática, porém, elas são traçadas em um mesmo desenho. Aqui, essas fases estão representadas nas figuras da esquerda. Você deve repetir as instruções no reticulado da direita. Assim, você verificará se compreendeu bem os procedimentos e, ao mesmo tempo, poderá praticar o traçado. Em cada nova fase você deve repetir todos os procedimentos anteriores.

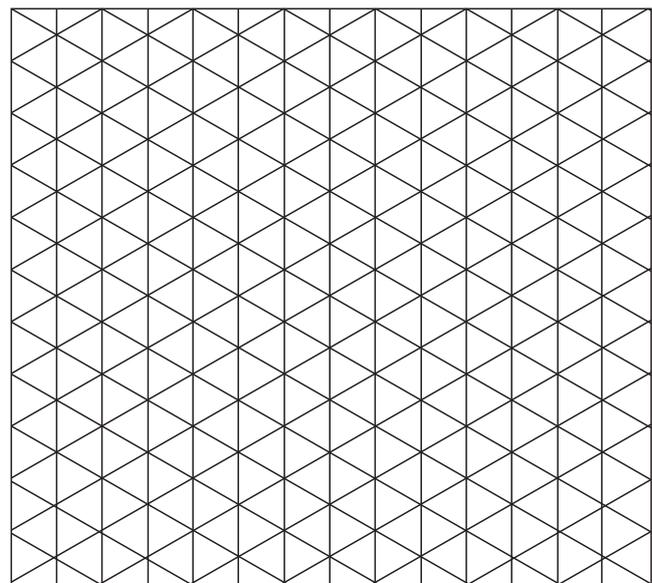
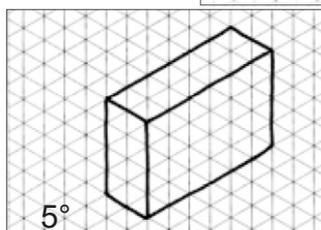
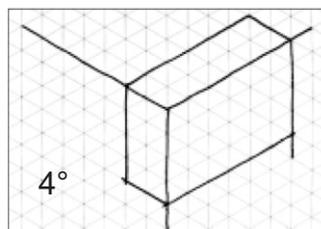
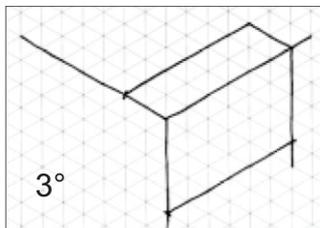
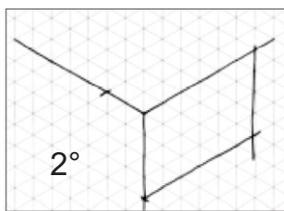
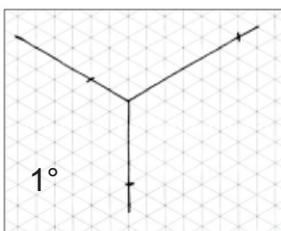
**1ª fase** - Trace levemente, à mão livre, os eixos isométricos e indique o comprimento, a largura e a altura sobre cada eixo, tomando como base as medidas aproximadas do prisma representado na figura anterior.

**2ª fase** - A partir dos pontos onde você marcou o comprimento e a altura, trace duas linhas isométricas que se cruzam. Assim ficará determinada a face da frente do modelo.

**3ª fase** - Trace agora duas linhas isométricas que se cruzam a partir dos pontos onde você marcou o comprimento e a largura. Assim ficará determinada a face superior do modelo.

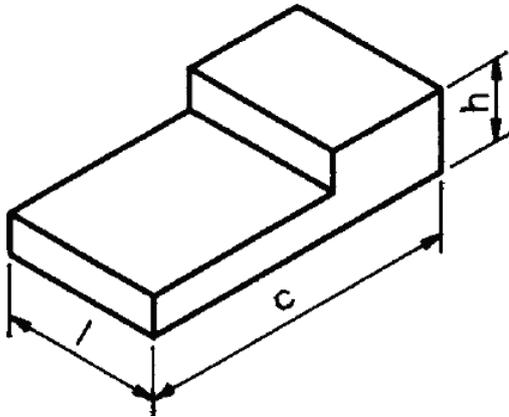
**4ª fase** - E, finalmente, você encontrará a face lateral do modelo. Para tanto, basta traçar duas linhas isométricas a partir dos pontos onde você indicou a largura e a altura.

**5ª fase (conclusão)** - Apague os excessos das linhas de construção, isto é, das linhas e dos eixos isométricos que serviram de base para a representação do modelo. Depois, é só reforçar os contornos da figura e está concluído o traçado da perspectiva isométrica do prisma retangular.



## Perspectiva isométrica de elementos paralelos

A forma do prisma com elementos paralelos deriva do prisma retangular. Por isso, o traçado da perspectiva do prisma com elementos paralelos parte da perspectiva do prisma retangular ou prisma auxiliar. Para facilitar o estudo, este traçado também será apresentado em cinco fases. Mas lembre-se de que, na prática, toda a seqüência de fases ocorre sobre o mesmo desenho. O traçado das cinco fases será baseado no modelo prismático indicado a seguir :



Acompanhe as instruções comparando os desenhos com o modelo de plástico nº 1 ou qualquer objeto que tenha formas semelhantes.

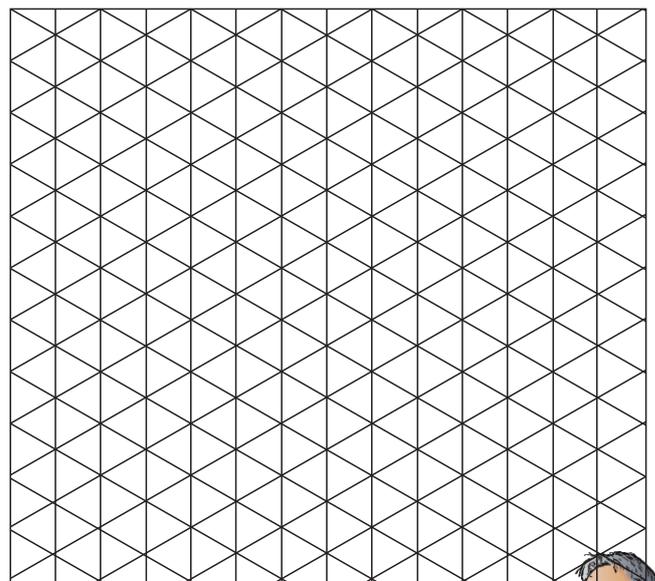
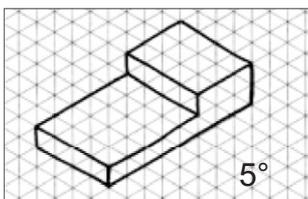
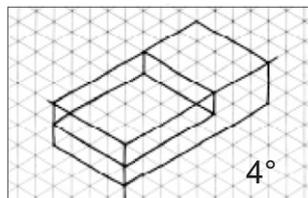
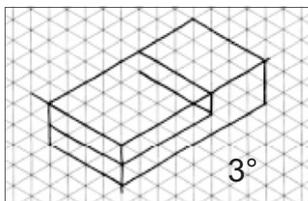
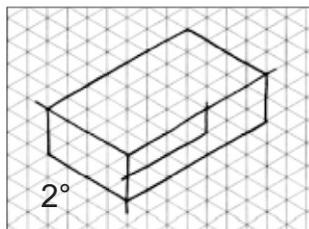
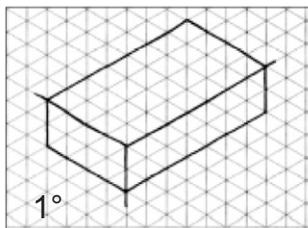
**1ª fase** - Esboce a perspectiva isométrica do prisma auxiliar utilizando as medidas aproximadas do comprimento, largura e altura do prisma com rebaixo. Um lembrete: aproveite o reticulado da direita para praticar.

**2ª fase** - Na face da frente, marque o comprimento e a profundidade do rebaixo e trace as linhas isométricas que o determinam.

**3ª fase** - Trace as linhas isométricas que determinam a largura do rebaixo. Note que a largura do rebaixo coincide com a largura do modelo.

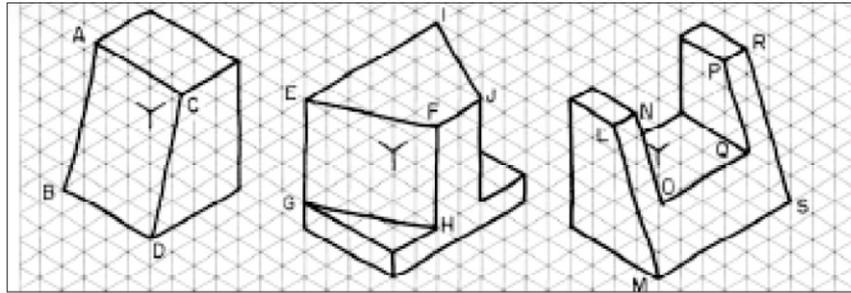
**4ª fase** - Complete o traçado do rebaixo.

**5ª fase (conclusão)** - Finalmente, apague as linhas de construção e reforce os contornos do modelo.



## Perspectiva isométrica de elementos oblíquos

Os modelos prismáticos também podem apresentar elementos oblíquos. Observe os elementos dos modelos abaixo:



Esses elementos são oblíquos porque têm linhas que não são paralelas aos eixos isométricos.

Nas figuras anteriores, os segmentos de reta: AB, CD, EF, GH, IJ, LM, NO, PQ e RS são linhas não isométricas que formam os elementos oblíquos. O traçado da perspectiva isométrica de modelos prismáticos com elementos oblíquos também será demonstrado em cinco fases. O modelo a seguir servirá de base para a demonstração do traçado. O elemento oblíquo deste modelo chama-se **chanfro**.

Como o modelo é prismático, o traçado da sua perspectiva parte do prisma auxiliar. Aproveite para praticar. Use o reticulado da direita!

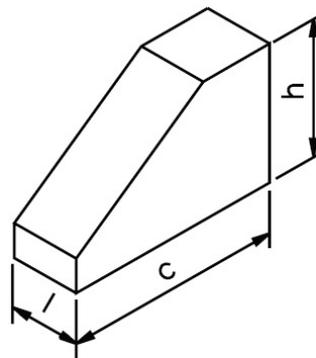
**1ª fase** - Esboce a perspectiva isométrica do prisma auxiliar, utilizando as medidas aproximadas do comprimento, largura e altura do prisma chanfrado.

**2ª fase** - Marque as medidas do chanfro na face da frente e trace a linha não isométrica que determina o elemento.

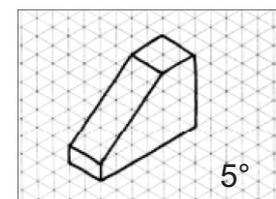
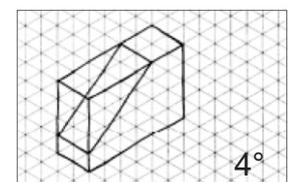
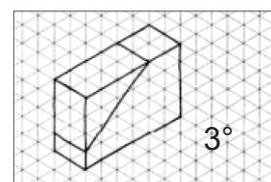
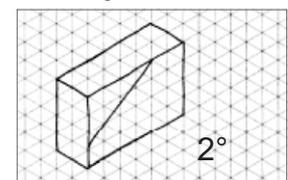
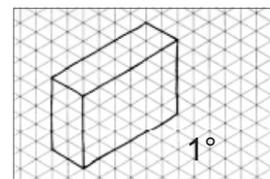
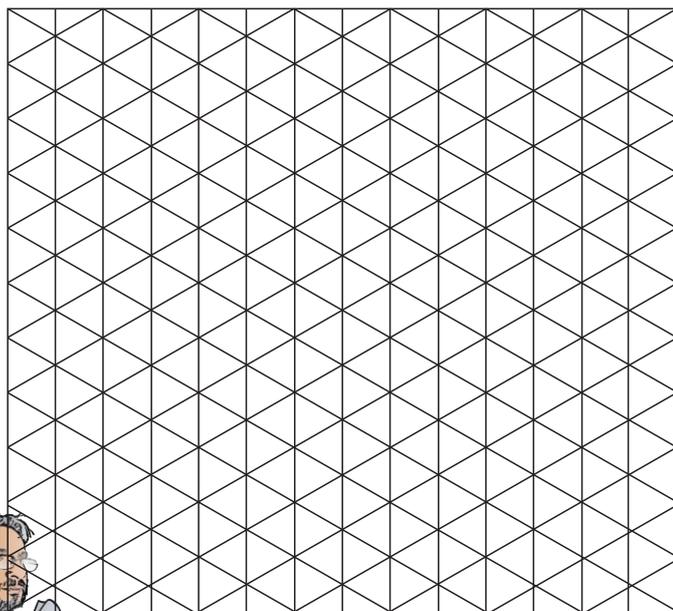
**3ª fase** - Trace as linhas isométricas que determinam a largura do chanfro.

**4ª fase** - Complete o traçado do elemento.

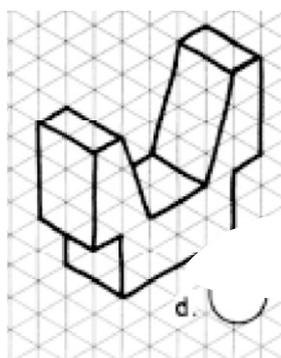
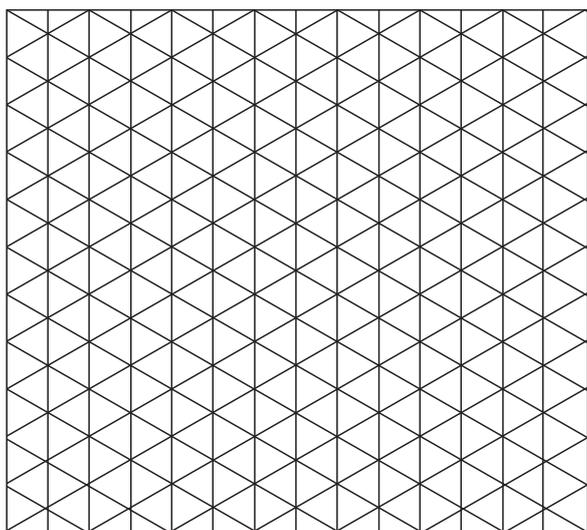
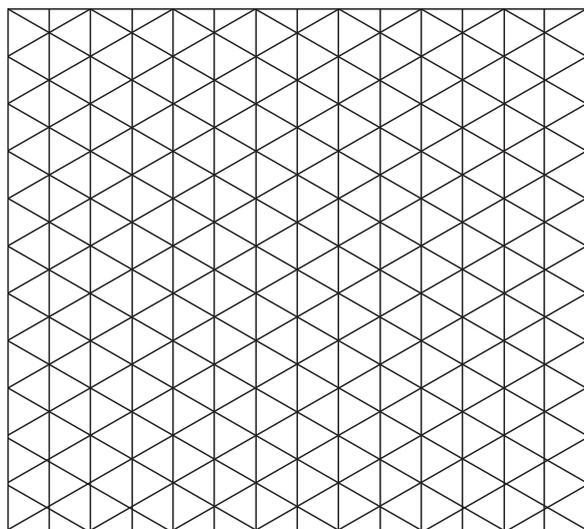
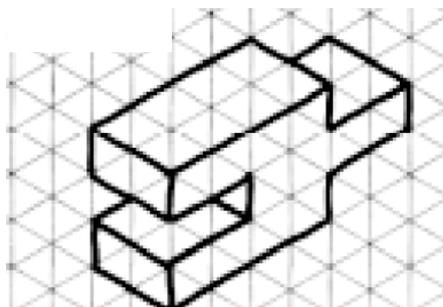
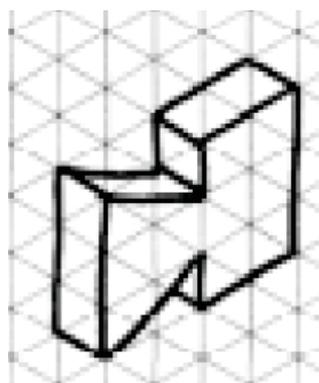
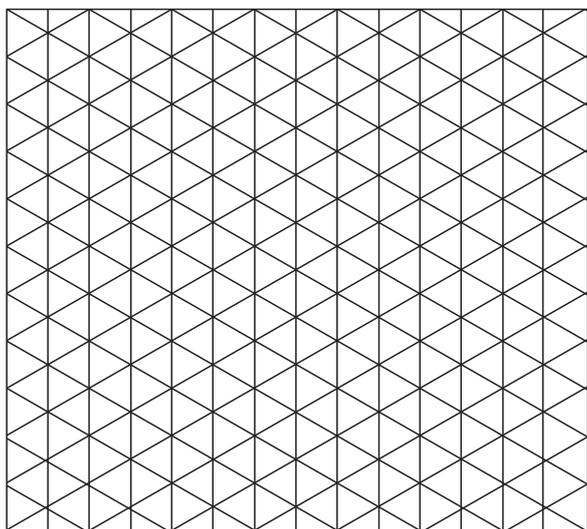
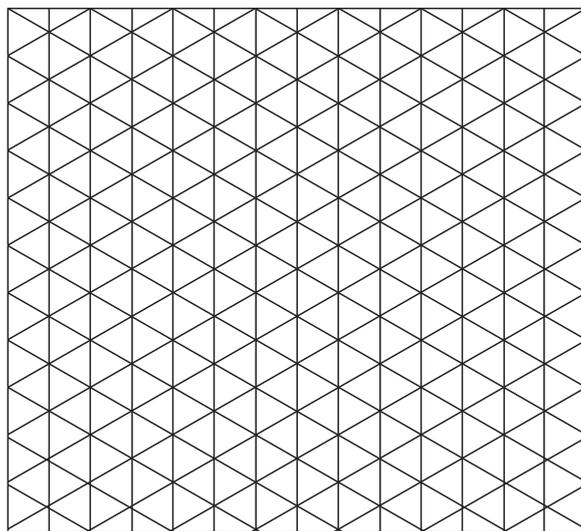
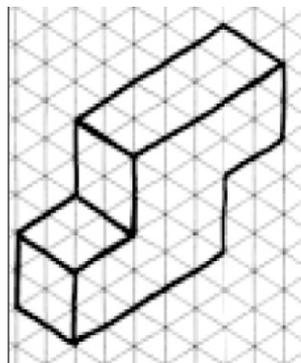
**5ª fase** - Agora é só apagar as linhas de construção e reforçar as linhas de contorno do modelo.



Prisma chanfrado:  
c = comprimento;  
l = largura e  
h = altura.

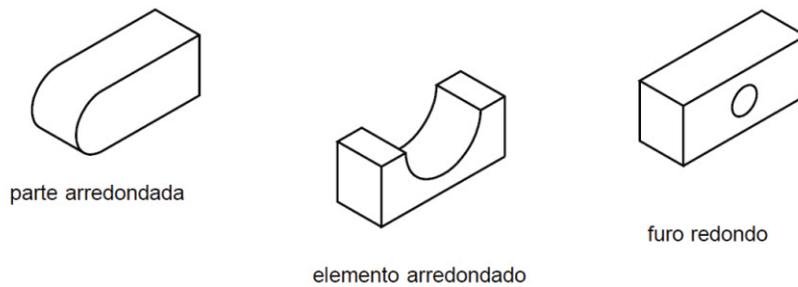


# Exercícios



## Perspectiva isométrica de modelos com elementos diversos

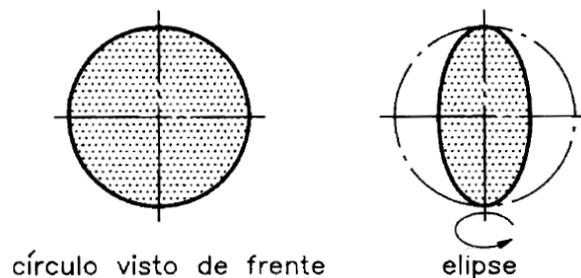
Algumas peças apresentam partes arredondadas, elementos arredondados ou furos, como mostram os exemplos abaixo:



Mas antes de aprender o traçado da perspectiva isométrica de modelos com essas características você precisa conhecer o traçado da perspectiva isométrica do círculo. Dessa forma, não terá dificuldades para representar elementos circulares e arredondados em perspectiva isométrica.

### Perspectiva isométrica do círculo

Um círculo, visto de frente, tem sempre a forma redonda. Entretanto, você já observou o que acontece quando giramos o círculo? É isso mesmo! Quando imprimimos um movimento de rotação ao círculo, ele aparentemente muda, pois assume a forma de uma elipse.

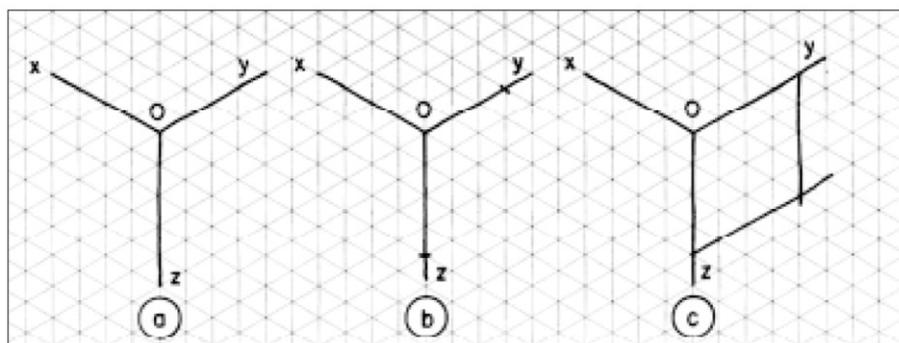


O círculo, representado em perspectiva isométrica, tem sempre a forma parecida com uma elipse. O próprio círculo, elementos circulares ou partes arredondadas podem aparecer em qualquer face do modelo ou da peça e sempre serão representados com forma elíptica.

### Quadrado auxiliar

Para facilitar o traçado da perspectiva isométrica você deve fazer um quadrado auxiliar sobre os eixos isométricos da seguinte maneira:

- trace os eixos isométricos (fase a);
- I marque o tamanho aproximado do diâmetro do círculo sobre os eixos z e y, onde está representada a face da frente dos modelos em perspectiva (fase b);
- I a partir desses pontos, puxe duas linhas isométricas (fase c), conforme mostra a ilustração abaixo:



## Traçando a perspectiva isométrica do círculo

O traçado da perspectiva isométrica do círculo também será demonstrado em cinco fases. Neste exemplo, vemos o círculo de frente, entre os eixos z e y. Não se esqueça: use o reticulado da direita para aprender e praticar!

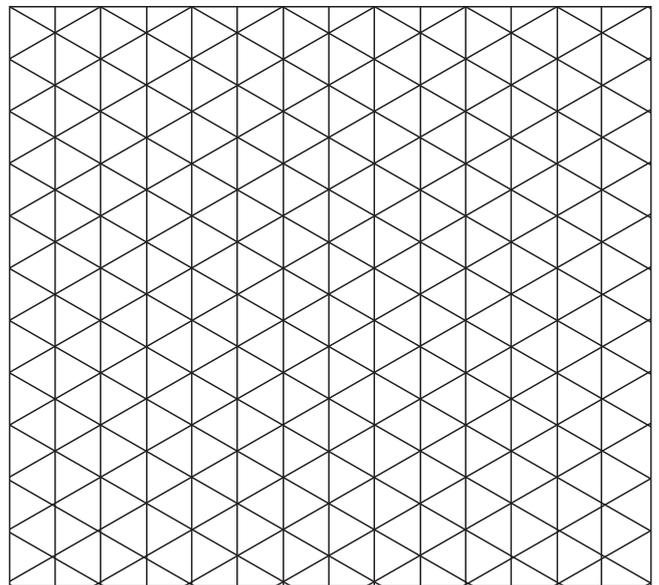
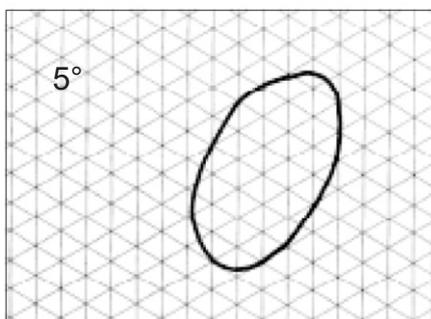
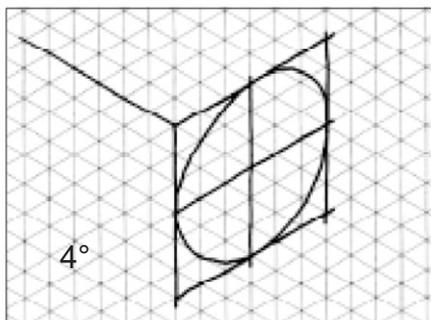
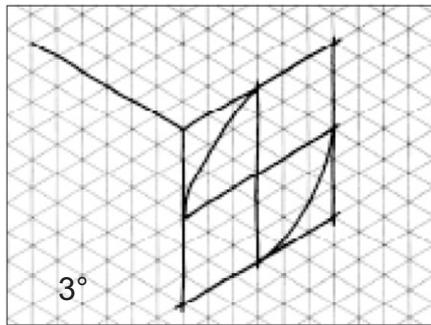
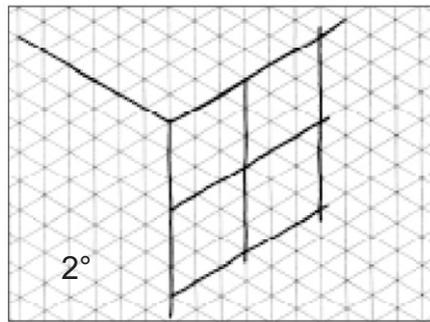
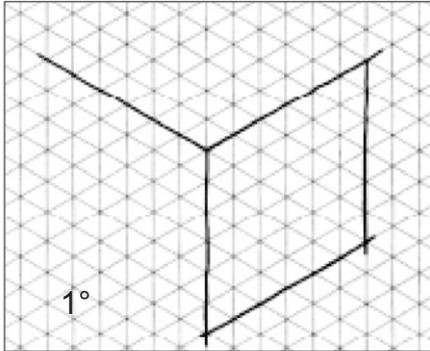
**1ª fase** - Trace os eixos isométricos e o quadrado auxiliar.

**2ª fase** - Divida o quadrado auxiliar em quatro partes iguais.

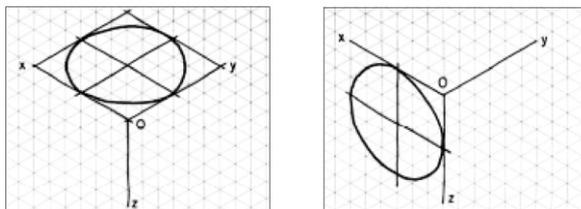
**3ª fase** - Comece o traçado das linhas curvas, como mostra a ilustração.

**4ª fase** - Complete o traçado das linhas curvas.

**5ª fase (conclusão)** - Apague as linhas de construção e reforçe o contorno do círculo.



Você deve seguir os mesmos procedimentos para traçar a perspectiva isométrica do círculo em outras posições, isto é, nas faces superior e lateral. Observe nas ilustrações a seguir que, para representar o círculo na face superior, o quadrado auxiliar deve ser traçado entre os eixos x e y. Já para representar o círculo na face lateral, o quadrado auxiliar deve ser traçado entre o eixo x e z.

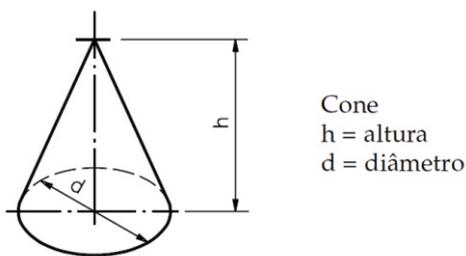


## Perspectiva isométrica de sólidos de revolução

O cone e o cilindro são sólidos de revolução que têm as bases formadas por círculos. Portanto, o traçado da perspectiva isométrica desses sólidos parte da perspectiva isométrica do círculo. É importante que você aprenda a traçar esse tipo de perspectiva, pois assim será mais fácil entender a representação, em perspectiva isométrica, de peças cônicas e cilíndricas ou das que tenham partes com esse formato.

### Traçando a perspectiva isométrica do cone

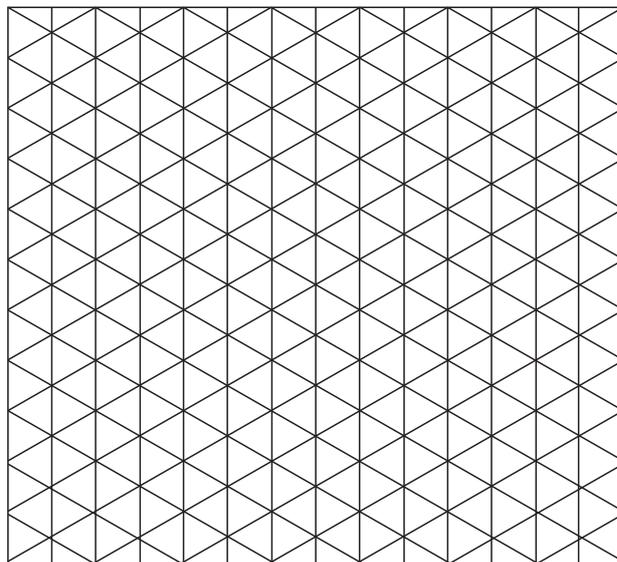
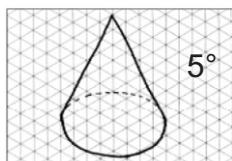
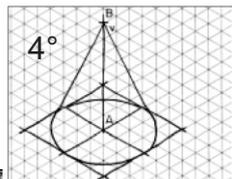
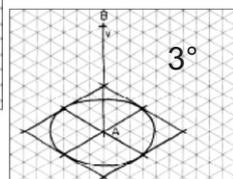
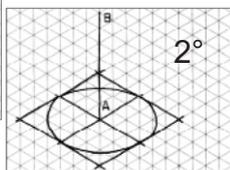
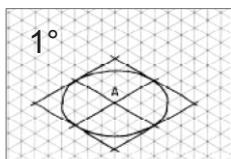
Para demonstrar o traçado da perspectiva isométrica tomaremos como base o cone representado na posição a seguir.



Para desenhar o cone nessa posição, devemos partir do círculo representado na face superior. O traçado da perspectiva isométrica do cone também será demonstrado em cinco fases. Acompanhe as instruções e pratique no reticulado da direita.

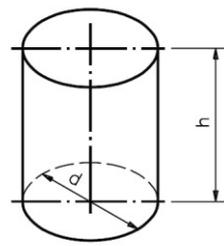
- 1ª fase - Trace a perspectiva isométrica do círculo na face superior e marque um ponto A no cruzamento das linhas que dividem o quadrado auxiliar.
- 2ª fase - A partir do ponto A, trace a perpendicular AB.
- 3ª fase - Marque, na perpendicular AB, o ponto V, que corresponde à altura aproximada ( $h$ ) do cone.
- 4ª fase - Ligue o ponto V ao círculo, por meio de duas linhas, como mostra a ilustração.
- 5ª fase - Apague as linhas de construção e reforçe o contorno do cone.

Atenção: a parte não visível da aresta da base do cone deve ser representada com linha tracejada.

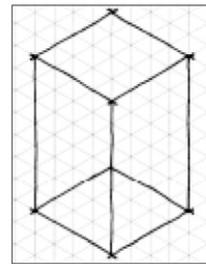


## Traçando a perspectiva isométrica do cilindro

O traçado da perspectiva isométrica do cilindro também será desenvolvido em cinco fases. Para tanto, partimos da perspectiva isométrica de um prisma de base quadrada, chamado prisma auxiliar.



Cilindro  
h = altura  
d = diâmetro



Prisma  
auxiliar

A medida dos lados do quadrado da base deve ser igual ao diâmetro do círculo que forma a base do cilindro. A altura do prisma é igual à altura do cilindro a ser reproduzido.

O prisma de base quadrada é um elemento auxiliar de construção do cilindro. Por essa razão, mesmo as linhas não visíveis são representadas por linhas contínuas.

Observe atentamente as fases do traçado e repita as instruções no reticulado da direita.

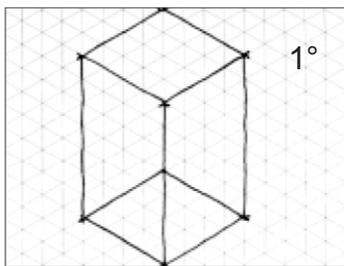
**1ª fase** - Trace a perspectiva isométrica do prisma auxiliar.

**2ª fase** - Trace as linhas que dividem os quadrados auxiliares das bases em quatro partes iguais.

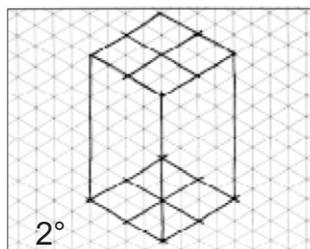
**3ª fase** - Trace a perspectiva isométrica do círculo nas bases superior e inferior do prisma.

**4ª fase** - Ligue a perspectiva isométrica do círculo da base superior à perspectiva isométrica do círculo da base inferior, como mostra o desenho.

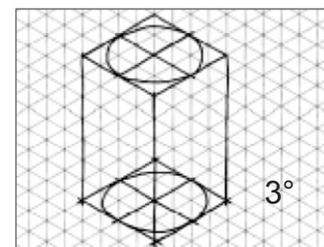
**5ª fase** - Apague todas as linhas de construção e reforce o contorno do cilindro. A parte invisível da aresta da base inferior deve ser representada com linha tracejada.



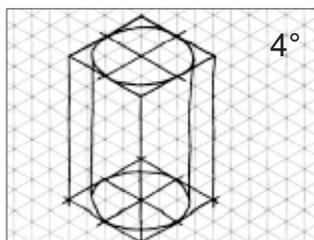
1°



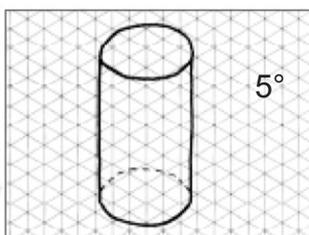
2°



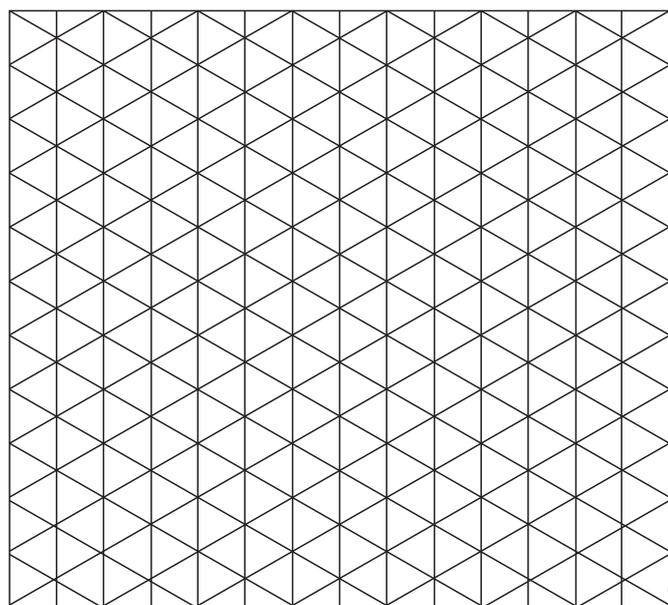
3°



4°

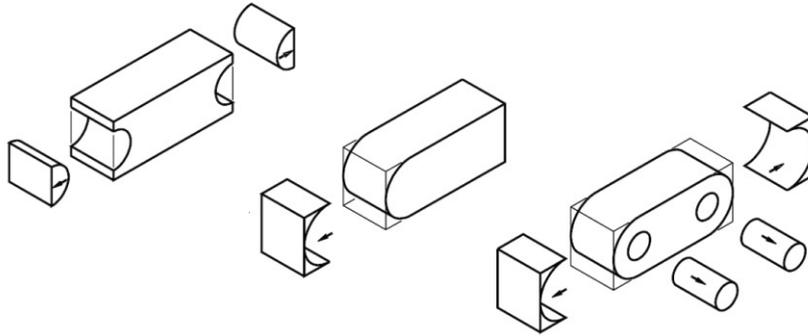


5°

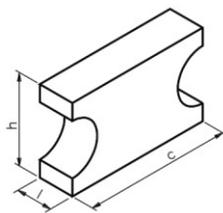


## Perspectiva isométrica de modelos com elementos circulares e arredondados

Os modelos prismáticos com elementos circulares e arredondados também podem ser considerados como derivados do prisma.



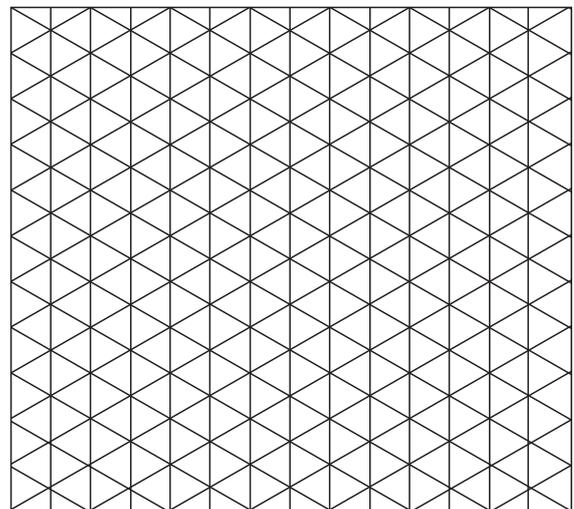
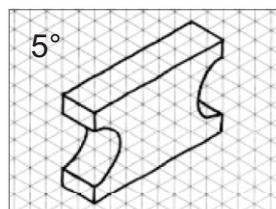
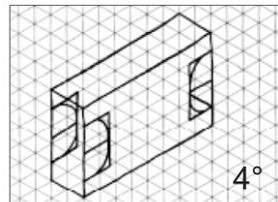
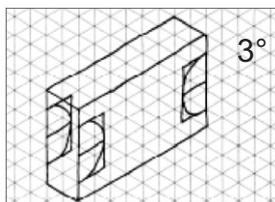
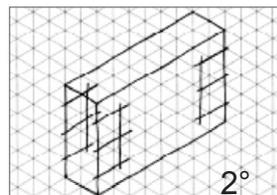
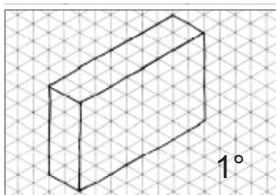
O traçado da perspectiva isométrica desses modelos também parte dos eixos isométricos e da representação de um prisma auxiliar, que servirá como elemento de construção. O tamanho desse prisma depende do comprimento, da largura e da altura do modelo a ser representado em perspectiva isométrica. Mais uma vez, o traçado será demonstrado em cinco fases. Acompanhe atentamente cada uma delas e aproveite para praticar no reticulado da direita. Observe o modelo utilizado para ilustrar as fases:



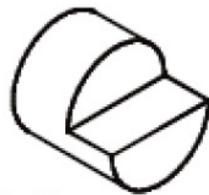
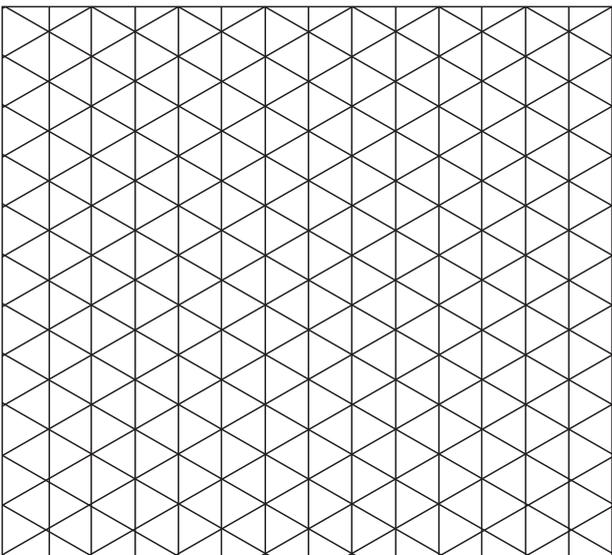
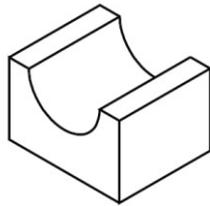
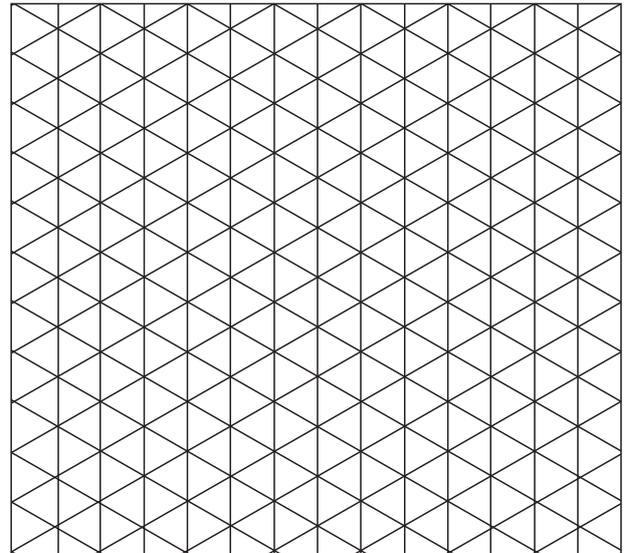
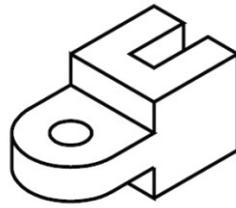
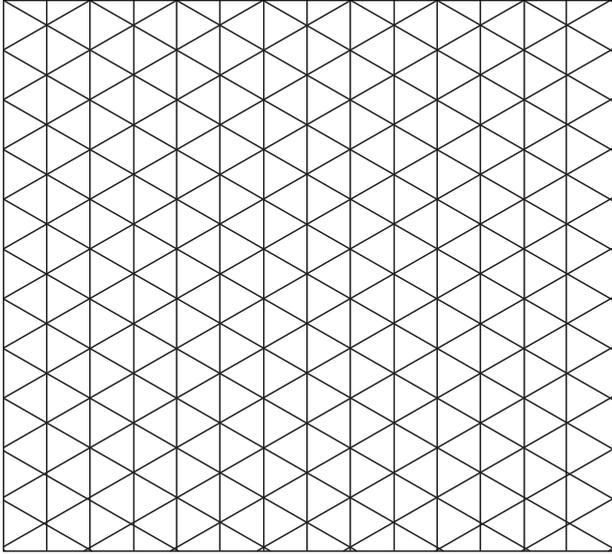
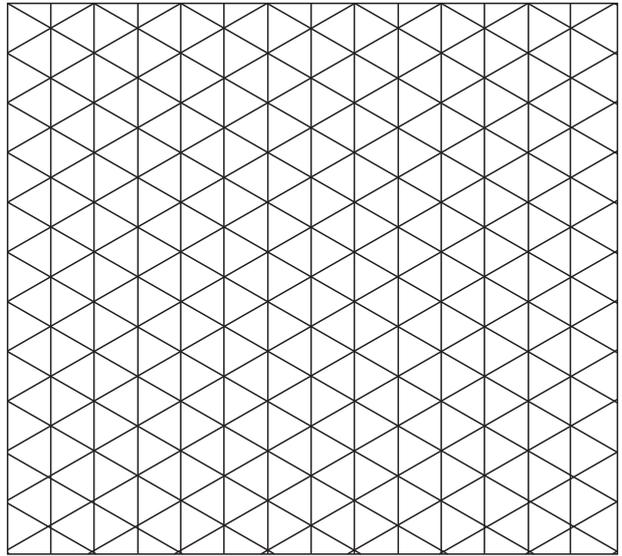
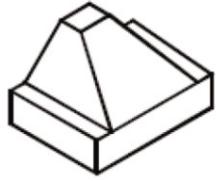
Prisma com elementos arredondados  
c = comprimento  
l = largura  
h = altura

Os elementos arredondados que aparecem no modelo têm forma de semicírculo. Para traçar a perspectiva isométrica de semicírculos, você precisa apenas da metade do quadrado auxiliar.

- 1ª fase** - Trace o prisma auxiliar respeitando o comprimento, a largura e a altura aproximados do prisma com elementos arredondados.
- 2ª fase** - Marque, na face anterior e na face posterior, os semi quadrados que auxiliam o traçado dos semicírculos.
- 3ª fase** - Trace os semicírculos que determinam os elementos arredondados, na face anterior e na face posterior do modelo.
- 4ª fase** - Complete o traçado das faces laterais.
- 5ª fase** - Apague as linhas de construção e reforçe o contorno do traçado.



# Exercícios



## Projeção ortográfica da figura plana

As formas de um objeto representado em perspectiva isométrica apresentam certa deformação, isto é, não são mostradas em verdadeira grandeza, apesar de conservarem as mesmas proporções do comprimento, da largura e da altura do objeto. Além disso, a representação em perspectiva isométrica nem sempre mostra claramente os detalhes internos da peça. Na indústria, em geral, o profissional que vai produzir uma peça não recebe o desenho em perspectiva, mas sim sua representação em projeção ortográfica.

## Modelo, observador e plano de projeção

A projeção ortográfica é uma forma de representar graficamente objetos tridimensionais em superfícies planas, de modo a transmitir suas características com precisão e demonstrar sua verdadeira grandeza.

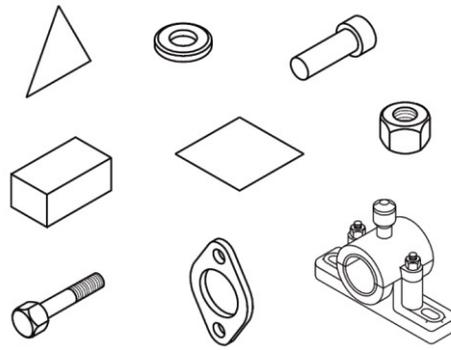
Para entender bem como é feita a projeção ortográfica você precisa conhecer três elementos: o modelo, o observador e o plano de projeção.

### Modelo

É o objeto a ser representado em projeção ortográfica. Qualquer objeto pode ser tomado como modelo: uma figura geométrica, um sólido geométrico, uma peça de máquina ou mesmo um conjunto de peças.

Veja alguns exemplos de modelos:

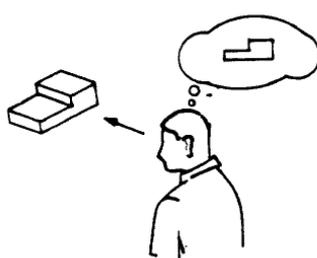
O modelo geralmente é representado em posição que mostre a maior parte de seus elementos. Pode, também, ser representado em posição de trabalho, isto é, aquela que fica em funcionamento.



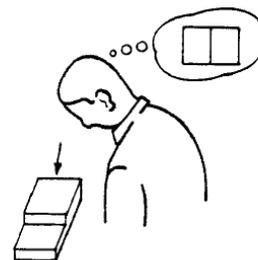
### Observador

É a pessoa que vê, analisa, imagina ou desenha o modelo. Para representar o modelo em projeção ortográfica, o observador deve analisá-lo cuidadosamente em várias posições.

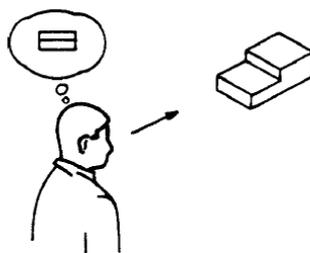
As ilustrações a seguir mostram o observador vendo o modelo de frente, de cima e de lado.



Vendo o modelo de frente



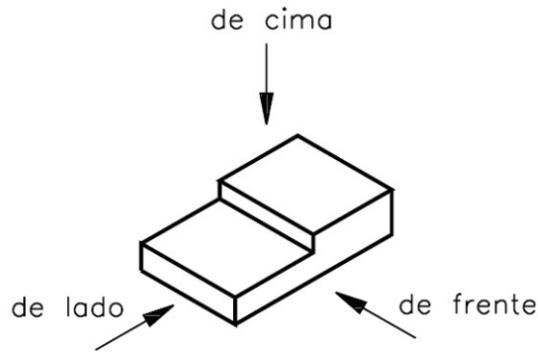
Vendo o modelo de cima



Vendo o modelo de lado

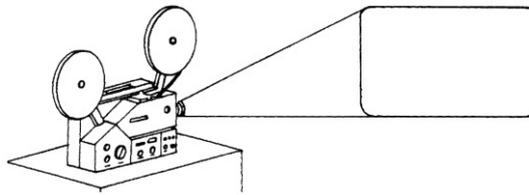


Em projeção ortográfica deve-se imaginar o observador localizado a uma distância infinita do modelo. Por essa razão, apenas a direção de onde o observador está vendo o modelo será indicada por uma seta, como mostra a ilustração abaixo:

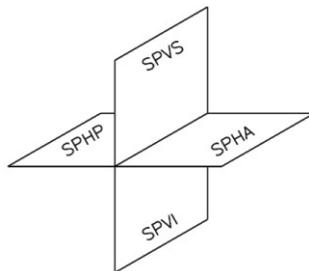


## Plano de projeção

É a superfície onde se projeta o modelo. A tela de cinema é um bom exemplo de plano de projeção:



Os planos de projeção podem ocupar várias posições no espaço. Em desenho técnico usamos dois planos básicos para representar as projeções de modelos: um plano vertical e um plano horizontal que se cortam perpendicularmente.

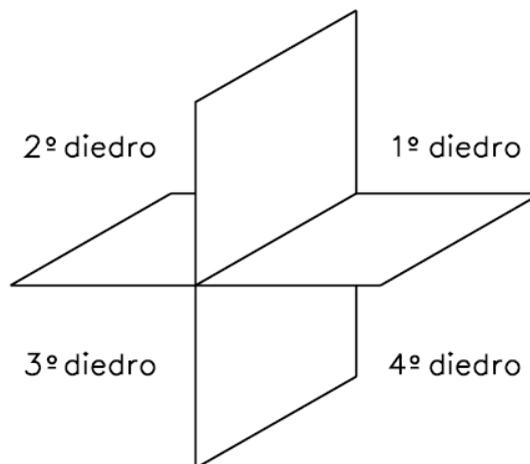


- SPVS - semiplano vertical superior
- SPVI - semiplano vertical inferior
- SPHA - semiplano horizontal anterior
- SPVP - semiplano horizontal posterior

Esses dois planos, perpendiculares entre si, dividem o espaço em quatro regiões chamadas diedros.

## Diedros

Cada diedro é a região limitada por dois semiplanos perpendiculares entre si. Os diedros são numerados no sentido anti-horário, isto é, no sentido contrário ao do movimento dos ponteiros do relógio.

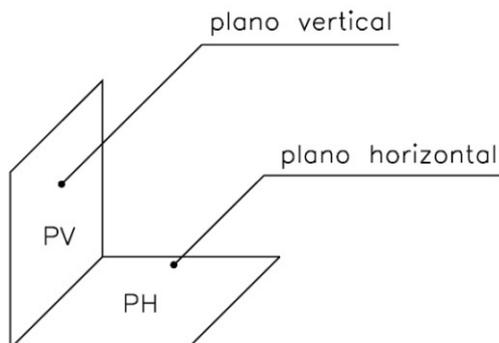


O método de representação de objetos em dois semiplanos perpendiculares entre si, criado por Gaspar Monge, é também conhecido como método mongeano. Atualmente, a maioria dos países que utilizam o método mongeano adotam a projeção ortográfica no 1º diedro. No Brasil, a ABNT recomenda a representação no 1º diedro.

Entretanto, alguns países, como por exemplo os Estados Unidos e o Canadá, representam seus desenhos técnicos no 3º diedro.

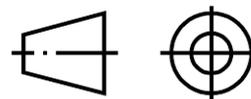
Neste curso, você estudará detalhadamente a representação no 1º diedro, como recomenda a ABNT. Ao ler e interpretar desenhos técnicos, o primeiro cuidado que se deve ter é identificar em que diedro está representado o modelo. Esse cuidado é importante para evitar o risco de interpretar errado as características do objeto.

Para simplificar o entendimento da projeção ortográfica passaremos a representar apenas o 1º diedro, o que é normalizado pela ABNT. Chamaremos o semiplano vertical superior de plano vertical. O semiplano horizontal anterior passará a ser chamado de plano horizontal.

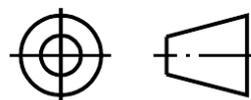


Ao interpretar um desenho técnico procure identificar, de imediato, em que diedro ele está representado.

O símbolo ao lado indica que o desenho técnico está representado no 1º diedro. Este símbolo aparece no canto inferior direito da folha de papel dos desenhos técnicos, dentro da legenda.



Quando o desenho técnico estiver representado no 3º diedro, você verá este outro símbolo: Cuidado para não confundir os símbolos! Procure gravar bem, principalmente o símbolo do 1º diedro, que é o que você usará com mais frequência.



Cuidado para não confundir os símbolos! Procure gravar bem, principalmente o símbolo do 1º diedro, que é o que você usará com mais frequência.

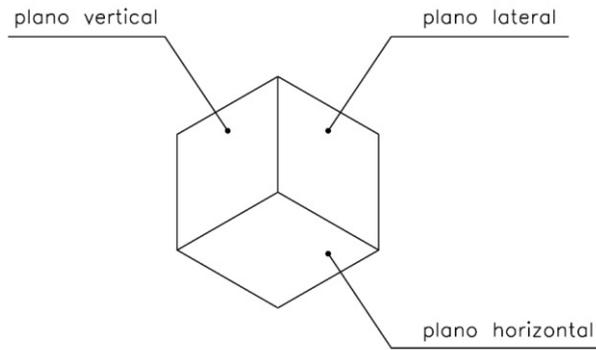
**Atenção** - As representações no 3º diedro requerem preparo específico para sua leitura e interpretação. O estudo das representações no 3º diedro foge aos objetivos do nosso curso.

## Projeção ortográfica de sólidos geométricos

A projeção ortográfica de um modelo em um único plano algumas vezes não representa o modelo ou partes dele em verdadeira grandeza. Mas, para produzir um objeto, é necessário conhecer todos os seus elementos em verdadeira grandeza. Por essa razão, em desenho técnico, quando tomamos sólidos geométricos ou objetos tridimensionais como modelos, costumamos representar sua projeção ortográfica em mais de um plano de projeção.

No Brasil, onde se adota a representação no 1º diedro, além do plano vertical e do plano horizontal, utiliza-se um terceiro plano de projeção: o plano lateral. Este plano é, ao mesmo tempo, perpendicular ao plano vertical e ao plano horizontal.



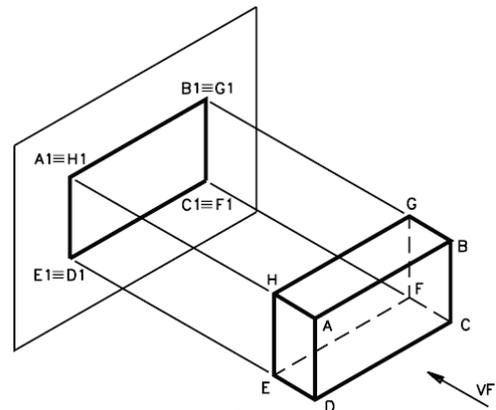


## Projeção ortográfica do prisma retangular no 1º diedro

Para entender melhor a projeção ortográfica de um modelo em três planos de projeção você vai acompanhar, primeiro, a demonstração de um sólido geométrico - o prisma retangular (modelo de plástico nº 31) - em cada um dos planos, separadamente.

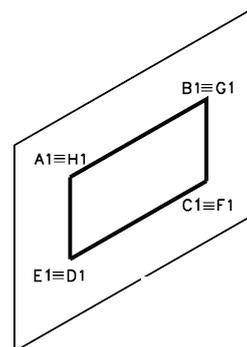
### Vista frontal

Imagine um prisma retangular paralelo a um plano de projeção vertical visto de frente por um observador, na direção indicada pela seta, como mostra a figura seguinte. Este prisma é limitado externamente por seis faces retangulares: duas são paralelas ao plano de projeção (ABCD e EFGH); quatro são perpendiculares ao plano de projeção (ADEH, BCFG, CDEF e ABGH). Traçando linhas projetantes a partir de todos os vértices do prisma, obteremos a projeção ortográfica do prisma no plano vertical. Essa projeção é um retângulo idêntico às faces paralelas ao plano de projeção.



Imagine que o modelo foi retirado e você verá, no plano vertical, apenas a projeção ortográfica do prisma visto de frente.

A projeção ortográfica do prisma, visto de frente no plano vertical, dá origem à vista ortográfica chamada vista frontal.



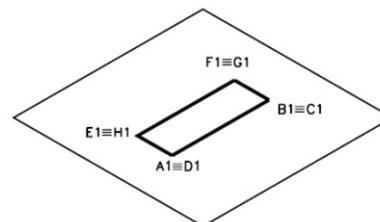
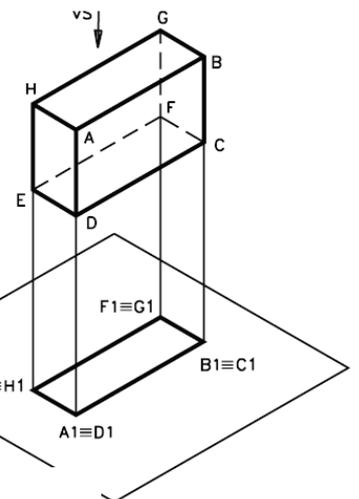
### Vista superior

A vista frontal não nos dá a idéia exata das formas do prisma. Para isso necessitamos de outras vistas, que podem ser obtidas por meio da projeção do prisma em outros planos do 1º diedro.

Imagine, então, a projeção ortográfica do mesmo prisma visto de cima por um observador na direção indicada pela seta, como aparece na próxima figura.

A projeção do prisma, visto de cima no plano horizontal, é um retângulo idêntico às faces ABGH e CDEF, que são paralelas ao plano de projeção horizontal.

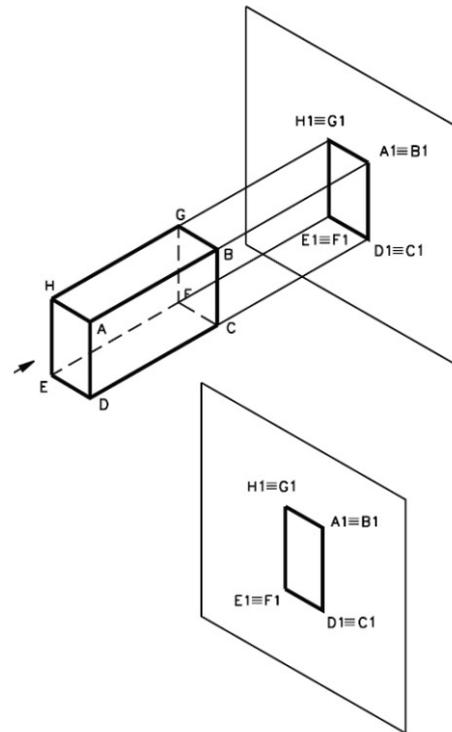
Removendo o modelo, você verá no plano horizontal apenas a projeção ortográfica do prisma, visto de cima.



## Vista lateral

Para completar a idéia do modelo, além das vistas frontal e superior uma terceira vista é importante: a vista lateral esquerda.

Imagine, agora, um observador vendo o mesmo modelo de lado, na direção indicada pela seta, como mostra a ilustração a próxima figura.



Como o prisma está em posição paralela ao plano lateral, sua projeção ortográfica resulta num retângulo idêntico às faces ADEH e BCFG, paralelas ao plano lateral.

Retirando o modelo, você verá no plano lateral a projeção ortográfica do prisma visto de lado, isto é, a vista lateral esquerda.

Você acabou de analisar os resultados das projeções de um mesmo modelo em três planos de projeção. Ficou sabendo que cada projeção recebe um nome diferente, conforme o plano em que aparece representada:

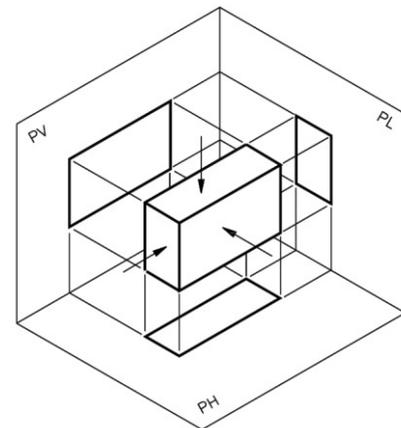
- a projeção do modelo no plano vertical dá origem à vista frontal;
- a projeção do modelo no plano horizontal dá origem à vista superior;
- a projeção do modelo no plano lateral dá origem à vista lateral esquerda.

## Rebatimento dos planos de projeção

Agora, que você já sabe como se determina a projeção do prisma retangular separadamente em cada plano, fica mais fácil entender as projeções do prisma em três planos simultaneamente, como mostra a figura seguinte.

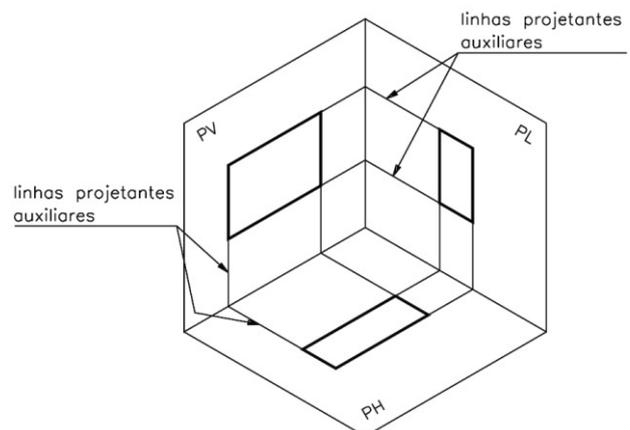
As linhas estreitas que partem perpendicularmente dos vértices do modelo até os planos de projeção são as linhas projetantes.

As demais linhas estreitas que ligam as projeções nos três planos são chamadas linhas projetantes auxiliares. Estas linhas ajudam a relacionar os elementos do modelo nas diferentes vistas. Imagine que o modelo tenha sido retirado e veja como ficam apenas as suas projeções nos três planos:



Mas, em desenho técnico, as vistas devem ser mostradas em um único plano. Para tanto, usamos um recurso que consiste no rebatimento dos planos de projeção horizontal e lateral. Veja como isso é feito no 1º diedro:

- o plano vertical, onde se projeta a vista frontal, deve ser imaginado sempre numa posição fixa;
- para rebater o plano horizontal, imaginamos que ele sofre uma rotação de 90° para baixo, em torno do eixo de interseção com o plano vertical (Figura a e Figura b). O eixo de interseção é a aresta comum aos dois semiplanos.



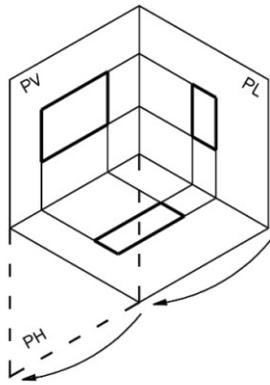


Figura a

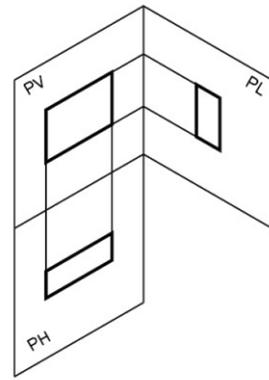


Figura b

- para rebater o plano de projeção lateral imaginamos que ele sofre uma rotação de 90°, para a direita, em torno do eixo de interseção com o plano vertical (Figura c e Figura d).

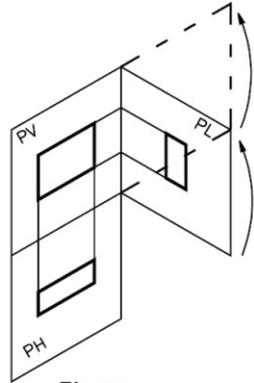


Figura c

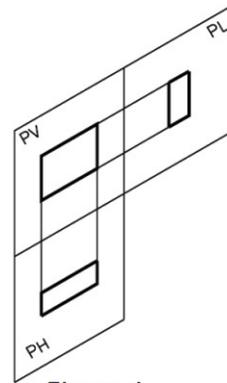


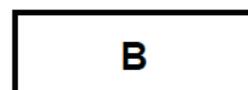
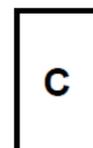
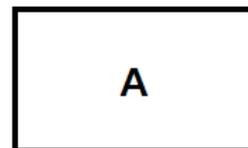
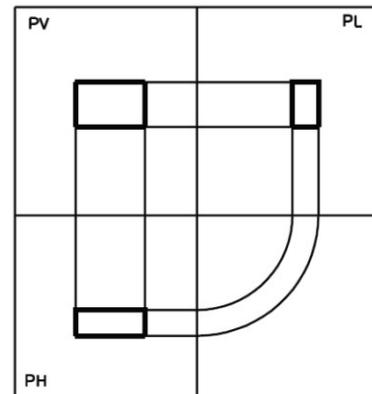
Figura d

Muito bem! Agora, você tem os três planos de projeção: vertical, horizontal e lateral, representados num único plano, em perspectiva isométrica, como mostra a Figura d. Observe agora como ficam os planos rebatidos vistos de frente.

Em desenho técnico, não se representam as linhas de interseção dos planos. Apenas os contornos das projeções são mostrados. As linhas projetantes auxiliares também são apagadas. Finalmente, veja como fica a representação, em projeção ortográfica, do prisma retangular que tomamos como modelo:

- a projeção A, representada no plano vertical, chama-se projeção vertical ou vista frontal;
- a projeção B, representada no plano horizontal, chama-se projeção horizontal ou vista superior;
- a projeção C, que se encontra no plano lateral, chama-se projeção lateral ou vista lateral esquerda.

As posições relativas das vistas, no 1º diedro, não mudam: a vista frontal, que é a vista principal da peça, determina as posições das demais vistas; a vista superior aparece sempre representada abaixo da vista frontal; a vista lateral esquerda aparece sempre representada à direita da vista frontal. O rebatimento dos planos de projeção permitiu representar, com precisão, um modelo de três dimensões (o prisma retangular) numa superfície de duas dimensões (como esta folha de papel). Além disso, o conjunto das vistas representa o modelo em verdadeira grandeza, possibilitando interpretar suas formas com exatidão. Os assuntos que você acabou de estudar são a base da projeção ortográfica.



## Perspectiva isométrica e desenho técnico

Além da representação das vistas ortográficas, o desenho técnico, para ser completo, deve conter outras informações. Essas informações você vai aprender no decorrer deste curso. Por enquanto, vamos considerar que o desenho técnico do modelo é aquele que apresenta as três vistas principais: vista frontal, vista superior e vista lateral esquerda. Ao observar um desenho técnico, uma pessoa que saiba interpretá-lo logo imagina as formas do modelo que esse desenho representa. Da mesma maneira, ao ver o modelo, essa mesma pessoa é capaz de imaginar como ficará o desenho técnico.

Neste curso, dada a impossibilidade de trabalharmos diretamente com modelos tridimensionais, recorreremos à representação em perspectiva isométrica para transmitir a idéia dos modelos. Ao observar a representação de um modelo em perspectiva, você deverá ser capaz de imaginar como são as vistas ortográficas do modelo. Por outro lado, ao ver as vistas ortográficas de um modelo você deve ser capaz de identificar a perspectiva que corresponde a estas vistas. Vamos começar com um exemplo simples para você entender bem. Observe o próximo desenho técnico.

Analisando as vistas você percebe que se trata de um modelo prismático. Veja, agora, como fazemos para representar este modelo em perspectiva isométrica. Você já sabe que a primeira fase do traçado da perspectiva isométrica de um prisma consiste em marcar as medidas aproximadas do comprimento, da altura e da largura do modelo nos eixos isométricos.

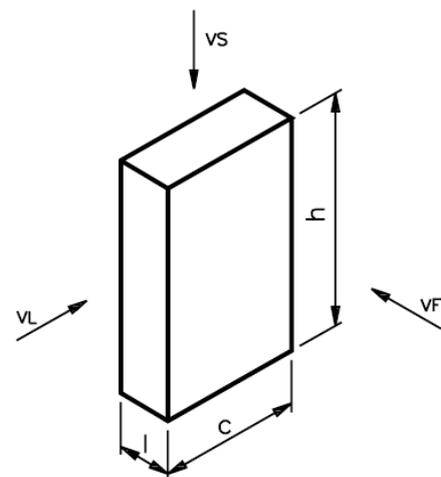
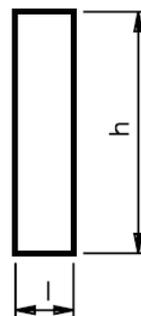
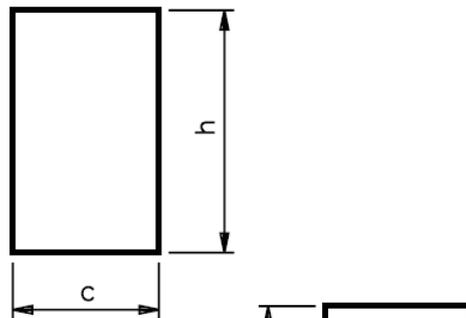
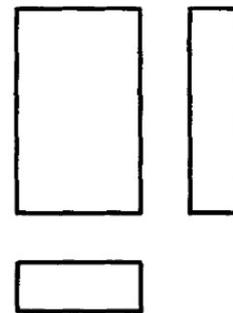
Observando a vista frontal, você pode identificar a medida do comprimento ( $c$ ) e da altura ( $h$ ) do modelo:

Observando a vista superior você pode identificar, além do comprimento ( $c$ ), a largura ( $l$ ) do modelo:

Se você preferir, pode obter a largura ( $l$ ) e a altura ( $h$ ) do modelo analisando a vista lateral esquerda:

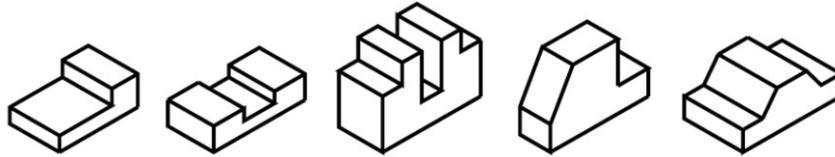
Conhecendo esses elementos (altura, comprimento e largura), você já pode traçar a perspectiva do modelo.

Observe que a face da frente do modelo em perspectiva corresponde à **vista frontal**; a face superior corresponde à **vista superior** e a face lateral corresponde à **vista lateral esquerda**.



## Projeção ortográfica de modelos com elementos paralelos e oblíquos

Você já sabe que peças da área da Mecânica têm formas e elementos variados. Algumas apresentam rebaiços, outras rasgos, chanfros etc.



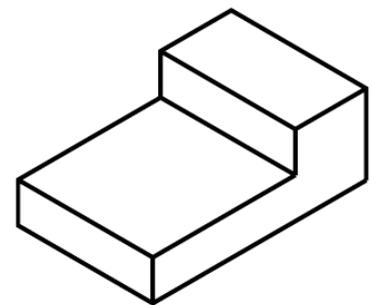
Para interpretar o desenho técnico de modelos como esses, você vai precisar de outros conhecimentos, além dos princípios de projeção ortográfica que já aprendeu nas aulas anteriores.

Todos os elementos que aparecem no desenho técnico - linhas, símbolos, números e indicações escritas - são normalizados. É a ABNT, por meio da norma NBR 8 403, que determina quais tipos de linhas devem ser usadas em desenhos técnicos, definindo sua largura e demais características. Cada tipo de linha tem uma função e um significado. É o que você vai aprender nesta aula. Além disso, você ficará sabendo como se faz a projeção ortográfica de sólidos geométricos com elementos paralelos e oblíquos. Para ser bem-sucedido, você deverá acompanhar com interesse as instruções, fazer todos os exercícios com atenção e reler o conteúdo quantas vezes forem necessárias, até entender bem cada assunto.

## Projeção ortográfica de modelos com elementos paralelos

O primeiro modelo prismático com elementos paralelos a ser examinado é o prisma com rebaiço, que corresponde ao modelo de plástico nº 1.

Estudando as projeções de diversos modelos, você aprenderá a interpretar todos os tipos de linhas empregadas em desenho técnico.

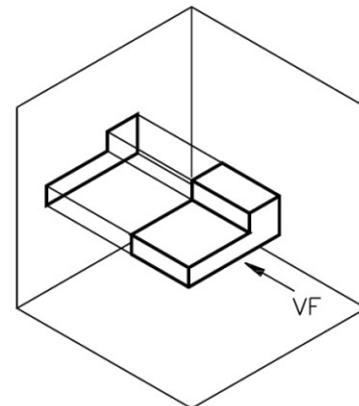


### Linha contínua larga

A linha usada para representar arestas e contornos visíveis é a linha contínua larga.

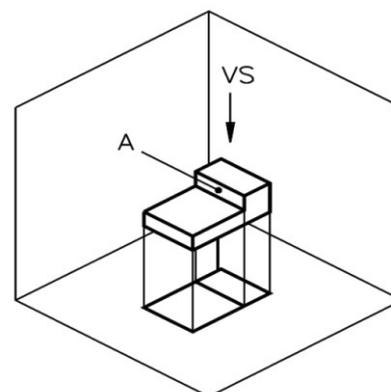
Agora, veja a aplicação da linha contínua larga na representação da projeção ortográfica do prisma com rebaiço.

Observando o modelo de frente, você terá uma vista frontal projetada no plano vertical.



Todos os pontos do modelo estão representados na vista frontal, mas apenas as arestas visíveis ao observador são desenhadas com a linha contínua larga.

Observando o modelo de cima você terá a vista superior projetada no plano horizontal.



Todas as arestas visíveis ao observador são desenhadas na vista superior.

A face do prisma, indicada pela letra A, é um retângulo perpendicular ao plano horizontal. Logo, a projeção da face A no plano horizontal reduz-se a um segmento de reta.

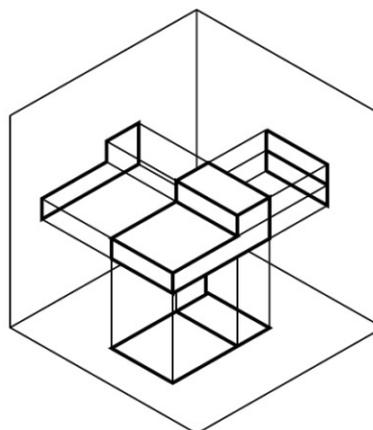
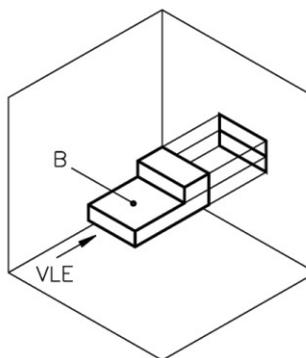


E, finalmente, observando o modelo de lado, você terá a vista lateral esquerda projetada no plano lateral.

A face B do prisma, que forma o rebaixo, é um retângulo perpendicular ao plano lateral.

No desenho, a projeção da face B é representada por uma linha contínua larga.

Veja agora a projeção do modelo nos três planos de projeção ao mesmo tempo.

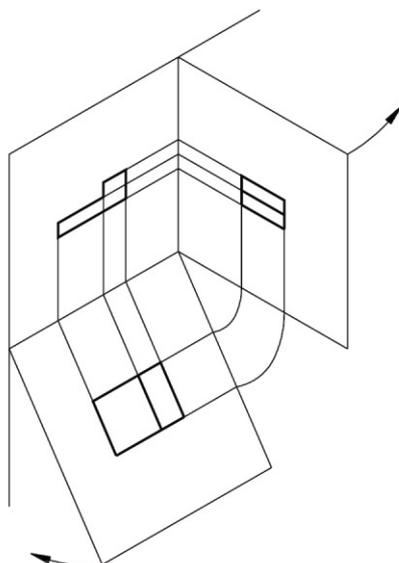
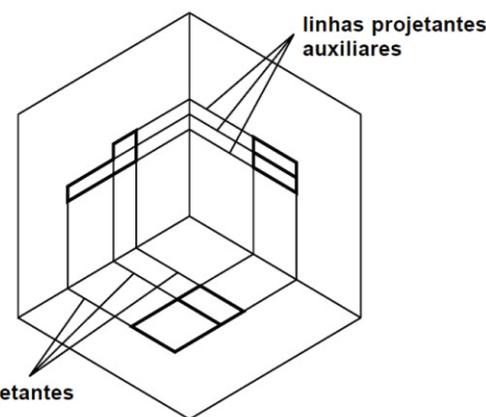


### Linha contínua estreita

Imagine que o modelo tenha sido retirado. Observe suas vistas representadas nos planos de projeção.

As linhas contínuas estreitas, que aparecem no desenho ligando as arestas das vistas, são chamadas de linhas projetantes auxiliares. Essas linhas são importantes para quem está iniciando o estudo da projeção ortográfica, pois ajudam a relacionar os elementos do modelo nas diferentes vistas. Elas são imaginárias, por isso não são representadas no desenho técnico definitivo.

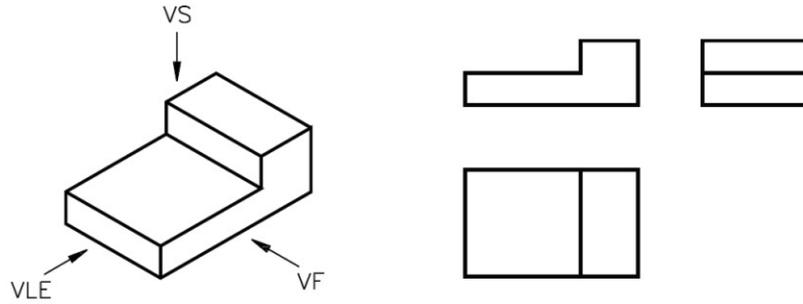
Imagine o rebatimento dos planos de projeção, como mostram as ilustrações a seguir, e observe a disposição das vistas ortográficas:



vista frontal	vista lateral esquerda
vista superior	



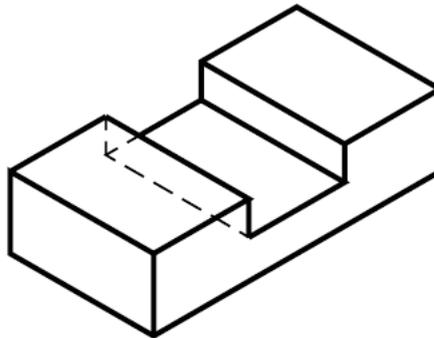
No desenho técnico identificamos cada vista pela posição que ela ocupa no conjunto. Não há necessidade, portanto, de indicar por escrito seus nomes. As linhas projetantes auxiliares também não são representadas. Observe novamente o modelo e suas vistas ortográficas:



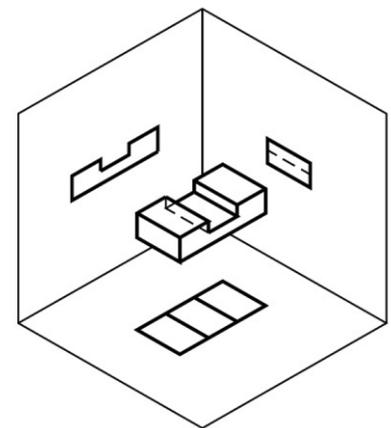
### Linha tracejada estreita

Dependendo da posição que o elemento ocupa no modelo, é necessário usar outro tipo de linha para representá-lo. Quando o elemento não é visível ao observador, ele deve ser representado pela linha para arestas e contornos não visíveis, simbolizada por uma linha tracejada estreita.

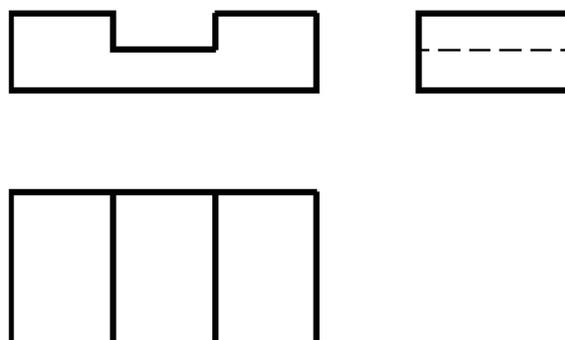
Vamos ver a aplicação desse tipo de linha na projeção ortográfica do modelo prismático com um rasgo central paralelo, representado a seguir.



Veja as três vistas projetadas, ao mesmo tempo, nos três planos de projeção.



Agora, imagine que o modelo foi removido e os planos de projeção rebatidos. Você terá, desta forma, as vistas ortográficas do modelo



## Projeção ortográfica de modelos com elementos paralelos e oblíquos

Para entender a projeção ortográfica de modelos com elementos paralelos e oblíquos, vamos utilizar o modelo representado a seguir.

Trata-se de um modelo prismático com um rebaixo paralelo e um elemento oblíquo - o chanfro - que corresponde à face assinalada com a letra A no desenho anterior.

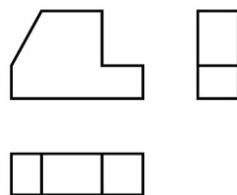
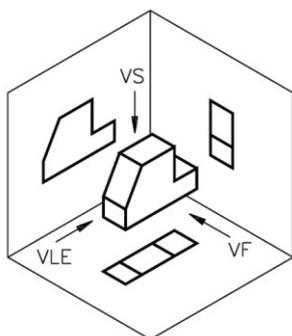
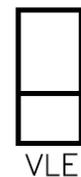
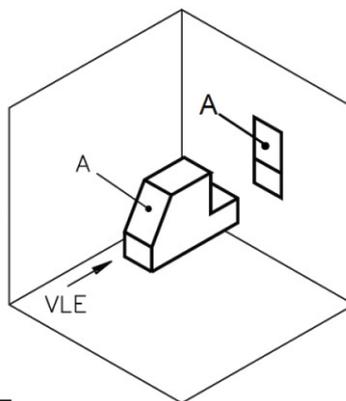
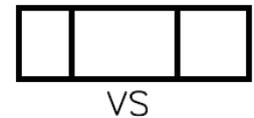
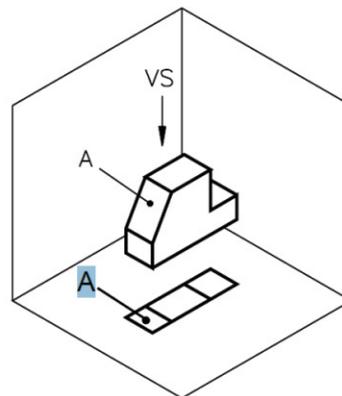
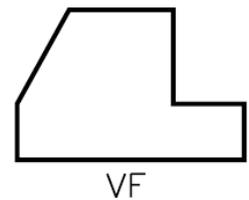
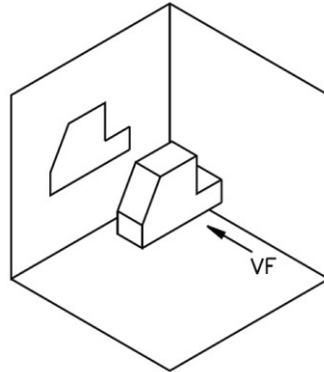
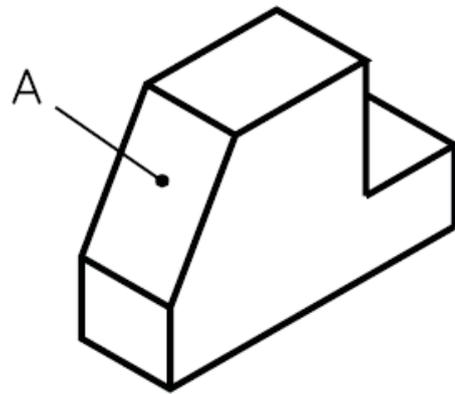
Observe a representação da vista frontal. Note que todas as arestas visíveis são representadas em verdadeira grandeza na vista frontal:

A face A do modelo, isto é, a parte chanfrada, é formada por um retângulo oblíquo ao plano horizontal. Por essa razão, a projeção de A na vista superior não aparece representada em verdadeira grandeza, como você pode observar nas figuras seguintes.

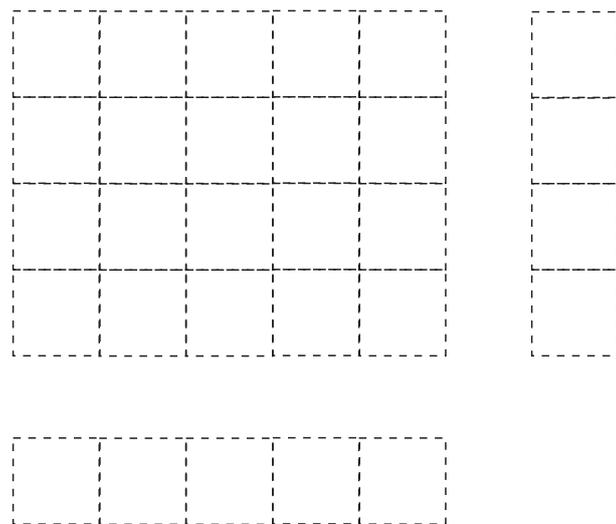
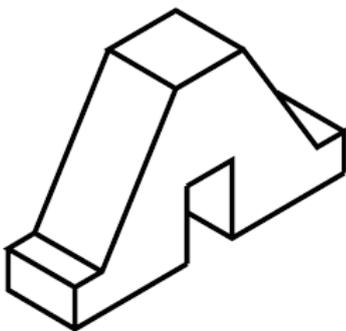
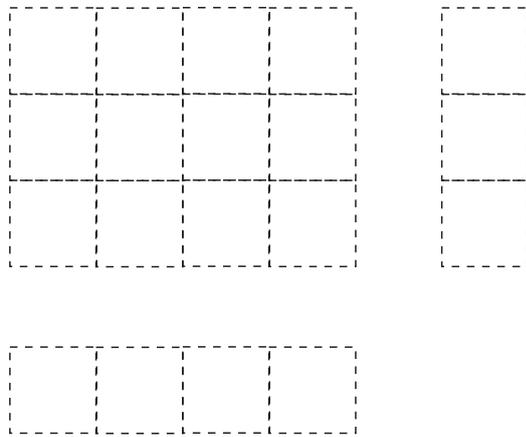
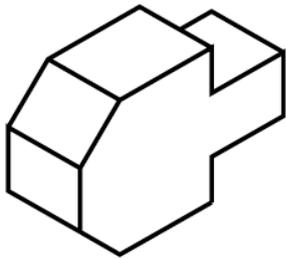
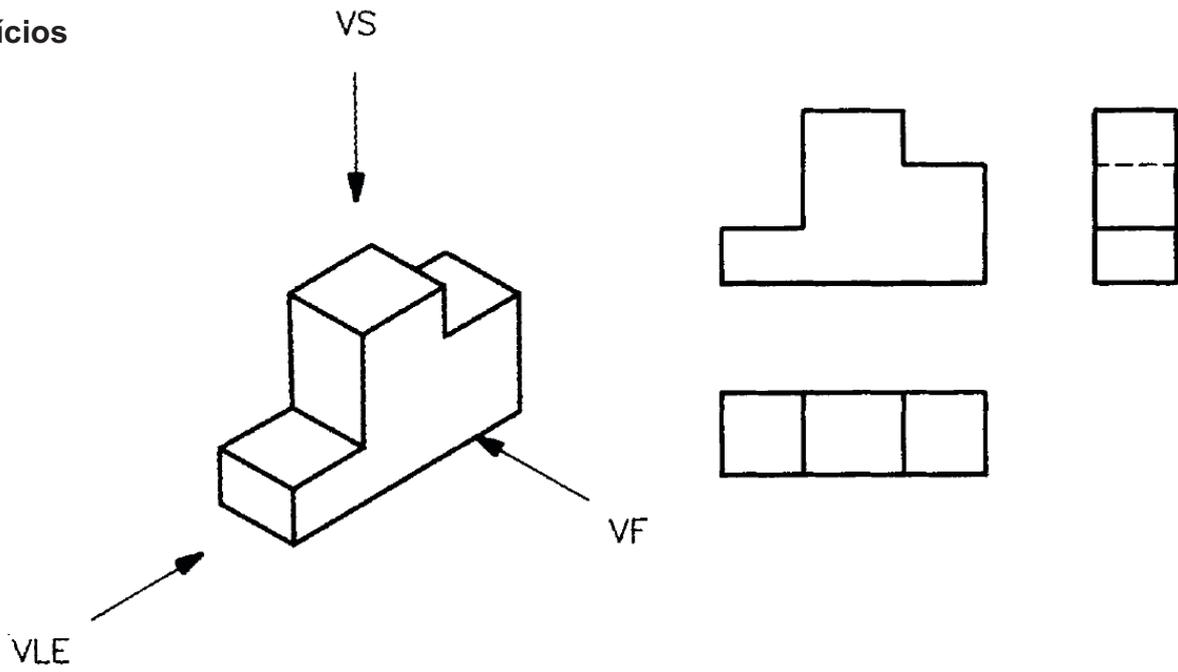
A face A também ocupa uma posição oblíqua em relação ao plano de projeção lateral. Assim sendo, a vista lateral também não reproduz A em verdadeira grandeza:

O rebaixo e o chanfro estão localizados na mesma altura em relação à base do modelo. A projeção da aresta do chanfro coincide com a projeção da aresta do rebaixo. Neste caso, em desenho técnico, apenas a aresta visível é representada.

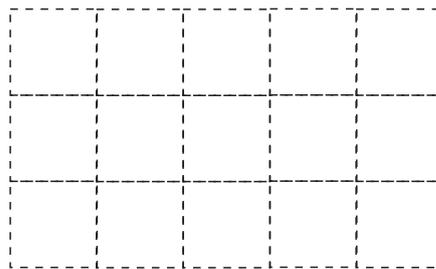
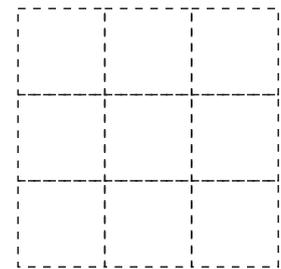
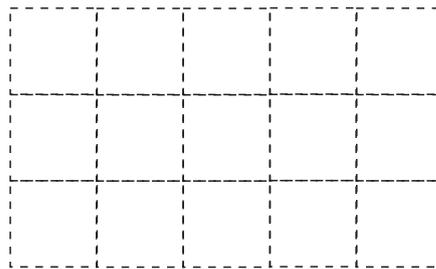
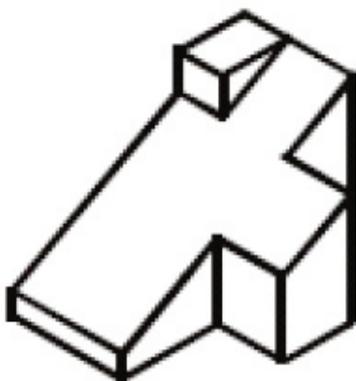
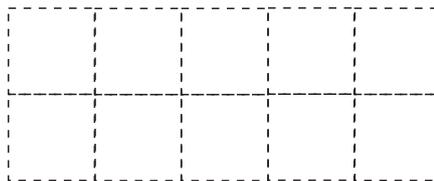
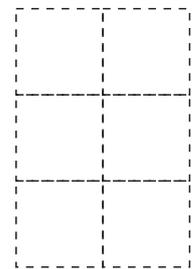
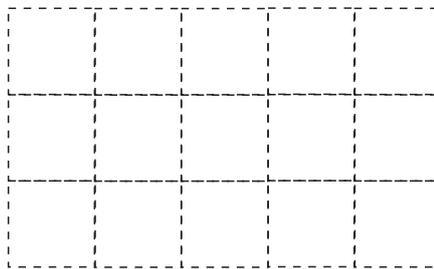
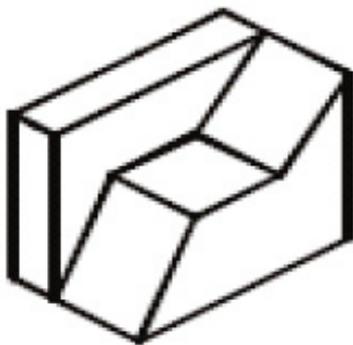
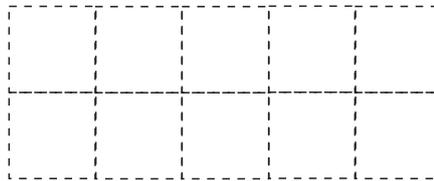
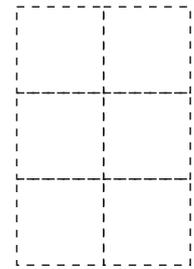
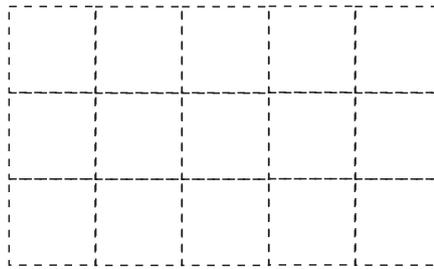
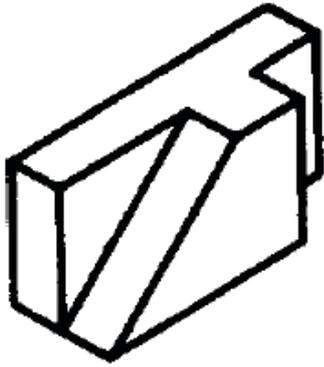
Observe novamente o modelo representado em perspectiva e suas vistas ortográficas:



Exercícios

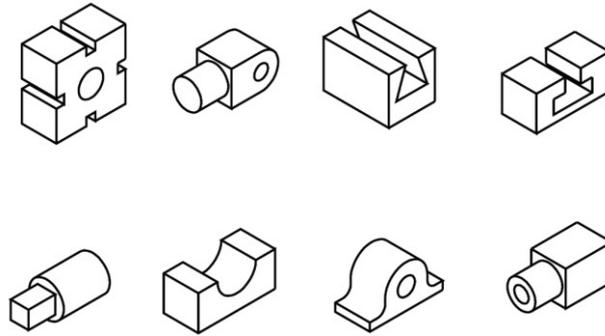


# Exercícios



## Projeção ortográfica de modelos com elementos diversos

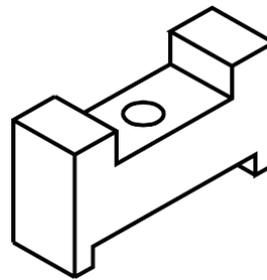
A execução de modelos que apresentam furos, rasgos, espigas, canais, partes arredondadas etc., requer a determinação do centro desses elementos.



Assim, a linha utilizada em desenho técnico para indicar o centro desses elementos é chamada de linha de centro, representada por uma linha estreita de traço e ponto.

### Linha de centro

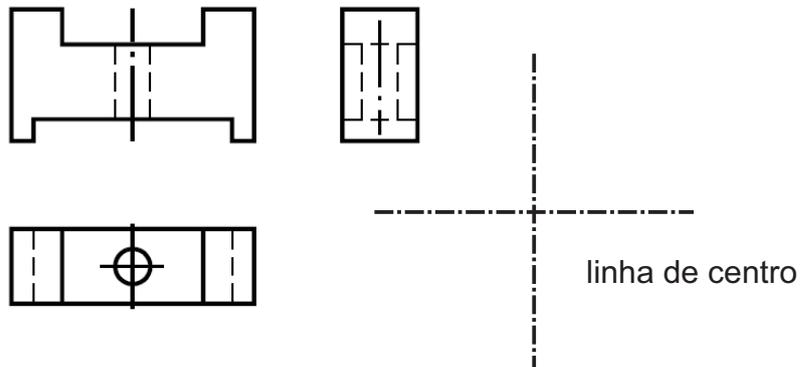
Analise o desenho representado ao lado.



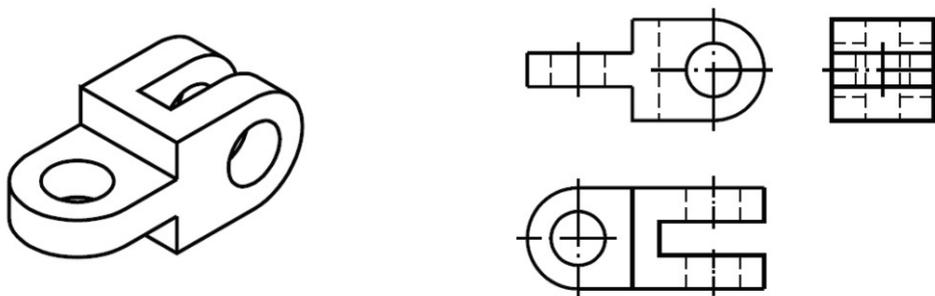
Este modelo prismático tem dois rasgos paralelos, atravessados por um furo passante.

No desenho técnico deste modelo, é necessário determinar o centro do furo.

Observe que a linha de centro aparece nas três vistas do desenho. Na vista superior, onde o furo é representado por um círculo, o centro do furo é determinado pelo cruzamento de duas linhas de centro. Sempre que for necessário usar duas linhas de centro para determinar o centro de um elemento, o cruzamento é representado por dois traços.

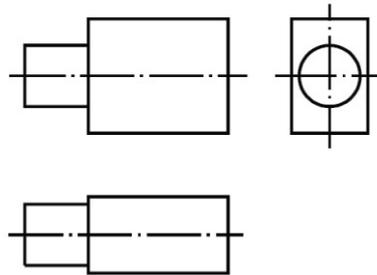
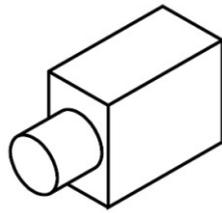


Outro exemplo:

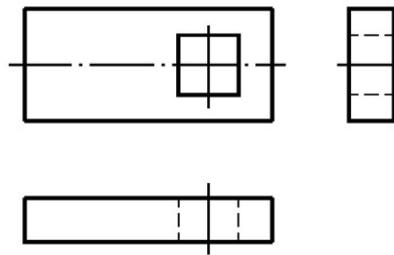
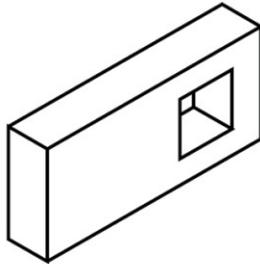


## Atenção!

Neste modelo, as linhas de centro determinam ao mesmo tempo os centros dos furos e os centros das partes arredondadas. Veja a aplicação da linha de centro em um modelo com elemento cilíndrico:

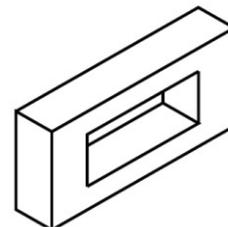


Outro exemplo:

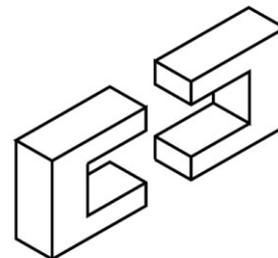


## Projeção ortográfica de modelos simétricos

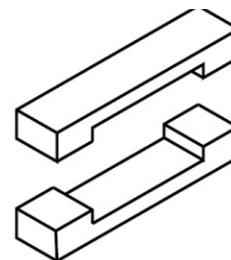
Observe a figura ao lado. É um modelo prismático, com furo passante retangular.



Agora, imagine que o modelo foi dividido ao meio horizontalmente. As duas partes em que ele ficou dividido são iguais. Dizemos que este modelo é simétrico em relação a um eixo horizontal que passa pelo centro da peça.

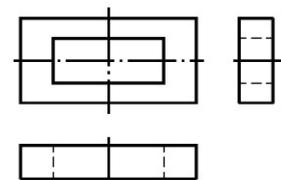
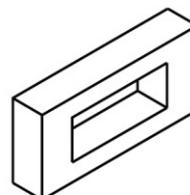


Imagine o mesmo modelo dividido ao meio verticalmente. As duas partes que resultam da divisão vertical também são iguais entre si. Este modelo, portanto, é simétrico em relação a um eixo vertical que passa pelo centro da peça.



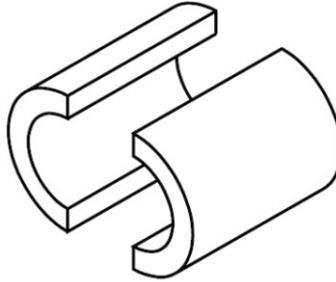
Em desenho técnico, quando o modelo é simétrico também deve ser indicado pela linha estreita traço e ponto, que você já conhece. Neste caso, ela recebe o nome de linha de simetria.

Veja a aplicação da linha de simetria no desenho técnico do prisma com furo passante retangular.



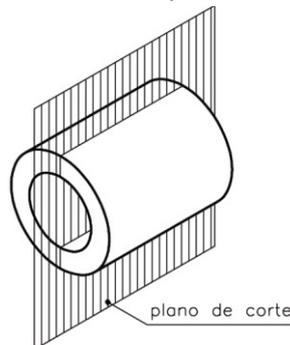
## Corte total

Corte total é aquele que atinge a peça em toda a sua extensão. Veja.



Lembre-se que em desenho técnico mecânico os cortes são apenas imaginários. Os cortes são imaginados e representados sempre que for necessário mostrar elementos internos da peça ou elementos que não estejam visíveis na posição em que se encontra o observador. Você deve considerar o corte realizado por um plano de corte, também imaginário.

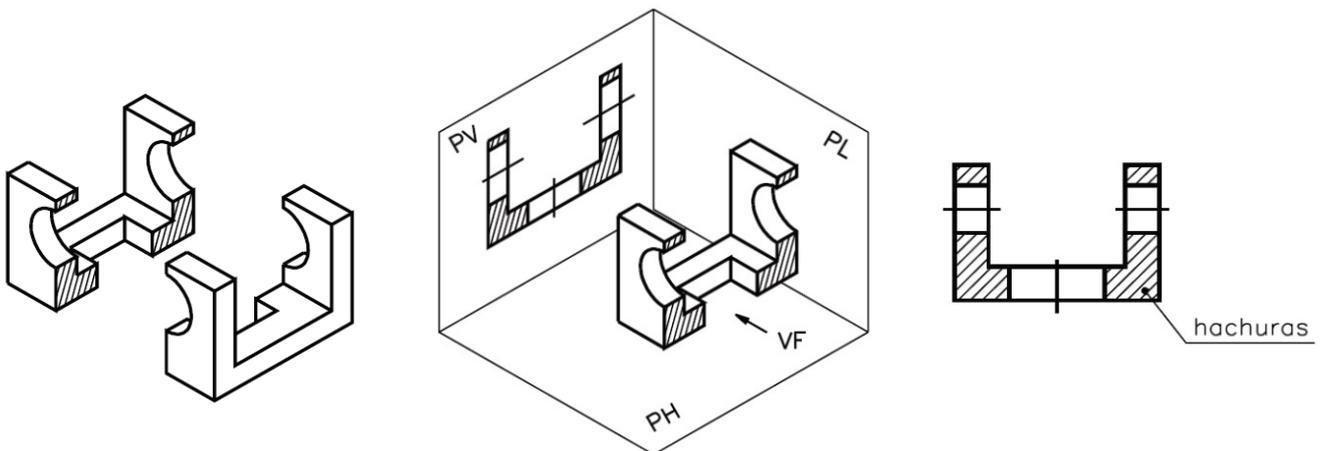
No caso de corte total, o plano de corte atravessa completamente a peça, atingindo suas partes maciças, como mostra a figura a seguir.



## Corte nas vistas do desenho técnico

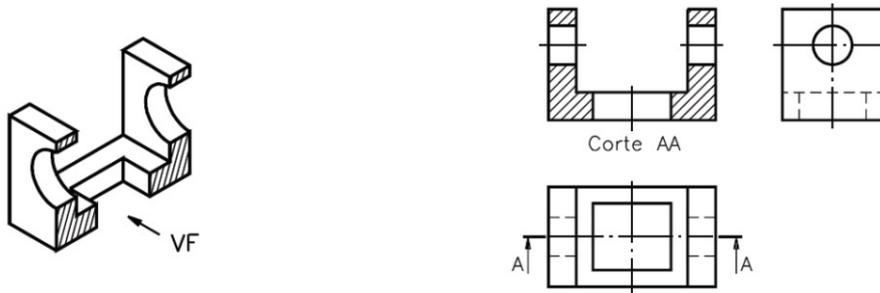
Os cortes podem ser representados em qualquer das vistas do desenho técnico mecânico. A escolha da vista onde o corte é representado depende dos elementos que se quer destacar e da posição de onde o observador imagina o corte.

O plano de corte paralelo ao plano de projeção vertical é chamado plano longitudinal vertical. Este plano de corte divide o modelo ao meio, em toda sua extensão, atingindo todos os elementos da peça. Veja as partes em que ficou dividido o modelo atingido pelo plano de corte longitudinal vertical.



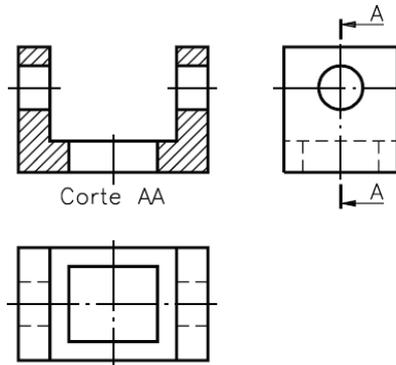
## Indicação do plano de corte

Observe novamente o modelo seccionado e, ao lado, suas vistas ortográficas.



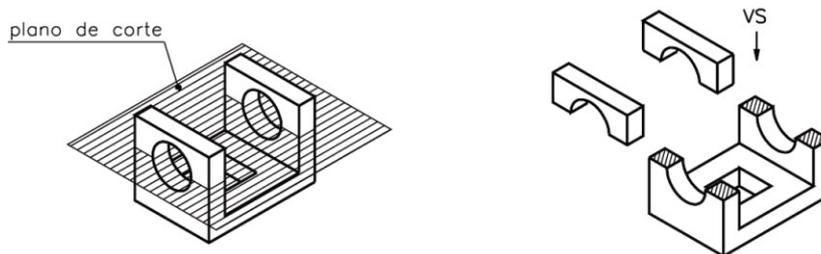
A vista superior e a vista lateral esquerda não devem ser representadas em corte porque o observador não as imaginou atingidas pelo plano de corte. A vista frontal está representada em corte porque o observador imaginou o corte vendo o modelo de frente. Sob a vista representada em corte, no caso a vista frontal, é indicado o nome do corte: Corte AA.

Observe, na figura anterior, que a vista superior é atravessada por uma linha traço e ponto estreita, com dois traços largos nas extremidades. Esta linha indica o local por onde se imaginou passar o plano de corte. As setas sob os traços largos indicam a direção em que o observador imaginou o corte. As letras do alfabeto, próximas às setas, dão o nome ao corte. A ABNT determina o uso de duas letras maiúsculas repetidas para designar o corte: AA, BB, CC etc.

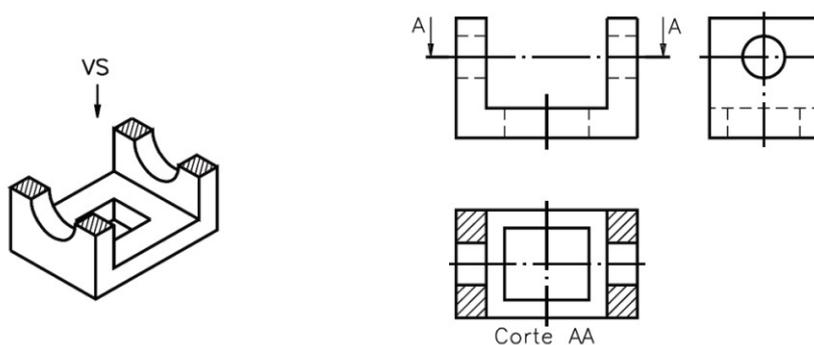


## Corte na vista superior

Como o corte pode ser imaginado em qualquer das vistas do desenho técnico, agora você vai aprender a interpretar cortes aplicados na vista superior. Imagine o mesmo modelo anterior visto de cima por um observador.

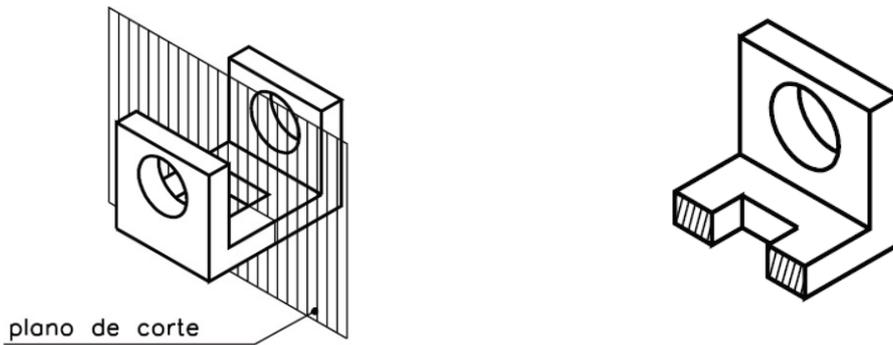


Observe novamente o modelo seccionado e, ao lado, suas vistas ortográficas.

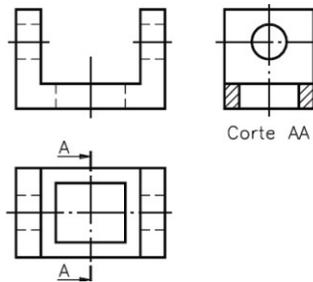


## Corte na vista lateral esquerda

Observe mais uma vez o modelo com dois furos redondos e um furo quadrado na base. Imagine um observador vendo o modelo de lado e um plano de corte vertical atingindo o modelo, conforme a figura a seguir. Observe na figura seguinte, que a parte anterior ao plano de corte foi retirada, deixando visível o furo quadrado.

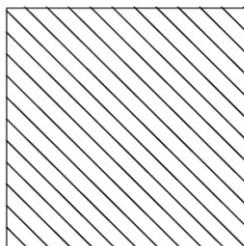


Finalmente, veja na próxima ilustração, como ficam as projeções ortográficas deste modelo em corte.



## Indicação de tipos de materiais no desenho técnico

Você já sabe que, nos desenhos técnicos em corte, as hachuras servem para indicar as partes maciças atingidas pelo corte. Além disso, as hachuras podem ser utilizadas para indicar o tipo de material a ser empregado na produção do objeto representado. Nos cortes que você estudou até agora foi usada a hachura que indica qualquer material metálico, conforme estabelece a norma NBR 12.298 / 1991, da ABNT.



Dependendo da conveniência, a **inclinação** da hachura pode aparecer **invertida**.

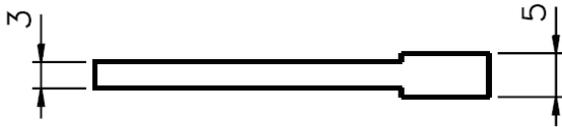
Conheça agora os tipos de hachuras usadas opcionalmente para representar materiais específicos, quando a clareza do desenho exigir.

Metais	
Elastômeros, vidros, cerâmica e rochas	
Terreno	
Concreto	
Madeira	
Líquido	



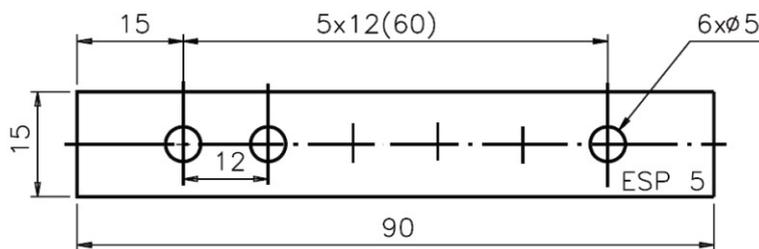
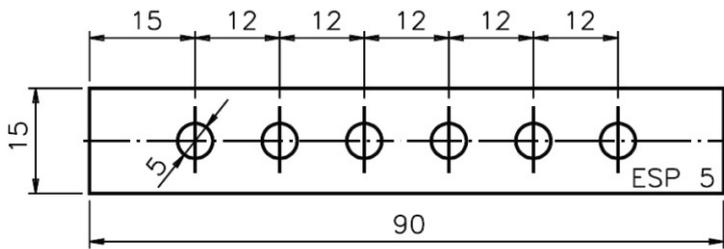
## Cotagens especiais

### Cotagem em espaços reduzidos



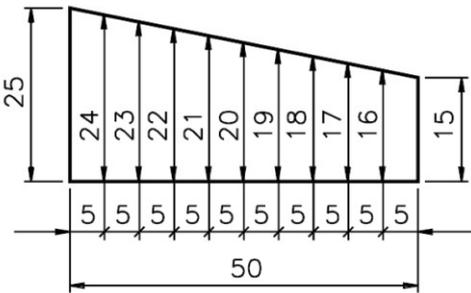
ESP 1  
ESC 1:1

### Cotagem de elementos espaçados igualmente



ESC 1:1

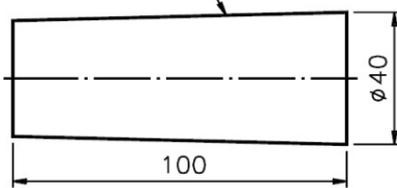
### Cotagem de peças com partes oblíquas



ESC 1:1

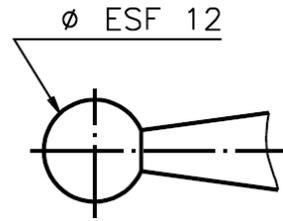
### Cotagem de peças cônicas ou com elementos cônicos

conicidade 1:20



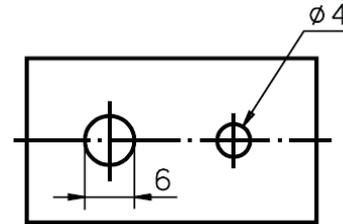
ESC 1:2

## Cotagem em elementos esféricos



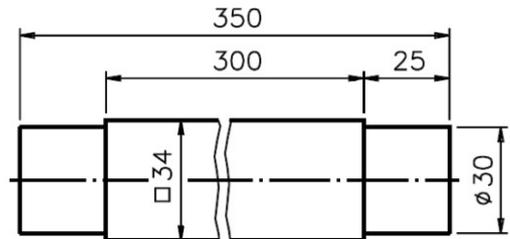
ESC 1:1

### Cotagem em pequenos diâmetros



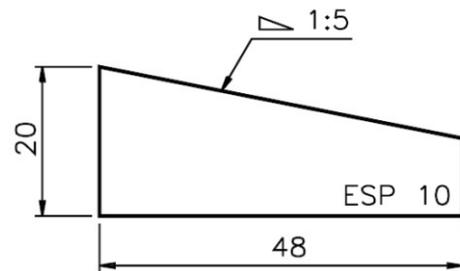
ESC 1:1

### Cotagem de peças com encurtamento e seção

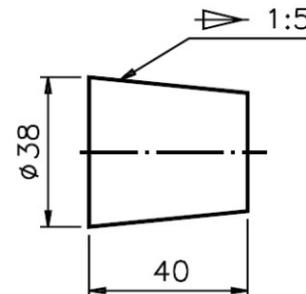


ESC 1:2

### Símbolo indicativo de inclinação



### Símbolo indicativo de conicidade

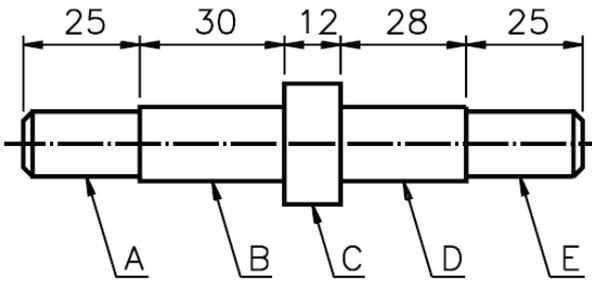


ESC 1:2



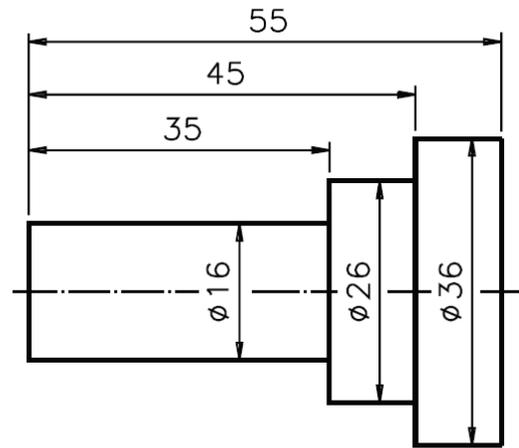
## Sistemas de cotação

### Cotação em cadeia



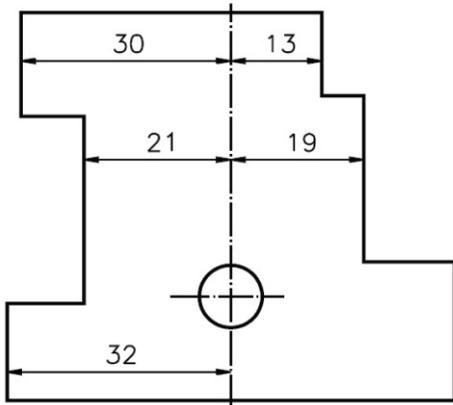
ESC 1:2

### Cotação por elemento de referência



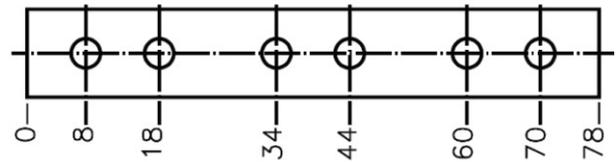
ESC 1:1

### Cotação por linha básica

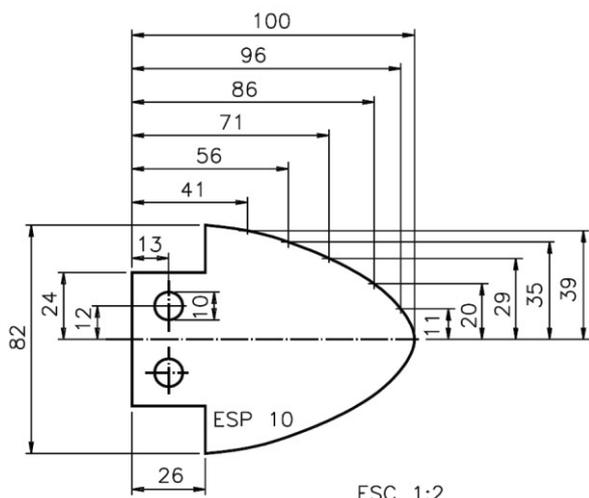


ESC 1:1

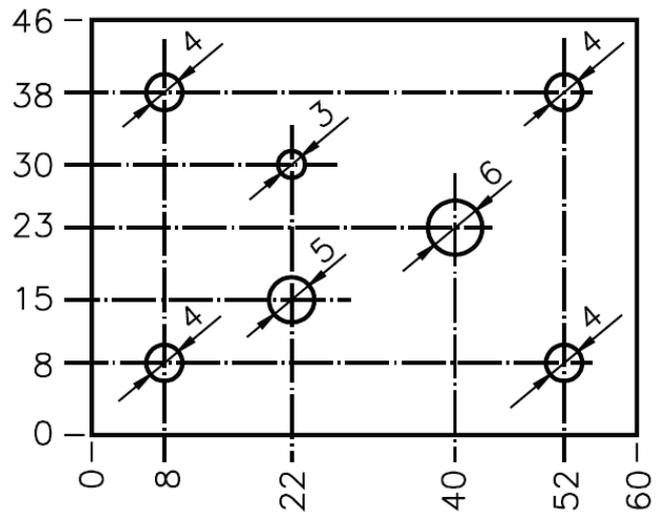
### Cotação aditiva



ESC 1:1

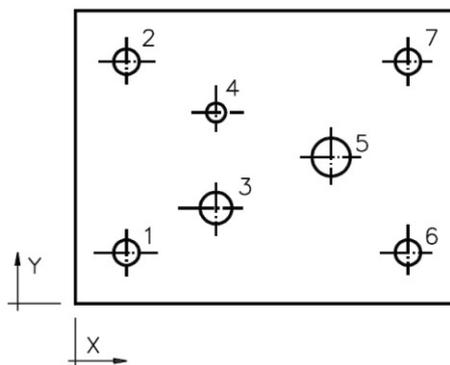


ESC 1:2



ESC 1:1

### Cotação por coordenadas.

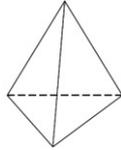


Nº	X	Y	Ø
1	8	8	4
2	8	38	4
3	22	15	5
4	22	30	3
5	40	23	6
6	52	8	4
7	52	38	4



1 - Analise uma caixa de fósforos fechada e responda:  
 Quantas faces?.....  
 Quantas arestas?.....  
 Quantos vértices?.....

2 - Analise a pirâmide ao lado e responda:

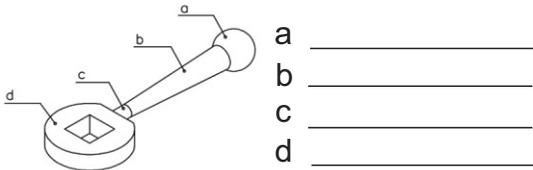


- a) Qual o nome do polígono que forma a base pirâmide?  
.....
- b) Que nome recebe este tipo de pirâmide?  
.....
- c) Quantas faces tem esta pirâmide?  
.....
- d) Quantas arestas tem esta pirâmide?  
.....
- e) Quantos vértices tem esta pirâmide?  
.....

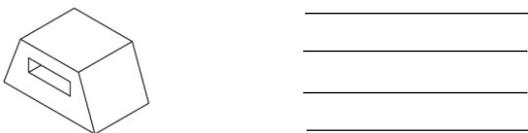
3 - Analise os objetos representados a seguir e escreva, nos espaços indicados, o nome do sólido geométrico ao qual cada objeto pode ser associado.

- a) pino  \_\_\_\_\_
- b) chaveta woodruff  \_\_\_\_\_
- c) fixador  \_\_\_\_\_

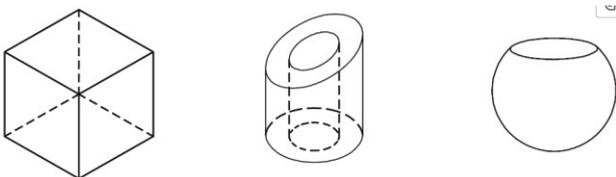
4 - Escreva os nomes das figuras geométricas que formam o manípulo representado abaixo.



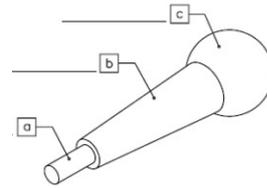
5 - Imagine que este bloco com furo passante foi obtido a partir de um prisma retangular. Que sólidos geométricos correspondem às partes retiradas?



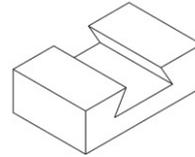
6 - Escreva o nome destes sólidos geométricos, nos espaços indicados.



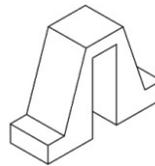
7 - Escreva o nome dos sólidos geométricos em que pode ser de composto o manípulo abaixo.



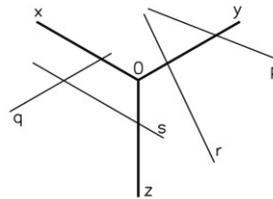
8 - Que sólido geométrico foi retirado de um bloco em forma de prisma retangular, para se obter esta guia em rabo de andorinha?



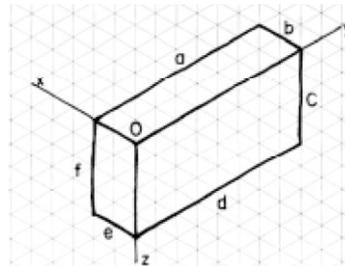
9 - Analise o desenho a seguir responda os nomes dos sólidos geométricos que foram retirados de um prisma retangular, para se obter este modelo prismático.



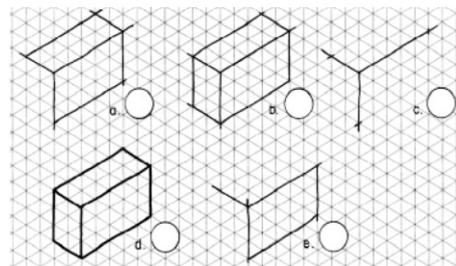
10 - Analise a posição das retas p, q, r e s em relação aos eixos isométricos e indique aquelas que são linhas isométricas.



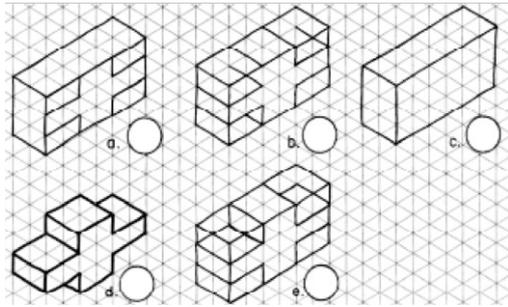
11- Assinale as letras que indicam as linhas isométricas do modelo abaixo.



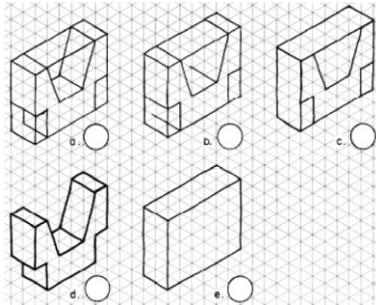
12 - Ordene as fases do traçado da perspectiva isométrica do modelo, escrevendo de 1 a 5 nos círculos.



13 - Ordene as fases do traçado da perspectiva isométrica do modelo escrevendo de 1 a 5 nos círculos.



14 - Ordene as fases do traçado da perspectiva isométrica, escrevendo de 1 a 5 nos círculos.



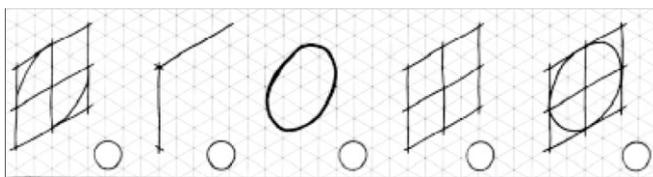
15 - Complete a frase no espaço indicado: O círculo, em perspectiva isométrica, tem sempre a forma parecida com:

\_\_\_\_\_

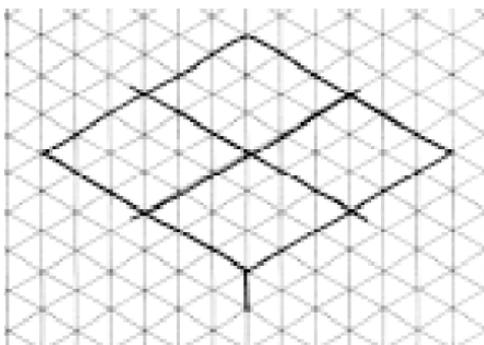
16 - Assinale com um X a alternativa correta. Na representação da perspectiva isométrica do círculo partimos da perspectiva isométrica:

- a) ( ) do retângulo auxiliar;
- b) ( ) da elipse auxiliar;
- c) ( ) do quadrado auxiliar;
- d) ( ) do círculo auxiliar.

17 - Ordene as fases do traçado da perspectiva isométrica do círculo representado na face da frente, escrevendo de 1 a 5 nos círculos.



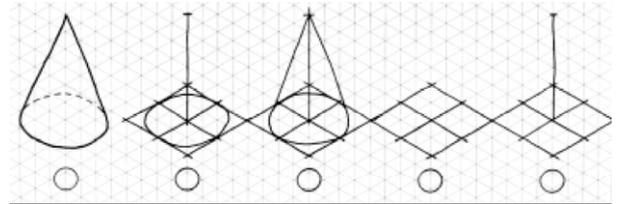
18 - Termine a perspectiva isométrica do círculo representado na face superior.



19 - Complete a frase na linha indicada. Para traçar a perspectiva isométrica do cone partimos da perspectiva isométrica do:

\_\_\_\_\_

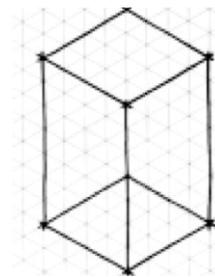
20 - Ordene as fases do traçado da perspectiva isométrica do cone na seqüência correta, indicando de 1 a 5 nos círculos.



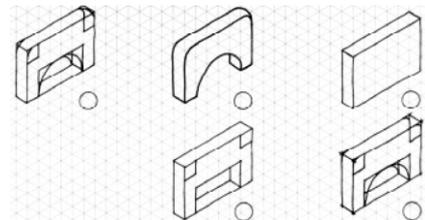
21 - Assinale com um X a alternativa correta. Para traçar a perspectiva isométrica do cilindro partimos da perspectiva isométrica do:

- a) ( ) cone
- b) ( ) quadrado
- c) ( ) círculo
- d) ( ) prisma auxiliar

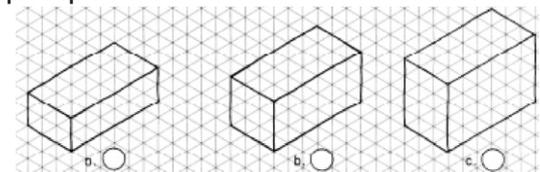
22 - No desenho a seguir, complete o traçado da perspectiva isométrica do cilindro:



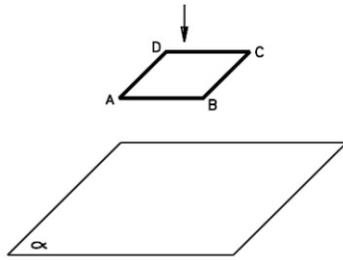
23 - Ordene as fases do traçado da perspectiva isométrica do modelo abaixo, escrevendo de 1 a 5 nos círculos.



24 - Assinale com um X o prisma que serve de base para o traçado da perspectiva isométrica do modelo abaixo:



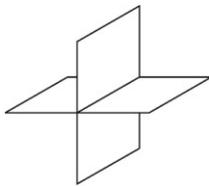
25 - Represente a projeção ortográfica do retângulo ABCD no plano horizontal, sabendo que o retângulo ABCD é paralelo a alfa.



26 - Escreva V se a afirmação for verdadeira ou F se for falsa:

( ) Um plano horizontal e um plano vertical, perpendiculares entre si, dividem o espaço em 4 regiões chamadas diedros.

27 - Numere os diedros formados pelos planos horizontal e vertical.



28 - Complete a frase:

No Brasil, a ABNT adota a representação de desenhos técnicos no ..... diedro.

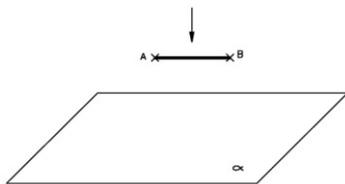
29 - Qual dos dois símbolos indicativos de diedro, representados abaixo, é encontrado em desenhos técnicos brasileiros, de acordo com a determinação da ABNT?



30 - Complete a frase na linha indicada.

A projeção ortográfica de um ponto em um plano de projeção é um .....

31 - Represente a projeção ortográfica do segmento AB no plano a, considerando o segmento AB paralelo a alfa.



32 - Assinale com um X a alternativa correta.

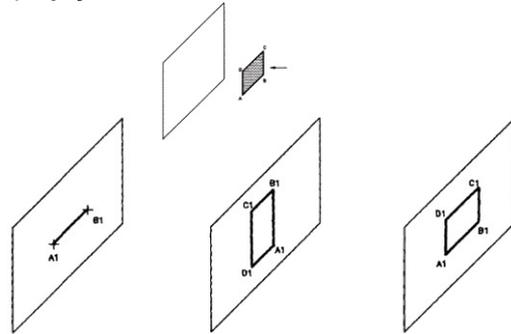
A projeção ortográfica de uma figura plana perpendicular a um plano de projeção é:

- a) ( ) um ponto;
- b) ( ) um segmento de reta;
- c) ( ) uma figura plana idêntica.

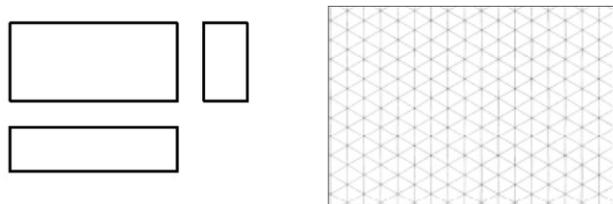
33 - Escreva V se a afirmação for verdadeira ou F se for falsa:

( ) A projeção ortográfica de uma figura plana, oblíqua ao plano de projeção, é representada em verdadeira grandeza.

34 - Assinale com um X a alternativa que indica a projeção ortográfica da figura plana paralela ao plano de projeção.



35 - Observe as vistas ortográficas do modelo e desenhe à mão livre sua perspectiva.



36 - Preencha as alternativas da coluna II de acordo com a coluna I:

COLONA I

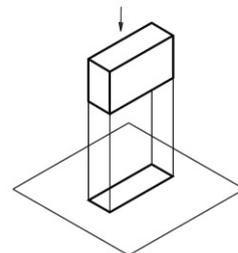
- a) vista frontal
- b) vista superior
- c) vista lateral esquerda

COLONA II

- ( ) plano de proj. lateral
- ( ) plano de proj. vertical
- ( ) plano de proj. paralelo
- ( ) plano de proj. horizontal

37 - Analise o desenho abaixo e complete:

- a) posição de onde está sendo observado o modelo: .....
- b) nome do plano em que está sendo projetado o modelo: .....
- c) nome da vista resultante da projeção ortográfica deste modelo no plano: .....

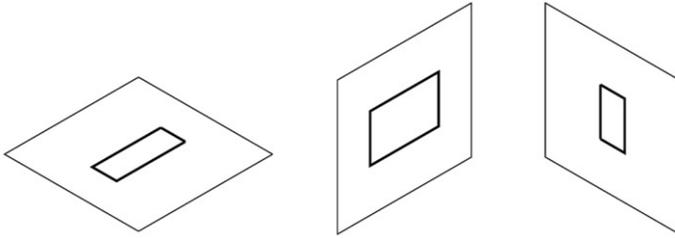


38 - Indique V se a afirmação for verdadeira ou F se for falsa.

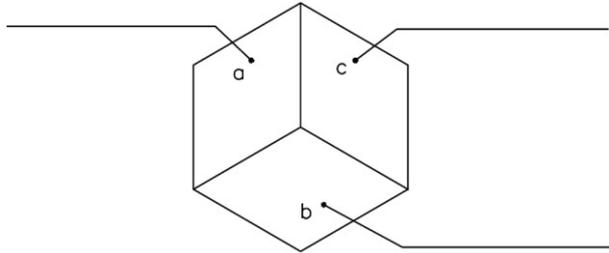
( ) A projeção ortográfica de um prisma em um único plano de projeção não representa o prisma em verdadeira grandeza....



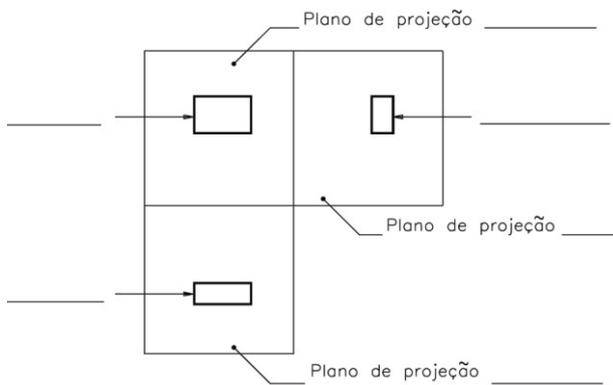
39 - Qual dos desenhos abaixo representa uma vista



40 - Escreva os nomes dos planos de projeção nas linhas indicadas na figura.



41 - Escreva nas linhas indicadas os nomes dos planos de projeção e os nomes das vistas representadas nos planos.



42 - Indique a alternativa que completa corretamente a frase.

O rebatimento dos planos de projeção permite mostrar ( ).

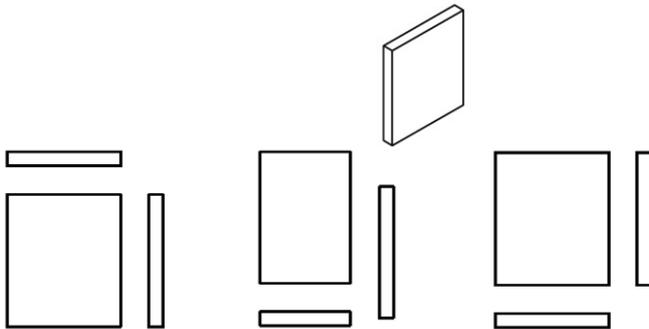
a) a verdadeira grandeza dos modelos.

b) todas as vistas em um único plano.

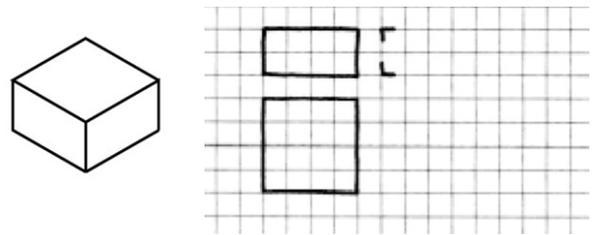
43 - Qual das alternativas abaixo mostra a posição relativa correta das vistas do desenho técnico no 1º diedro?



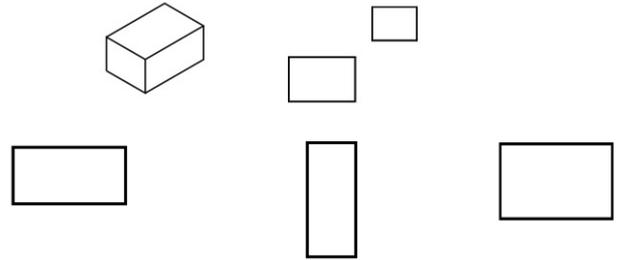
44 - Analise a perspectiva isométrica abaixo e assinale com um X o desenho técnico correspondente.



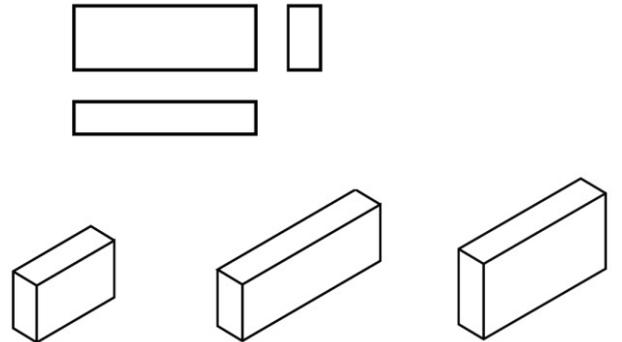
45 - Analise o modelo em perspectiva e seu desenho técnico. Depois, faça o que se pede.



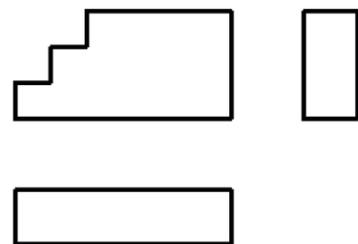
46 - Analise a perspectiva abaixo e seu desenho técnico. Assinale com um X a alternativa que corresponde à vista que está faltando.



47 - Analise o desenho técnico abaixo e assinale com um X a perspectiva correspondente.



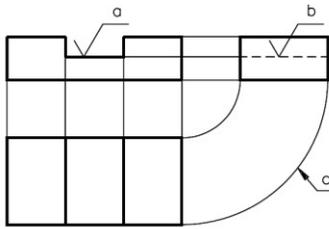
48 - Observe o modelo representado em perspectiva à esquerda. Complete as vistas desenhando na figura da direita as linhas para contornos e arestas visíveis.



49 - Complete a frase.  
As linhas projetantes auxiliares servem para ..... os elementos do modelo nas diferentes vistas.

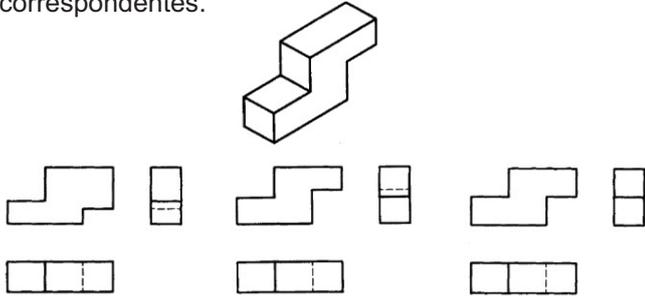


50 - Escreva os nomes dos tipos de linhas empregadas no desenho técnico abaixo, ao lado das letras a, b e c.

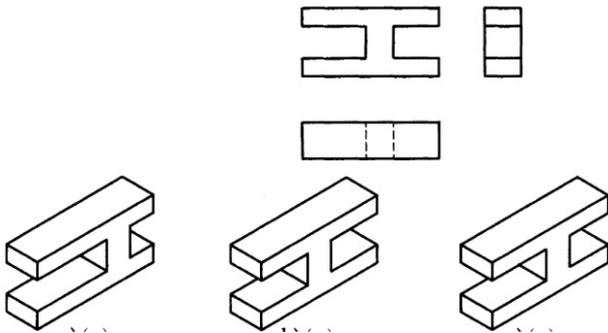


- a) .....
- b) .....
- c) .....

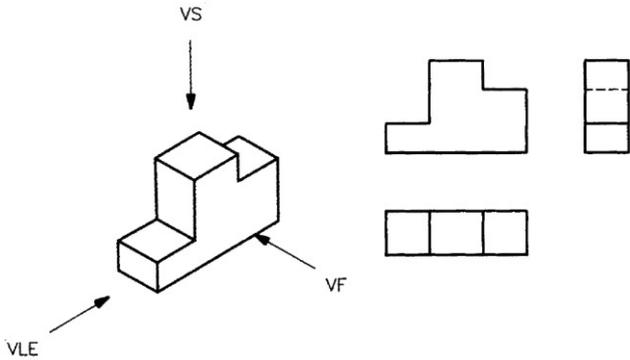
51 - Analise a perspectiva representada abaixo e assinale com um X as vistas ortográficas correspondentes.



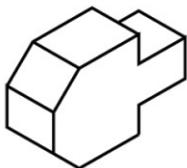
52 - Analise as vistas ortográficas abaixo e assinale com um X a perspectiva correspondente.



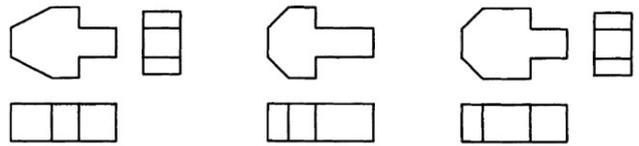
53 - Analise a perspectiva abaixo e trace, nas vistas ortográficas, as linhas projetantes auxiliares, mostrando as relações entre as três vistas.



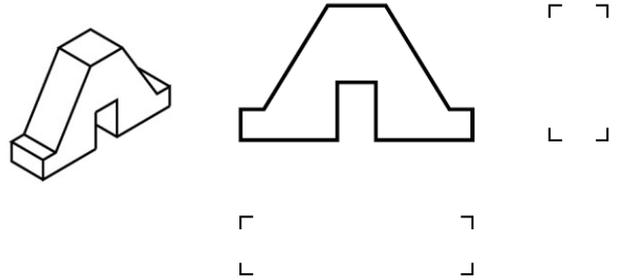
54 - Examine a perspectiva abaixo e responda: qual a vista em que todas as arestas visíveis ao observador são representadas em verdadeira grandeza?



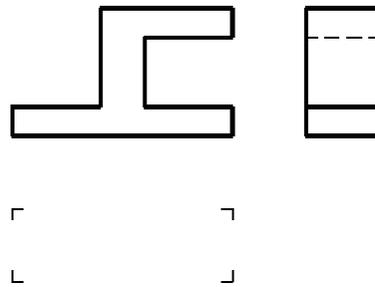
55 - Analise novamente a perspectiva anterior e assinale com um X qual o desenho técnico correspondente.



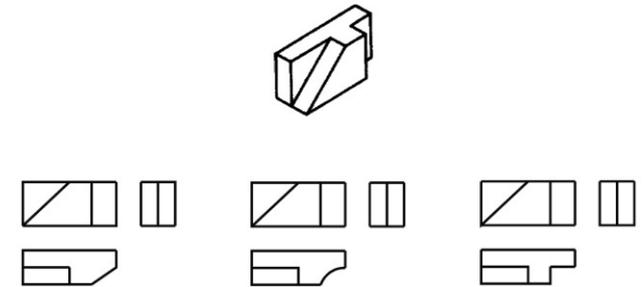
56 - Analise a perspectiva abaixo (modelo de plástico nº 14) e complete, à mão livre, as vistas que faltam.



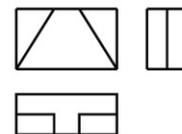
57 - Analise as vistas ortográficas representadas abaixo e desenha, à mão livre, a vista superior.



58 - Analise a perspectiva isométrica abaixo e assinale com um X a alternativa que contém as vistas ortográficas correspondentes.

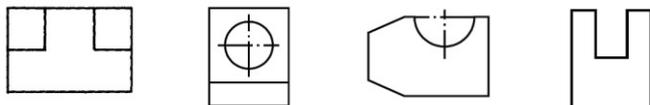


59 - Analise as vistas ortográficas abaixo e assinale com um X a alternativa que corresponde ao mesmo modelo em perspectiva.

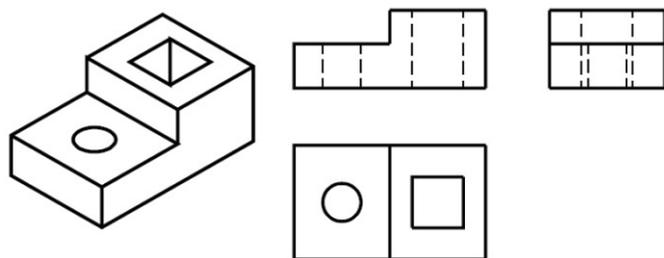


60 - Analise a perspectiva isométrica do modelo à esquerda. Trace as linhas de centro necessárias nas vistas ortográficas à direita.

61 - Assinale com um X as vistas que apresentam a linha de centro.



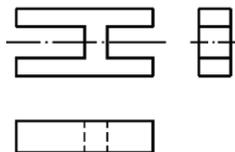
62 - Analise a perspectiva isométrica e complete as vistas com a linha de centro onde for necessário.



63 - Escreva V se a afirmação for verdadeira ou F se a afirmação for falsa.

( ) A linha de centro é uma linha imaginária, que não é representada no desenho técnico.

64 - Analise o desenho técnico representado abaixo, e responda às perguntas.



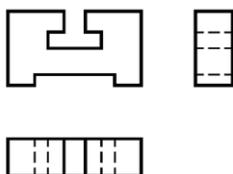
a) o modelo é simétrico em relação ao eixo horizontal?

Sim ( ) Não ( )

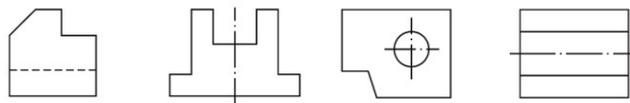
b) o modelo é simétrico em relação ao eixo vertical?

Sim ( ) Não ( )

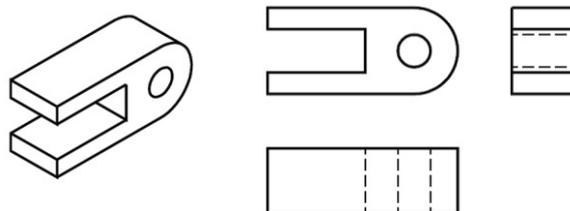
65 - O modelo representado no desenho técnico abaixo é simétrico em relação ao eixo vertical. Represente, no desenho, a linha de simetria.



66 - Assinale com um X as vistas que apresentam linha de simetria



67 - Analise o modelo em perspectiva e complete as linhas que estão faltando nas vistas ortográficas..

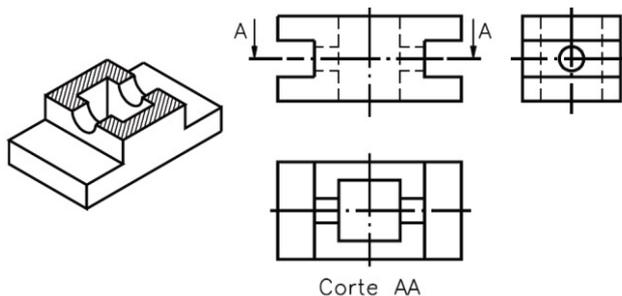


68 - Observe o modelo representado à esquerda, com corte, e faça o que se pede:

a) faça hachuras nas partes maciças, na vista representada em corte;

b) escreva o nome da vista em que o corte aparece indicado;

c) escreva o nome do plano de corte que seccionou este modelo.



Corte AA

69 - Assinale com um X a alternativa que completa corretamente a afirmação: corte total é aquele que:

a) ( ) atinge apenas as partes maciças da peça;

b) ( ) divide a peça horizontalmente;

c) ( ) atinge a peça em toda sua extensão;

d) ( ) mostra todos os elementos internos da peça.

70 - Escreva na linha indicada a palavra que completa a frase corretamente. Quando o observador imagina o corte vendo a peça de frente, a vista representada em corte é a .....

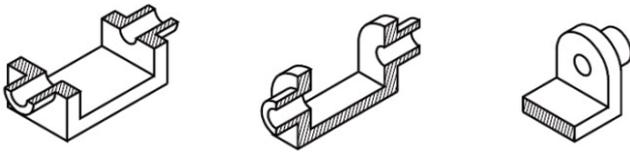
- vista frontal;
- vista superior;
- vista lateral esquerda.

71 - Complete a frase corretamente: os cortes ..... ser representados em qualquer das vistas do desenho técnico.

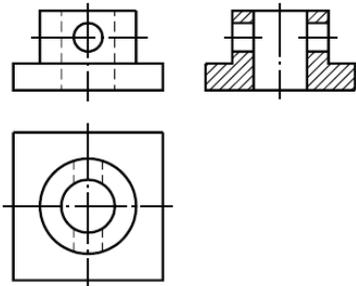
- podem;
- não podem.



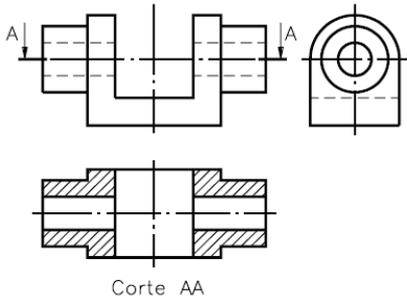
72 - Assinale com um X o desenho que mostra o modelo seccionado por um plano de corte longitudinal horizontal.



73 - Observe as vistas ortográficas e responda: qual das vistas está representada em corte?



74 - Observe as vistas ortográficas e responda: em qual das vistas aparece a indicação do plano de corte?

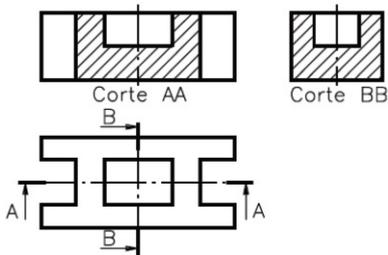


Corte AA

75 - Assinale com um X a(s) alternativa(s) correta(s). Quando o corte é representado na vista lateral esquerda, a indicação do plano de corte pode ser feita:

- a)  na vista frontal;
- b)  na vista superior;
- c)  na vista lateral esquerda.

76 - Analise as vistas ortográficas e complete as frases nas linhas indicadas.

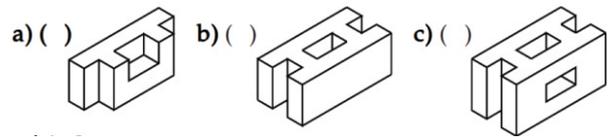


Corte AA

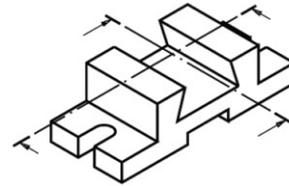
Corte BB

- a) As vistas representadas em corte são ..... e.....
- b) As indicações dos planos de corte aparecem representadas na vista.....
- c) Os nomes dos cortes são .....e.....

77 - Assinale com um X a alternativa que corresponde à perspectiva isométrica sem corte do modelo do exercício anterior.



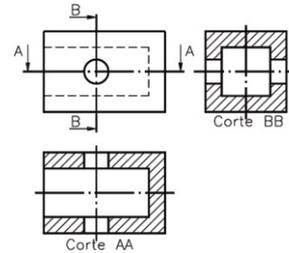
78 - Imagine o modelo a seguir, seccionado por dois planos de corte, como mostra a ilustração, e assinale com um X a alternativa correta.



As vistas que devem ser representadas em corte são:

- a)  vista frontal e vista superior;
- b)  vista superior e vista lateral esquerda;
- c)  vista frontal e vista lateral esquerda.

79 - Analise as vistas ortográficas e complete as frases nas linhas indicadas, escrevendo as respostas corretas.

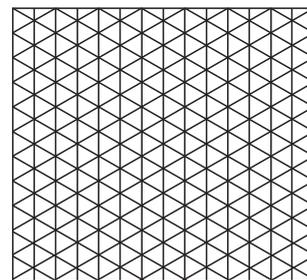


Corte BB

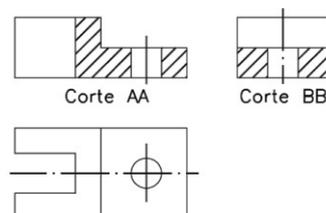
Corte AA

- a) As setas do Corte AA indicam que o corte foi imaginado de.....  
· frente; · cima; · lado.
- b) As setas do Corte BB indicam que o corte foi imaginado de.....  
· frente; · cima; · lado.

80 - Desenhe a perspectiva isométrica do modelo do exercício anterior.



81 - Represente, na vista superior, as indicações dos planos de corte.

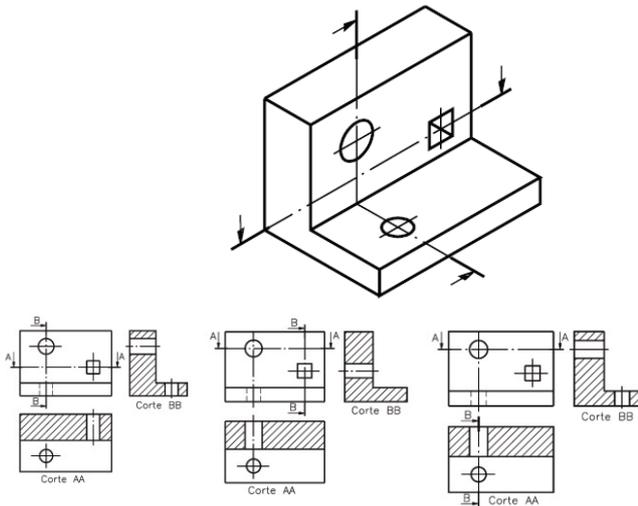


Corte AA

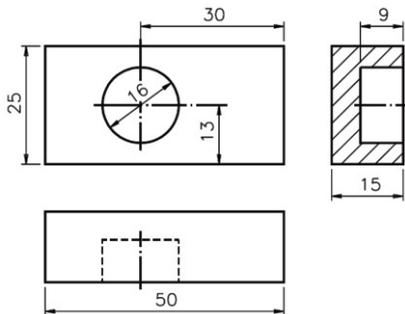
Corte BB



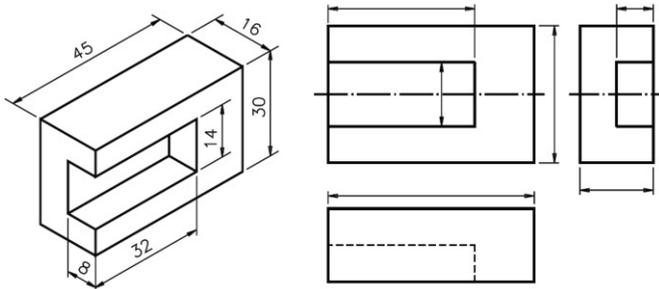
82 - Assinale com um X as vistas ortográficas, em corte, que correspondem ao modelo em perspectiva com indicação de dois planos de corte.



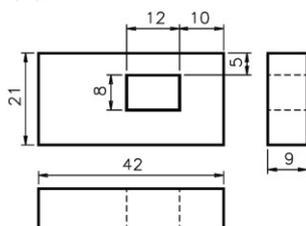
83 - Analise o desenho técnico e responda: Quais as cotas que dimensionam o furo não passante?



84 - Analise a perspectiva e escreva, nas linhas de cota do desenho técnico, apenas as cotas que definem o tamanho do elemento.

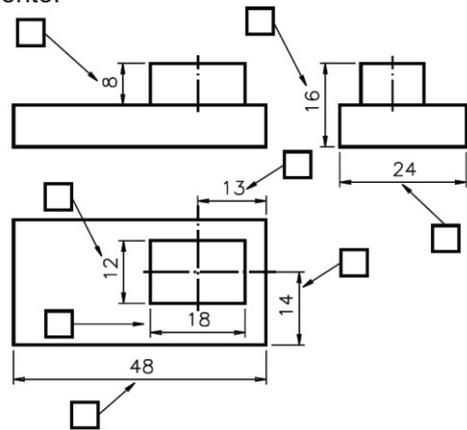


85 - Analise o desenho técnico e assinale com um X a afirmação correta.



- a) ( ) As cotas: 12, 8, 9 definem o tamanho do furo.  
 b) ( ) As cotas 10, 5, 9 indicam a localização do furo.

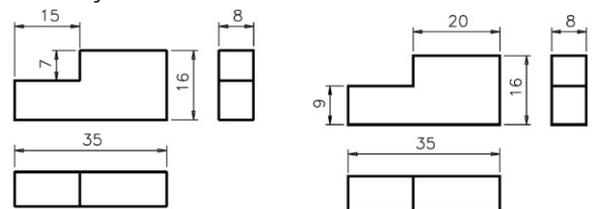
86 - Escreva nos quadrinhos correspondentes:  
 a) para aqueles que indicam as cotas básicas;  
 b) para aqueles que indicam o tamanho do elemento;  
 c) para aqueles que indicam a localização do elemento.



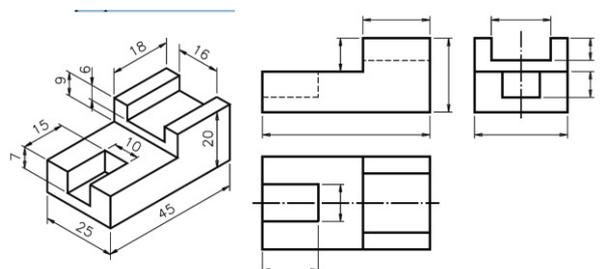
87 - Escreva V no início das frases verdadeiras e F no início das falsas.

- a) ( ) Quando o desenho técnico apresenta linha de simetria não é necessário indicar as cotas de localização do elemento.  
 b) ( ) Quando a peça tem elementos é dispensável indicar as cotas básicas.  
 c) ( ) Só há uma maneira correta de dispor as cotas no desenho técnico.  
 d) ( ) As cotas de localização definem a posição que o elemento ocupa na peça.

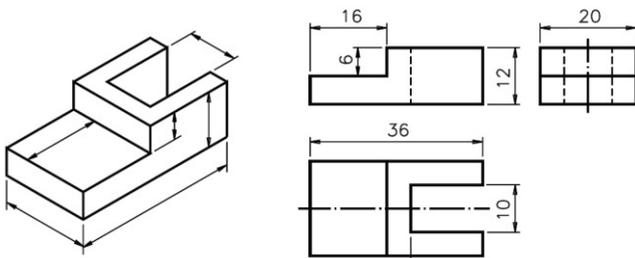
88 - Analise os dois conjuntos de vistas ortográficas e assinale com um X o conjunto em que o rebaixo aparece dimensionado indiretamente, por cotas de localização.



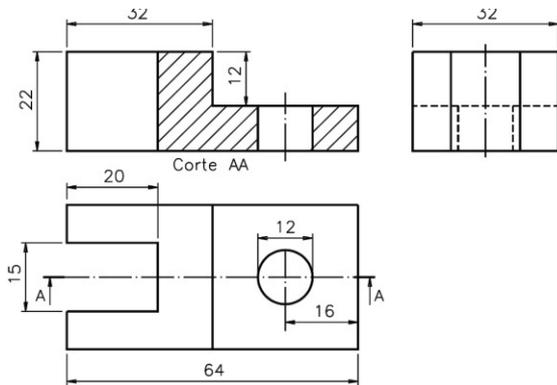
89 - Escreva nas linhas de cota das vistas ortográficas as cotas indicadas na perspectiva do modelo.



90 - Escreva nas linhas de cota da perspectiva as cotas indicadas nas vistas ortográficas da peça.



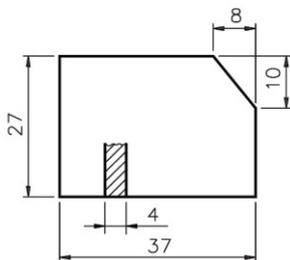
91 - Analise as vistas ortográficas abaixo e responda:



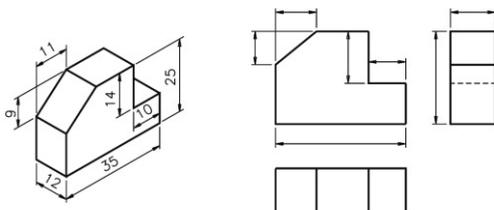
- As cotas básicas deste modelo são:  
comprimento:  
largura:  
altura:
- As cotas do rebaixo aparecem indicadas em qual vista?
- O comprimento do rebaixo é de:
- O tamanho do rasgo é definido por quais cotas?

92 - Analise a vista ortográfica representada e complete as frases, nas linhas indicadas, escrevendo as alternativas corretas.

- A cotagem do chanfro foi feita por meio de cotas:  
( ) lineares  
( ) lineares e angulares
- O tamanho do chanfro está indicado pelas cotas:  
( ) 27, 10 e 4;  
( ) 8, 10 e 4.

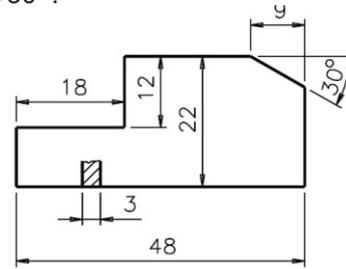


93 - Analise o desenho em perspectiva e escreva nas vistas ortográficas as cotas que dimensionam o chanfro.

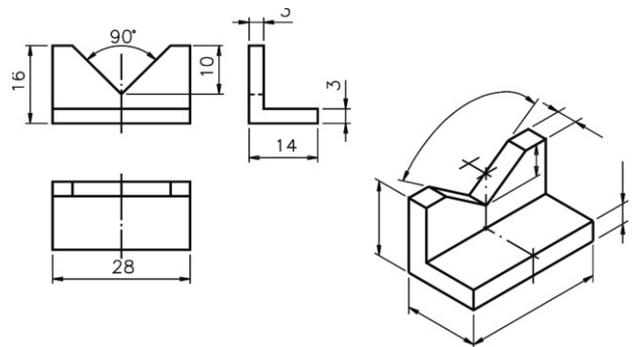


94 - Analise a vista ortográfica e escreva C se a frase estiver certa e E se a frase estiver errada.

- ( ) A cotagem do chanfro foi feita por cotas lineares e angulares;
- ( ) A cota que indica o comprimento do chanfro é 18;
- ( ) A cota que indica a abertura do ângulo do chanfro é  $30^\circ$ .

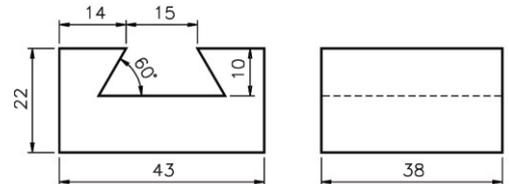


95 - Analise as vistas ortográficas e escreva, na perspectiva, as cotas do elemento angular.

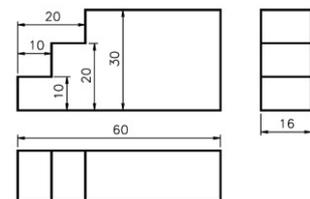


96 - Analise as vistas ortográficas e complete as frases.

- A cota que indica a abertura dos ângulos dos elementos angulares é .....
- As cotas que indicam o tamanho deste elemento angular são ....., ....., ..... e .....



97 - Escreva na linha junto do desenho técnico a indicação de escala natural.



98 - Meça as dimensões do desenho técnico abaixo e indique, na linha junto do desenho técnico, a escala em que ele está representado.

