

## Capítulo 3

# SISTEMAS DE PROJEÇÕES ORTOGONIAIS

### Ângulos Diedros

A representação de objetos tridimensionais por meio de desenhos bidimensionais, utilizando projeções ortogonais, foi idealizada por Gaspar Monge no século XVIII. O sistema de representação criado por Gaspar Monge é denominado Geometria Descritiva.

Considerando os planos vertical e horizontal prolongados além de suas interseções, como mostra a Figura 3.1, dividiremos o espaço em quatro ângulos diedros (que *tem duas faces*). Os quatro ângulos são numerados no sentido anti-horário, e denominados 1º, 2º, 3º, e 4º Diedros.

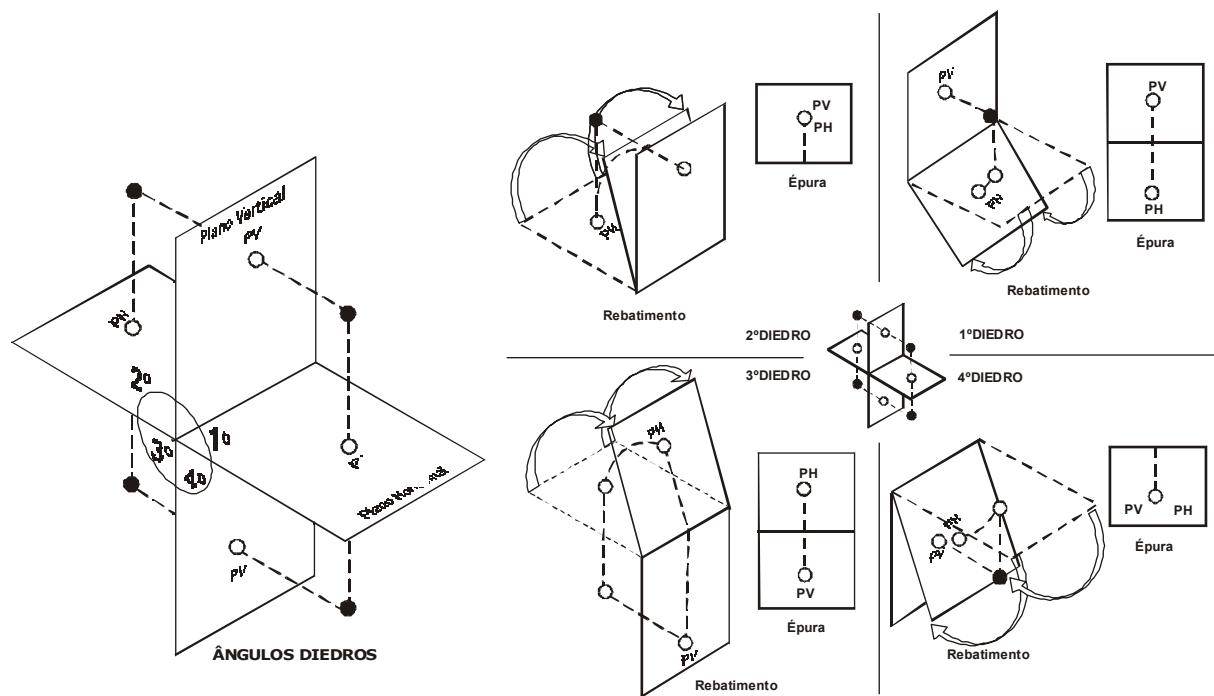


Figura 3.1

Utilizando os princípios da Geometria Descritiva, pode-se, mediante figuras planas, representar formas espaciais utilizando os rebatimentos de qualquer um dos quatro diedros.

Entretanto, para viabilizar o desenvolvimento industrial e facilitar o exercício da engenharia, foi necessário normalizar uma linguagem que, a nível internacional, simplifica o intercâmbio de informações tecnológicas.

Assim, a partir dos princípios da Geometria Descritiva, as normas de Desenho Técnico fixaram a utilização das projeções ortogonais somente pelos 1º e 3º diedros, criando pelas normas internacionais dois sistemas para representação de peças:

- sistema de projeções ortogonais pelo 1º diedro
- sistema de projeções ortogonais pelo 3º diedro

O uso de um ou do outro sistema dependerá das normas adotadas por cada país. Por exemplo, nos Estados Unidos da América (USA) é mais difundido o uso do 3º diedro; nos países europeus é mais difundido o uso do 1º diedro.

No Brasil é mais utilizado o 1º diedro, porém, nas indústrias oriundas dos USA, da Inglaterra e do Japão, poderão aparecer desenhos representados no 3º diedro.

Como as normas internacionais convencionaram, para o desenho técnico, o uso dos 1º e 3º diedros é importante a familiarização com os dois sistemas de representação.

A interpretação errônea de um desenho técnico poderá causar grandes prejuízos.

## Projeções Ortogonais pelo 1º Diedro

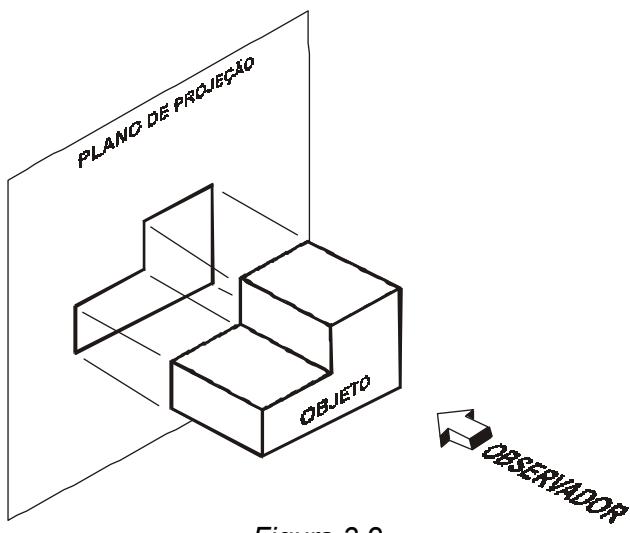


Figura 3.2

As projeções feitas em qualquer plano do 1º diedro seguem um princípio básico que determina que o objeto a ser representado deverá estar entre o observador e o plano de projeção, conforme mostra a Figura 3.2.

A partir daí, considerando o objeto imóvel no espaço, o observador pode vê-lo por seis direções diferentes, obtendo seis vistas da peça.

Ou seja, aplicando o princípio básico em seis planos circundando a peça, obtemos, de acordo com as normas internacionais, as vistas principais no 1º diedro.

Para serem denominadas vistas principais, as projeções têm de ser obtidas em planos perpendiculares entre si e paralelos dois a dois, formando uma caixa.

A Figura 3.3 mostra a peça circundada pelos seis planos principais, que posteriormente são rebatidos de modo a se transformarem em um único plano. Cada face se movimenta 90º em relação à outra.

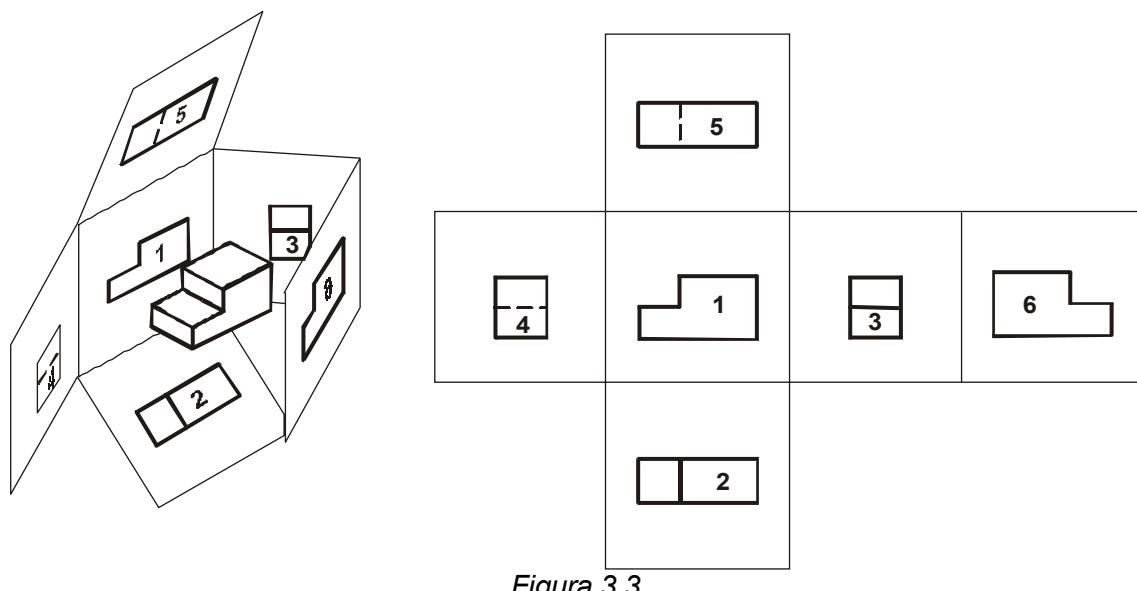


Figura 3.3

A projeção que aparece no plano 1(*Plano vertical de origem do 1º diedro*) é sempre chamada de vista de frente.

Em relação à posição da vista de frente, aplicando o princípio básico do 1º diedro, nos outros planos de projeção resultam nas seguintes vistas:

- Plano 1 – Vista de Frente ou Elevação – mostra a projeção frontal do objeto.
- Plano 2 – Vista Superior ou Planta – mostra a projeção do objeto visto por cima.
- Plano 3 – Vista Lateral Esquerda ou Perfil – mostra o objeto visto pelo lado esquerdo.
- Plano 4 – Vista Lateral Direita – mostra o objeto visto pelo lado direito.
- Plano 5 – Vista Inferior – mostra o objeto sendo visto pelo lado de baixo.
- Plano 6 – Vista Posterior – mostra o objeto sendo visto por trás.

A padronização dos sentidos de rebatimentos dos planos de projeção garante que no 1º diedro as vistas sempre terão as mesmas posições relativas.

Ou seja, os rebatimentos normalizados para o 1º diedro mantêm, em relação à vista de frente, as seguintes posições:

- a vista de cima fica em baixo;
- a vista de baixo fica em cima;
- a vista da esquerda fica à direita;
- a vista da direita fica à esquerda.

Talvez o entendimento fique mais simples, raciocinando-se com o tombamento do objeto. O resultado será o mesmo se for dado ao objeto o mesmo rebatimento dado aos planos de projeção.

A figura 3.4 mostra o tombamento do objeto.

Comparando com o resultado das vistas resultantes dos rebatimentos dos planos de projeção, pode-se observar:

- O lado superior do objeto aparece em baixo e o inferior em cima, ambos em relação à posição frente.
- O lado esquerdo do objeto aparece à direita da posição de frente, enquanto o lado direito está à esquerda do lado da frente.

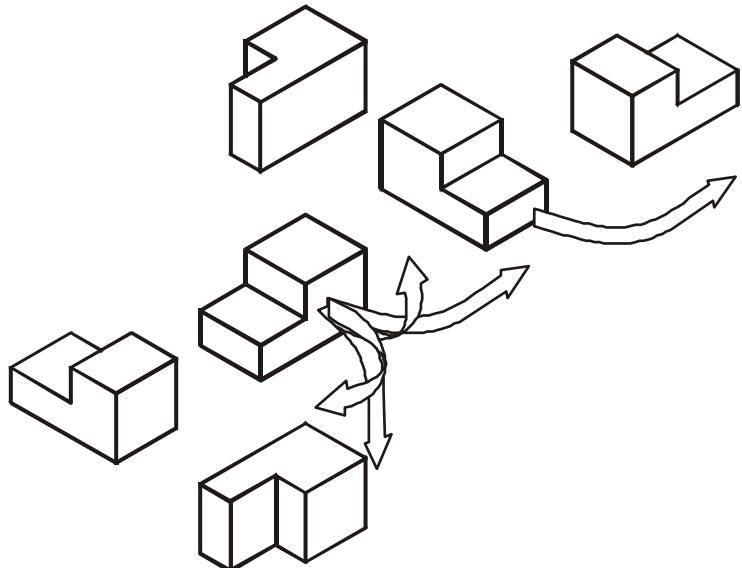


Figura 3.4

A Figura 3.5 mostra o desenho final das seis vistas.

Observe que não são colocados os nomes das vistas, bem como não aparecem as linhas de limite dos planos de projeções.

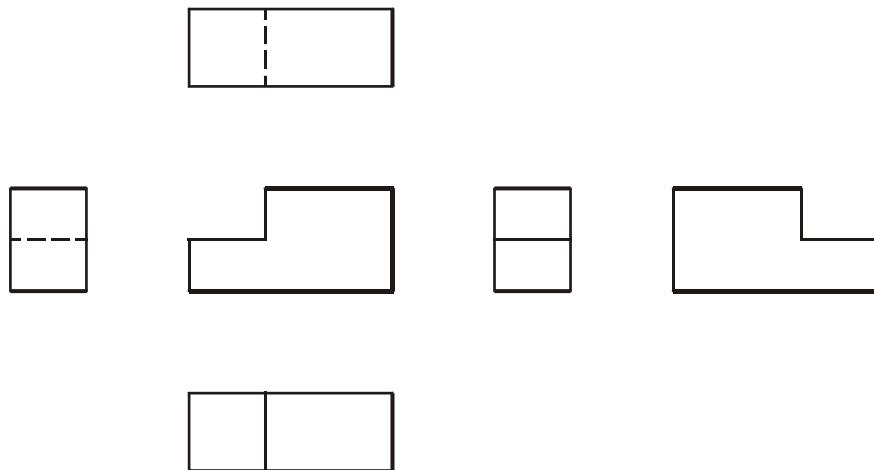


Figura 3.5

É importante olhar para o desenho sabendo que as vistas, apesar de serem desenhos bidimensionais, representam o mesmo objeto visto por diversas posições.

Com a consciência de que em cada vista existe uma terceira dimensão escondida pela projeção ortogonal; partindo da posição definida pela vista de frente e sabendo a disposição final convencionada para as outras vistas, é possível entender os tombos (*rebatimentos*) efetuados no objeto.

Outra consequência da forma normalizada para obtenção das vistas principais do 1º diedro é que as vistas são alinhadas horizontalmente e verticalmente.

Para facilitar a elaboração de esboços, como as distâncias entre as vistas devem ser visualmente iguais, pode-se relacionar as dimensões do objeto nas diversas vistas, conforme mostra a Figura 3.6.

Verticalmente relacionam-se as dimensões de comprimento, horizontalmente relacionam-se as dimensões de altura e os arcos transferem as dimensões de largura.

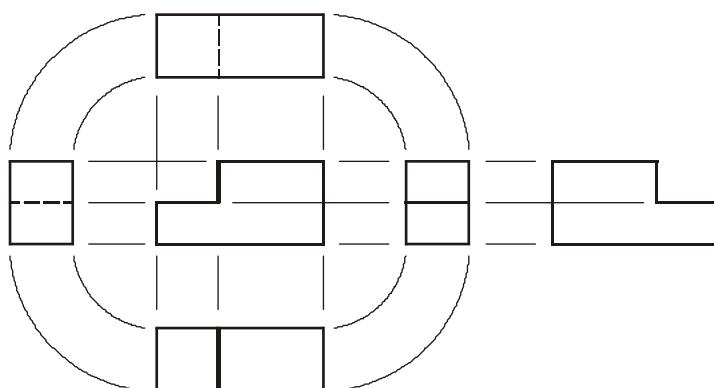
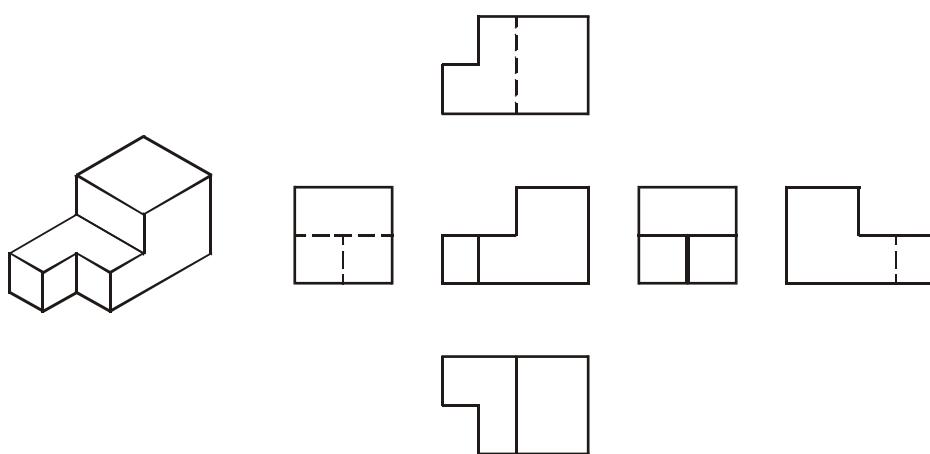


Figura 3.6

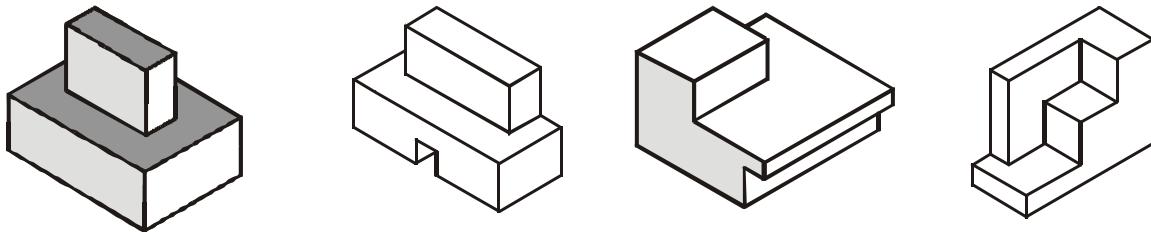
### Exercício Resolvido



## Exercícios Propostos

Ainda que dificilmente ocorra a necessidade de se desenhar todas as vistas principais de uma peça, é importante fazer os exercícios propostos para desenvolver a habilidade de raciocinar com os rebatimentos.

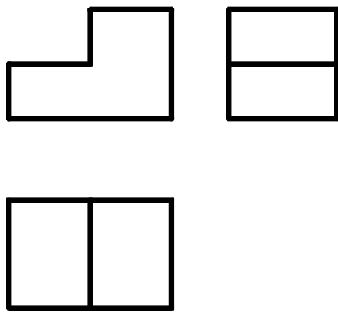
Procure analisar os rebatimentos de todas as superfícies que compõem cada peça.



## Escolha das Vistas

Dificilmente será necessário fazer seis vistas para representar qualquer objeto. Porém, quaisquer que sejam as vistas utilizadas, as suas posições relativas obedecerão às disposições definidas pelas vistas principais.

Na maioria dos casos, o conjunto formado pelas vistas de frente, vista superior e uma das vistas laterais é suficiente para representar, com perfeição, o objeto desenhado.



No 1º diedro é mais difundido o uso da vista lateral esquerda, resultando no conjunto preferencial composto pelas vistas de frente, superior e lateral esquerda, que também são chamadas, respectivamente, de elevação, planta e perfil, mostradas na Figura 3.7.

Na prática, devido à simplicidade de forma da maioria das peças que compõem as máquinas e equipamentos, são utilizadas somente duas vistas.

Figura 3.7

Em alguns casos, com auxílio de símbolos convencionais, é possível definir a forma da peça desenhada com uma única vista.

Não importa o número de vistas utilizadas, o que importa é que o desenho fique claro e objetivo.

**O desenho de qualquer peça, em hipótese alguma, pode dar margem a dupla interpretação.**

O ponto de partida para determinar as vistas necessárias é escolher o lado da peça que será considerado como frente. Normalmente, considerando a peça em sua posição de trabalho ou de equilíbrio, toma-se como frente o lado que melhor define a forma da peça. Quando dois lados definem bem a forma da peça, escolhe-se o de maior comprimento.

Feita a vista de frente faz-se tantos rebatimentos quantos forem necessários para definir a forma da peça.

Na Figura 3.8, considerando como frente a direção indicada, as três vistas preferenciais do 1º diedro são suficientes para representar o objeto. Observe no

conjunto de seis vistas que as outras três vistas, além de apresentarem partes ocultas, são desnecessárias na definição da forma do objeto.

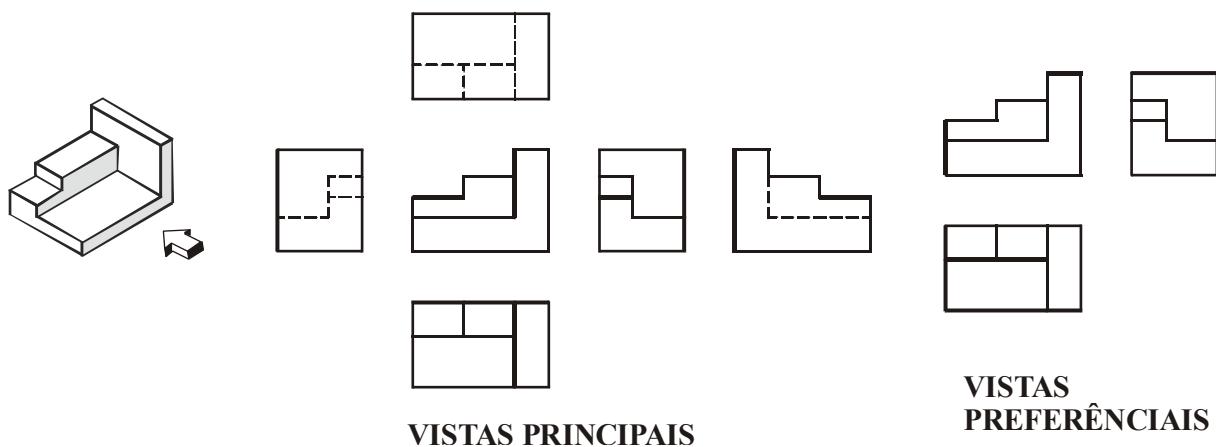


Figura 3.8

Na Figura 3.9, considerando a frente indicada no objeto, o conjunto formado pelas vistas de frente, superior e lateral direita é o que melhor representa a peça. Na vista lateral esquerda aparecem linhas tracejadas, que devem ser evitadas.

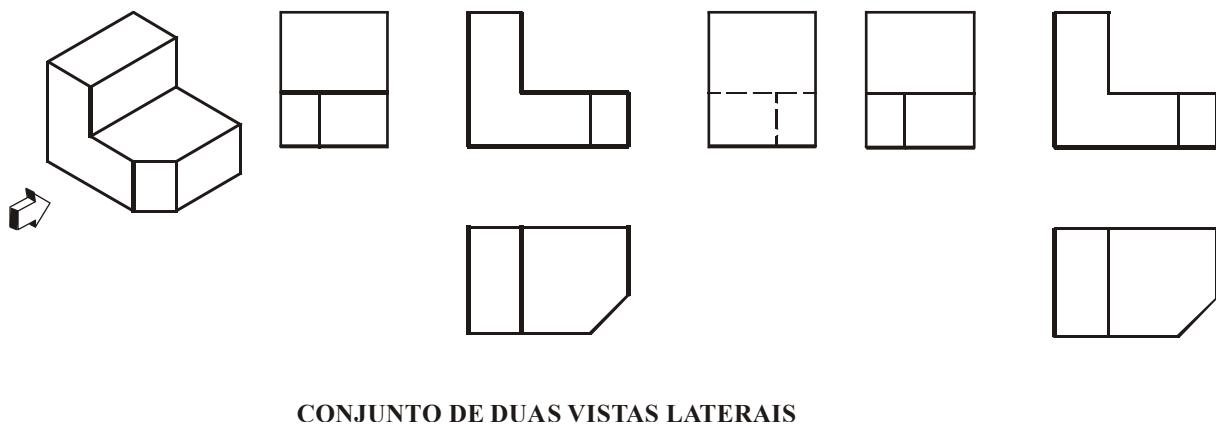


Figura 3.9

Quando a vista de frente for uma figura simétrica, conforme mostra a Figura 3.10, teoricamente poderia utilizar qualquer uma das vistas laterais, porém deve-se utilizar a vista lateral esquerda para compor o conjunto das vistas preferenciais.

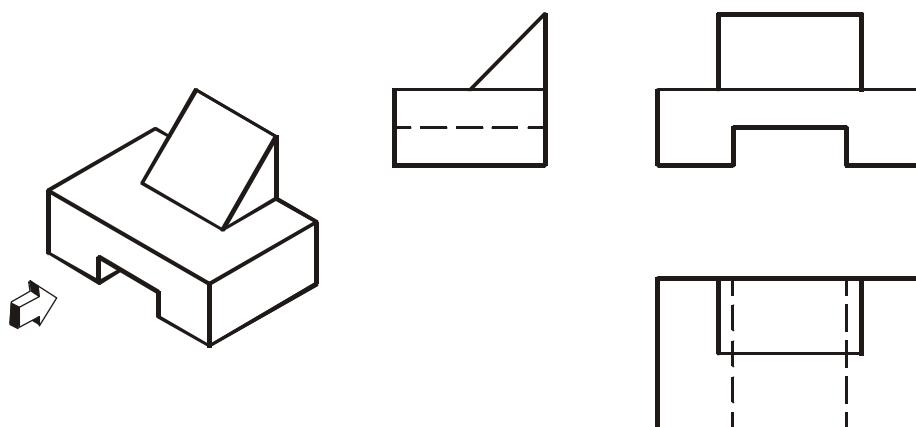


Figura 3.10

É preciso ter muito cuidado com a escolha das vistas, porque o uso de vistas inadequadas pode levar a soluções desastrosas.

A Figura 3.11 mostra que as duas vistas escolhidas em 3.11 (a) podem representar qualquer uma das peças mostradas em 3.11 (b) se considerarmos os sentidos de observação indicados no paralelepípedo.

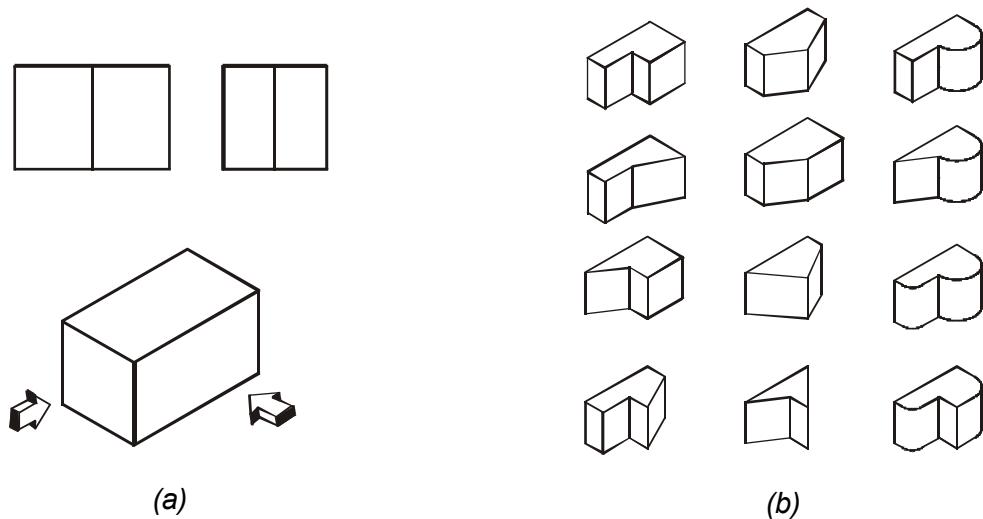


Figura 3.11

Ainda que pareça que o problema está resolvido, a solução pode ser enganosa como é mostrado na Figura 3.12. As duas vistas escolhidas em 3.12 (a) podem corresponder a qualquer uma das quatro peças mostradas em 3.12 (b).

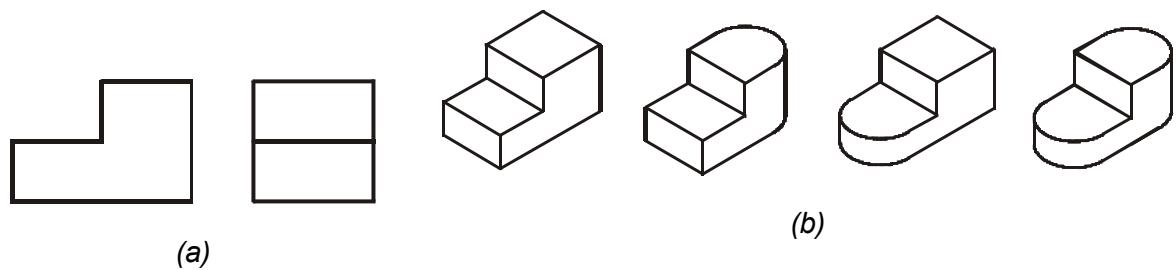
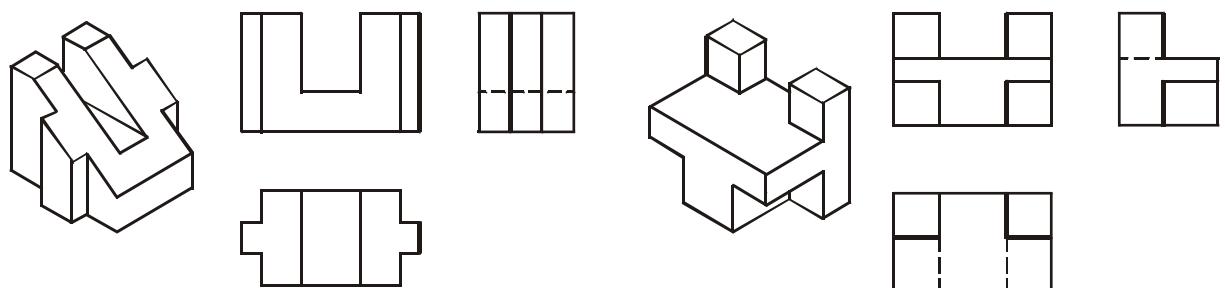


Figura 3.12

As vistas precisam ser escolhidas de modo que o desenho defina fielmente a forma da peça e que, em hipótese nenhuma, dê margem a dupla interpretação.

### Exercícios Resolvidos



## Exercícios Propostos

Dadas as perspectivas faça o esboço das três vistas que melhor representam as peças.

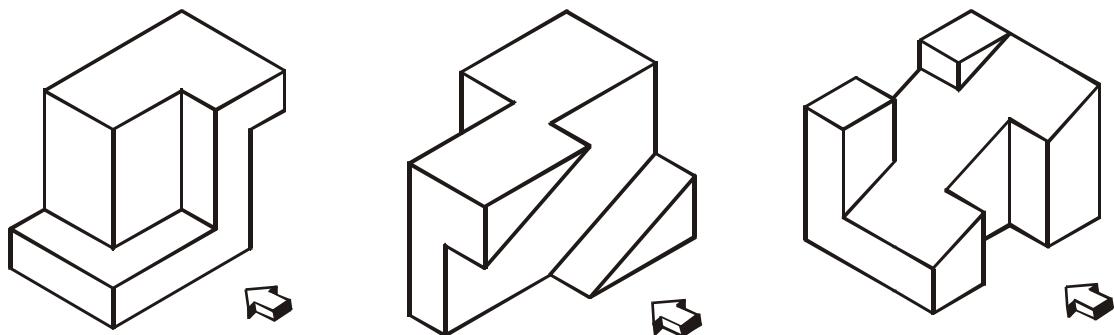
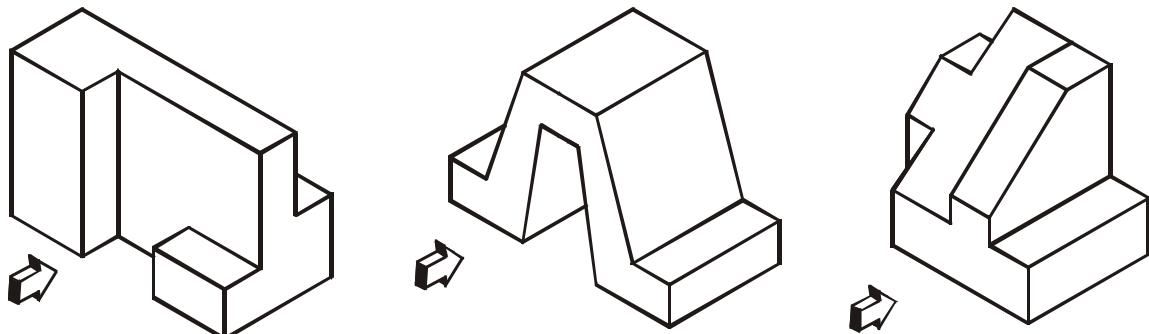
Para desenvolver a visão espacial todo o esforço deve ser concentrado na automação do raciocínio para os rebatimentos convencionados do 1º diedro.

A automação do raciocínio para os rebatimentos significa que, quando se olha para um conjunto de vistas deve-se, automaticamente, estar associando (enxergando) a peça, ou as superfícies que a compõem, em suas diferentes posições.

Na maioria das vezes não se consegue enxergar todos os detalhes da peça, mas é possível analisar individualmente cada superfície, e entender suas posições espaciais em cada vista.

Visando ajudar o desenvolvimento da visão espacial, os exercícios propostos devem ser resolvidos seguindo a seguinte metodologia:

1. Considerando a direção indicada, olhando para a perspectiva, faça o desenho da vista de frente;
2. Não se esqueça que o desenho da vista de frente, apesar de ser bidimensional, representa uma peça tridimensional e existe uma terceira dimensão que está escondida pelas projeções ortogonais;
3. Olhando para a vista de frente mas com o sentimento da forma espacial da peça, sem olhar para as perspectivas, faça a vista superior.
4. Confira as duas vistas com a perspectiva dada; e
5. Também sem olhar para a perspectiva, a partir da vista de frente, desenhe a vista lateral mais conveniente.



## Projeções Ortogonais pelo 3º Diedro

Assim como no 1º diedro, qualquer projeção do 3º diedro também segue um princípio básico.

Para fazer qualquer projeção no 3º diedro, o plano de projeção deverá estar posicionado entre o observador e o objeto, conforme mostra a Figura 3.13.

O plano de projeção precisa ser transparente (como uma placa de vidro) e o observador, por trás do plano de projeção, puxa as projetantes do objeto para o plano.

As vistas principais são obtidas em seis planos perpendiculares entre si e paralelos dois a dois, como se fosse uma caixa de vidro e, posteriormente, rebatidos de modo a formarem um único plano.

A Figura 3.14 mostra os rebatimentos dos planos que compõem a caixa de vidro, onde cada plano se movimenta 90º em relação ao outro.

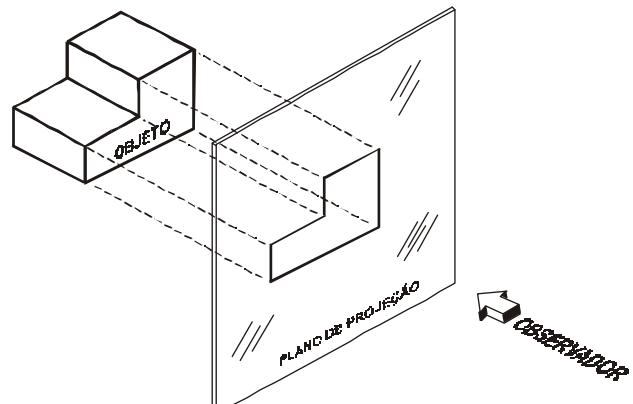


Figura 3.13

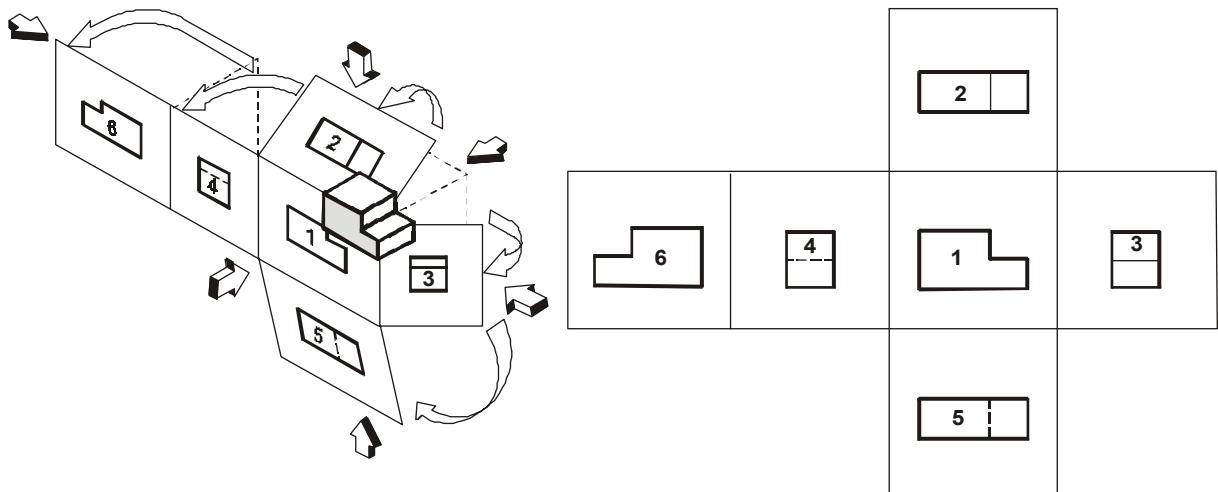


Figura 3.14

Da mesma forma que no 1º diedro, a projeção que é representada no plano 1 corresponde ao lado da frente da peça.

Deste modo, considerando o princípio básico e os rebatimentos dados aos planos de projeção, têm-se as seguintes posições relativas das vistas:

- Plano 1 – Vista de Frente – mostra a projeção frontal do objeto.
- Plano 2 – Vista Superior – mostra a projeção do objeto visto por cima.
- Plano 3 – Vista Lateral Direita – mostra o objeto visto pelo lado direito.
- Plano 4 – Vista Lateral Esquerda – mostra o objeto visto pelo lado esquerdo.
- Plano 5 – Vista Inferior – mostra o objeto sendo visto pelo lado de baixo.
- Plano 6 – Vista Posterior – mostra o objeto sendo visto por trás.

A Figura 3.15 mostra as vistas principais resultantes das projeções na caixa de vidro e também os tombamentos que devem ser dados à peça para obter o mesmo resultado.

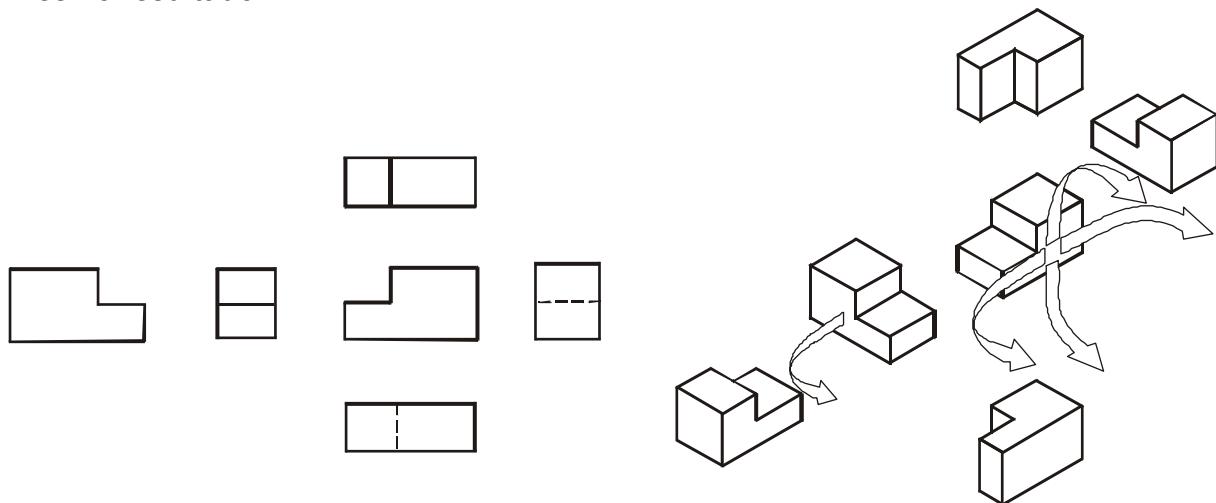


Figura 3.15

No 3º diedro as vistas mais utilizadas, que acabam se constituindo nas vistas preferenciais, são o conjunto formado pelas vistas de frente, superior e lateral direita. A Figura 3.16 mostra as vistas principais e as vistas preferenciais do 3º diedro.

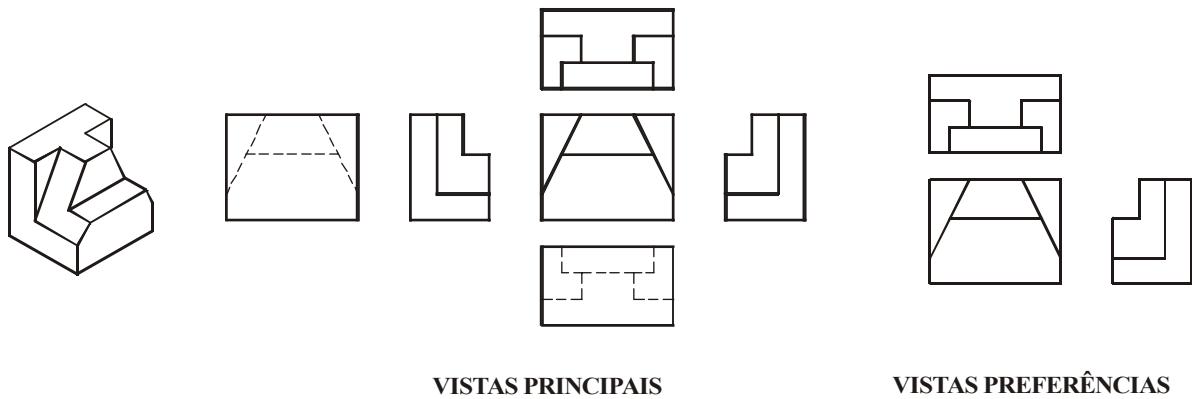
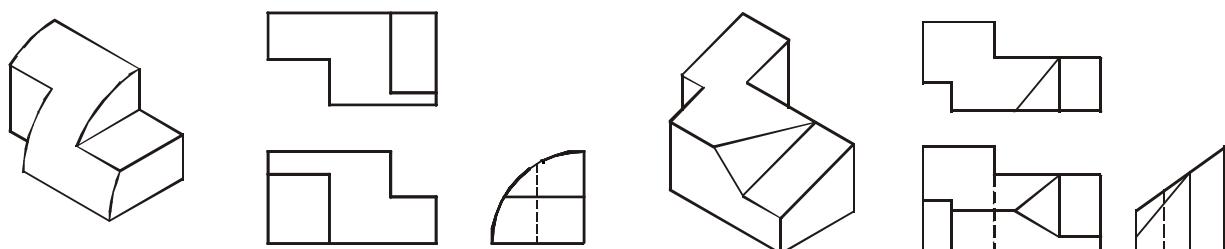


Figura 3.16

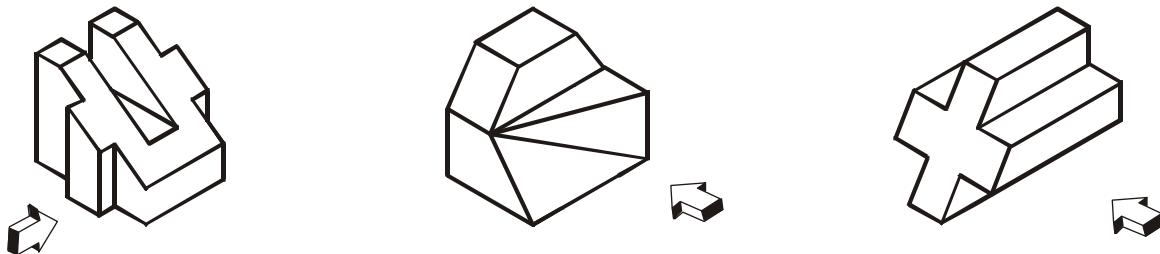
## Exercícios Resolvidos

Analise as projeções das peças abaixo e procure entender os rebatimentos convencionados para o 3º diedro.



## Exercícios Propostos

Tome como vistas de frente as direções indicadas e, analisando cuidadosamente os rebatimentos, faça o esboço das seis vistas principais de cada peça dada.



## Comparações entre as Projeções do 1º e do 3º Diedros

Visando facilitar o estudo e o entendimento dos dois sistemas de projeções ortogonais, normalizados como linguagem gráfica para o desenho técnico, serão realçadas as diferenças e as coincidências existentes entre o 1º e o 3º diedros a seguir.

### 1 - Quanto à vista de Frente

Tanto no 1º como no 3º diedro, deve-se escolher como frente o lado que melhor representa a forma da peça, respeitando sua posição de trabalho ou de equilíbrio.

### 2 – Quanto às Posições relativas das vistas

A Figura 3.17 mostra as vistas principais do 1º e do 3º diedros. Para facilitar a comparação, nos dois casos, a vista de frente corresponde ao mesmo lado do objeto. Como é mantida a mesma frente, consequentemente, todas as outras vistas são iguais, modificando somente as suas posições relativas.

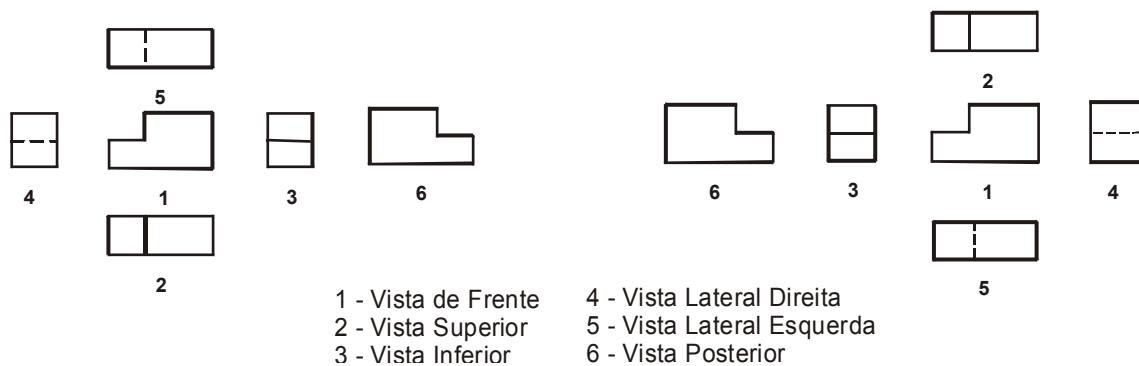


Figura 3.17

### POSIÇÕES RELATIVAS À VISTA DE FRENTE

1º Diedro	3º Diedro
A vista superior fica embaixo	A vista superior fica em cima
A vista inferior fica em cima	A vista inferior fica embaixo
A vista lateral direita fica à esquerda	A vista lateral direita fica à direita
A vista lateral esquerda fica à direita	A vista lateral esquerda fica à esquerda

As figuras 3.18 e 3.19 fazem respectivamente a comparação dos sentidos dos rebatimentos dos planos de projeções e dos tombamentos do objeto.

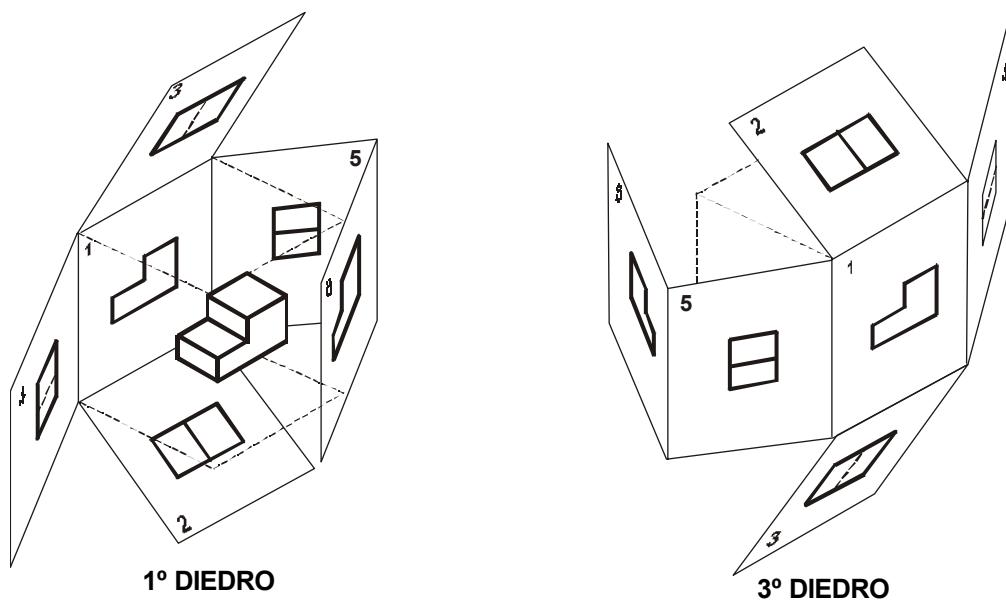


Figura 3.18

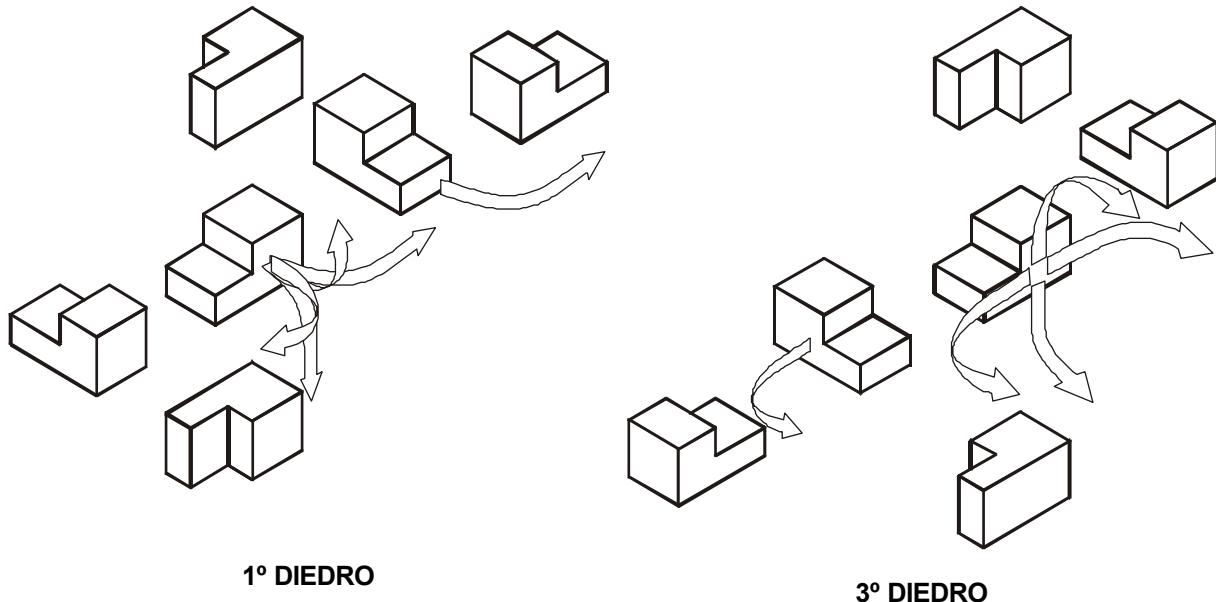


Figura 3.19

Observe que no 1º diedro, olha-se a peça por um lado e desenha-se o que se está vendo do outro lado, enquanto no terceiro diedro, o que se está vendo é desenhado no próprio lado donde se está olhando a peça.

Não se pode esquecer que cada projeção ortogonal representa o objeto em uma determinada posição e, assim sendo, no 1º diedro qualquer projeção ortogonal corresponde àquilo que é visto pelo outro lado da projeção que estiver ao seu lado. Da mesma forma, no 3º diedro qualquer projeção ortogonal corresponde àquilo que é visto na direção da projeção que estiver ao seu lado.

Para facilitar o entendimento das inversões dos rebatimentos, as Figuras 3.20, 3.21 e 3.23 comparam os rebatimentos do 1º e do 3º diedros.

### Das vistas superior e inferior

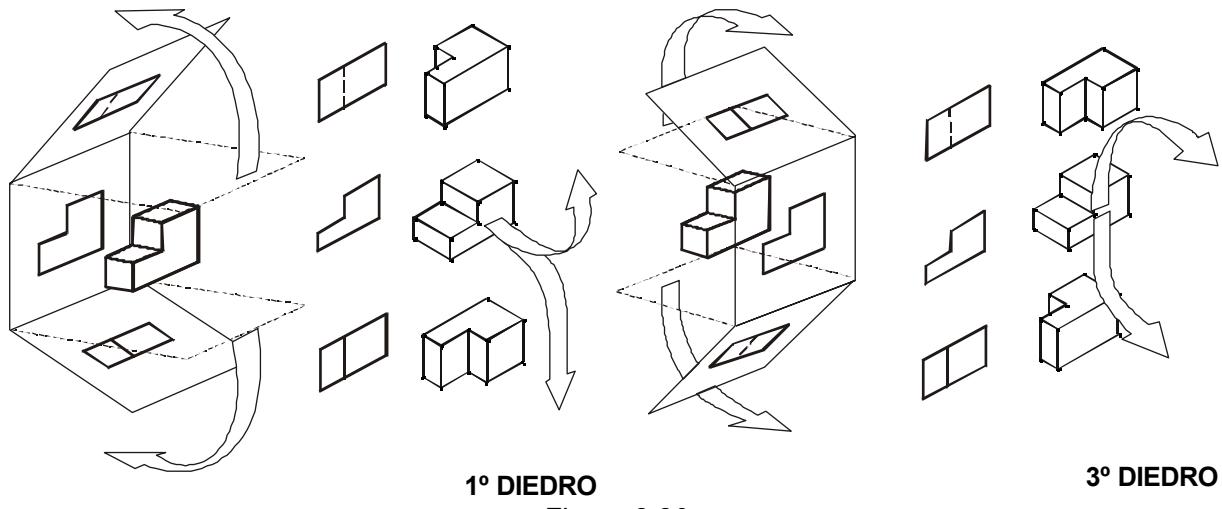


Figura 3.20

### Das vistas laterais

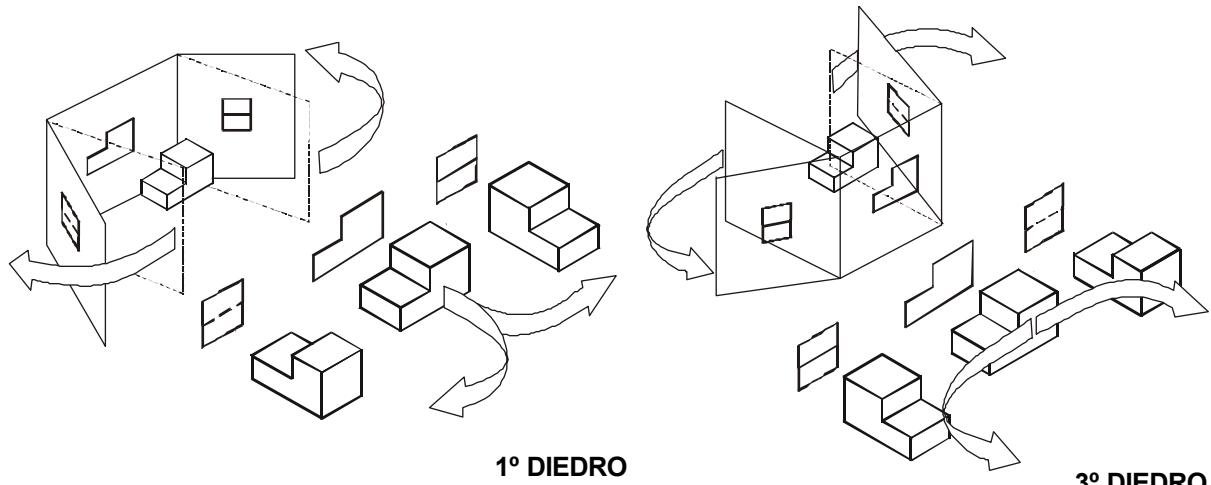


Figura 3.21

Figura 3.22

Para desenvolver habilidade na interpretação de desenhos técnicos é necessário associar, automaticamente, o conjunto de vistas com os rebatimentos que a peça sofreu.

Em função de uma maior utilização, deve ser dada maior ênfase no estudo dos rebatimentos formados pelas vistas preferenciais. A Figura 3.23 mostra a comparação destes rebatimentos.

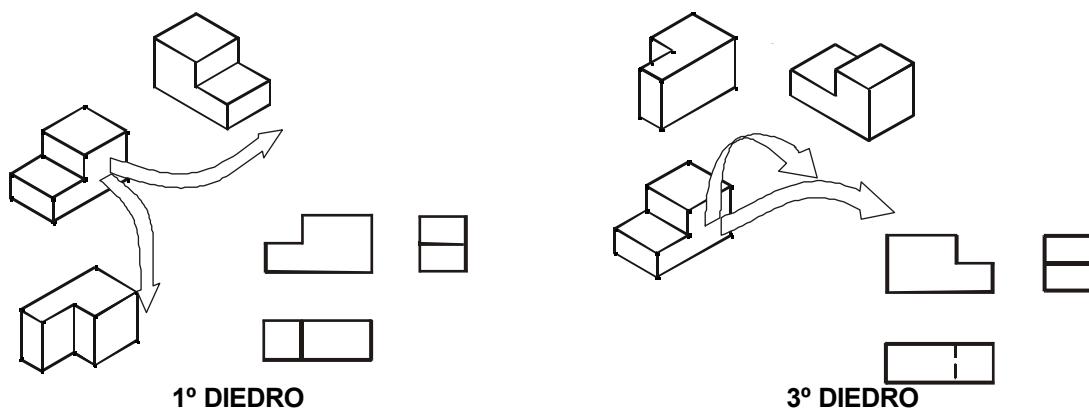


Figura 3.23

Na Figura 3.23, no 3º diedro, o objeto seria mais bem representado se fosse utilizado como frente o lado de trás da peça porque eliminaria a linha tracejada na vista lateral direita.

Respeitando a posição de equilíbrio ou a posição de trabalho da peça, toma-se como frente um lado que defina a forma da peça e que também resulte em um conjunto de vistas com o menor número possível de arestas ocultas.

A Figura 3.24 mostra as vistas principais no 1º e no 3º diedros obtidas a partir da mesma vista de frente (*direção indicada na perspectiva*).

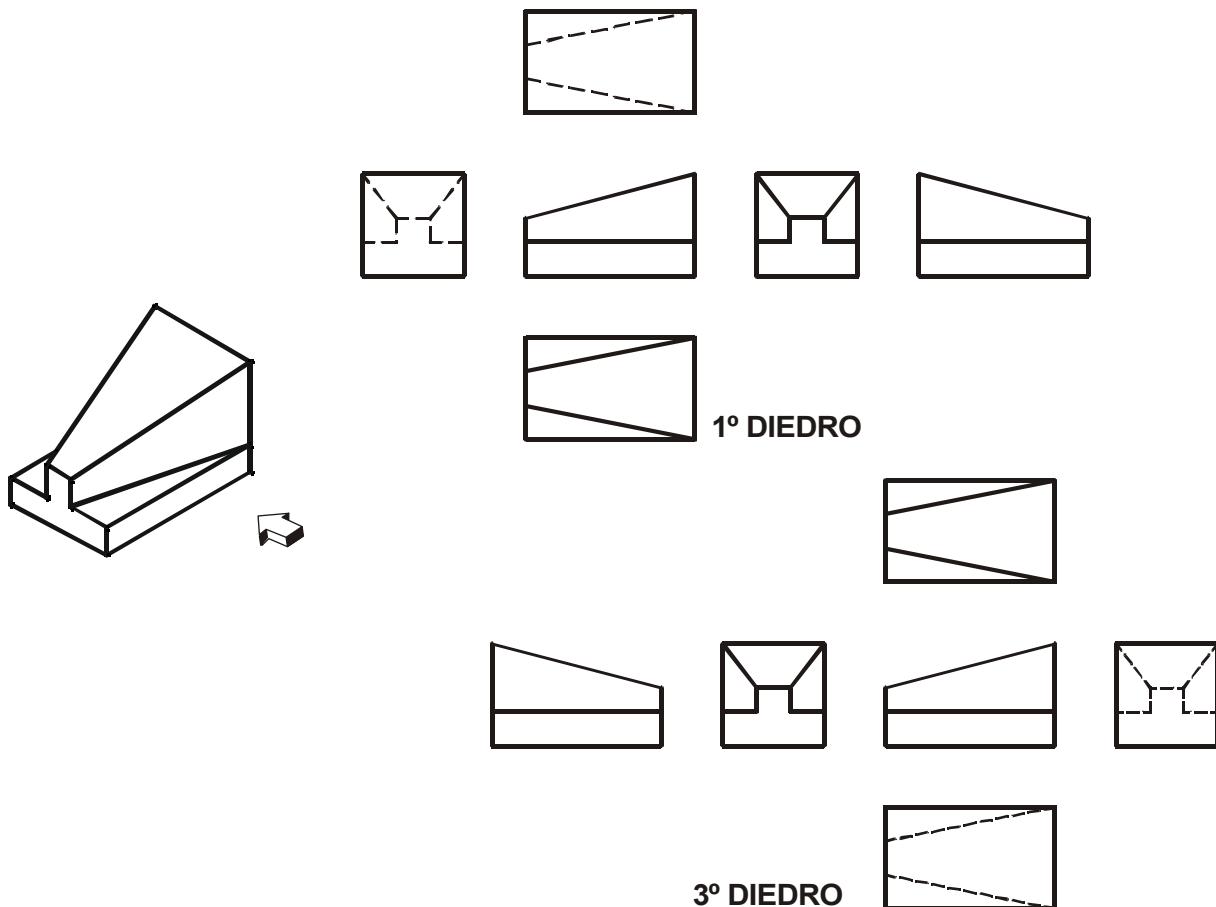


Figura 3.24

Para utilizar o conjunto de vistas preferenciais e ao mesmo tempo minimizar as linhas tracejadas é necessário modificar os lados tomados como frente, conforme mostra a Figura 3.25.

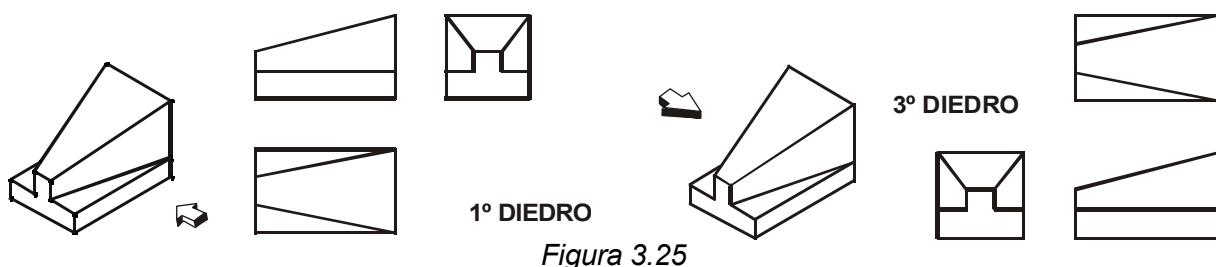
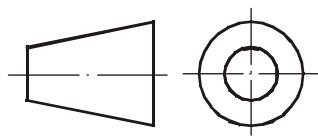


Figura 3.25

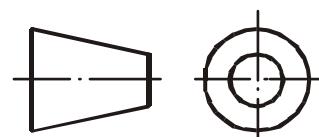
De acordo com as normas internacionais, na execução de desenhos técnicos, pode-se utilizar tanto o 1º como o 3º diedros.

Para facilitar a interpretação do desenho é recomendado que se faça a indicação do diedro utilizado na representação. A indicação pode ser feita

escrevendo o nome do diedro utilizado, como mostrado na Figura 3.25 ou utilizando os símbolos da Figura 3.26.



Símbolo do 1º DIEDRO

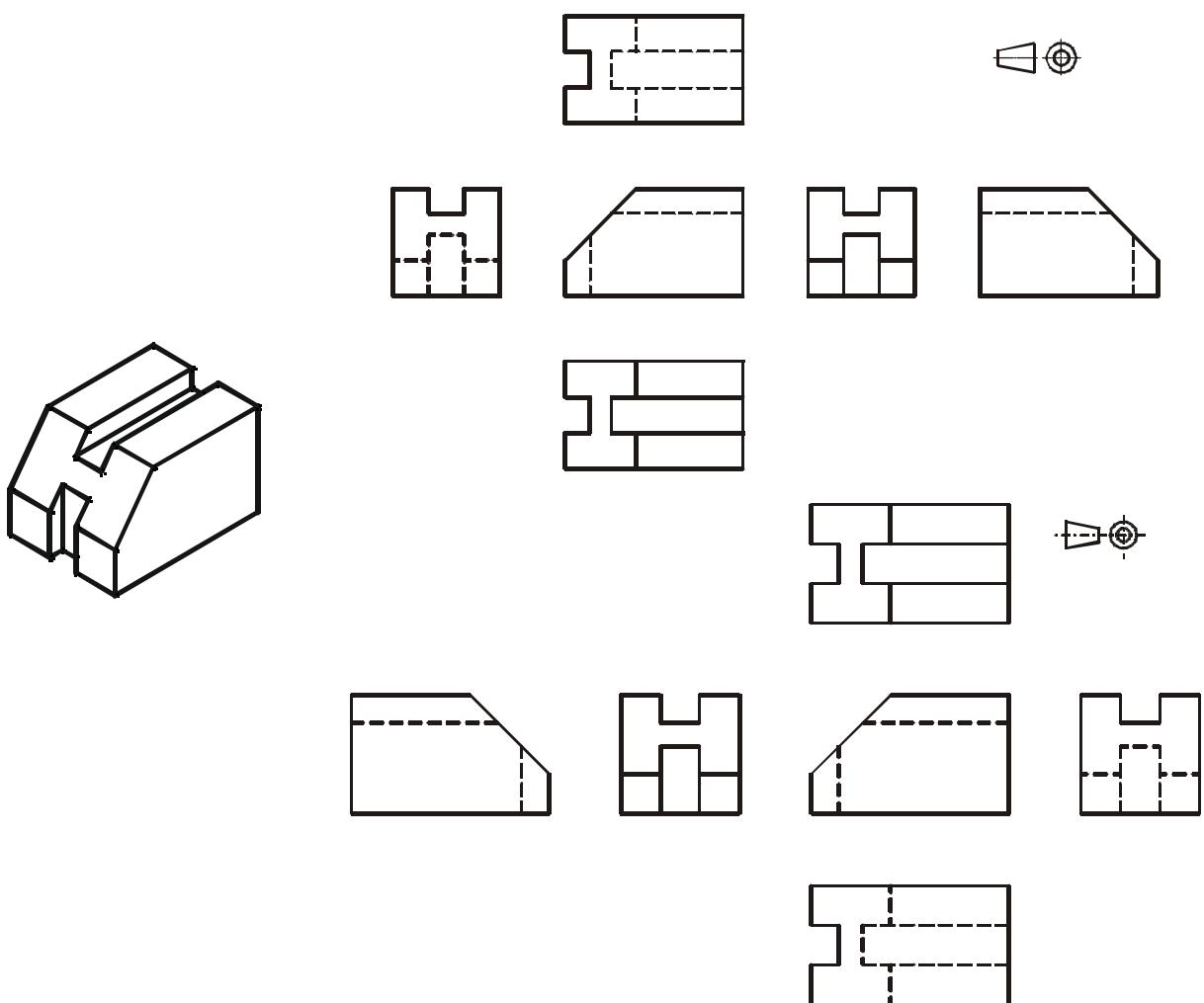


Símbolo do 3º DIEDRO

Figura 3.26

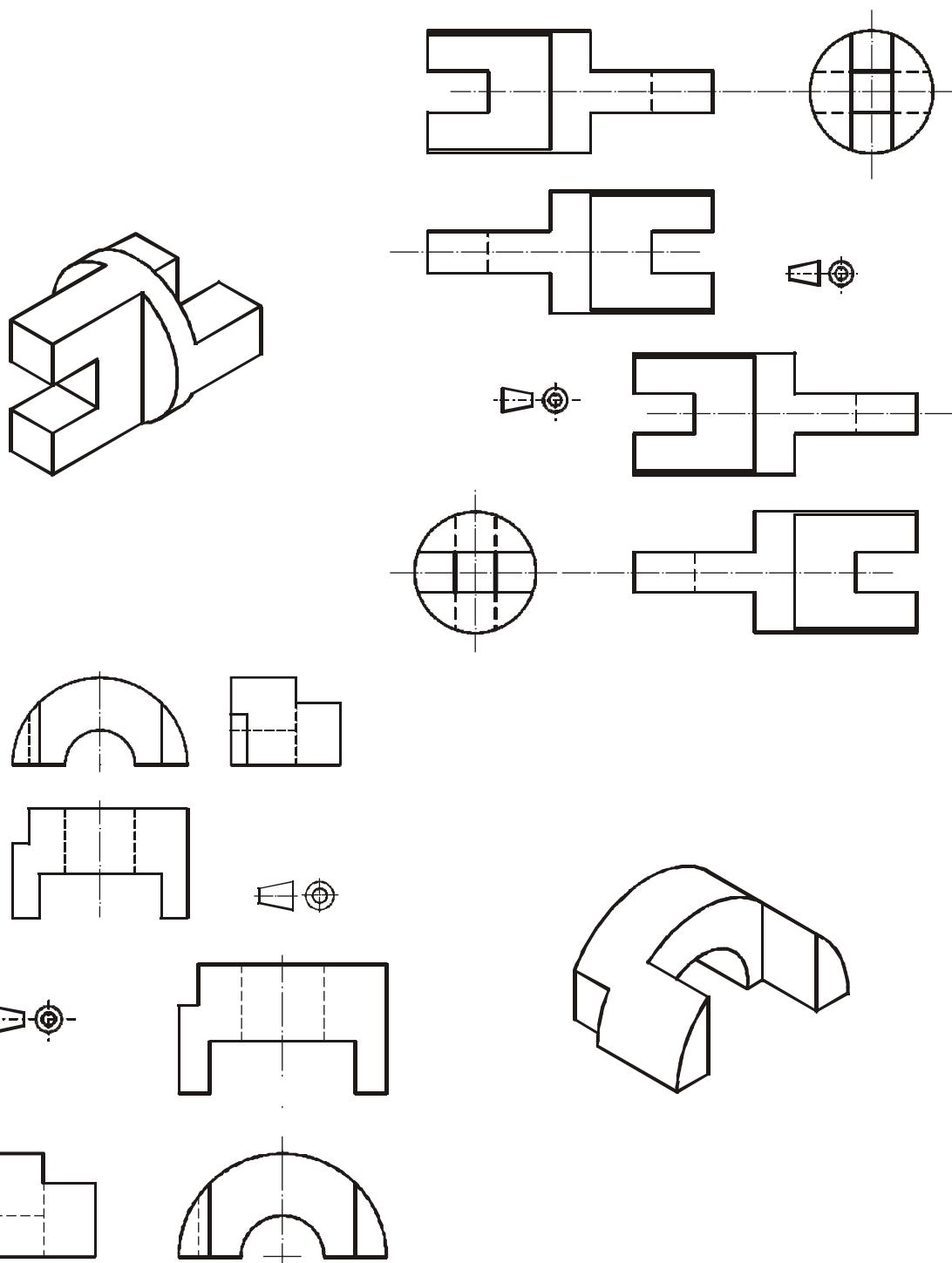
### Exercícios Resolvidos

No desenho seguinte são dadas as vistas principais no 1º e no 3º diedros. Analise as projeções das superfícies que compõem a peça procurando entender os seus rebatimentos.



Os desenhos seguintes mostram as três vistas que melhor representam a peça (*conjunto de vistas que têm o menor número possível de arestas invisíveis*), mantendo a mesma vista de frente tanto no 1º como no 3º diedros.

Observe que, para manter a mesma vista de frente nos dois diedros, foi necessário fugir das vistas preferenciais em um deles.



Para utilizar as vistes preferências e minimizar o aparecimento de linhas tracejadas é preciso escolher, para cada diedro, o lado da peça que será tomado como frente.

