

## 9 PROJEÇÕES ORTOGONAIS

### 9.1 Introdução

Tanto o desenho em perspectivas como o desenho através de vista se valem da projeção para fazer suas representações. A diferença é que no desenho em perspectiva o observador de um único ponto de observação consegue ver as três dimensões da peça. Já utilizando vistas, para cada vista o observador se posiciona em um ponto diferente e em cada vista vê apenas duas dimensões.

A projeção surgiu após a geometria descritiva, quando o matemático Gaspard Monge, militar francês que no início do século VIII planejou um método gráfico para representação espacial revolucionando o estudo da geometria e dando origem ao desenho através de vistas, o desenho técnico em 1795.

Assim como a linguagem verbal escrita exige alfabetização, a execução e a interpretação da linguagem gráfica do desenho técnico exige treinamento específico, porque são utilizadas figuras planas (bidimensionais) para representar formas espaciais.

A Figura ao lado está exemplificando a representação de forma espacial por meio de figuras planas, donde se pode concluir que:

1. Para os leigos a figura é a representação de três quadrados.
2. Na linguagem gráfica do desenho técnico a figura corresponde

à representação de um determinado cubo.

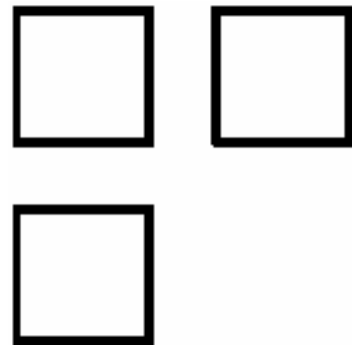
Conhecendo-se a metodologia utilizada para elaboração do desenho

bidimensional é possível entender e conceber mentalmente a forma espacial representada na figura plana.

Na prática pode-se dizer que, para interpretar um desenho técnico, é necessário enxergar o que não é visível e a *capacidade de entender uma forma espacial a partir de uma figura plana, chamada visão espacial*.

Por exemplo, fechando os olhos pode-se ter o sentimento da forma espacial de um copo, de um determinado carro, da sua casa etc. Ou seja, a visão espacial permite a percepção (o entendimento) de formas espaciais, sem estar vendo fisicamente os objetos.

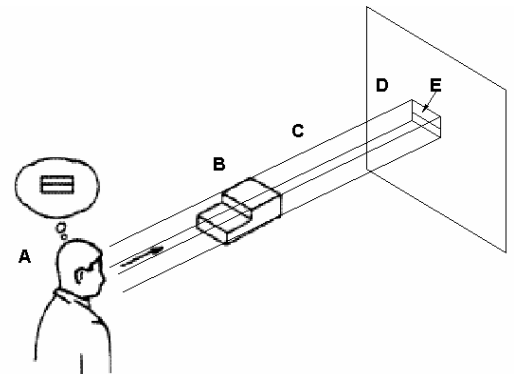
Na decomposição de um cubo em elementos de geometria teremos: segmentos de reta (arestas); pontos (vértices) e segmentos de plano (faces). Então antes de iniciarmos as projeções ortogonais de peças, vamos apresentar as projeções de pontos; segmentos de reta e de planos, usando para isto a metodologia da geometria descritiva. Na seqüência, trabalharemos com peças.



## 9.2 Elementos da projeção

Seus elementos principais podem ser vistos na figura abaixo:

- A) A posição do observado, denominada centro da projeção;
- B) O objeto a ser observado;
- C) Os raios projetantes;
- D) O plano a ser representado;
- E) A projeção do objeto.



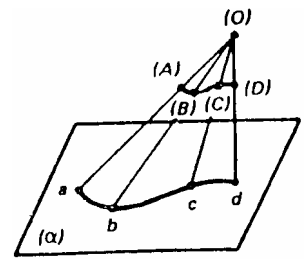
## 9.3 Tipos de projeções

- Cônica ou central
  - Oblíqua
- Cilíndrica ou paralela
  - Oblíqua
  - Ortogonal

### Projeção Cônica

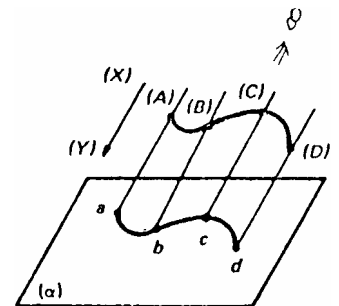
O observador se encontra a uma distância finita do plano de projeção; ocorre a formação de superfície cônica pelos raios projetantes.

Nunca terá verdadeira grandeza (V.G.).



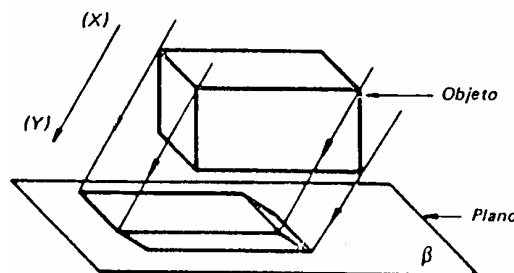
### Projeção Cilíndrica

O observador se encontra a uma distância infinita do plano de projeção; ocorre a formação de superfície cilíndrica pelos raios projetantes: Pode ter verdadeira grandeza, (V.G.) desde que as superfícies dos objetos estejam paralelas ao plano de projeção então se projetam com a mesma forma e as mesmas dimensões, isto é, em “verdadeira grandeza”.



### Projeção Cilíndrica Oblíqua

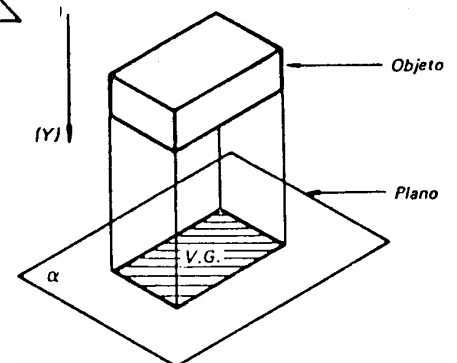
Os raios projetantes não são perpendiculares ao plano de projeção.



### Projeção Cilíndrica Ortogonal

Os raios projetantes são perpendiculares do plano de projeção.

Esta é a forma de projeção adotada pelo desenho técnico.



## 9.4 Projeções de elementos geométricos

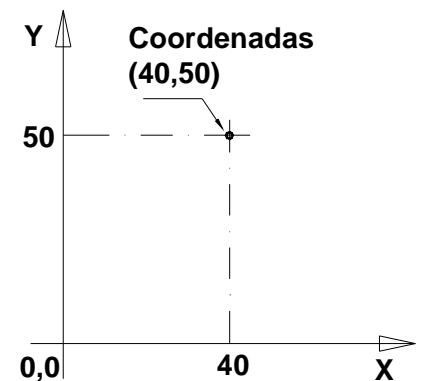
### Projeções de um ponto

Quando desenhamos figuras geométricas planas, figuras com duas dimensões (possuem uma área) todos os pontos da figura podem ser descritos (posicionados) usando-se duas coordenadas X e Y o que nos lembra o plano cartesiano da matemática.

Quando um ponto estiver no espaço?

Apesar de não possuir dimensão, possui posição, e esta posição só será possível descrever com três coordenadas X; Y e Z.

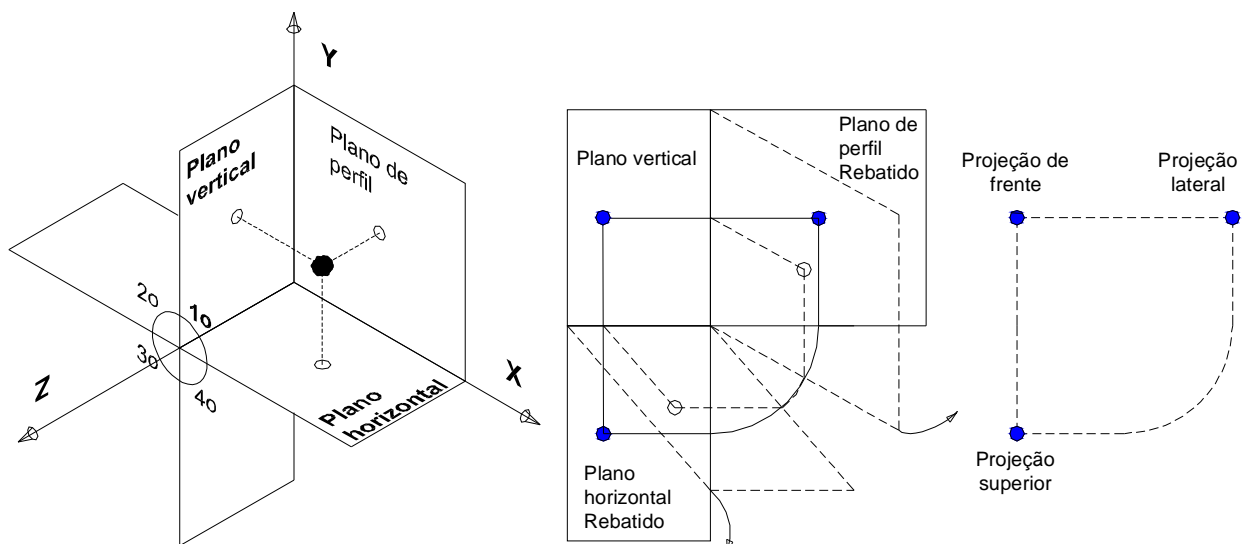
Mas o ponto poderá ser descrito usando-se a geometria descritiva, que nada mais faz do que projeta-lo nos planos de projeção.



Considerando os planos: vertical; horizontal e de perfil, como mostramos na figura a seguir, dividimos o espaço em quatro ângulos diedros. Os quatro ângulos são numerados no sentido anti-horário, e denominados 1º, 2º, 3º e 4º diedros.

Foi normalizada a projeção ortogonal no 1º e 3º diedros, sendo mais usado às projeções no 1º diedro. É esta que adotaremos. Veja como fica a projeção de um ponto de coordenadas (X,Y,Z). Em cada plano (vertical; horizontal e de perfil) será projetado uma vista do ponto, ou seja, vai ocorrer uma projeção cilíndrica ortogonal, como mostra a figura abaixo.

Após a projeção ocorre o rebatimento dos planos de perfil e horizontal (planificação). É a partir deste momento que nos valem da geometria descritiva, ou seja, passamos a representar no plano, através de projeções (vistas), objetos do espaço. Veja a seguir como fica no caso do ponto.



## Projeções de um segmento de reta

Um segmento de reta pode ser definido por dois pontos e pode ter várias posições espaciais relativas aos três planos de projeção. Possui apenas uma dimensão, ou seja, um comprimento.

De acordo com sua posição, relativa aos planos de projeção, recebe um nome.

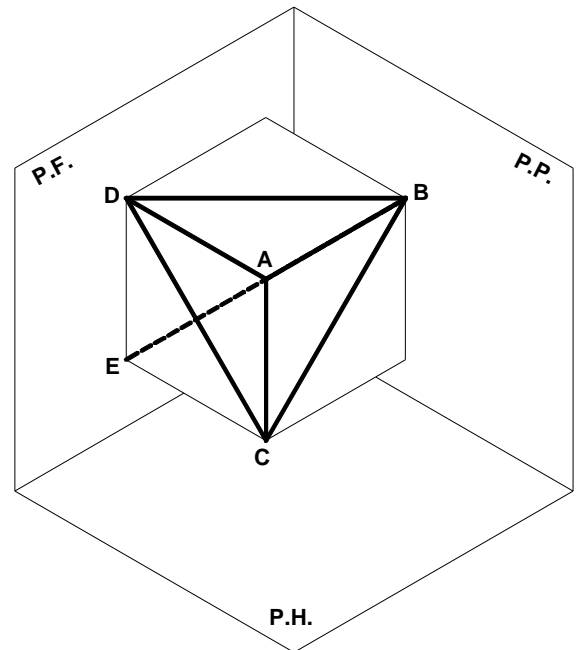
Na figura de um cubo, em algumas de suas arestas e diagonais, entre os planos: frontal; horizontal e de perfil podemos visualizar vários tipos de segmentos:

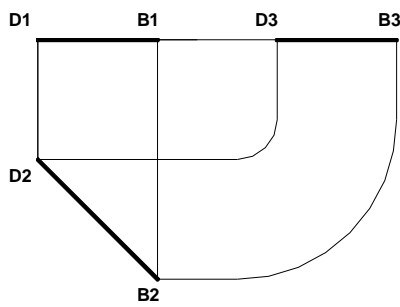
- Horizontal ou de nível – segmento BD;
- Frontal ou de frente – segmento BC;
- Fronto-horizontal ou paralela à linha de terra – segmento AB;
- Vertical – segmento AC;
- De topo ou de ponta – segmento AD;
- De perfil – segmento DC;
- Qualquer – segmento BE (passando pelo interior do cubo).

Cada tipo de segmento ao projetar-se num plano de projeção sua projeção poderá ser: um segmento de mesmo tamanho, quando está paralelo ao plano de projeção; um segmento de tamanho reduzido, quando está inclinado com relação ao plano de projeção ou apenas um ponto, quando está perpendicular ao plano de projeção.

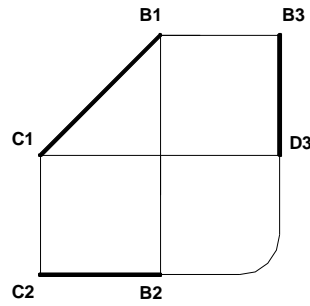
Veremos a seguir, as projeções dos segmentos mostrados na figura anterior. Você deve estudar cada uma das projeções e verificar como ocorreu.

Para facilitar o entendimento a projeção no plano frontal é acompanhada do número **1**, as no plano horizontal pelo número **2** e as no plano de perfil pelo número **3**. O símbolo  $\equiv$  significa coincidência (mesma posição).

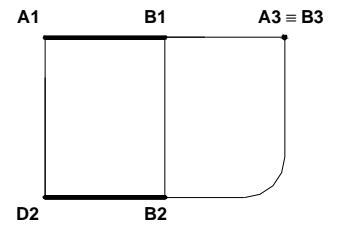




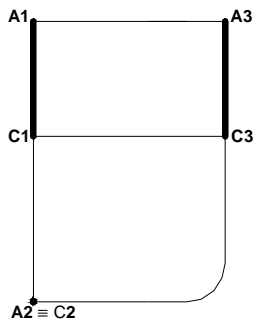
Segmento horizontal  
ou de nível - BD



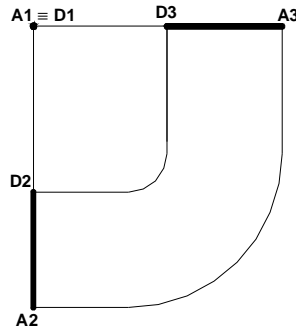
Segmento frontal ou  
de frente - AB



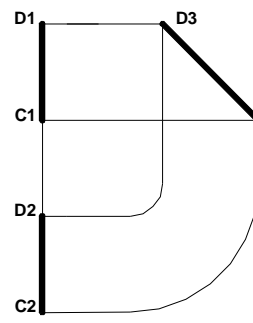
Segmento fronto-  
horizontal - BC



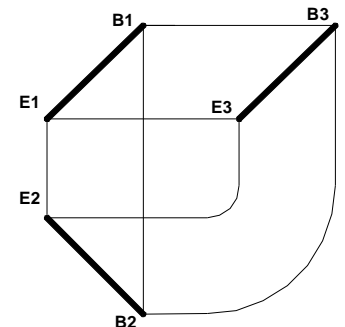
Segmento vertical - AC



Segmento de topo - AD



Segmento de perfil - DC



Segmento qualquer - BE

## Projeções de um segmento de plano

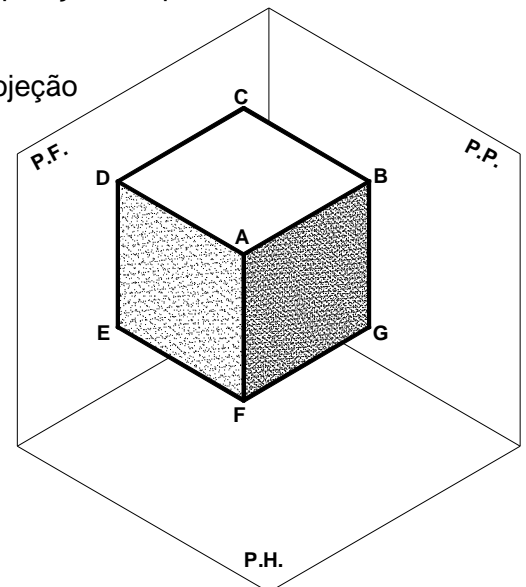
Um segmento de plano possui duas dimensões, ou seja, uma área (superfície), podendo ser definido por três pontos no mínimo e ocupar várias posições espaciais relativas aos três planos de projeção.

De acordo com sua posição relativa aos planos de projeção recebem um nome.

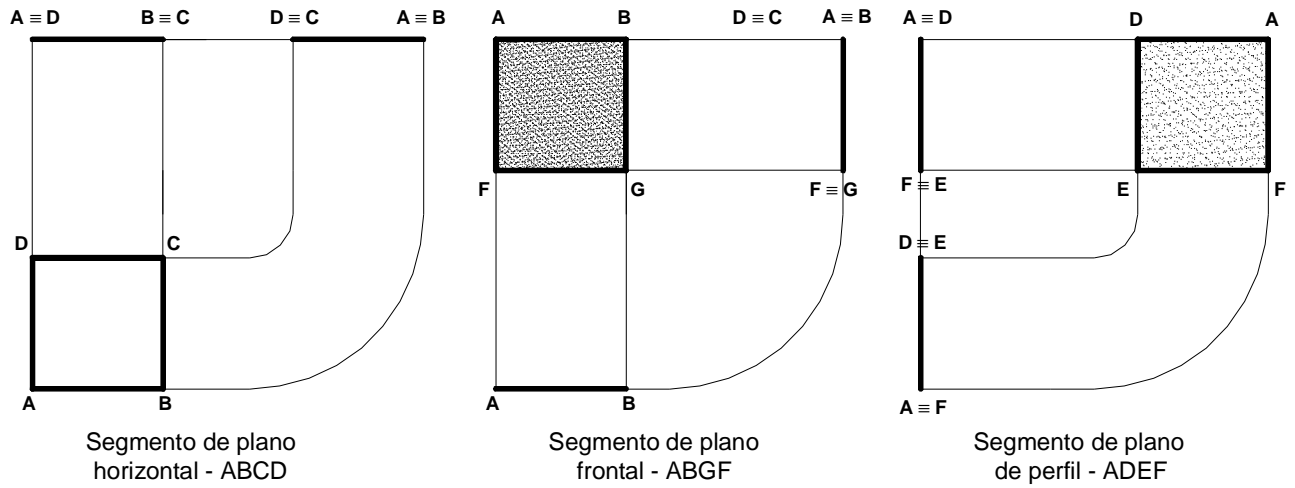
Na figura do cubo ao lado podemos identificar em suas faces, três dos possíveis segmentos de plano que podem aparecer em uma peça.

Vejam quais são:

- Horizontal – ABCD
- De perfil – ADEF
- Frontal – ABGF



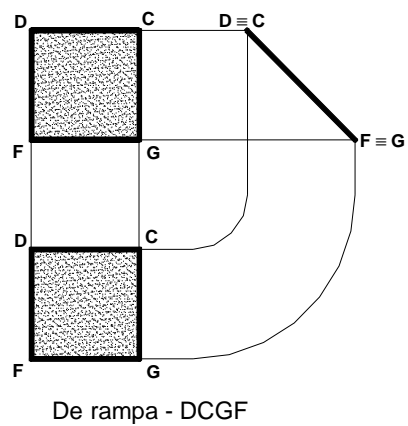
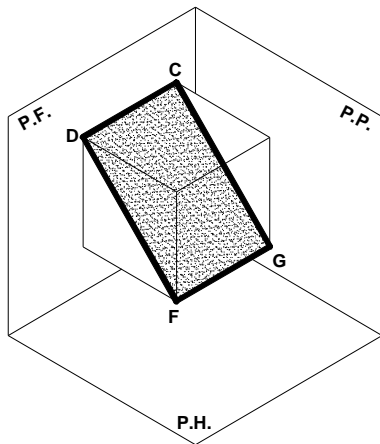
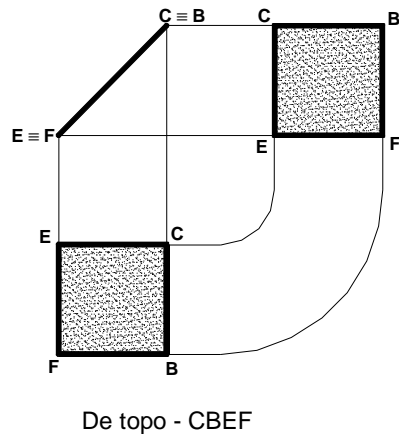
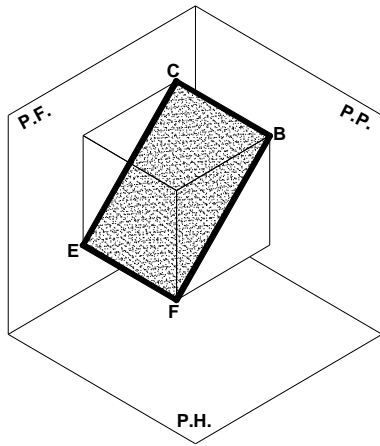
Suas respectivas projeções são:

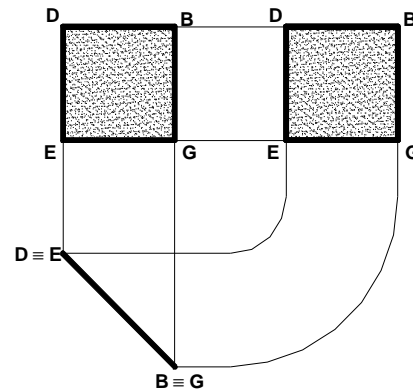
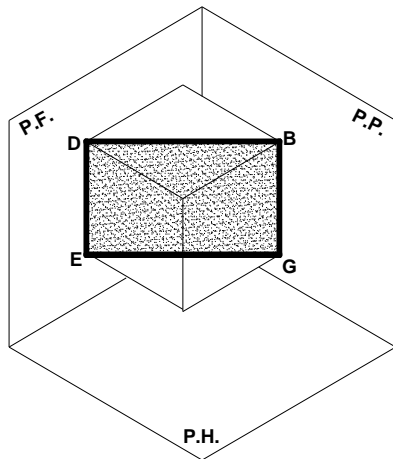


Podemos imaginar ainda outros tipos de segmento de plano no interior do cubo:

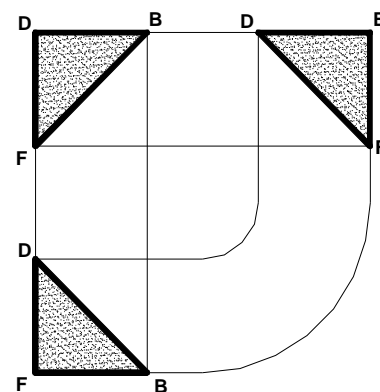
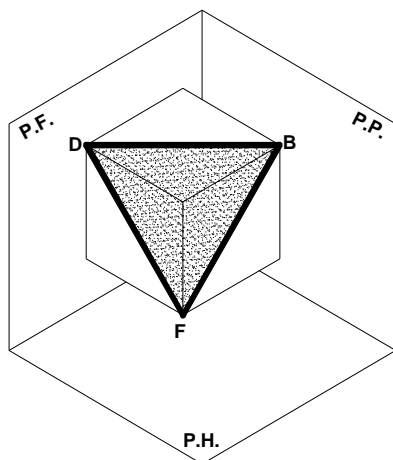
- De topo – CBEF
- De rampa – DCGF
- Vertical – DBGE
- Qualquer – DBF

Visualize estes segmentos de plano, no espaço e veja como fica a projeção de cada um destes segmentos de plano, nos planos de projeção.





Vertical - DEBG



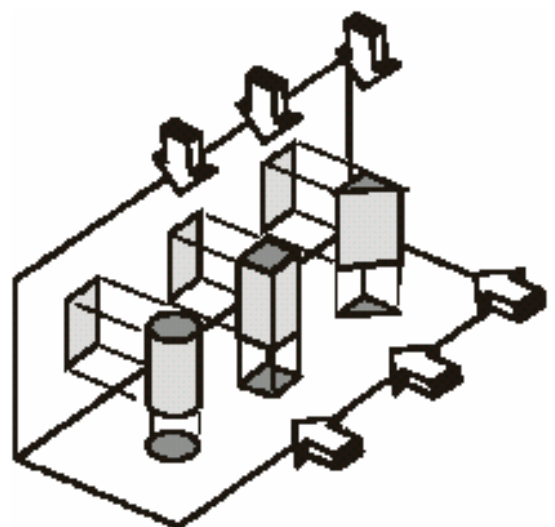
Qualquer - DBF

Conclui-se que cada tipo de segmento de plano ao projetar-se num plano, sua projeção poderá ser: **1-** um segmento de reta, quando está perpendicular ao plano de projeção; **2-** um segmento de plano com a mesma forma, porém de tamanho reduzido, quando está inclinado com relação ao plano de projeção; **3-** um segmento de plano com o mesmo tamanho, quando está paralelo ao plano de projeção.

### 9.5 Projeção de uma peça no primeiro diedro e rebatimento dos planos

Como os sólidos são constituídos de várias superfícies, as projeções ortogonais são utilizadas para representar as formas tridimensionais através de figuras planas.

Na prática usaremos um número de vistas que seja suficiente para representar a peça, sendo que no



mínimo, terão que ser usado duas vistas, pois a peça tem três dimensões e cada vista duas dimensões.

Veja na figura ao lado alguns casos: três sólidos sendo projetados nos planos vertical e horizontal, ou seja, suas respectivas vistas: frontal e superior, são suficientes para representar cada um dos sólidos.

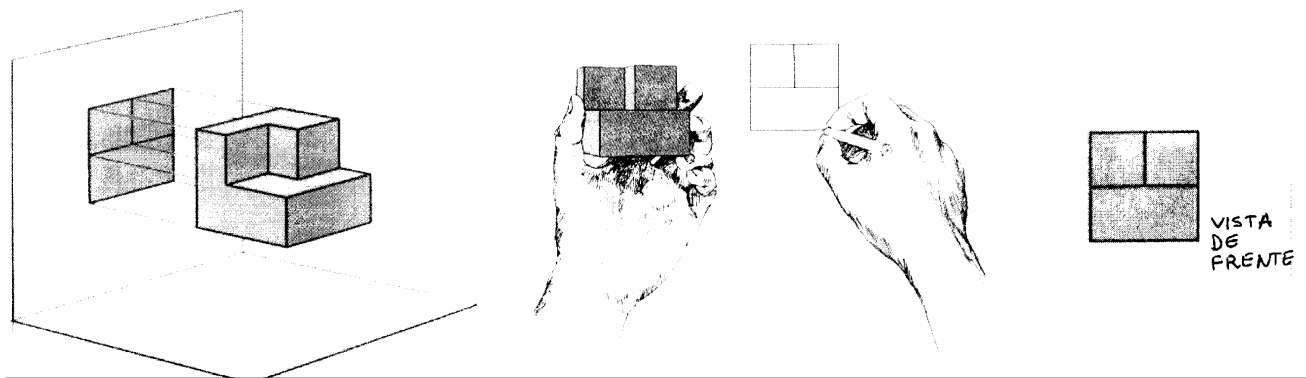
Estudaremos agora passo a passo às projeções de uma peça no primeiro diedro.

### Vista de frente

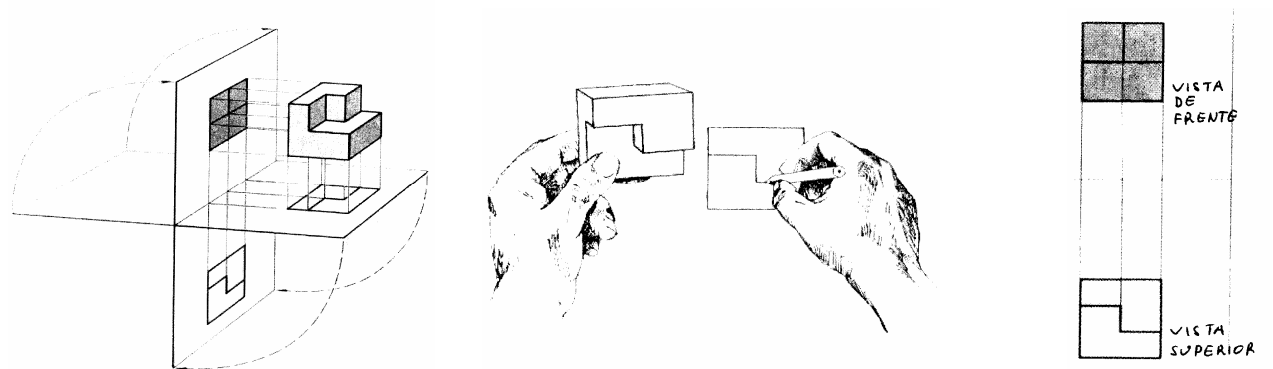
A vista de frente é a projeção vertical do objeto. Nesta vista é considerada sua face anterior.

É ela a principal vista da peça, devendo ser escolhida a que mais mostra detalhes e ou de maior dimensão no sentido horizontal. Veja o exemplo abaixo:

### Vista superior ou de cima



A vista superior é a projeção horizontal do objetivo e representa sua face superior. Uma vez definida a vista frontal o observador olha para a peça de uma outra direção (de cima para baixo). Desta forma a vista superior se posicionará sempre abaixo da frontal (primeiro diedro).





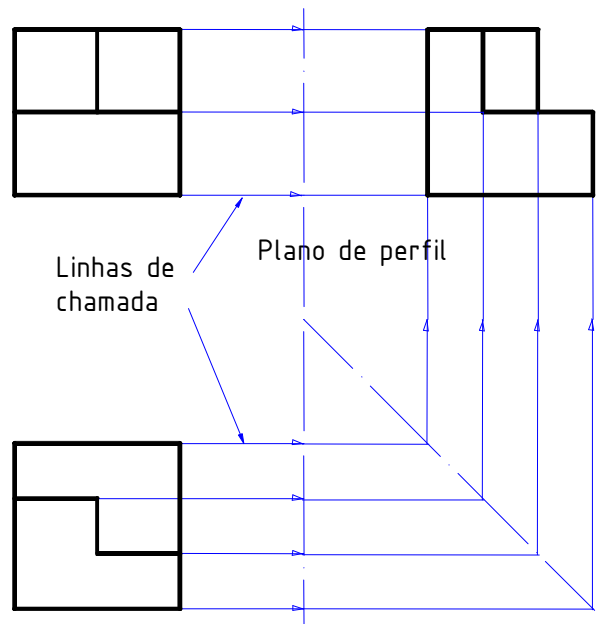
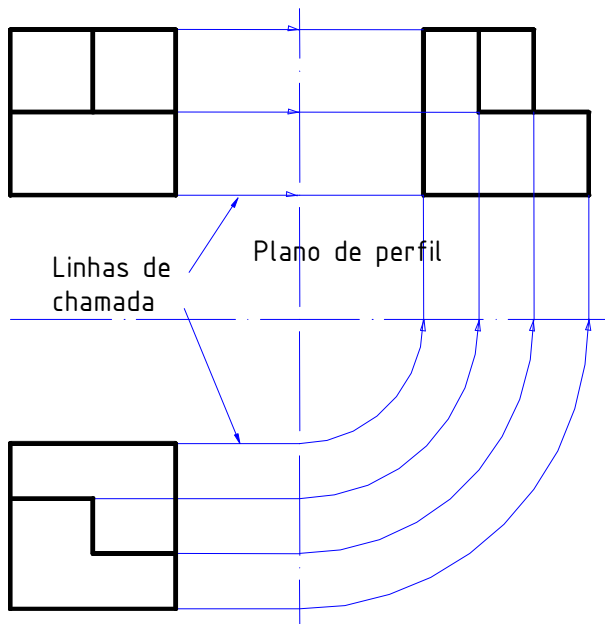
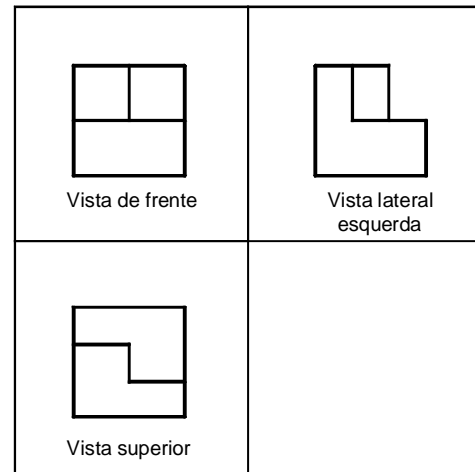
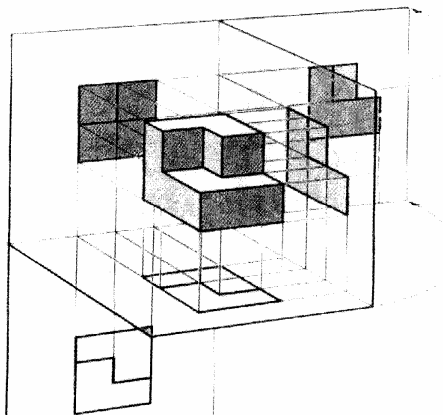
### Plano de perfil

Para facilitar a interpretação da forma de um objeto, recorre-se a um terceiro plano de projeção, perpendicular simultaneamente ao horizontal e ao vertical – o plano de perfil. Para esta terceira vista, a localização do plano de perfil é arbitrária; no entanto, a princípio, supõe-se que esteja situado à direita do objeto e que o observador olhe da esquerda para a direita, o que teremos é uma vista lateral esquerda.

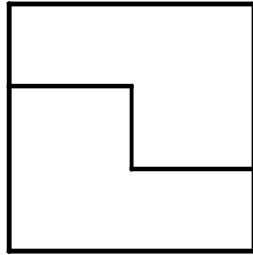
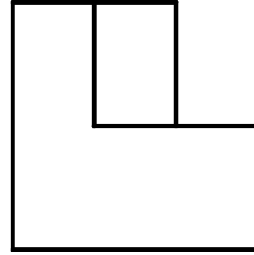
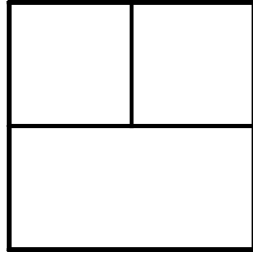
### Vista lateral esquerda

A vista lateral esquerda é a projeção ortogonal do objeto em um plano de perfil, sendo o sentido de observação da esquerda para a direita. Na execução da é pura, faz-se o rebatimento do plano de perfil sobre o plano vertical, de modo que a vista lateral esquerda se localiza à direita da vista de frente.

A vista lateral pode ser obtida, com uso do compasso, descrevendo o giro de 90° do plano de perfil, com uso das linhas de chamada ou pelo artifício da oblíqua de 45°, como mostramos nas figuras abaixo:

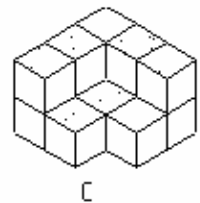
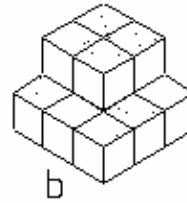
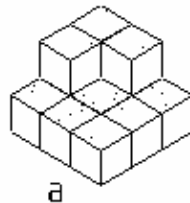
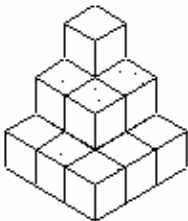


Como estamos trabalhando no primeiro diedro, eliminam-se as linhas de extensão e plano de perfil assim como as linhas de chamadas, mantendo-se as posições relativas conforme mostramos abaixo.

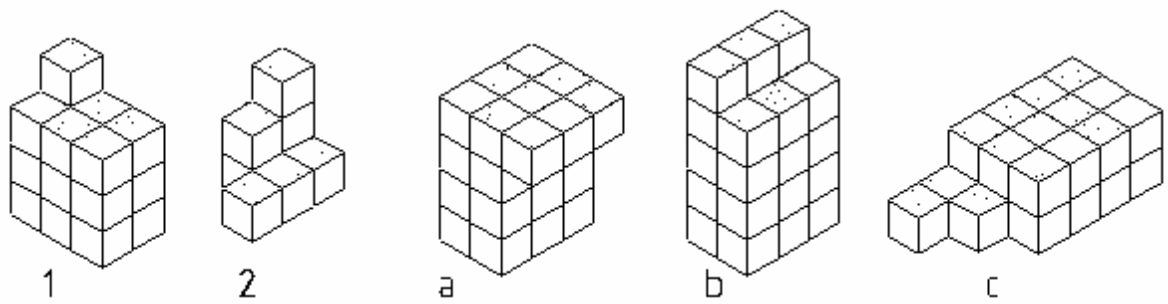
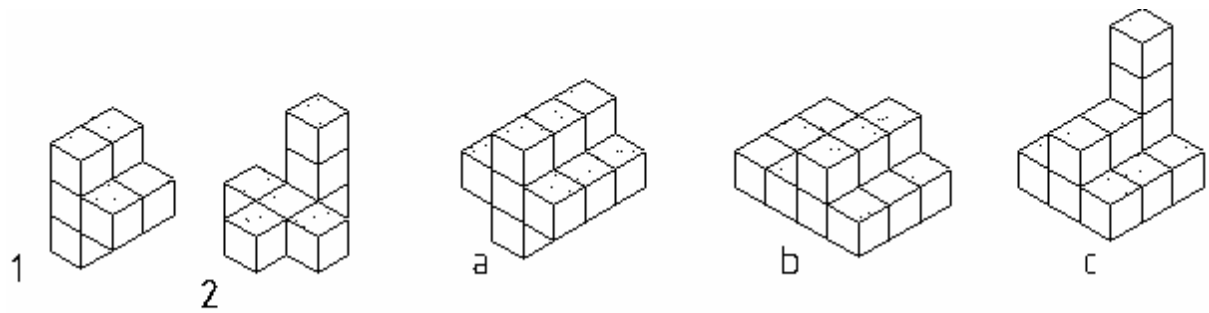
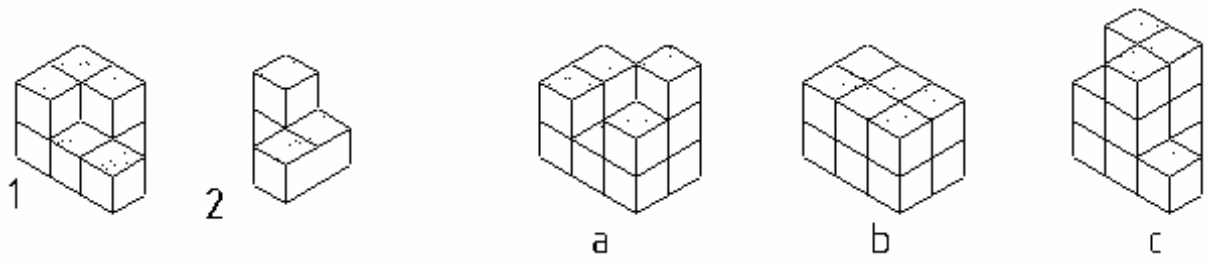
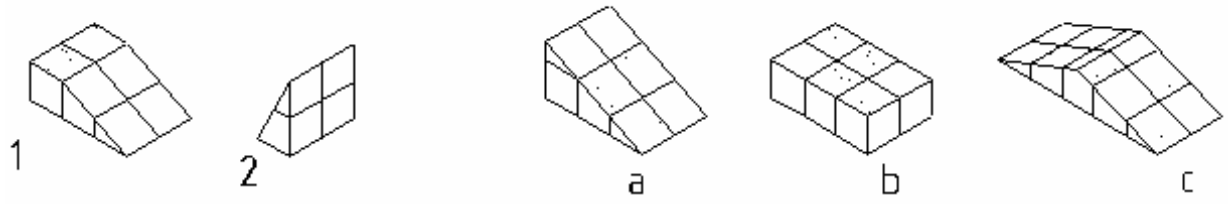
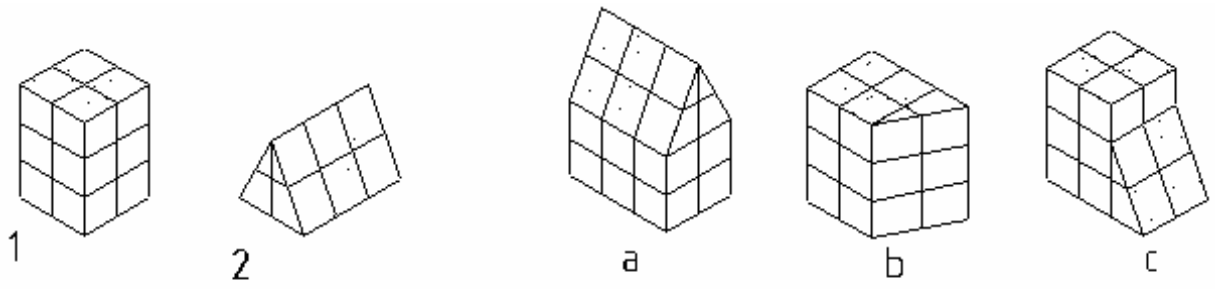


**Pratique:**

- a) Descubra a parte que falta para completar o cubo.



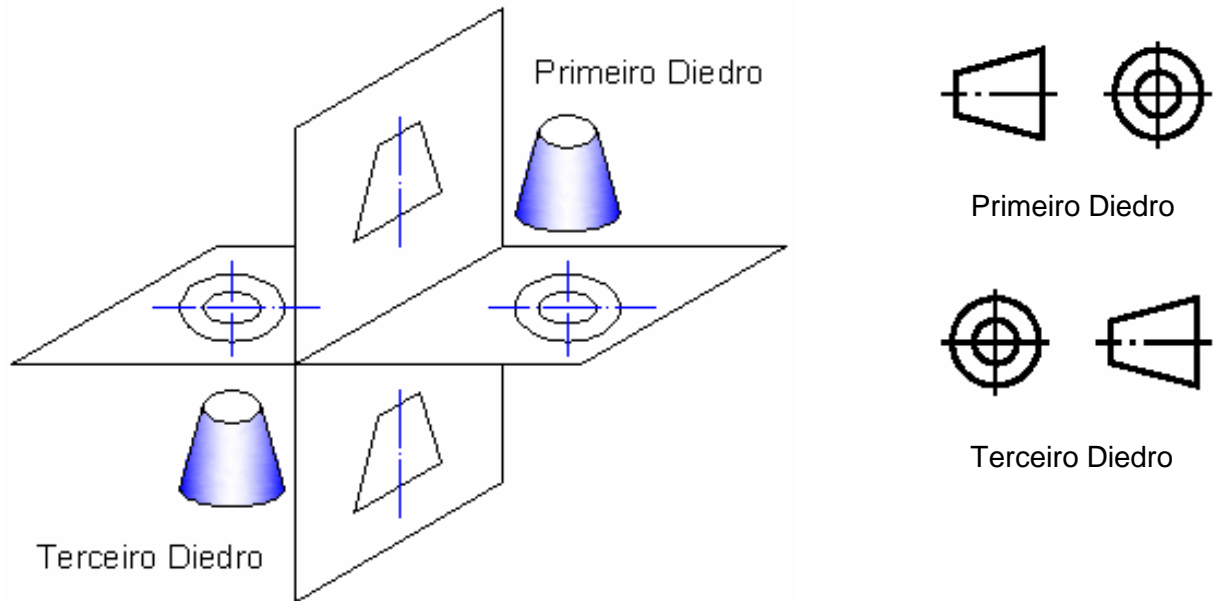
b) Qual dos sólidos abaixo obtemos juntando 1 e 2?



## 9.6 Símbolos dos diedros

Já falamos que trabalharemos no primeiro diedro, porém devemos utilizar o símbolo correspondente para indicar que o desenho técnico está representado no 1º diedro. Este símbolo deve ser colocado no canto inferior direito da folha de papel dos desenhos técnicos, dentro da legenda ou logo acima.

Se você encontrar um desenho técnico representado no 3º diedro, você verá outro com as vistas invertidas.



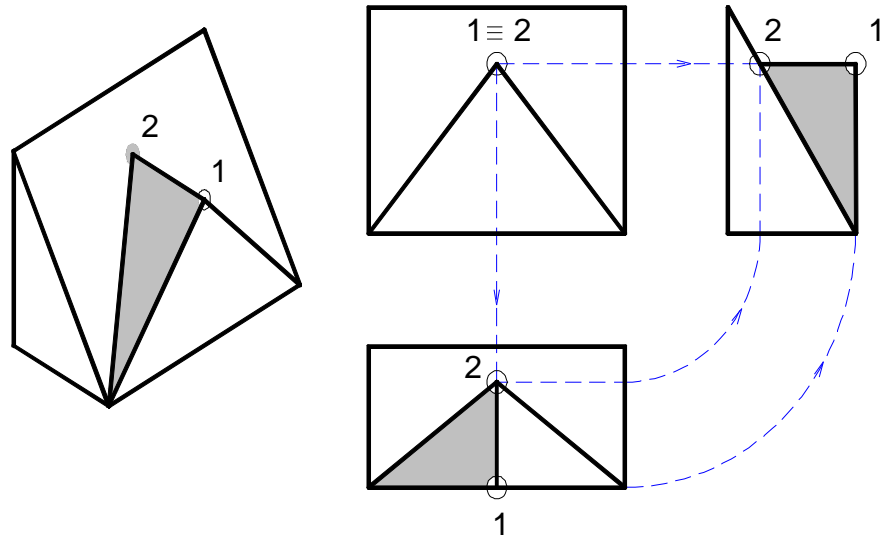
## 9.7 - Leitura das vistas ortogonais

Assim como a compreensão de um texto depende da interpretação de cada palavra em função do seu relacionamento com as demais, uma representação no sistema de vistas ortográficas somente será compreendida de modo inequívoco se cada vista for interpretada em conjunto e coordenadamente com as outras.

A leitura das vistas ortográficas é grandemente auxiliada pela aplicação das três regras fundamentais:

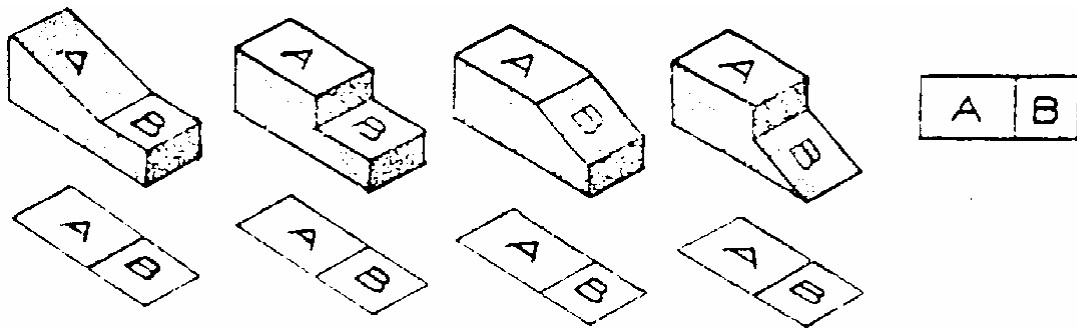
### **Regra do alinhamento**

As projeções de um mesmo elemento do objeto nas vistas adjacentes acham-se sobre o mesmo alinhamento, isto é, sobre a mesma linha de chamada.



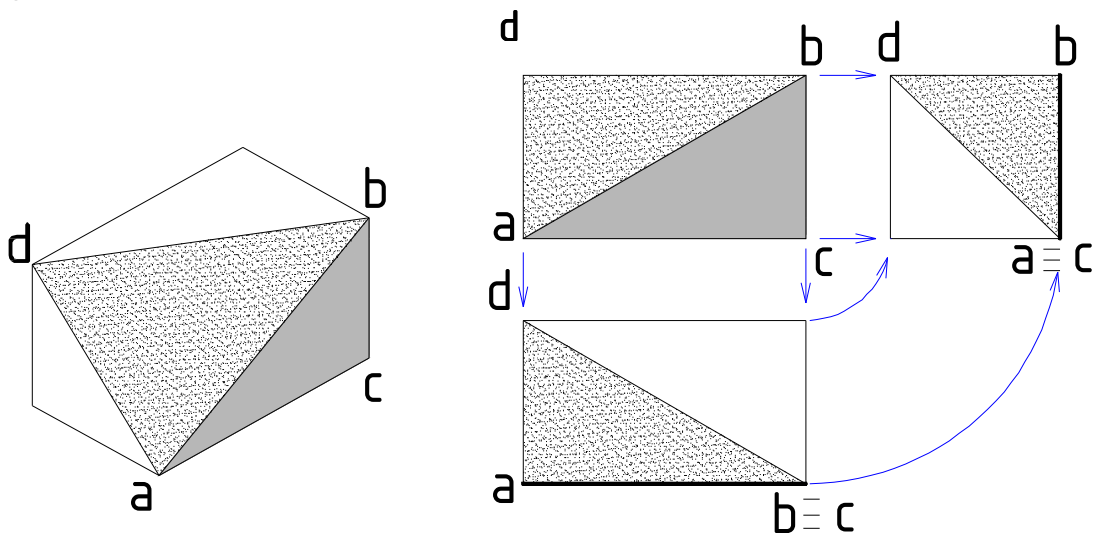
**Regra das figuras contíguas**

A linha que separa duas áreas contíguas de uma vista ortográfica indica que estas duas áreas não estão contidas no mesmo plano.



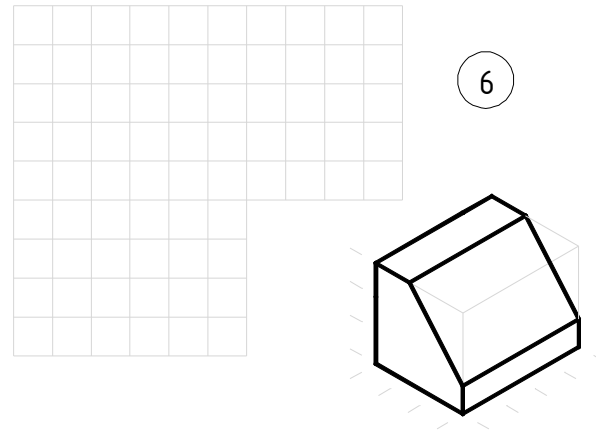
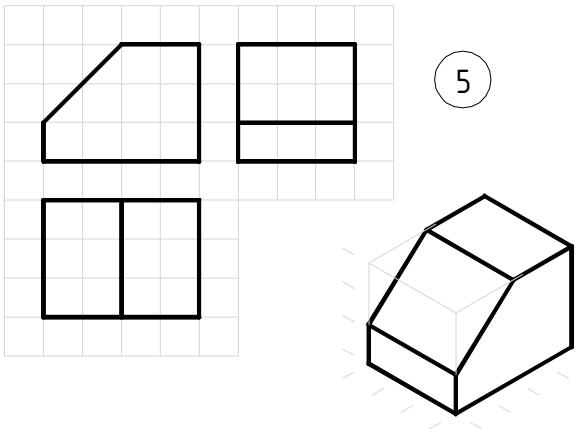
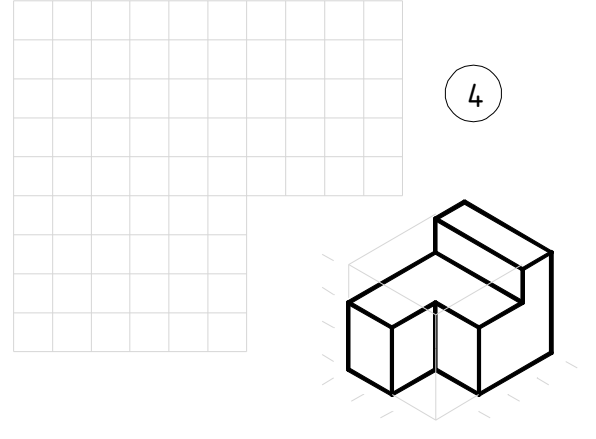
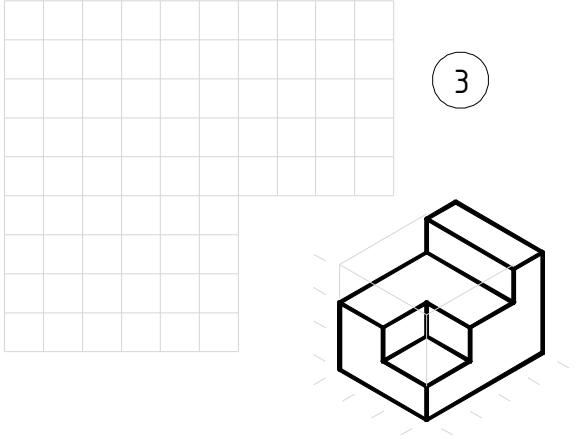
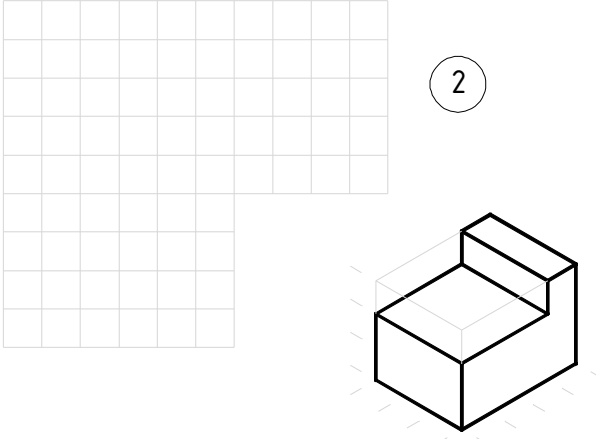
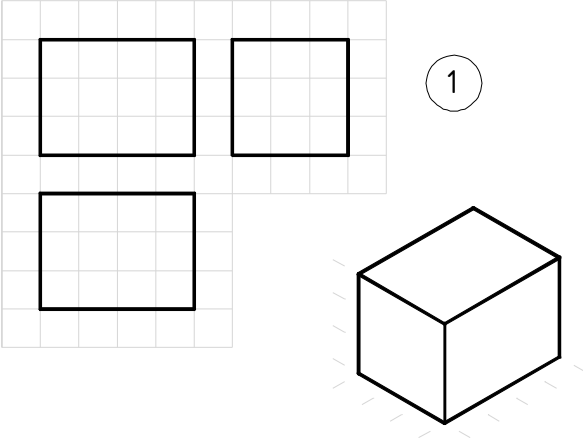
**Regra da configuração**

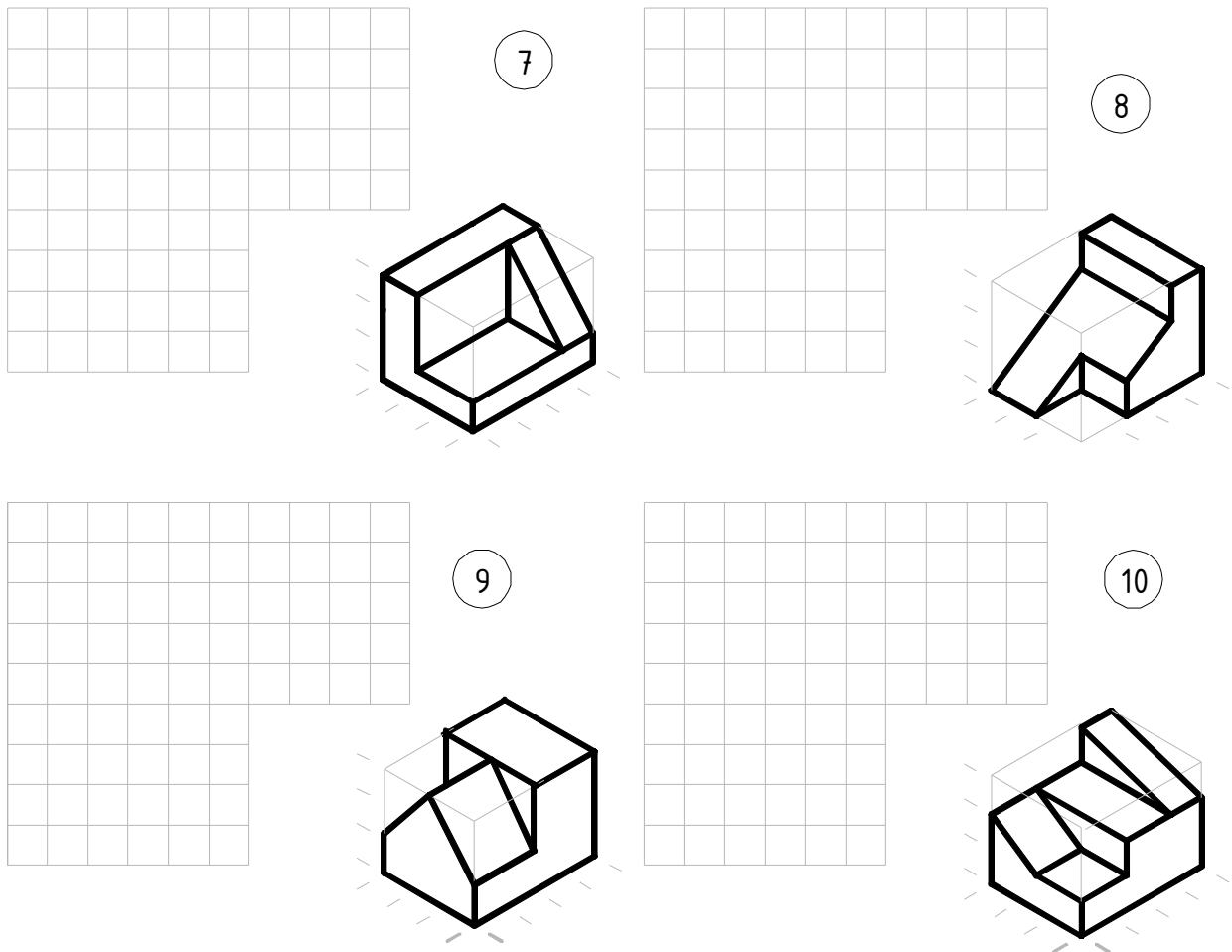
Uma face plana somente pode projetar-se com a sua configuração ou como um segmento de reta. Assim como um segmento de reta, uma aresta pode projetar-se como segmento ou um ponto.



9.8 Exercícios:

1) Dado à perspectiva isométrica da peça, faça a mão livre à respectiva representação ao lado em forma de vistas: frontal; superior e lateral esquerda. Respeite as proporções de cada peça de acordo com os exemplos.

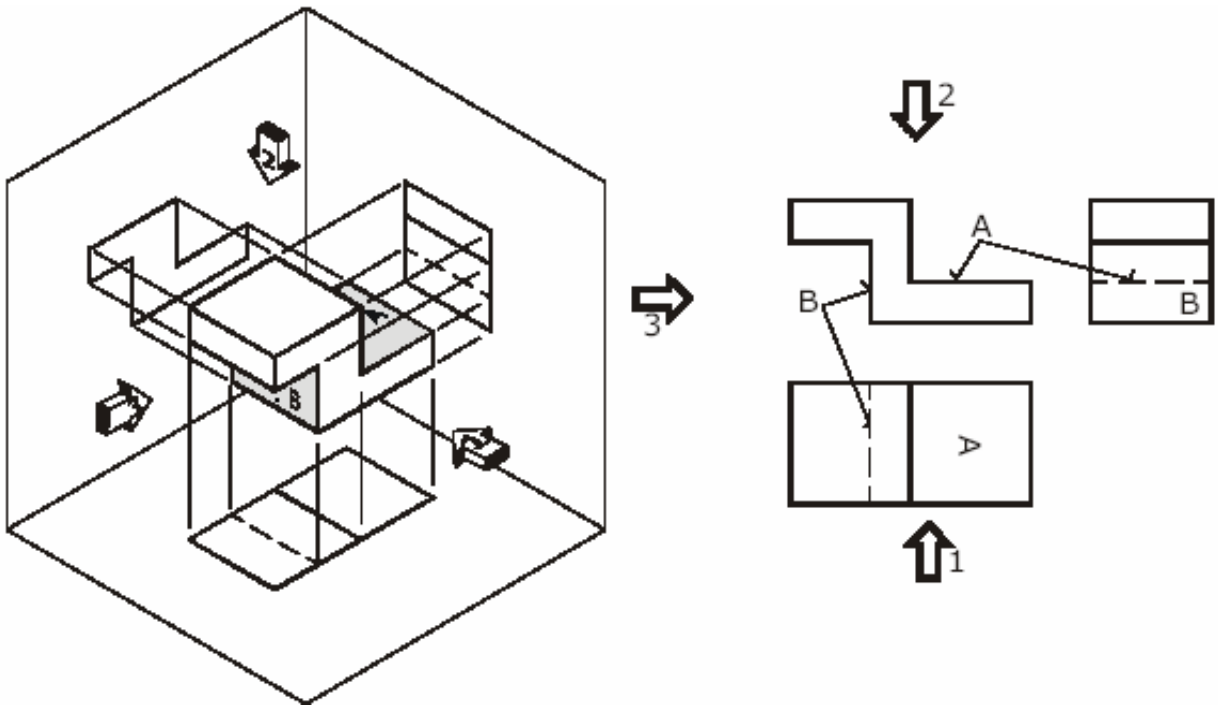




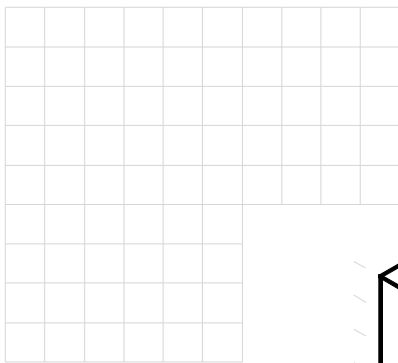
### 9.9 Representação das arestas ocultas

Como a representação de objetos tridimensionais, por meio de projeções ortogonais, é feita por vistas tomadas por lados diferentes, dependendo da forma espacial do objeto, algumas de suas superfícies poderão ficar ocultas em relação ao sentido de observação.

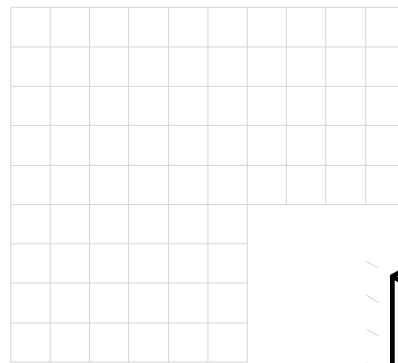
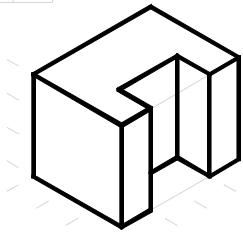
Observando a Figura seguinte vê-se que a superfície “A” está oculta quando a peça é vista lateralmente (direção 3), enquanto a superfície “B” está oculta quando a peça é vista por cima (direção 2). Nestes casos, as arestas que estão ocultas em um determinado sentido de observação são representadas por linhas tracejadas. As linhas tracejadas são constituídas de pequenos traços de comprimento uniforme, espaçados de um terço de seu comprimento e levemente mais finas que as linhas cheias.



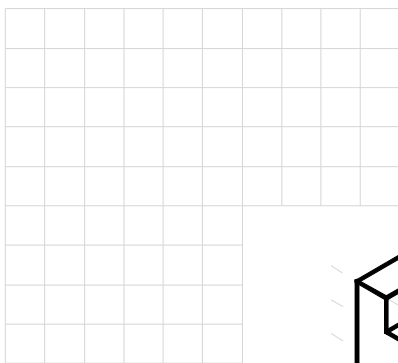
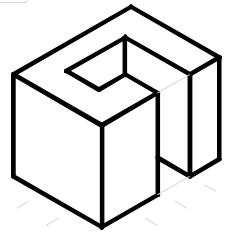
2) Dado à perspectiva isométrica da peça, faça a mão livre à respectiva representação ao lado em forma de vistas: frontal; superior e lateral esquerda. Respeite as proporções de cada peça e represente as superfícies ocultas com linhas tracejadas.



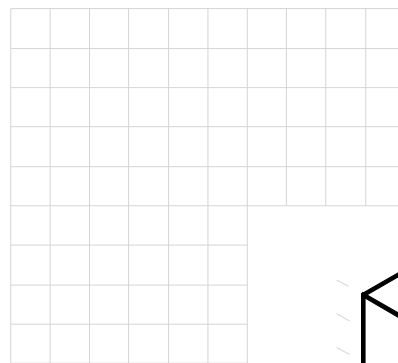
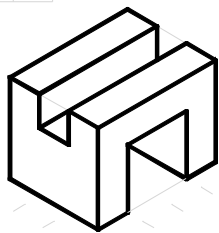
11



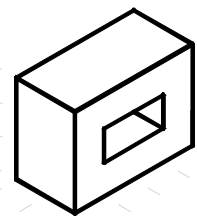
12



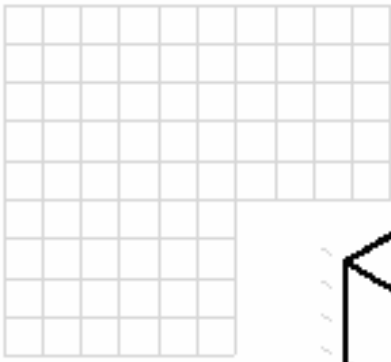
13



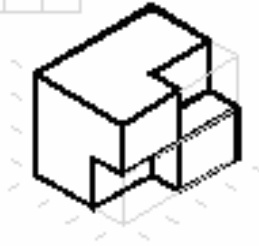
14



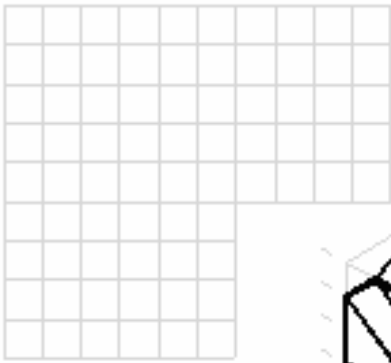
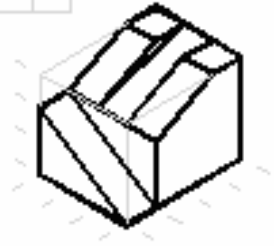




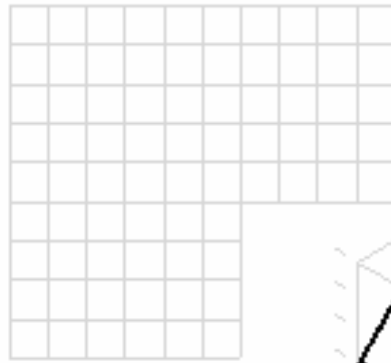
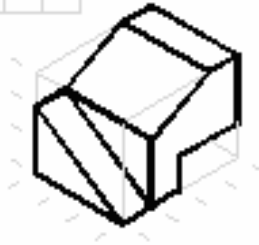
15



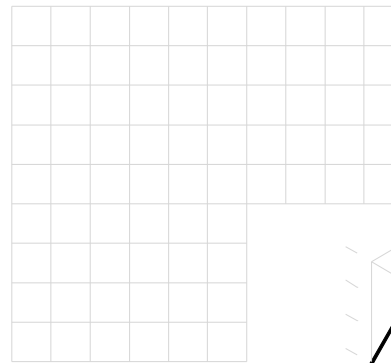
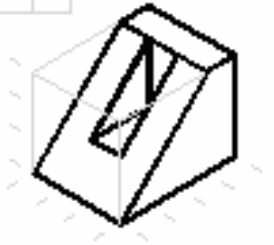
16



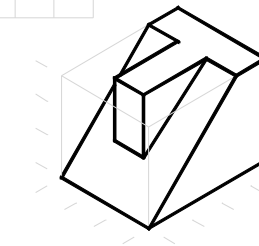
17



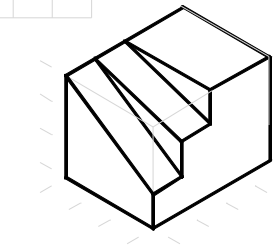
18



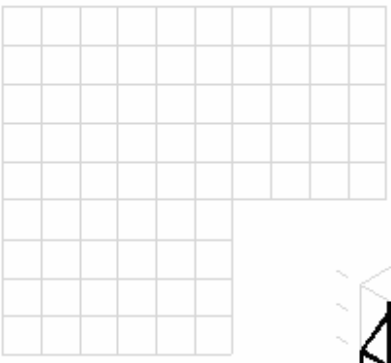
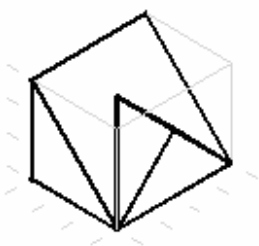
19



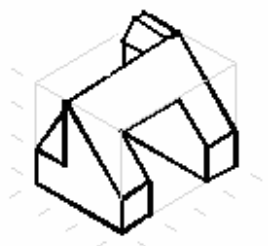
20



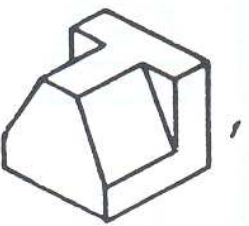
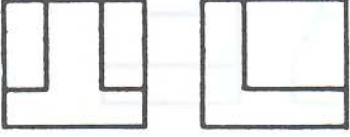
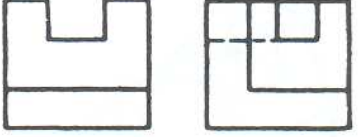
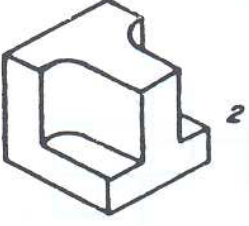
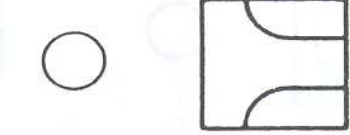

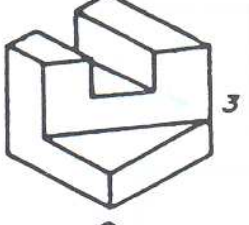
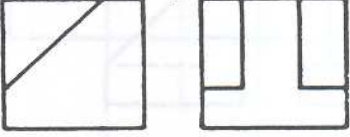

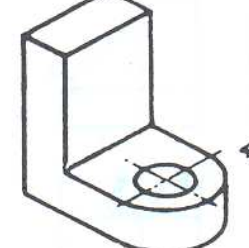

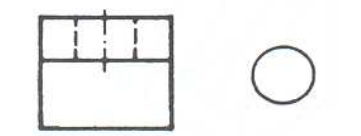
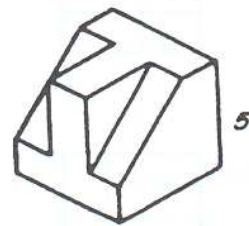

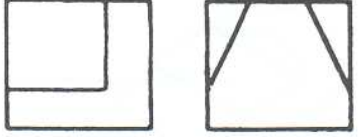
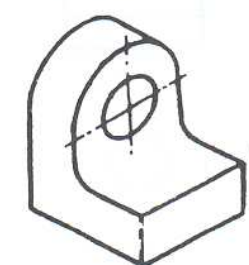
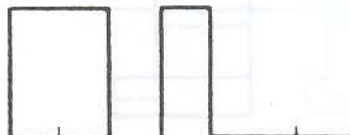
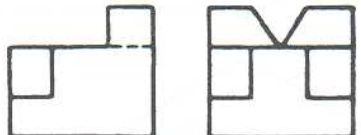
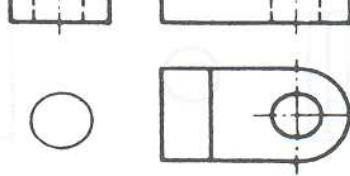
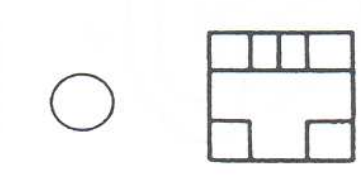
21



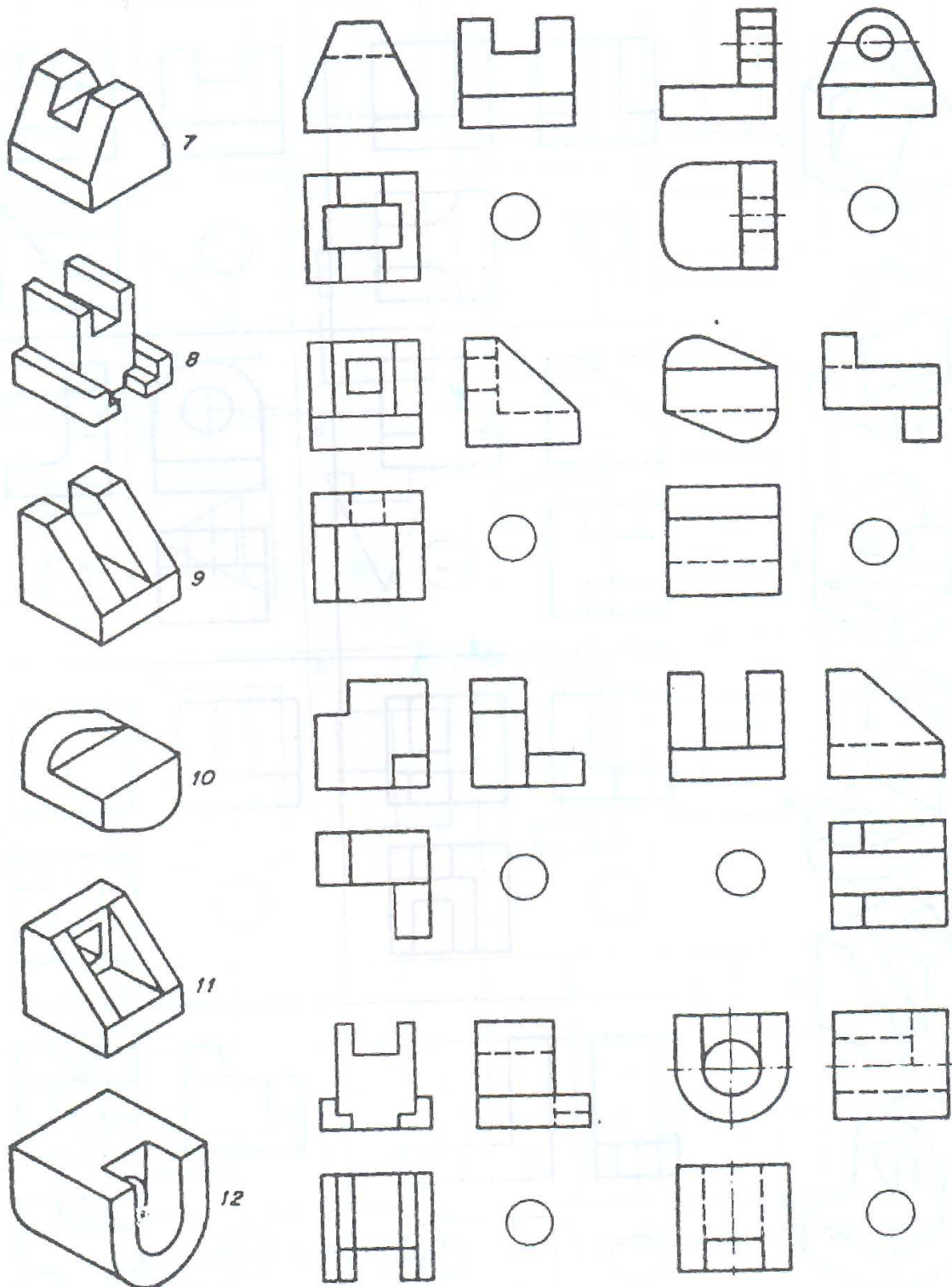
22



3) Identifique e numere as projeções correspondentes a cada peça apresentada em perspectiva.

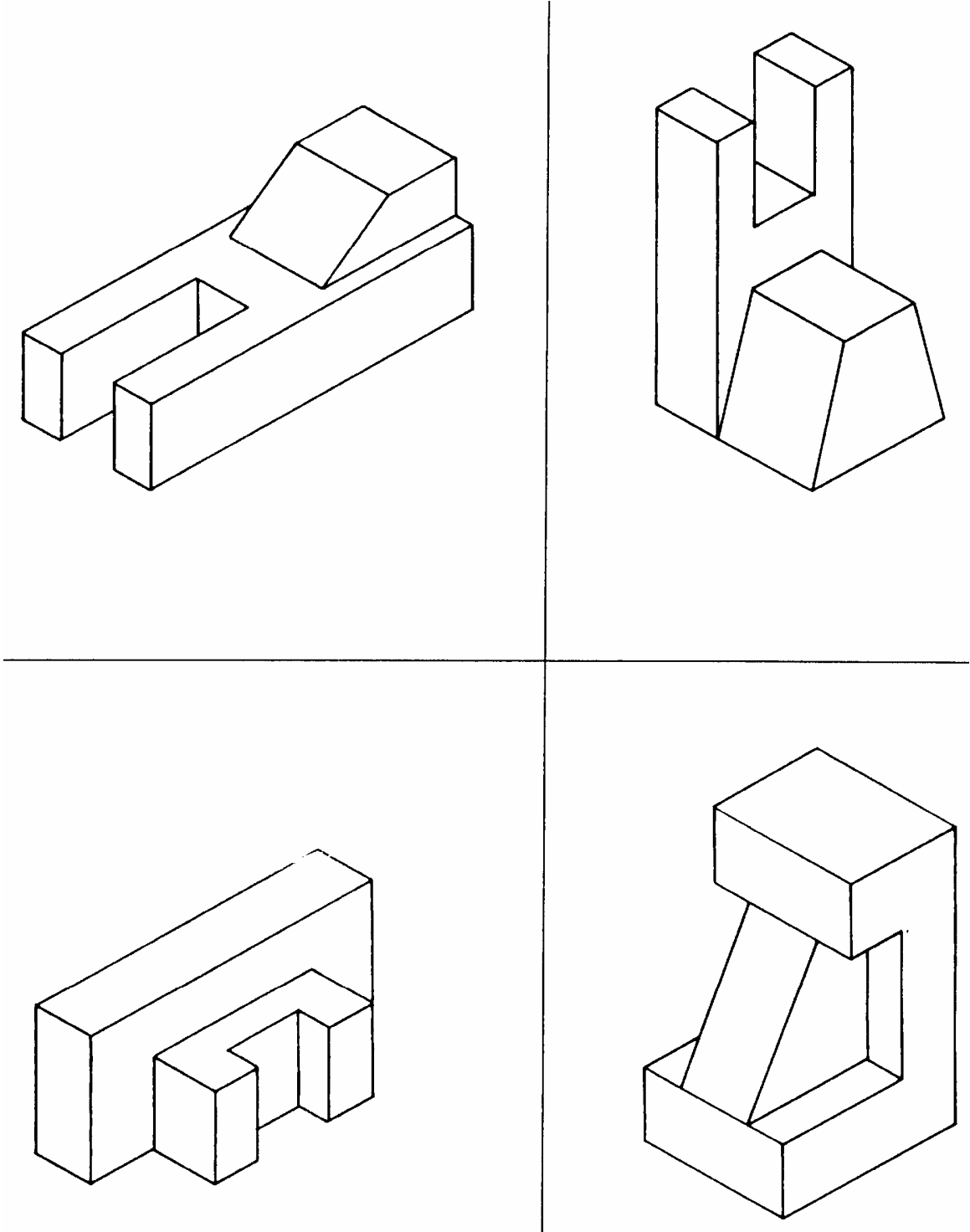
 <p>1</p>		
 <p>2</p>		
 <p>3</p>		
 <p>4</p>		
 <p>5</p>		
 <p>6</p>		
		

- Identifique e numere as projeções correspondentes a cada peça apresentada em perspectiva.



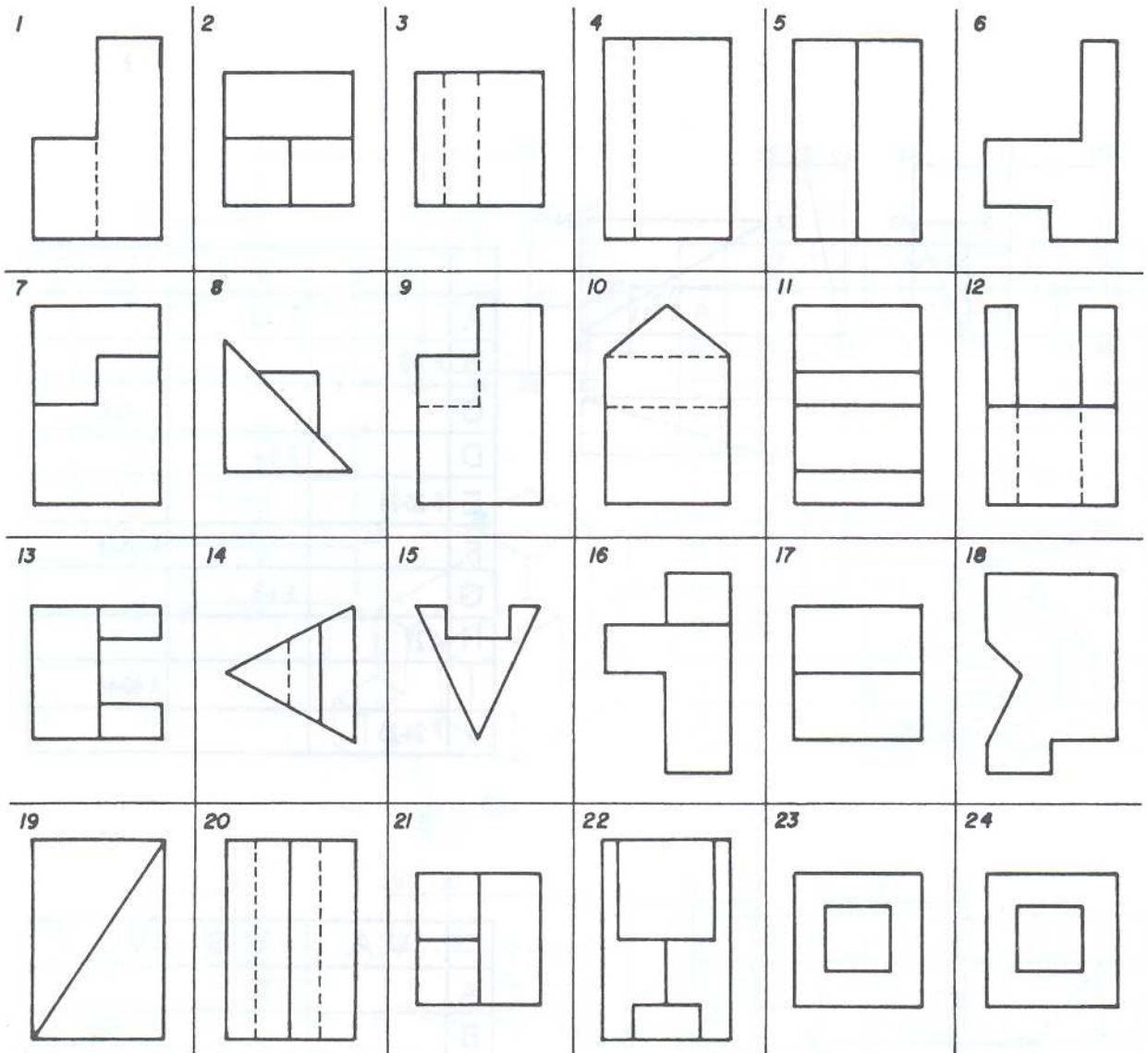
4) Desenhe as três vistas das peças abaixo em folha A4 com legenda em caligrafia técnica.

O tamanho das vistas devem ser obtidos diretamente das perspectivas.





5)



Vista de frente	1					6		
Vista superior		2	3					
Vista lateral				4	5		7	8

- Complete o quadro acima com o nº das respectivas vistas faltantes.

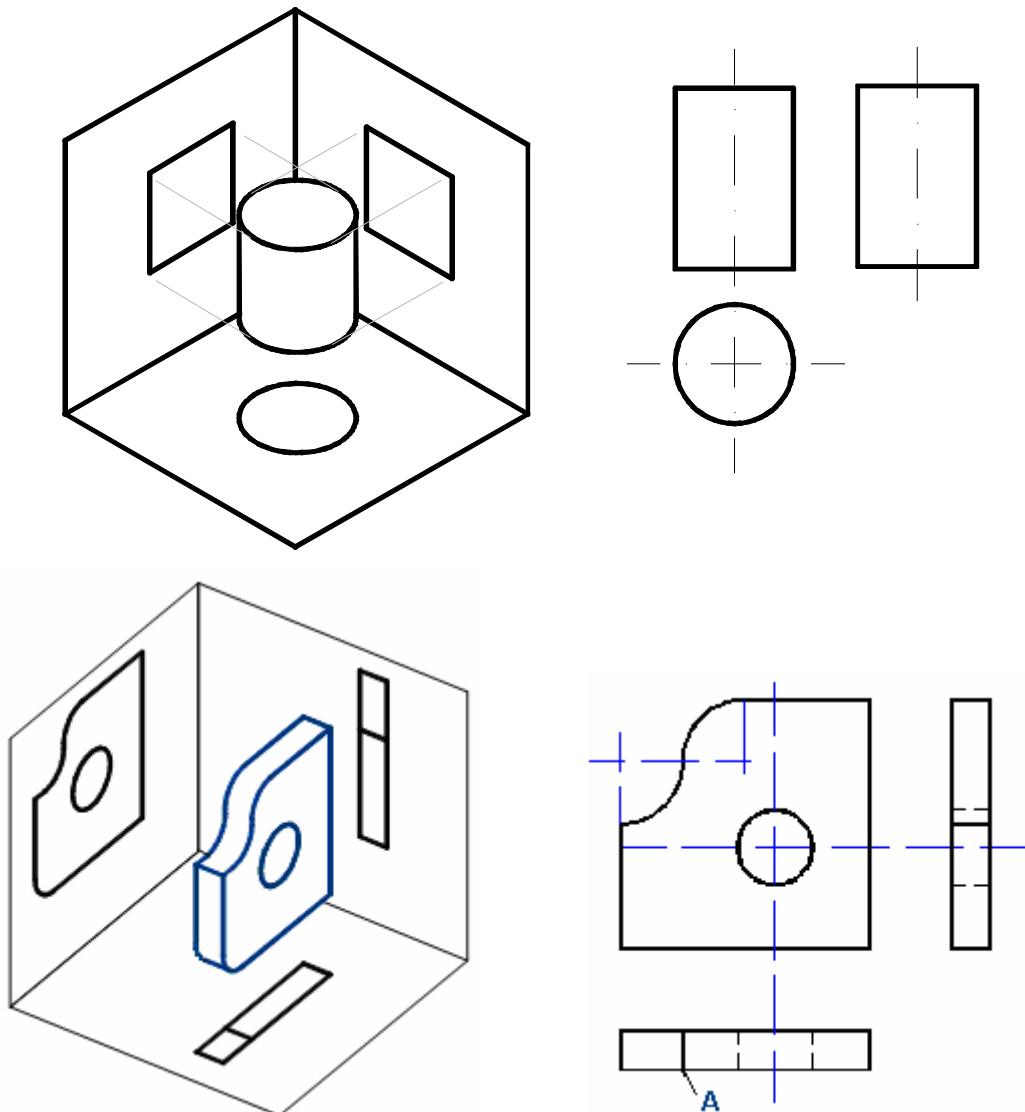
## 9.12 Representação de superfícies curvas

A forma cilíndrica é muito comum de ser encontrada em peças assim como os arredondamentos. Para estes tipos de peças surge a necessidade do uso das linhas de centro e de simetria, sempre que tiverem superfícies curvas.

Estas linhas são compostas de traços e pontos que é denominada linha de centro. As linhas de centro são usadas para indicar os eixos em corpos de rotação e também para assinalar formas simétricas secundárias.

As linhas de centro são representadas por traços finos separados por pontos (o comprimento do traço da linha de centro deve ser de três a quatro vezes maior que o traço da linha tracejada).

É a partir da linha de centro que se faz à localização de furos, rasgos e partes cilíndricas. Veja alguns exemplos de aplicações da linha de centro.



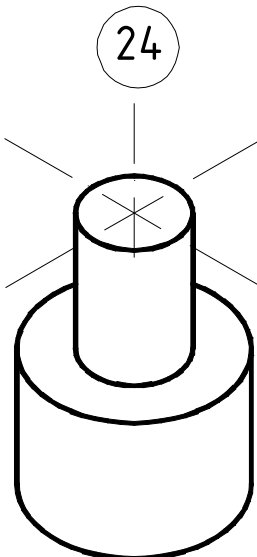
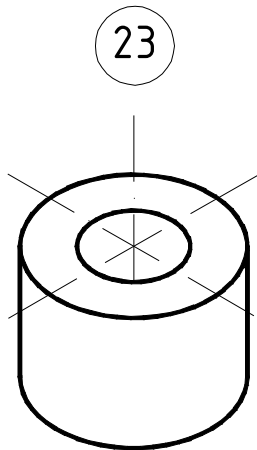
Como regra para representação, pode-se dizer que, quando não houver arestas, uma superfície curva gera linha na projeção resultante quando o raio da curva for perpendicular ao sentido de observação (A).

Se houver interseção da superfície curva com qualquer outra superfície, haverá aresta resultante, onde tem interseção tem canto (aresta) e onde tem canto na peça, tem linha na projeção ortogonal.

*Lembre-se:*

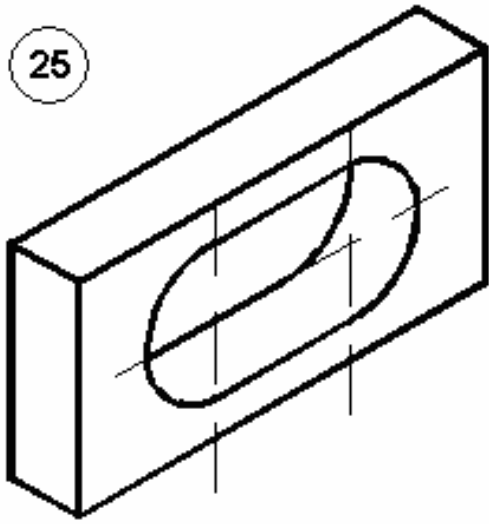
1. A representação de arestas e contornos visíveis deve ser executada com linha contínua grossa.
2. A representação de arestas e contornos invisíveis devem ser executada com linha tracejada média.
3. A representação de eixos de sistema, centros de furo, eixos, engrenagens, e raios de arredondamento, devem ser executado com linha fina traço ponto.

5) Represente em três vistas, no espaço ao lado, as peças a seguir:

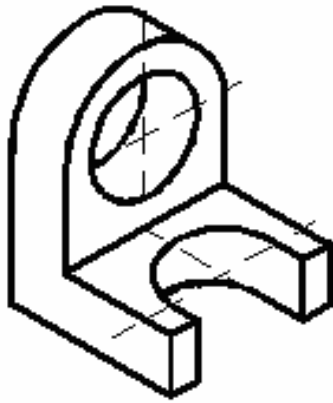




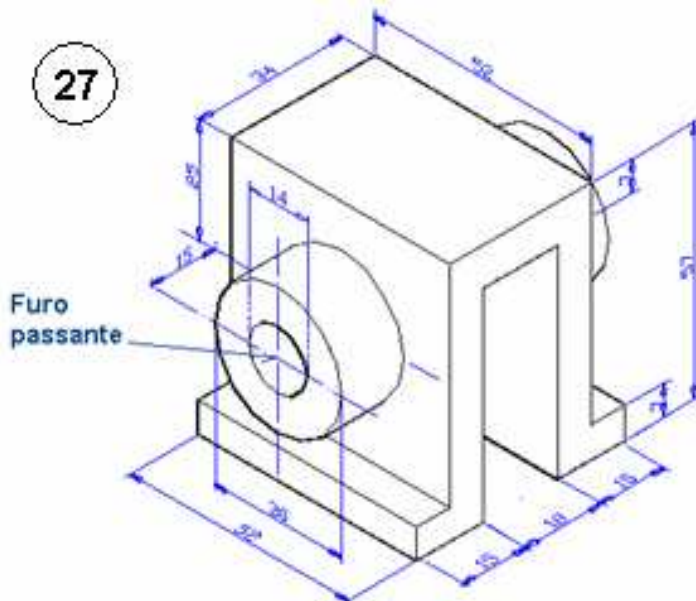
25

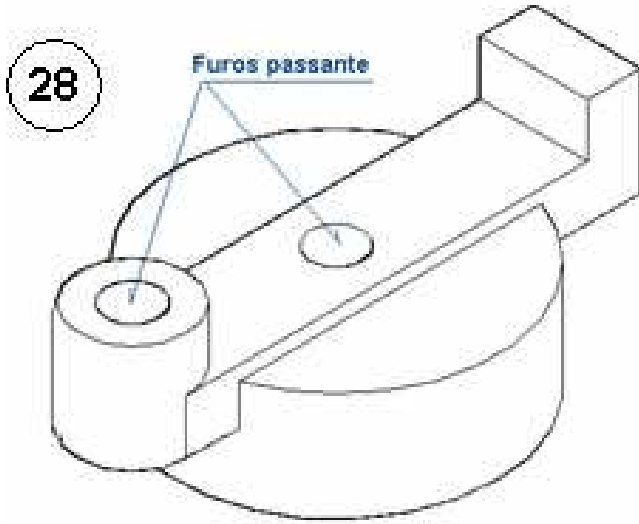


26



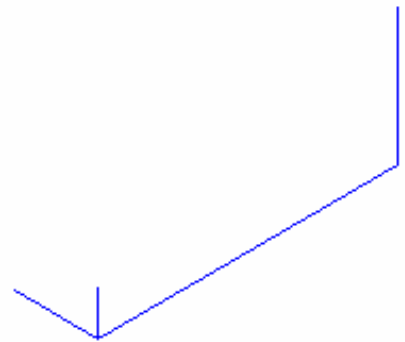
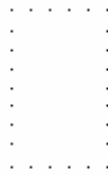
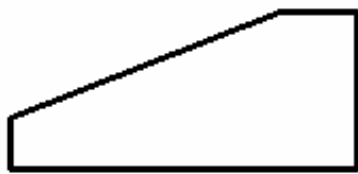
27



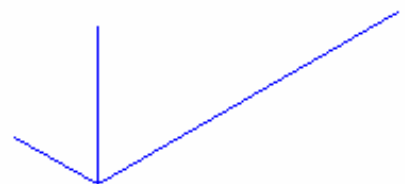


6) Dada duas vistas de uma peça construa a terceira no espaço pontilhado e faça também a sua perspectiva isométrica, usando os segmentos já traçados ao lado das respectivas vistas.

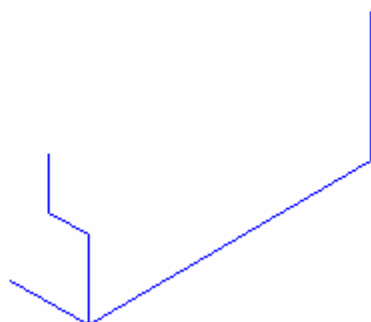
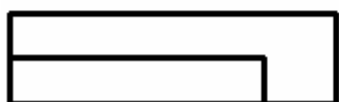
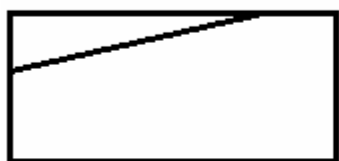
a



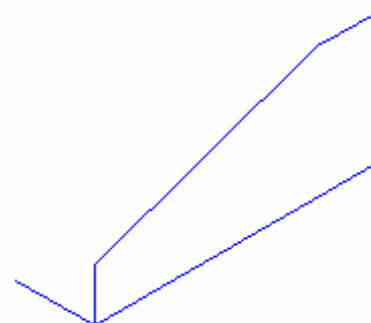
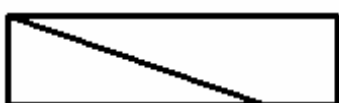
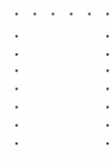
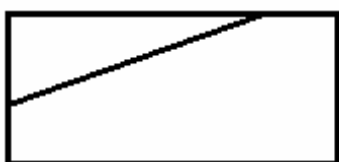
b



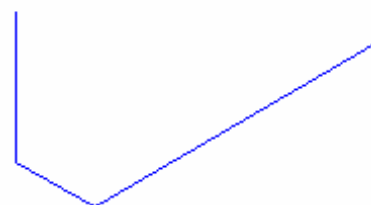
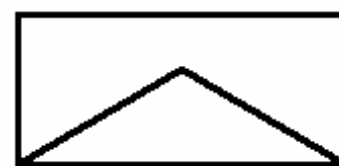
c



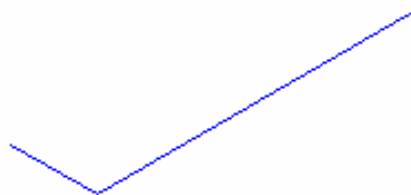
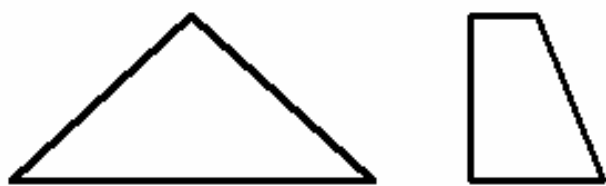
d



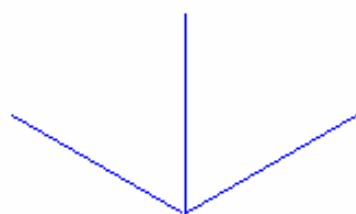
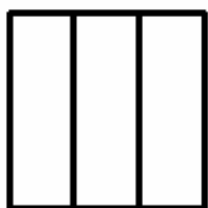
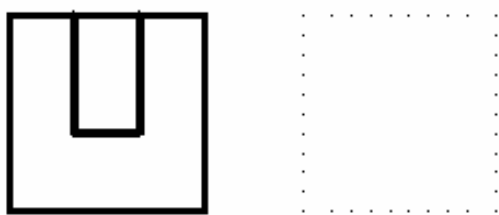
e



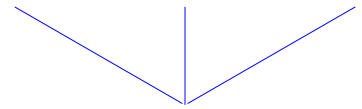
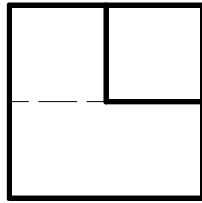
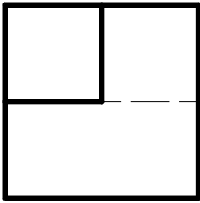
f



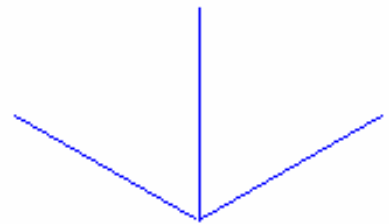
g



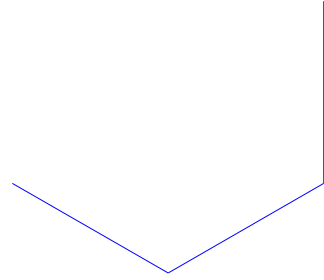
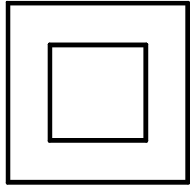
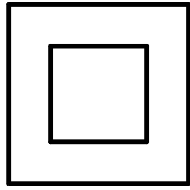
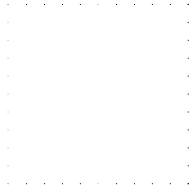
h



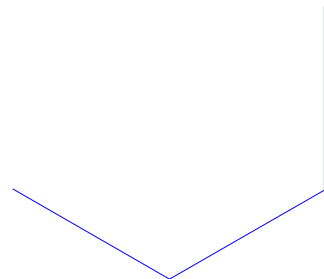
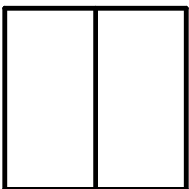
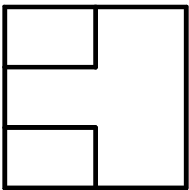
i



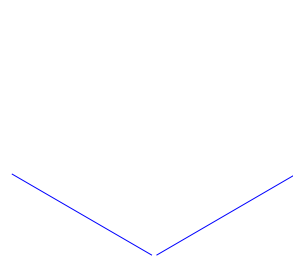
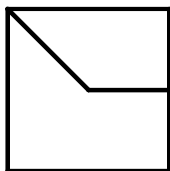
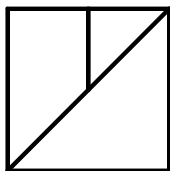
j



k

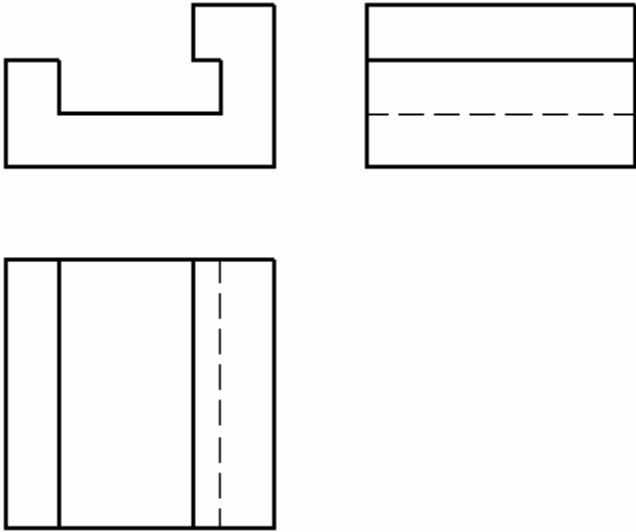


l

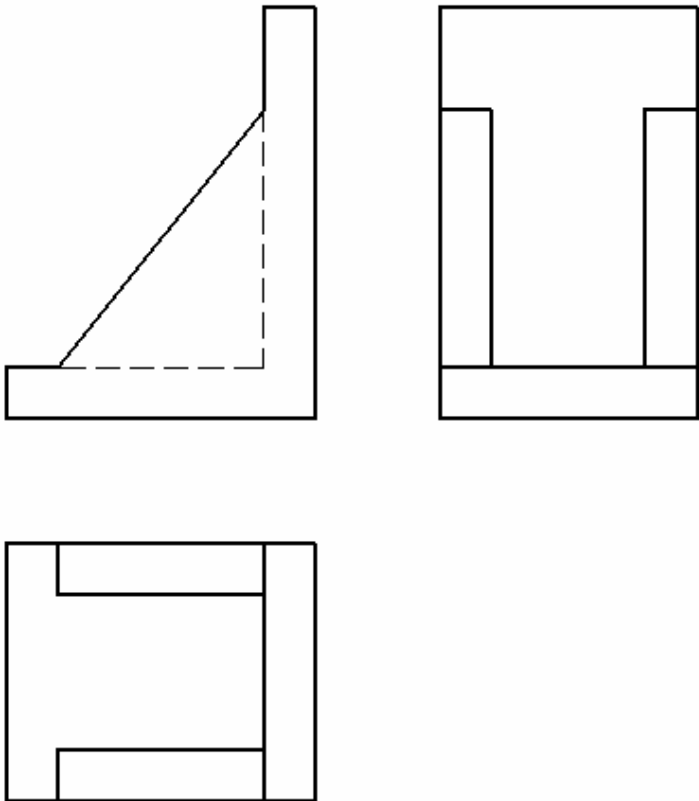


7) Dada as três vista ortográficas, construir a sua perspectiva isométrica ao lado.

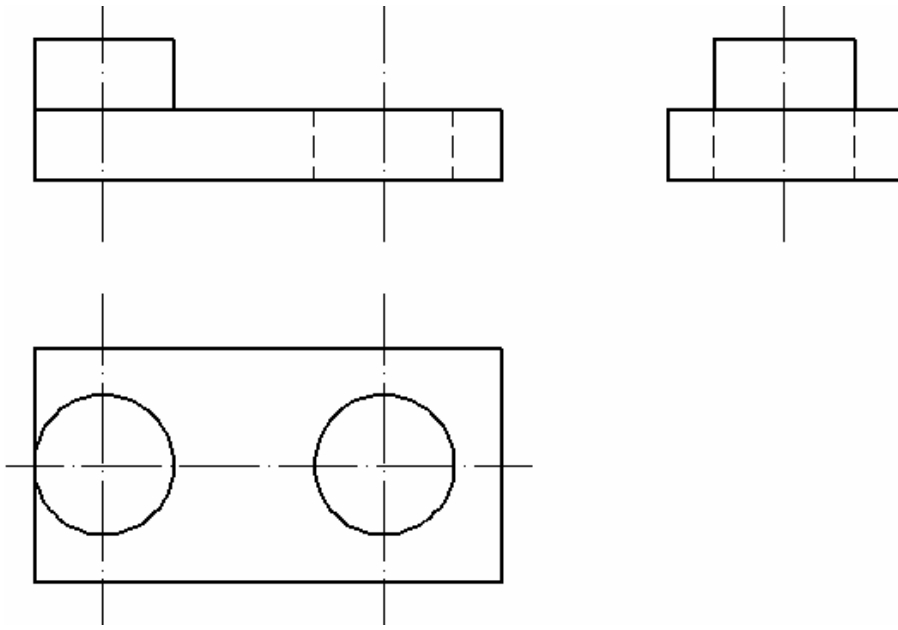
a)



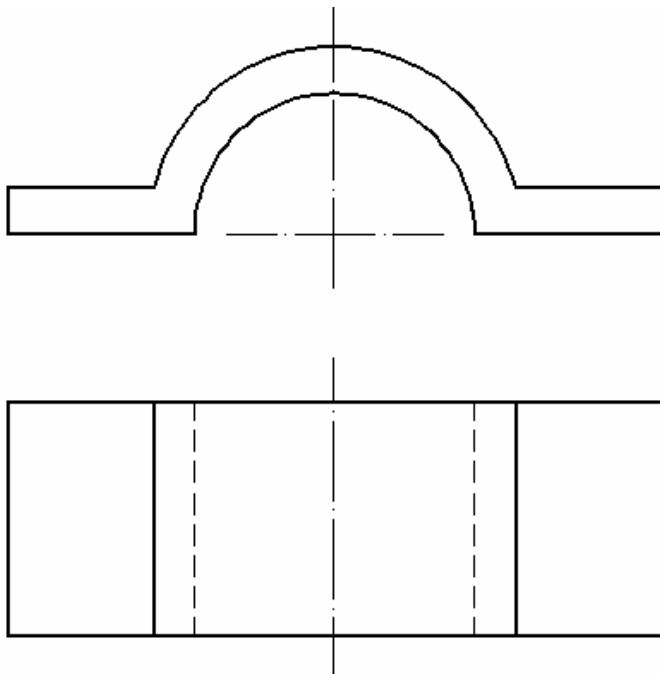
b)



c)



d)





**10 BLIOGRAFIA:**

- SPECK, Hederson José. Manual Básico de Desenho Técnico – Florianópolis : Ed. Da UFSC, 1997.
- PROVENZA, Eng. F. Desenhista de Maquinas, Escola Protec, São Paulo.
- HALLAWEL, Philip. A Linguagem do Desenho a Mão Livre, Companhia Melhoramentos, São Paulo, 1994.
- Normas Gerais para Desenho Técnico – NB8 – ABNT
- FRENCH, Thomas E. Desenho Técnico e Tecnologia Gráfica, Rio de Janeiro, Ed. Globo, 1985.
- SILVA, Silvio S. da. A linguagem do Desenho Técnico, Rio de Janeiro, LTC, 1984.
- PRÍNCIPE JUNIOR, Alfredo dos Reis. Noções de Geometria Geométrica. São Paulo, Nobel, 1976.
- CARVALHO, Bejamin de A .Desenho Geométrico. Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico S/A, 1982.
- JANUÁRIO, Antônio Jaime. Desenho Geométrico. Florianópolis, Editora da UFSC, 2000. Apostilas do telecurso 2000.
- RIBEIRO, Arlindo Silva; DIAS, Carlos Tavares. Desenho Técnico Moderno, Ed. LTC, 2006.
- [http://www.bibvirt.futuro.usp.br/textos/tem\\_outros/cursprofissionalizante/tc2000/des\\_tecnico](http://www.bibvirt.futuro.usp.br/textos/tem_outros/cursprofissionalizante/tc2000/des_tecnico)
- <http://www.debas.faelquil.br/~clelio>