

DESENHO E REPRESENTAÇÃO GRÁFICA

Licenciatura em Engenharia Biomédica



Elaborado por Paulo Flores | 2024

Departamento de Engenharia Mecânica
Universidade do Minho
Campus de Azurém
4804-533 Guimarães

pflores@dem.uminho.pt

www.youtube.com/@ProfessorPauloFlores

A.04 – REPRESENTAÇÕES ORTOGRÁFICAS

1. Sistemas de Projeção
2. Projeção e Vista
3. Método Europeu
4. Método Americano
5. Escolha de Vistas
6. Execução de Desenhos Ortográficos
7. Exercícios de Aplicação

1. Sistemas de Projeção

O **projektor multimédia** da sala de aula é um exemplo bem elucidativo de um sistema de projeção.

Os **jogos de sombras** são também exemplos, no nosso quotidiano, de sistemas de projeção, em que direcionando um feixe de luz contra um objeto resulta numa sombra projetada numa superfície.



Projektor multimédia



Jogo de sombras

Os sistemas de projeção acima referidos dependem de **luz** (intensidade, localização, forma) e da **localização do observador** (finito ou infinito).

Assim, facilmente se depreende que alterando as características da luz e a localização do observador, resultará em projeções distintas.

Deve lembrar-se os **cinco elementos essenciais** dos sistemas de projeção, ou seja, o centro de projeção, as projetantes ou raios, o objeto a projetar, o plano de projeção e a imagem ou projeção.

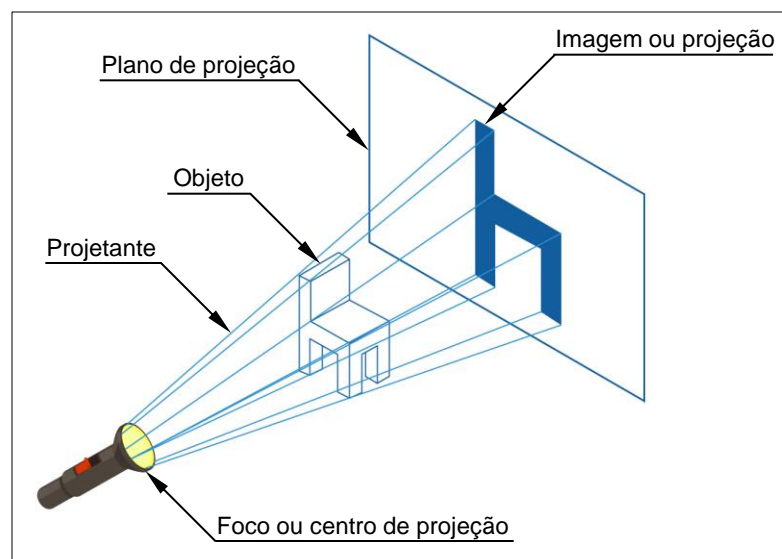
1. Sistemas de Projeção

Antes de abordar o tema relativo aos **sistemas de projeção** é oportuno apresentar alguns **conceitos base**.

Projeção é um vocábulo de origem latina, que significa ação de lançar contra algo, tal como acontece, por exemplo, no **cinema** quando se projeta um filme numa tela ou ecrã. Em desenho técnico, **projeção** pode ser entendida como a **imagem** que resulta quando um objeto é projetado sobre uma superfície, em geral, plana.

Um **sistema de projeção** é constituído pelas relações espaciais entre **cinco elementos** fundamentais.

- O **objeto** a representar.
- A localização do **observador** ou foco.
- A **superfície** de representação ou alvo.
- A **projeção** ou imagem.
- As **ligações** entre o objeto e a sua imagem no alvo, ditas **projetantes**.



Sistema de projeção

No contexto de desenho técnico, pode-se entender por **sistema de projeção** como o conjunto de elementos que, através de procedimentos específicos, constituem a projeção bidimensional de objetos tridimensionais.

Épura diz respeito à representação de **projeções ortogonais** de objetos tridimensionais sobre dois planos perpendiculares entre si. **Diedro** é o ângulo formado por dois semiplanos com reta comum.

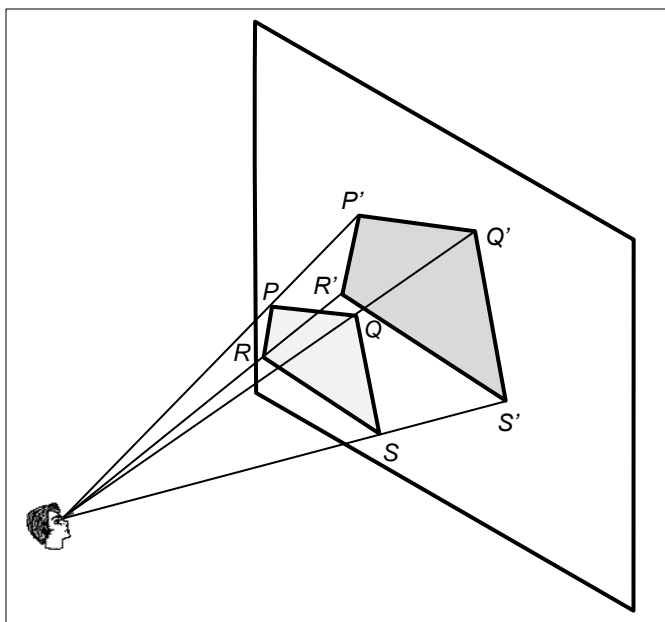
1. Sistemas de Projeção

Consoante o objetivo da representação, podem ser utilizadas diferentes regras na construção da **imagem ou projeção**, constituindo-se assim os diversos sistemas de projeção.

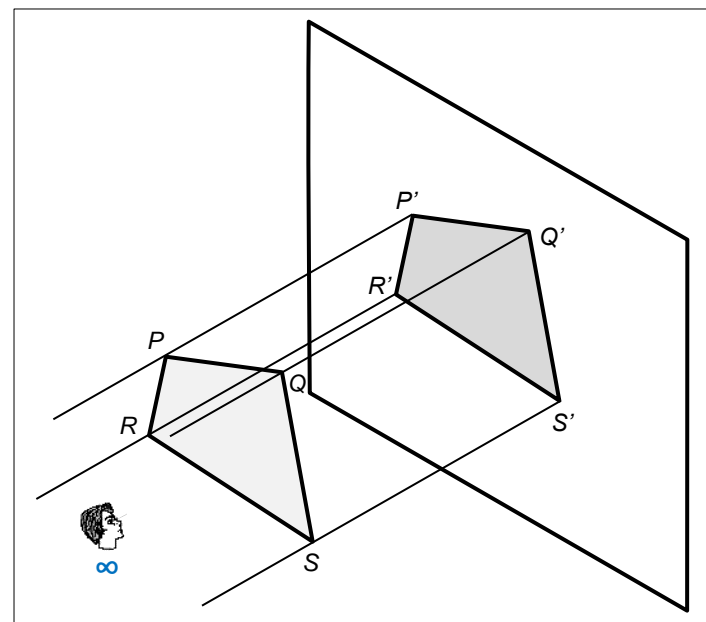
Os dois principais sistemas de projeção são **central ou cónico** e **paralelo ou cilíndrico**.

No sistema de projeção **central** ou **cónica** o centro de projeção está situado a uma distância finita do plano de projeção, sendo que as projetantes concorrem no centro de projeção.

No sistema de projeção **paralela** ou **cilíndrica** o centro de projeção está situado no infinito em relação ao plano de projeção, pelo que as projetantes são paralelas entre si.



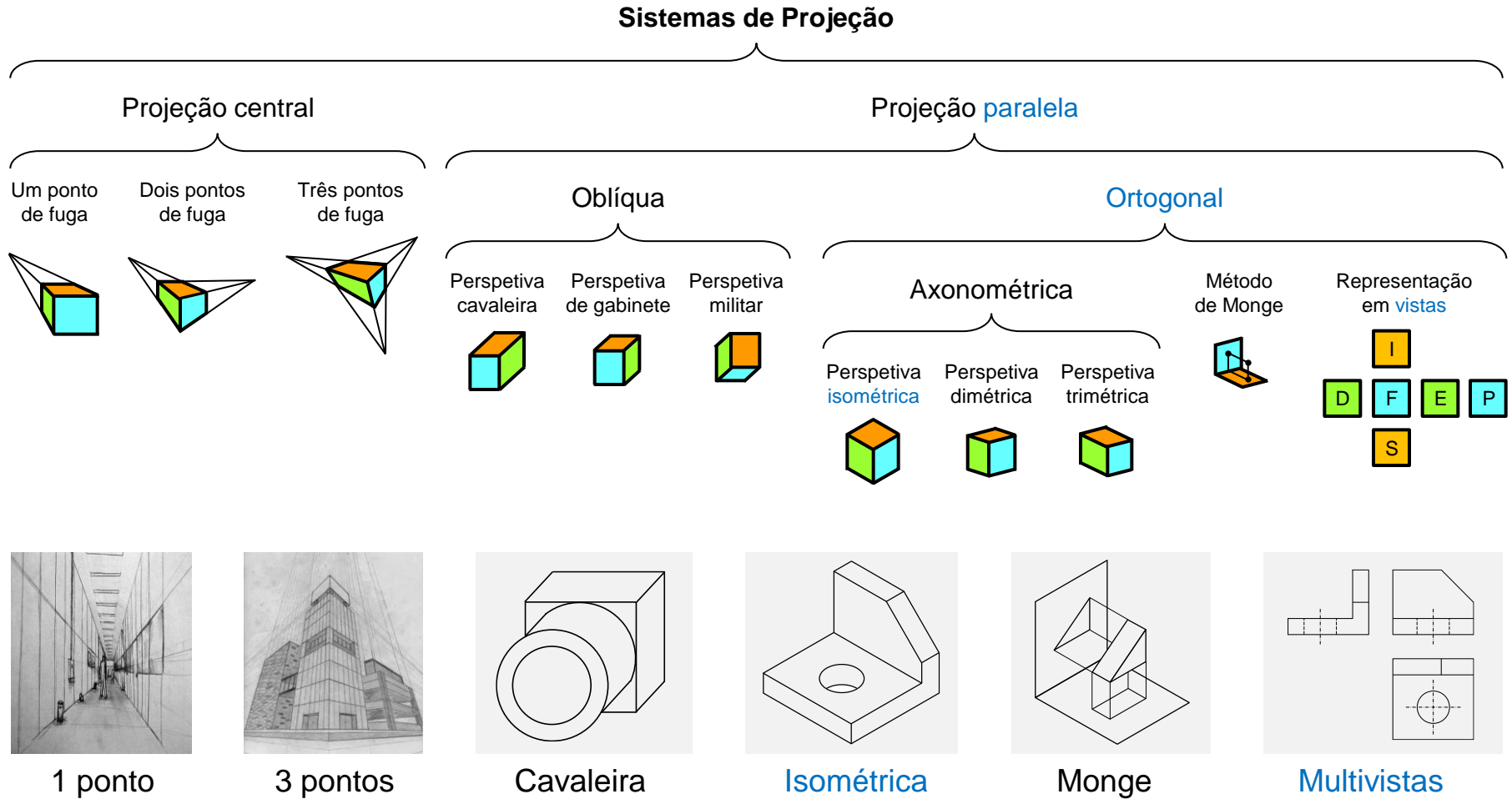
Projeção **central** ou cónica



Projeção **paralela** ou cilíndrica

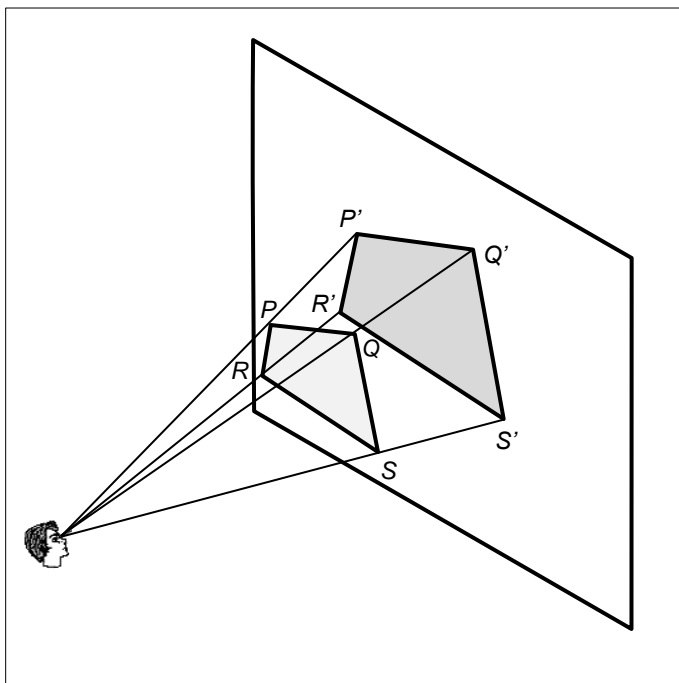
1. Sistemas de Projecção

Dentro dos sistemas de projecção existem diversas modalidades, as quais foram desenvolvidas para dar resposta a diferentes problemas com que os utilizadores se depararam. Abaixo apresenta-se um resumo dos **principais sistemas de projecção** a considerar no âmbito do desenho técnico.

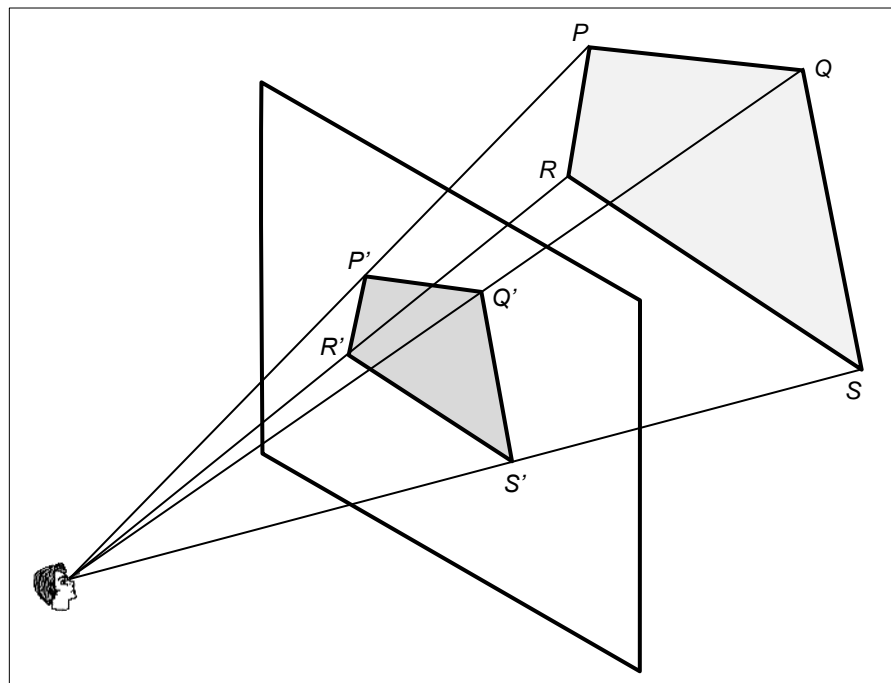


1. Sistemas de Projeção

Nos sistemas de projeção é muito importante estabelecer a **posição relativa** entre o **observador**, o **plano de projeção** e o **objeto** a representar. Assim, podem existir as duas situações distintas, nomeadamente o método europeu e o método americano, tal como se ilustra nas figuras abaixo.



Projeção central segundo o **método europeu**



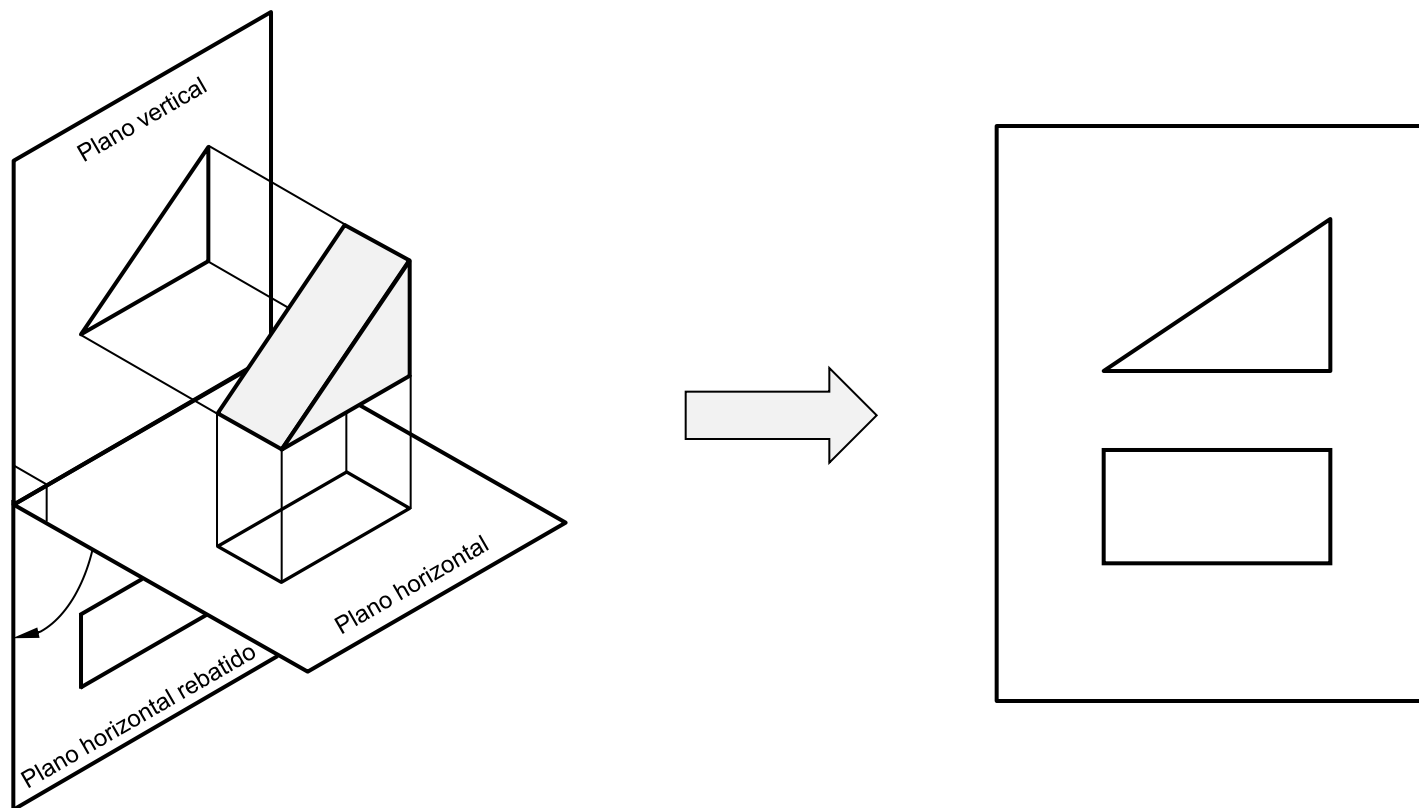
Projeção central segundo o **método americano**

A projeção resultante da aplicação do **método europeu** é **maior do que a dimensão real do objeto**, pois este encontra-se aquém do plano de projeção, ou seja, entre o observador e o plano de projeção.

No caso do **método americano**, a projeção é menor do que a dimensão real do objeto porque o objeto se encontra situado além do plano de projeção.

1. Sistemas de Projeção

O **método diédrico**, de Monge, ou da dupla projeção consiste em fazer projeções ortogonais em dois planos perpendiculares entre si, sendo um vertical e outro horizontal.



No **método diédrico**, o objeto é, em geral, colocado na sua posição natural em relação ao diedro de projeção, ou seja, com as faces principais paralelas e/ou perpendiculares aos planos de projeção.

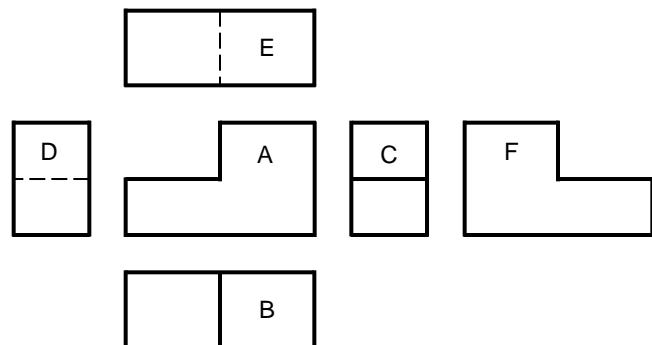
No exemplo de cima, no plano vertical está a projeção do prisma é um **triângulo**, e no plano horizontal a imagem é um **retângulo**.

1. Sistemas de Projeção

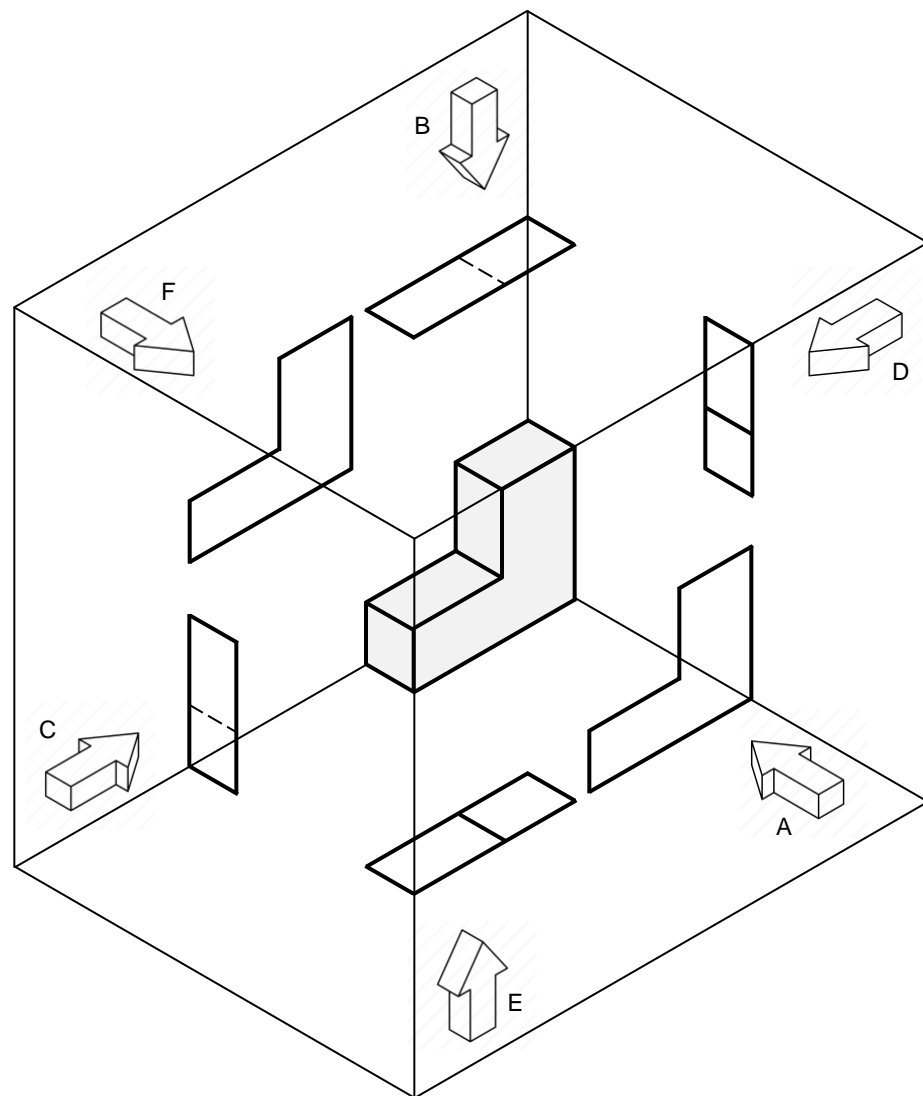
No caso mais geral é possível obter **seis projeções ortogonais** de um dado objeto. Para tal deve usa-se o **método da caixa transparente** (cf. figura do lado). As setas indicam as direções e sentidos do olhar.

Uma vez representadas as projeções nas faces da caixa, procede-se ao **desdobramento** daquelas projeções, **rebatendo as faces da caixa em torno das suas arestas**. No fim do desdobramento as projeções situam-se no mesmo **plano**.

- Vista de frente ou principal (A)
- Vista de cima ou planta (B)
- Vista da esquerda (C)
- Vista da direita (D)
- Vista de baixo (E)
- Vista de trás (F)



Planificação da caixa de projeções



Caixa transparente de projeções

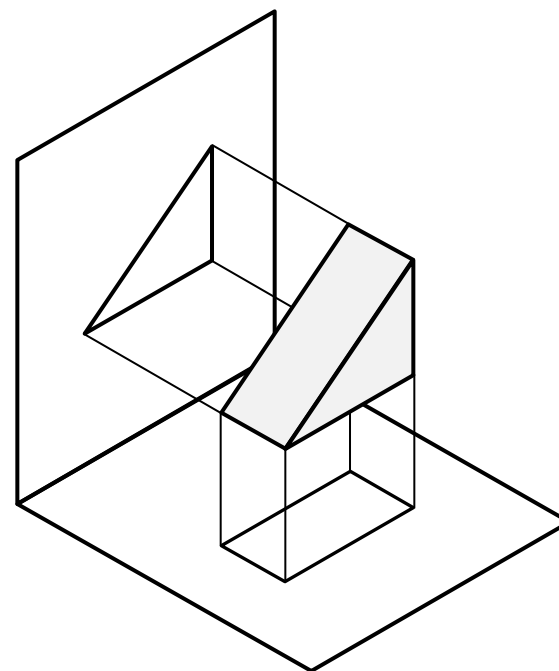
2. Projeção e Vista

Em desenho técnico, **projeção** ou **vista** diz respeito às imagens dos pontos que definem os objetos a representar, as quais, depois de unidas entre si, definem a representação dos objetos.

Em geral as projeções ou vistas são estabelecidas em **superfícies planas**, mas também se pode obter imagens em superfícies não planas.

Em desenho técnico, as vistas dos objetos são obtidas considerando o **observador situado no infinito**, pelo que as projetantes são paralelas entre si. Deste modo pode facilmente verificar-se que:

- As faces que são **perpendiculares** às projetantes são representadas em **verdadeira grandeza**.
- As faces que são **paralelas** às projetantes são representadas por **linhas**.
- As faces que são **obliquas** em relação às projetantes são representadas **com deformação**.



As vistas são representadas em qualquer superfície plana, independentemente da sua localização.

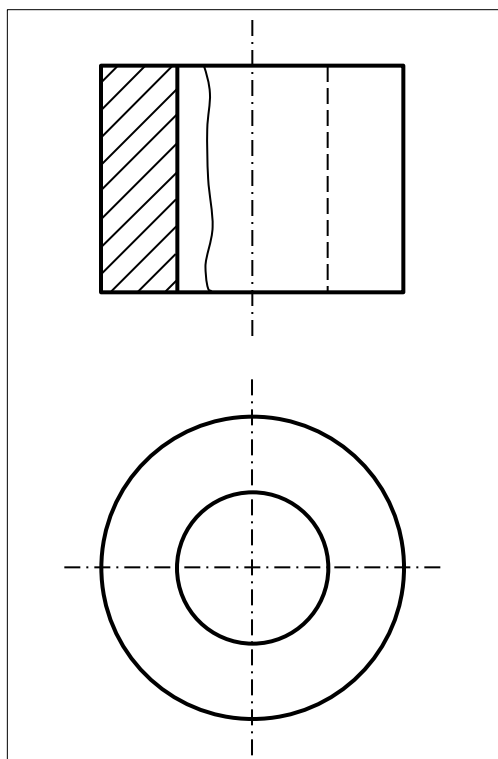
Quando o objeto é visualizado segundo as projetantes, **projeção** e **vista** têm a mesma representação.

2. Projeção e Vista

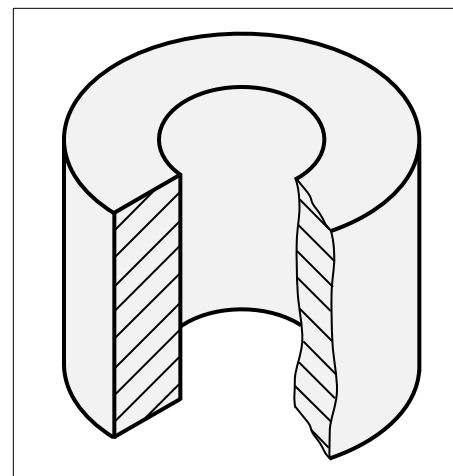
O desenho técnico é uma **linguagem universal** que facilita a comunicação em toda a cadeia de produção de artigos, e que pode ser entendida por todos os profissionais envolvidos naquele processo, sendo que as representações ortográfica e axonométrica são as abordagens mais comumente utilizadas.

Nas **representações ortográficas** faz-se a projeção ortogonal do objeto a representar, o qual é colocado com as suas faces principais perpendicular e/ou paralelamente aos planos de projeção.

Nas **representações axonométricas** faz-se a projeção ortogonal do objeto a representar, o qual é colocado com as faces principais inclinadas em relação aos planos de projeção.



Representação **ortográfica**

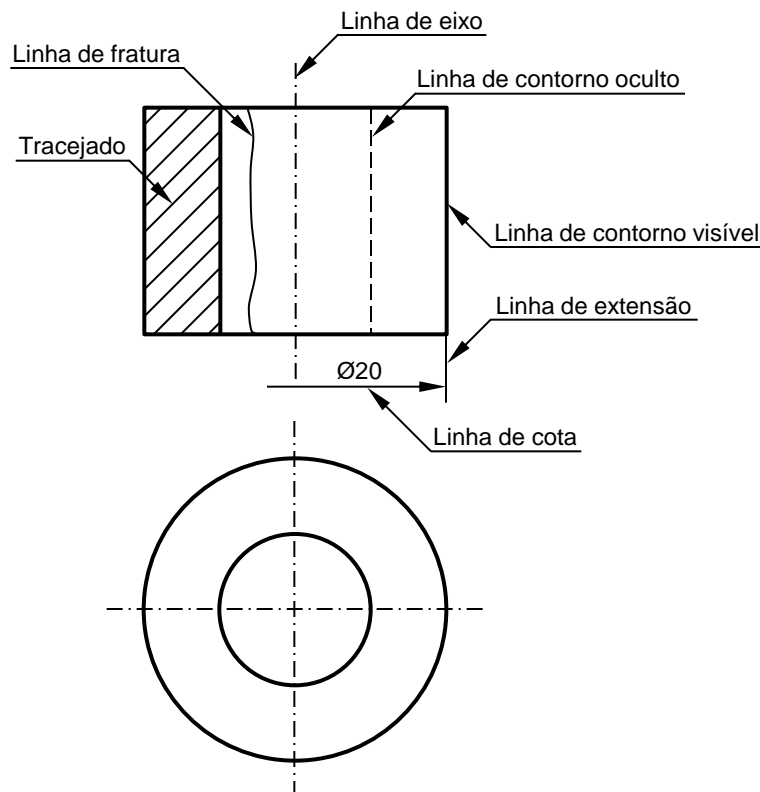
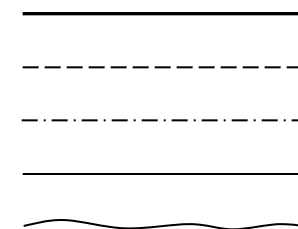


Representação **axonométrica isométrica**

2. Projeção e Vista

A **representação ortográfica** é constituída por uma ou mais vistas, as quais são desenhadas usando:

- Linhas a **traço contínuo grosso** para indicar arestas ou contornos visíveis (observados)
- Linhas a **traço interrompido fino** para indicar arestas ou contornos ocultos (encobertos)
- Linhas a **traço longo-ponto fino** para indicar eixos, planos de simetria e linhas de centros
- Linhas a **traço contínuo fino** para indicar linhas de cota, linhas de extensão, etc.
- Linhas a **traço contínuo fino à mão livre** para indicar zonas de fraturas, etc.

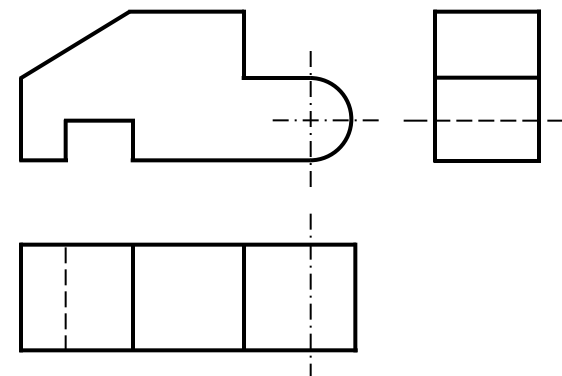


2. Projeção e Vista

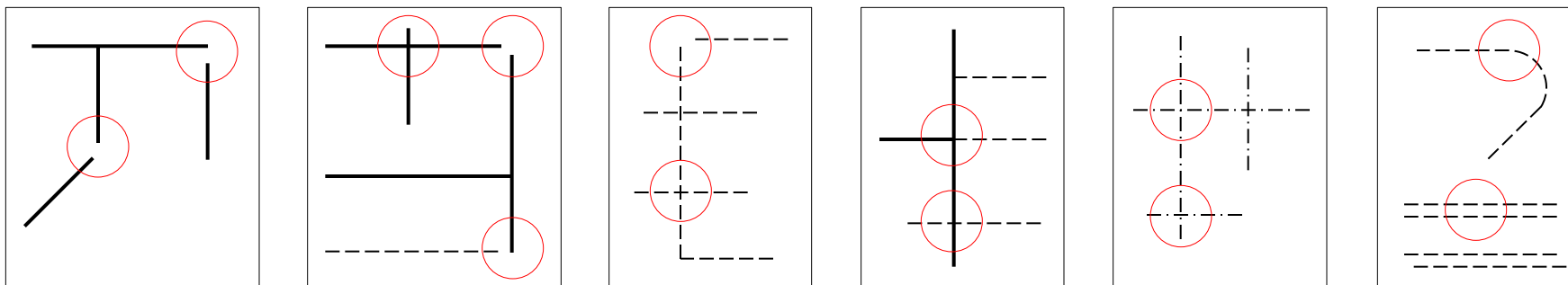
Deve notar-se que quando existe **sobreposição de linhas** num desenho técnico, apenas uma delas pode ser representada.

As principais **regras de precedência** de linhas são as seguintes:

- Arestas e linhas de contorno visíveis.
- Arestas e linhas de contorno invisíveis.
- Planos de corte.
- Linhas de eixo e de simetria.
- Linha de centros.
- Linha de extensão.



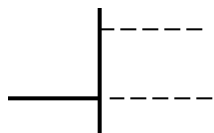
As linhas devem ser **traçadas com boa qualidade** tendo em conta o tipo e a espessura. Especial atenção deve ser dada ao **cruzamento de linhas**. Abaixo constam algumas representações onde se podem observar **traçados incorretos** (assinalados com circunferências) bastante frequentes.



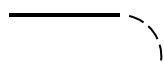
Os programas de CAD nem sempre respeitam estas regras relativas ao cruzamento de linhas.

2. Projeção e Vista

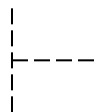
De seguida apresentam-se as principais **regras para a execução de linhas** a traço interrompido e a traço-ponto. Estas representações convencionais visam a simplificação dos desenhos.



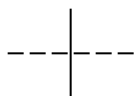
Uma linha a traço interrompido começa e acaba sempre com um traço exceto quando prolonga um traço contínuo.



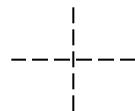
No caso de um arco, os traços extremos da linha partem dos pontos de tangência, exceto quando a linha prolonga um traço a cheio.



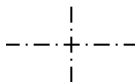
Duas ou mais linhas a traço interrompido que se encontram num ponto, sem se cruzarem, devem tocar-se sempre.



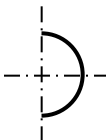
Uma linha a traço interrompido que cruze com uma linha a cheio não a deve tocar.



Duas linhas a traço interrompido que se cruzam não se devem tocar.



Duas linhas de eixo quando se cruzam devem interseccionar-se em dois traços.



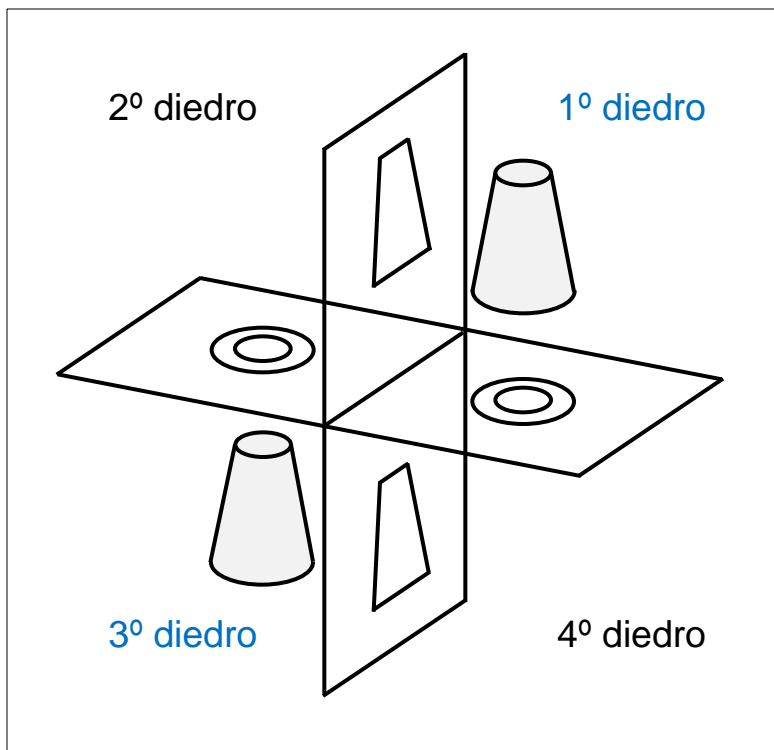
As linhas de eixo devem sempre ultrapassar os limites da vista.

3. Método Europeu

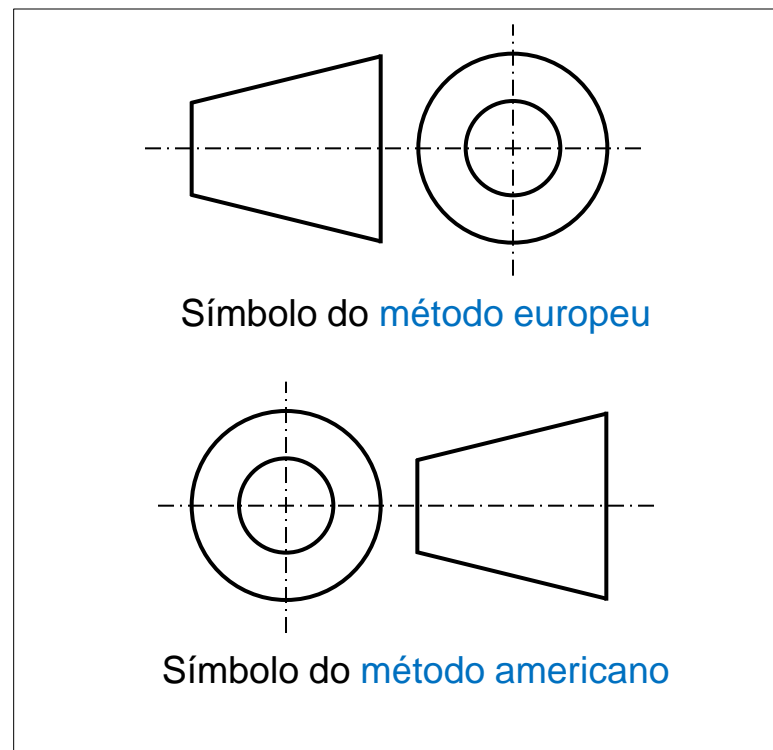
O método europeu e o método americano são as duas técnicas que se utilizam na obtenção das representações ortográficas de objetos.

No **método europeu**, ou do **1º diedro**, o objeto a representar é anterior ao plano de projeção.

No **método americano**, ou do **3º diedro**, o plano de projeção situa-se entre o observador e o objeto.



Projeção no 1º e 3º diedros



Símbolos dos métodos do 1º e 3º diedros

3. Método Europeu

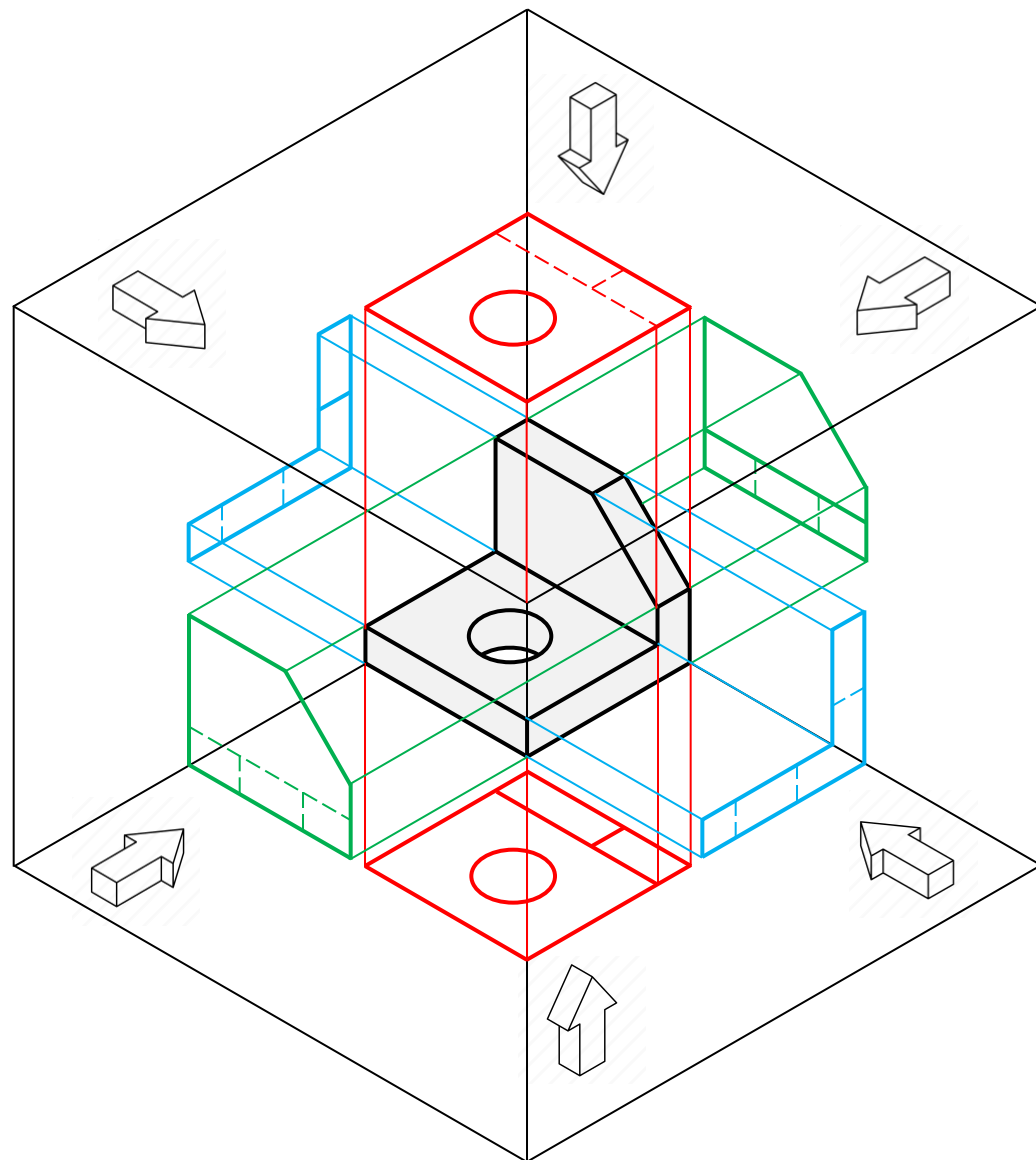
No **método europeu**, ou do **1º diedro**, as projeções do objeto correspondem a vistas em **seis posições do observador** a visualizar o objeto perpendicularmente às faces de uma **caixa transparente** de projeções, tal como se mostra na figura do lado.

Nesta abordagem, são **três as direções** normais às faces da caixa, pelo que são seis os sentidos de observação, resultando, portanto, em seis vistas.

Assim, o objeto a representar está colocado no interior da caixa, cuja posição relativamente ao desenhador, tem, duas a duas, faces:

- **Frontais** (anterior e posterior).
- **Horizontais** (superior e inferior).
- **Perfil** (lateral esquerda e lateral direita).

Verifica-se que as duas vistas observadas segundo cada uma das direções têm **contornos simétricos**.



3. Método Europeu

Fazendo as projeções ortogonais do objeto nas faces da caixa e **planificando a caixa de projeções** obtém-se a distribuição das **seis vistas do objeto**.

Denominação das vistas:

- Vista de frente ou principal A
- Vista de cima ou planta B
- Vista da esquerda C
- Vista da direita D
- Vista de baixo E
- Vista de trás F

As vistas são simétricas duas a duas.

Vista de baixo E

Vista da direita D

Vista de frente A

Vista da esquerda C

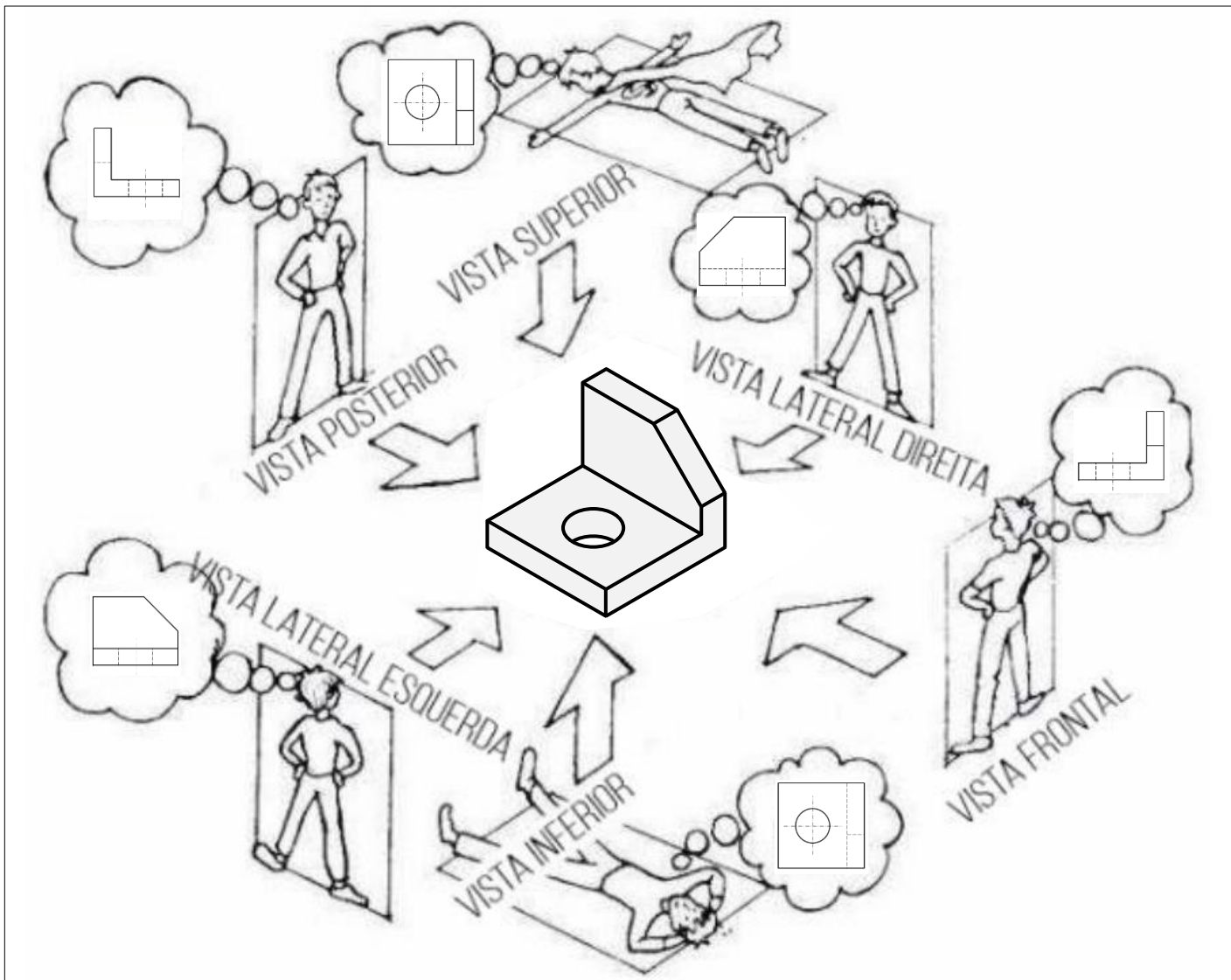
Vista de trás F

Vista de cima B

Planificação da caixa de projeções segundo o método europeu

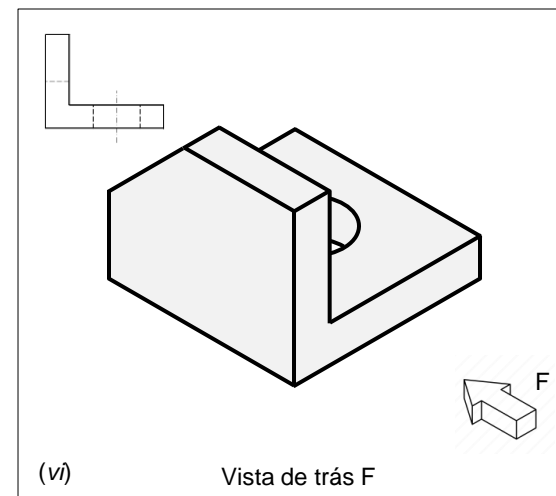
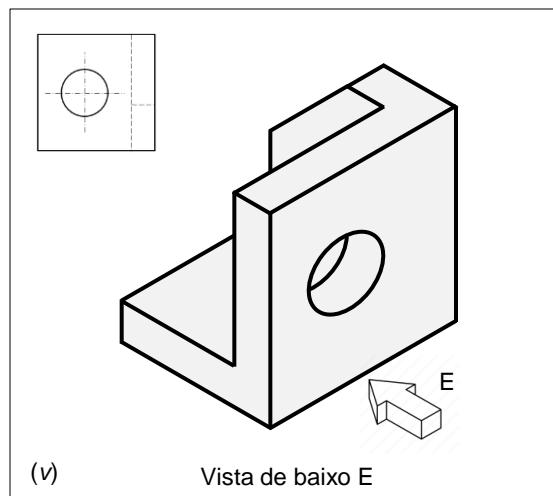
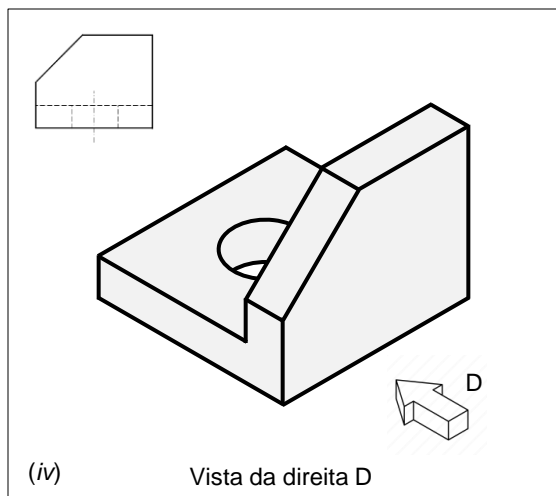
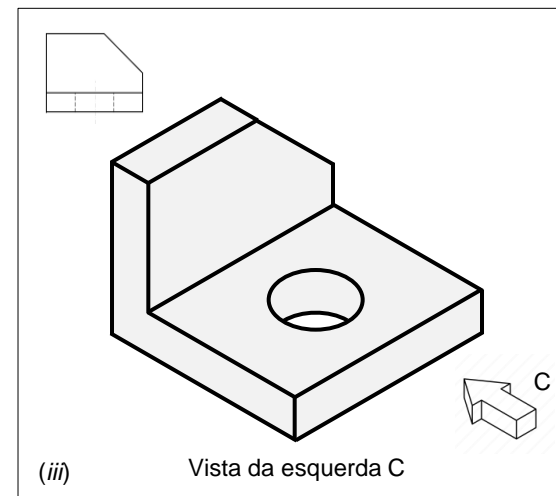
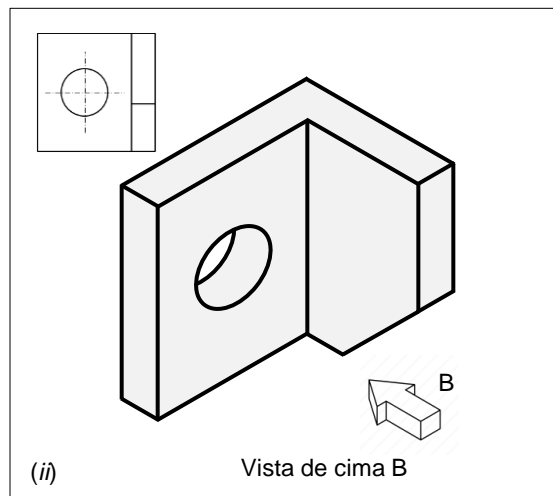
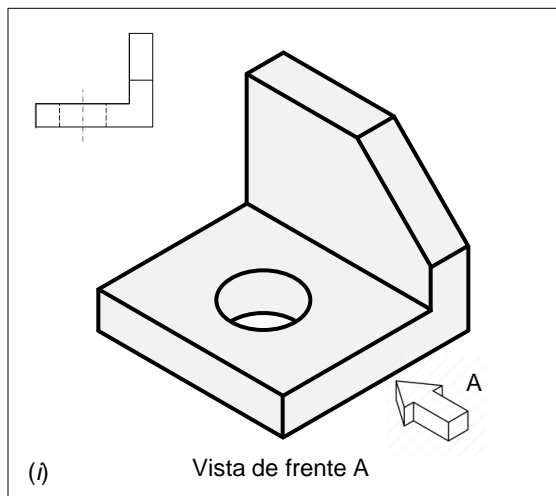
3. Método Europeu

A figura abaixo ilustra uma técnica alternativa para obtenção das vistas segundo o método europeu.



3. Método Europeu

Na prática, para se obter qualquer vista de um objeto, pode ser variada apenas a posição do objeto (cf. figuras abaixo), permanecendo fixa a posição normal do observador em relação ao suporte de desenho.



3. Método Europeu

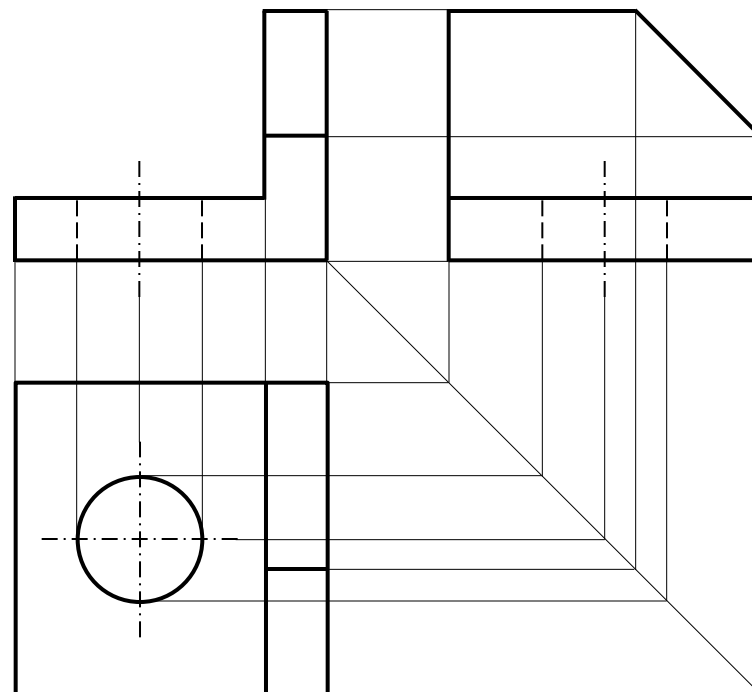
Como as vistas são simétricas duas a duas, **são supérfluas três vistas**, por nada acrescentarem à representação.

Em geral, a representação ortográfica de um objeto contém a **vista principal** (ou de frente) e a vista da **esquerda** e/ou a vista de **cima** (ou planta).

De acordo com o método de projeção do primeiro diedro, **as várias vistas correspondem-se** horizontal e verticalmente, em relação à vista principal.

A vista de cima fica alinhada por debaixo da vista de frente e a vista da esquerda fica alinhada à direita da vista de frente.

Para estabelecer a relação entre a vista de cima e a vista da esquerda de um objeto, e vice-versa, podem ser utilizadas construções geométricas simples, nomeadamente uma **linha a 45°**, em que se cruzam linhas horizontais com linhas verticais relativa a cada elemento (cf. figura do lado).



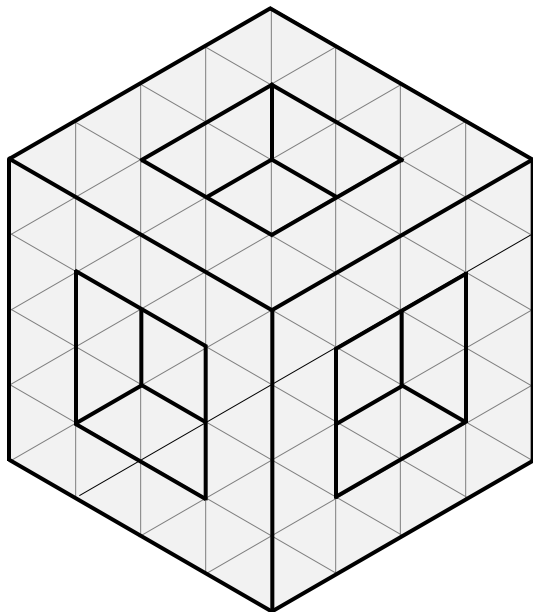
Correspondência entre vistas

3. Método Europeu

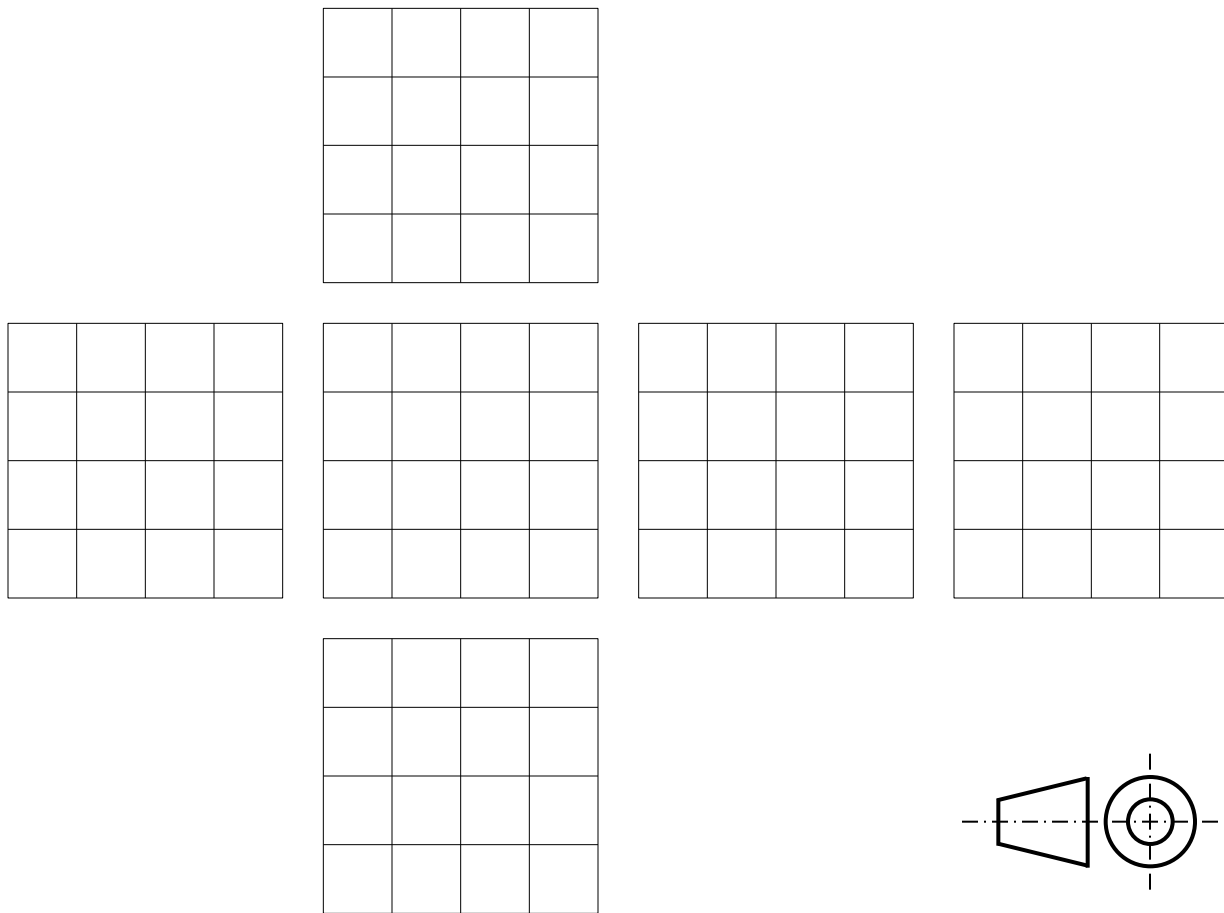
Utilizando o método europeu, faça a representação ortográfica por seis vistas da peça apresentada em malha isométrica na figura abaixo situada à esquerda.

Faça corresponder as unidades na representação isométrica às da malha quadriculada das vistas.

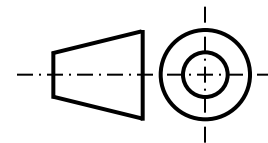
Execute o desenho à mão livre.



Peça a representar



Malhas quadriculadas dispostas segundo o método do 1º diedro



4. Método Americano

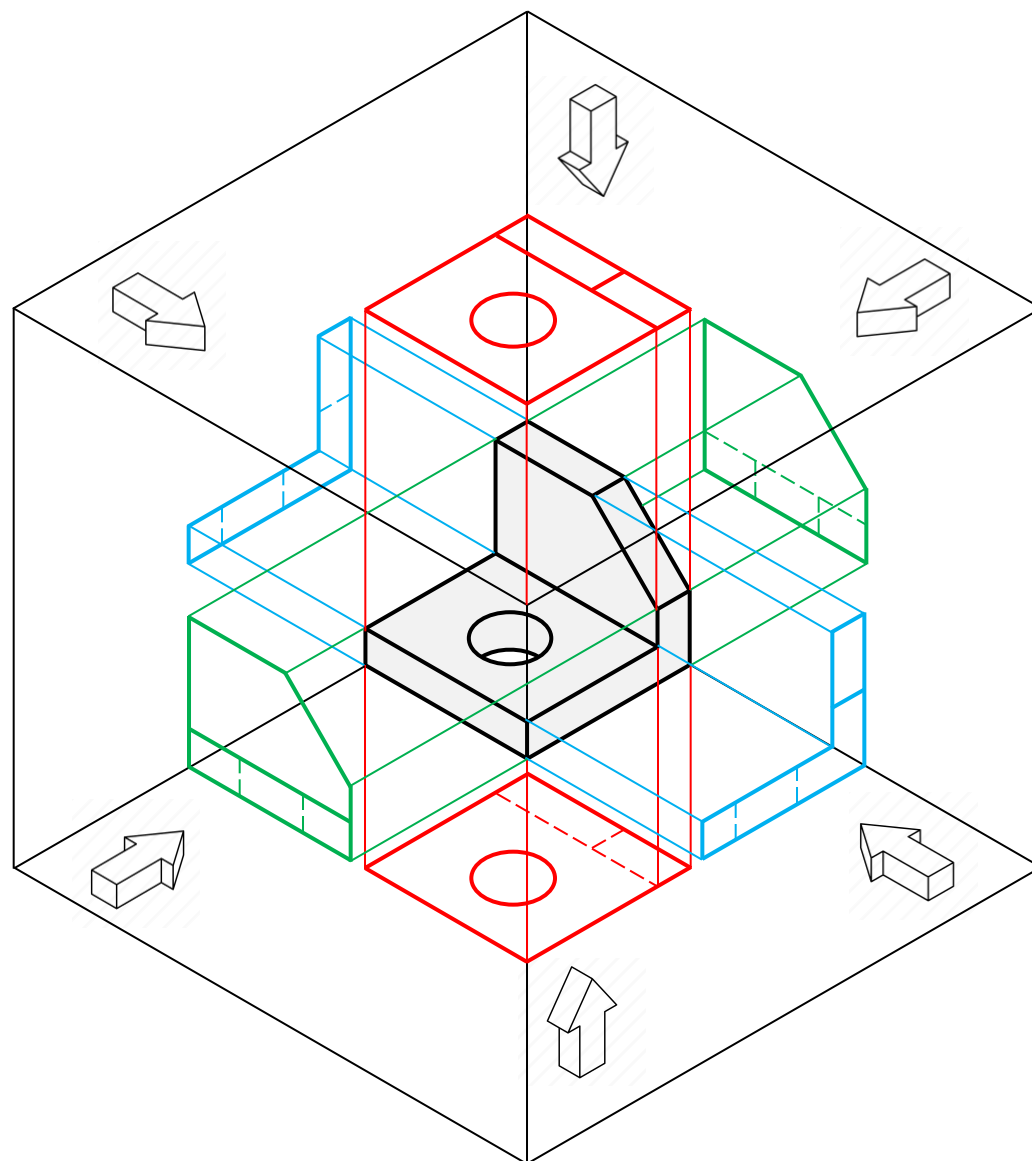
No **método americano**, ou método de projeção do **3º diedro**, o plano de projeção situa-se entre o objeto e o observador.

Neste método, considera-se o objeto no interior da caixa transparente de projeções, em que a folha de desenho contém a face anterior da caixa onde se representa a vista principal do objeto, tal como se mostra na figura do lado.

À semelhança do método do 1º diedro, no método americano, são três as direções normais às faces da caixa, pelo que são seis os sentidos de observação, resultando, portanto, em seis vistas.

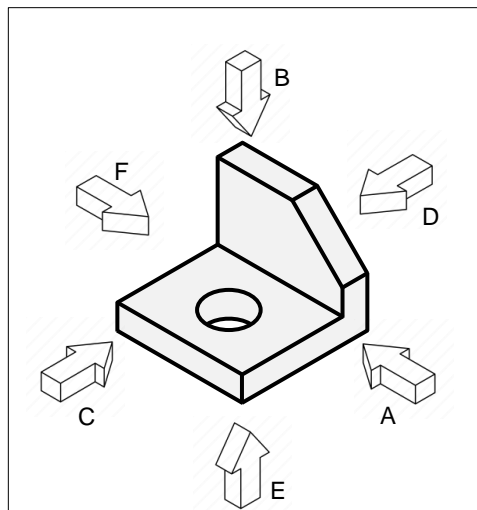
Assim, o objeto a representar está colocado no interior da caixa, cuja posição relativamente ao desenhador, tem, duas a duas, faces:

- Frontais (anterior e posterior)
- Horizontais (superior e inferior)
- Perfil (lateral esquerda e lateral direita).



4. Método Americano

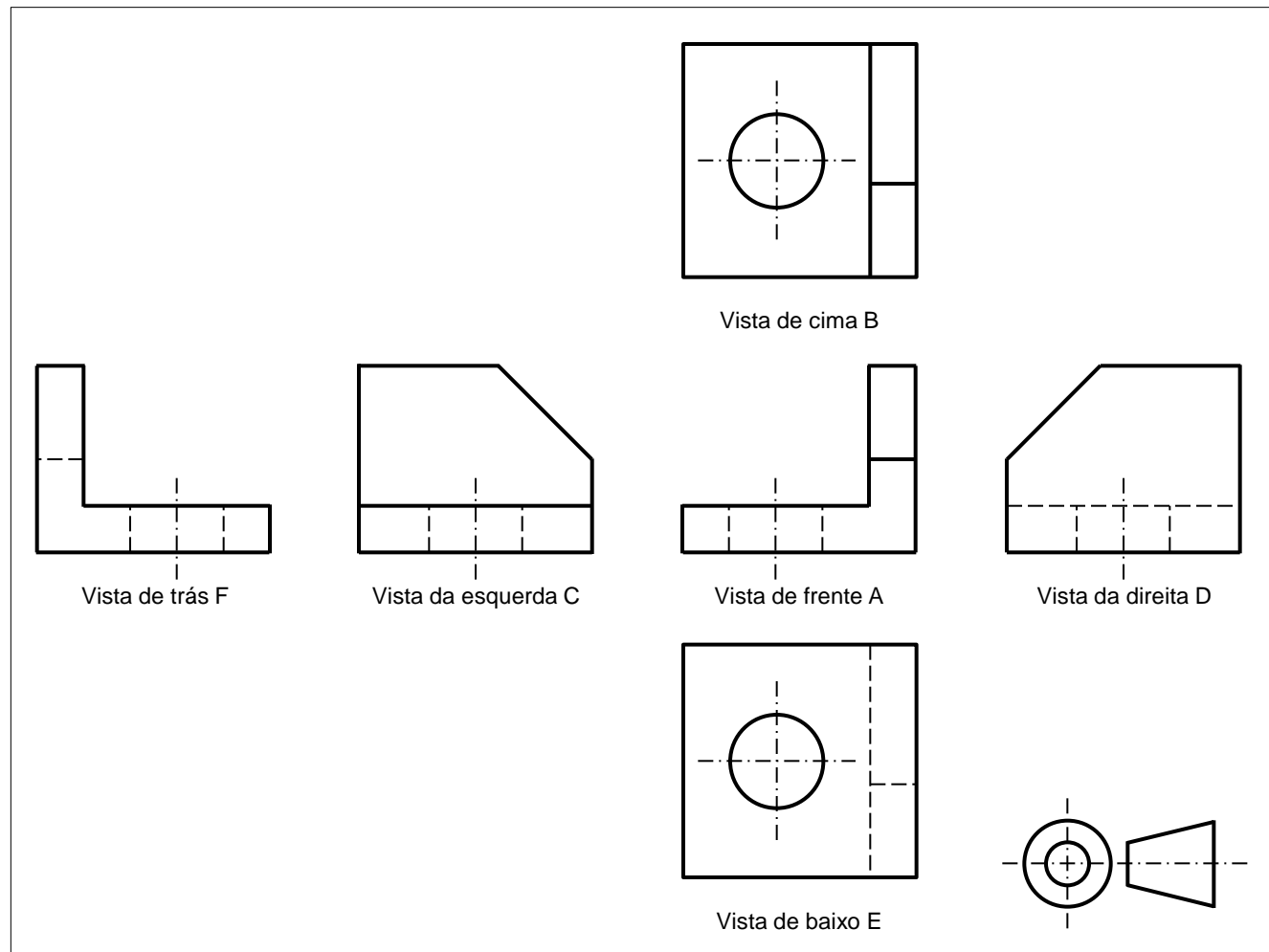
Fazendo as projeções ortogonais do objeto nas faces da caixa e **planificando a caixa de projeções** obtém-se a distribuição das **seis vistas do objeto**.



Denominação das vistas:

- Vista de frente ou principal A
- Vista de cima ou planta B
- Vista da esquerda C
- Vista da direita D
- Vista de baixo E
- Vista de trás F

As vistas são simétricas duas a duas.



Planificação da caixa de projeções segundo o método americano

5. Escolha de Vistas

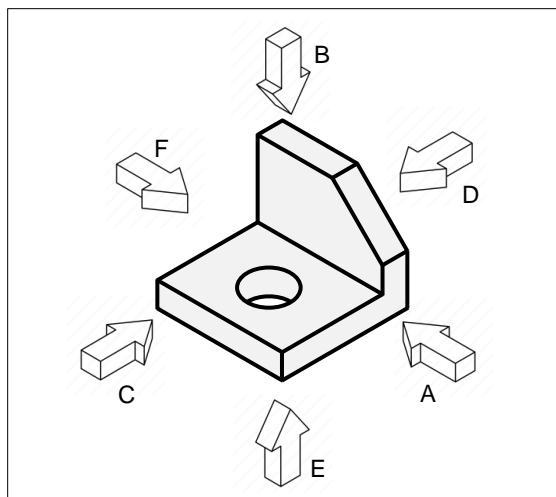
A representação ortográfica, utilizada para definir a forma geométrica de objetos, é constituída por **uma ou mais vistas**, em que o objeto a representar é colocada com as suas faces principais perpendiculares e paralelas aos raios visuais do observador.

Deve ser feita uma escolha criteriosa do **número e do tipo de vistas** para definir a geometria de um objeto.

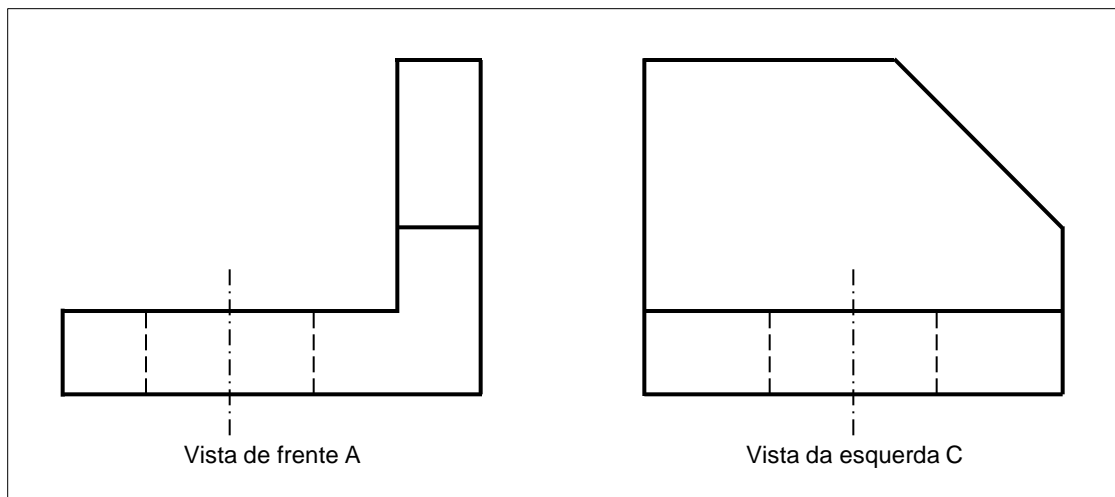
A escolha da vista principal deve obedecer aos seguintes critérios:

- A **vista principal** deve representar o objeto na sua posição de **serviço e/ou fabrico**.
- A **vista principal** deve também fornecer o **máximo de informação** sobre o objeto.

Considerando a peça apresentada abaixo, pode dizer-se que as vistas A e C seriam duas escolhas possíveis para vista principal.



Peça a representar



Possíveis escolhas para vista principal

5. Escolha de Vistas

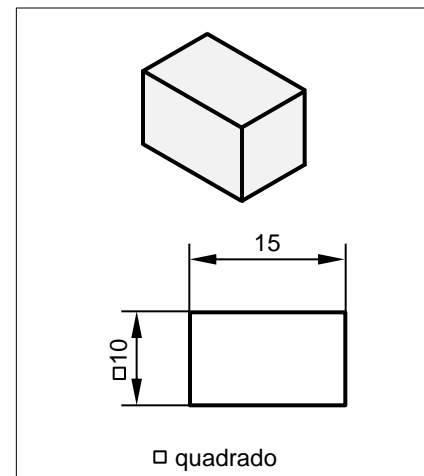
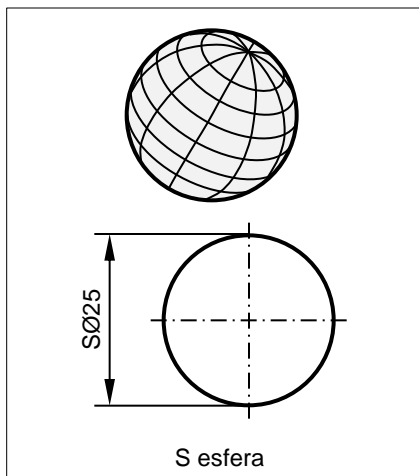
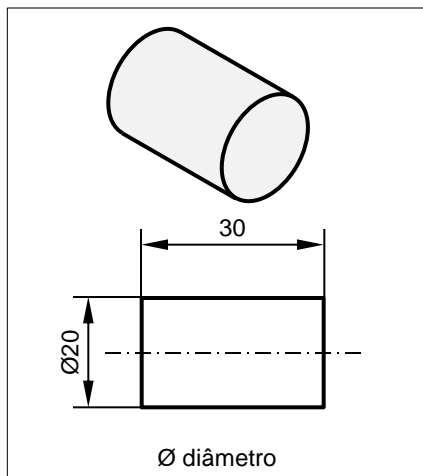
A representação ortográfica de um objeto deve limitar-se ao **número mínimo de vistas necessário** para definir correta e completamente a sua geometria, sem que haja ambiguidade.

De um modo geral, para definir a forma de objeto por representação ortográfica, apenas são necessárias:

- **Duas vistas:** a vista **principal** e a **planta** ou a vista da esquerda.
- **Três vistas:** a vista principal, a planta e a vista da **esquerda**.

Três vistas definem completamente um objeto. Alguns objetos podem ser definidos apenas por duas vistas.

Com uma **única vista** não se pode definir um objeto. Porém, há certos objetos que apresentam características peculiares, pelo que podem ser representados **apenas pela vista principal**, à qual se associam informações complementares, tais como símbolos com significados específicos (cf. representações abaixo).

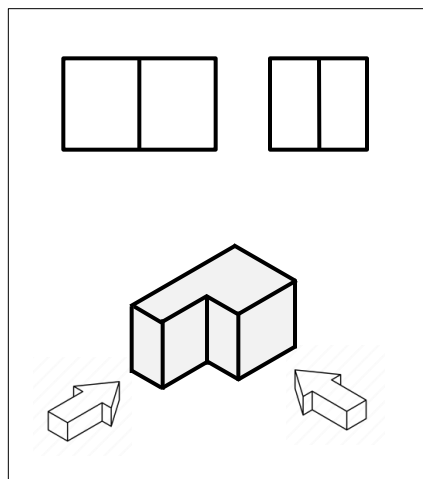


5. Escolha de Vistas

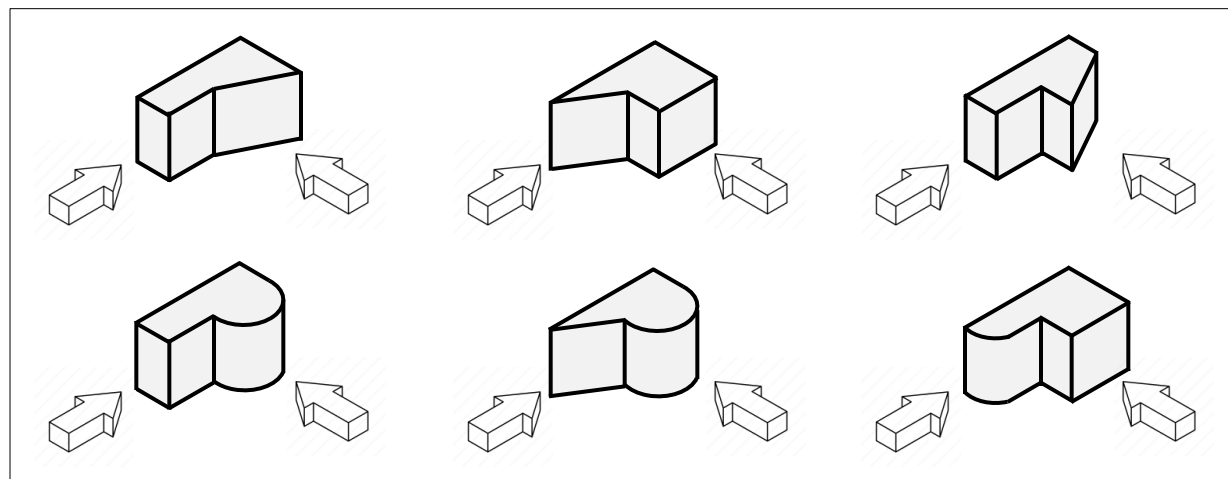
Um objeto deve ficar definido **sem ambiguidade**, isto é, as vistas com que se representa um dado objeto não podem conduzir a interpretações diferentes daquela que corresponde efetivamente ao objeto em causa.

Com efeito, especial atenção deve ser dada à **escolha das vistas mas adequadas**, uma vez que a seleção de vistas inapropriadas conduzem a soluções ambíguas.

Abaixo apresentam-se duas vistas escolhidas para representar um objeto, porém aquele par de vistas pode, de facto, corresponder a inúmeros objetos, tais como os que se mostram nas figuras contíguas.



Peça a representar



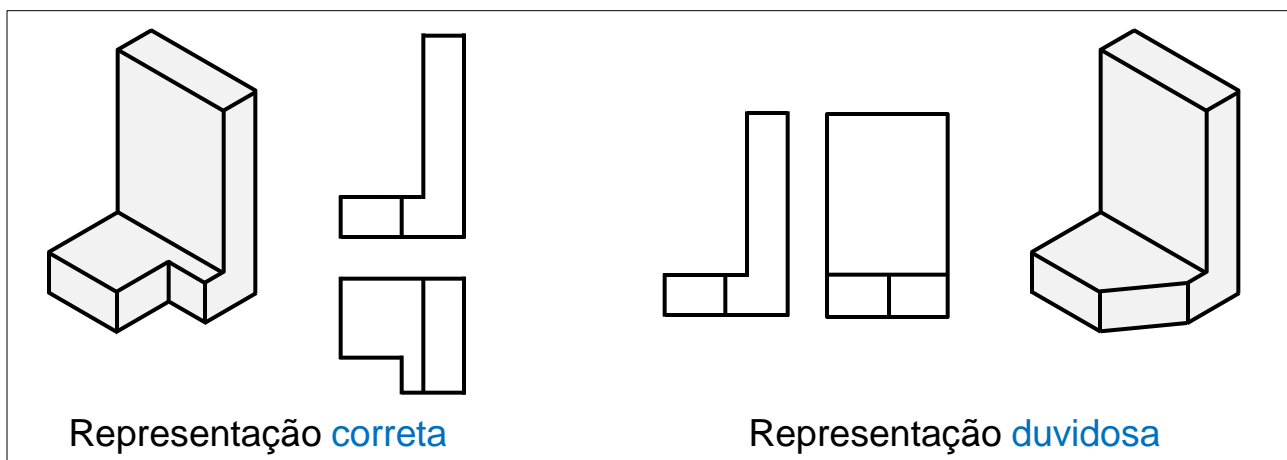
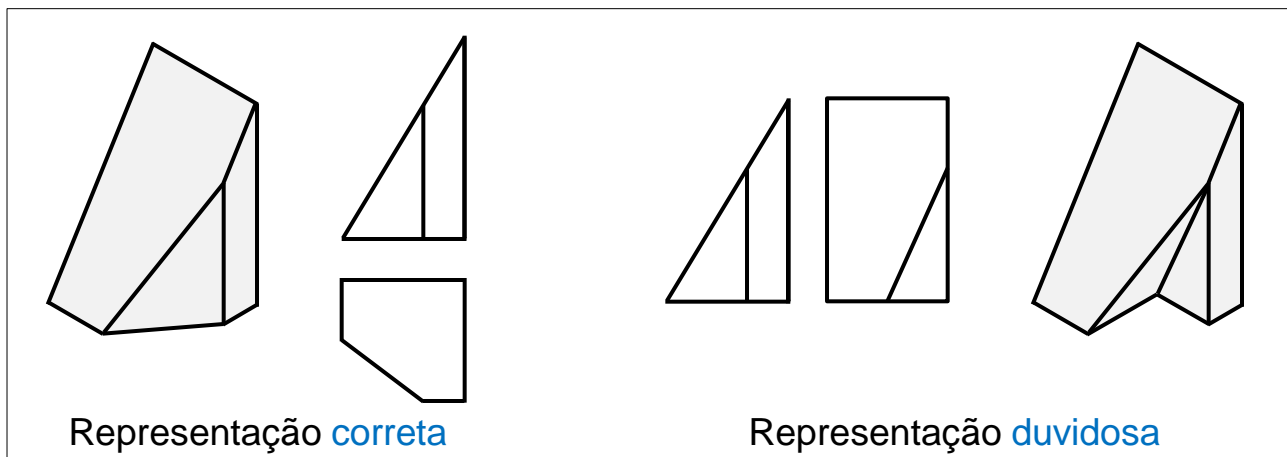
Possíveis interpretações das duas vistas apresentadas na figura da esquerda

Em suma, as vistas devem ser escolhidas de modo que o **desenho defina fielmente a geometria do objeto** e que, de modo algum, dê azo a dupla interpretação.

Por vezes, a representação ortográfica é acompanhada por uma representação axonométrica para facilitar a sua interpretação.

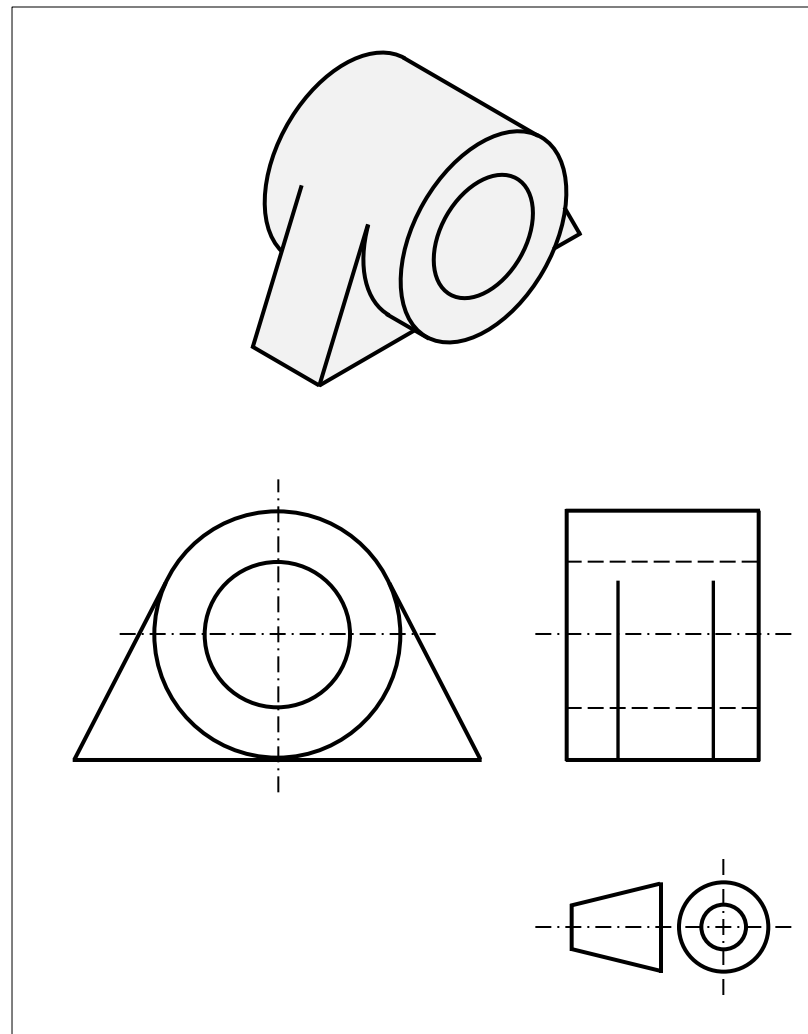
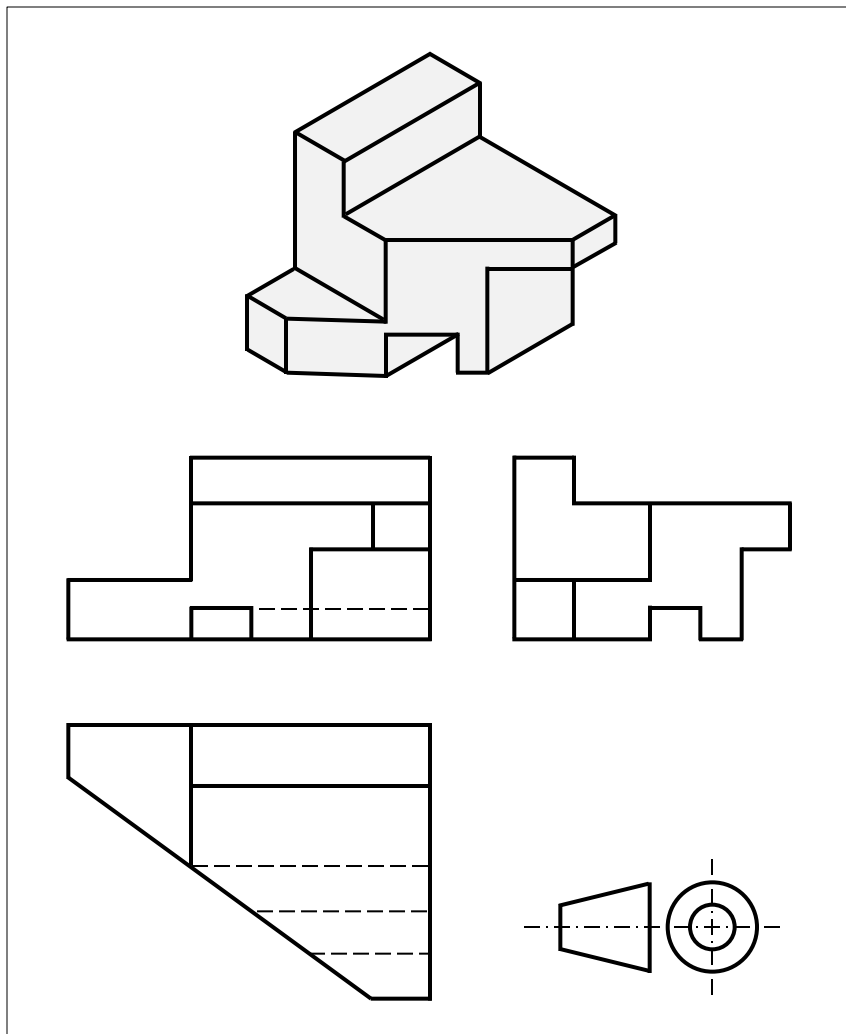
5. Escolha de Vistas

Por vezes, o conjunto de vistas escolhido para representar um objeto pode corresponder a peças distintas. Abaixo apresentam dois casos que refletem este problema da **não unicidade de representação**. Nestas situações, a **utilização de uma terceira** vista ajudaria a clarificar a representação.



5. Escolha de Vistas

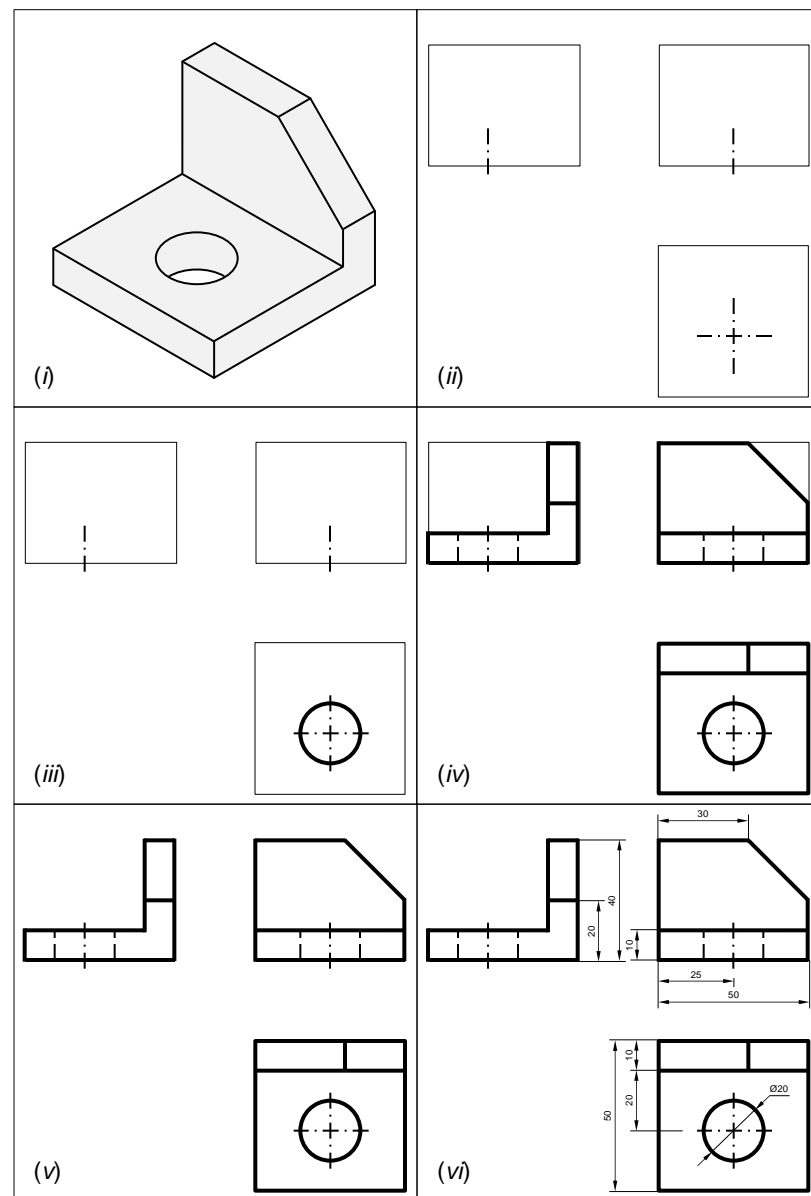
Abaixo apresentam-se dois **exemplos de representações ortográficas**, em que se aplicam as regras descritas anteriormente. Deve notar-se que a faces inclinadas têm de aparecer numa das vistas como uma linha.



6. Execução de Desenhos Ortográficos

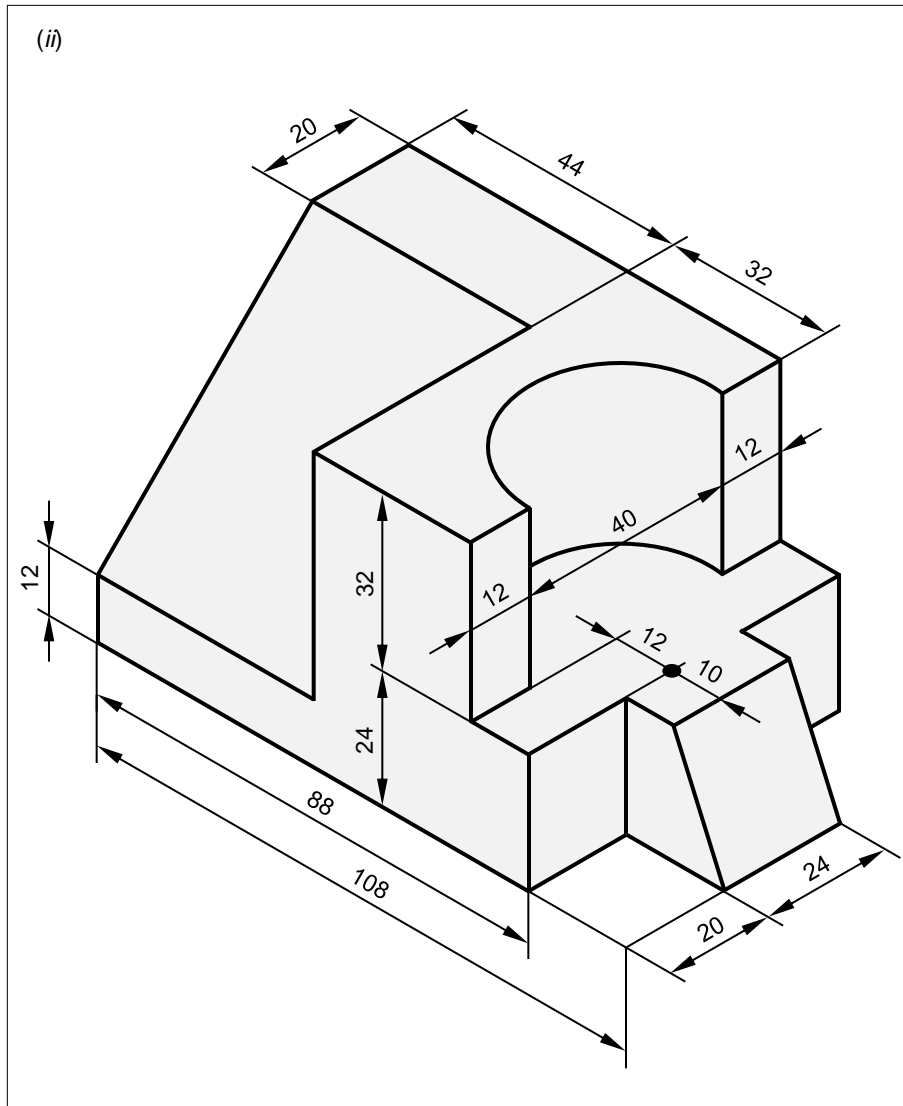
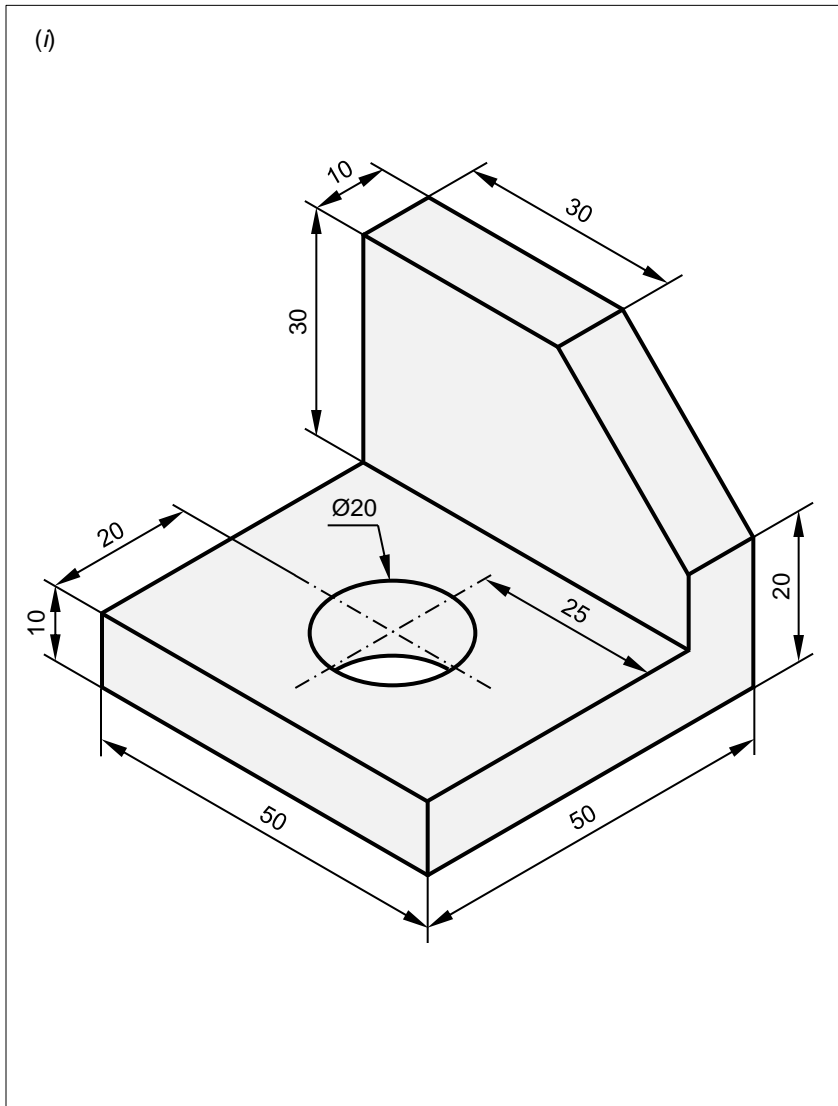
Abaixo apresenta-se uma **sequência** lógica a ter em conta na realização de representações ortográficas.

1. Ler e **entender bem o objeto** a representar.
2. Escolher a **posição mais adequada** para a representação do objeto.
3. Selecionar as **vistas** que melhor definem o objeto.
4. Escolher a **escala** do desenho e o formato do papel.
5. Desenhar as **linhas de eixo** e contornos das vistas.
6. Traçar os **arcos e as circunferências** a partir dos centros previamente definidos.
7. Traçar as restantes **linhas visíveis e ocultas**.
8. Apagar os traçados auxiliares.
9. **Cotar**, inscrever anotações e preencher a legenda.
10. Executar os **tracejados** de cortes e secções.
11. **Verificar** cuidadosamente todo o desenho.



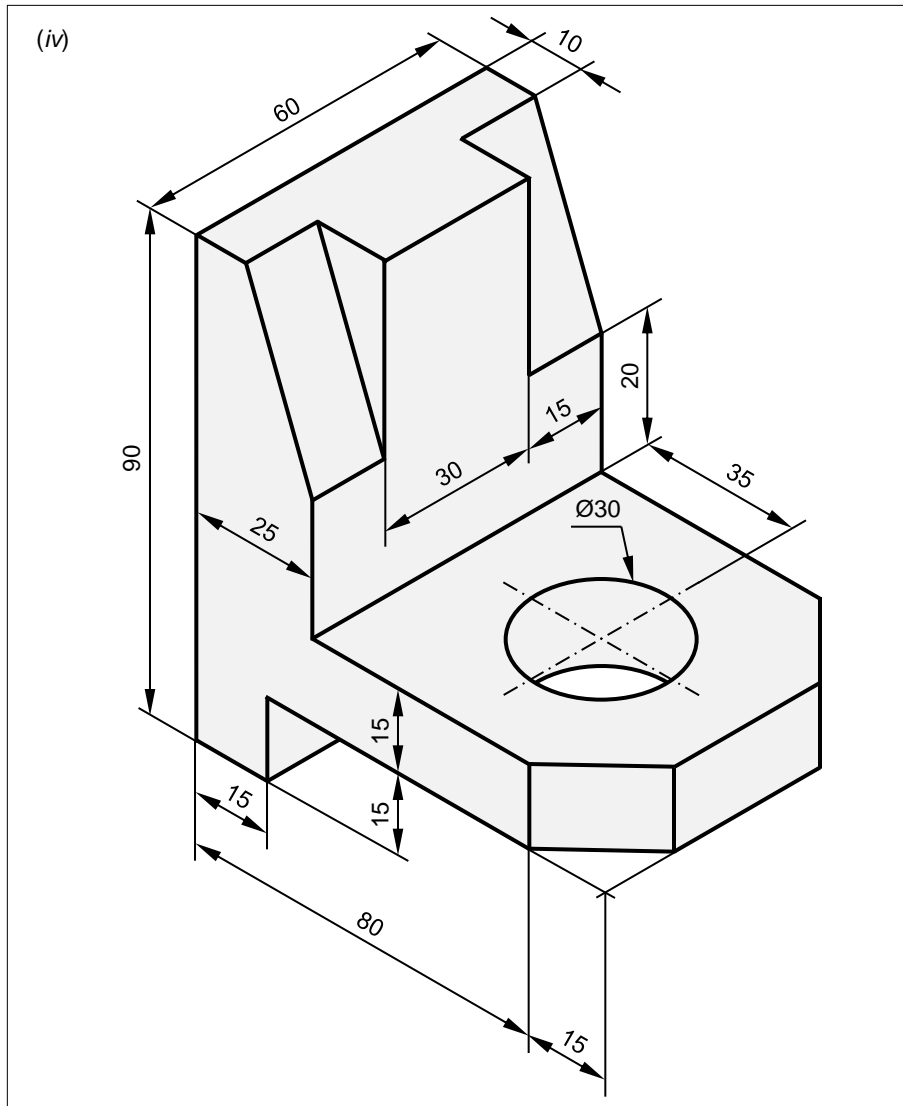
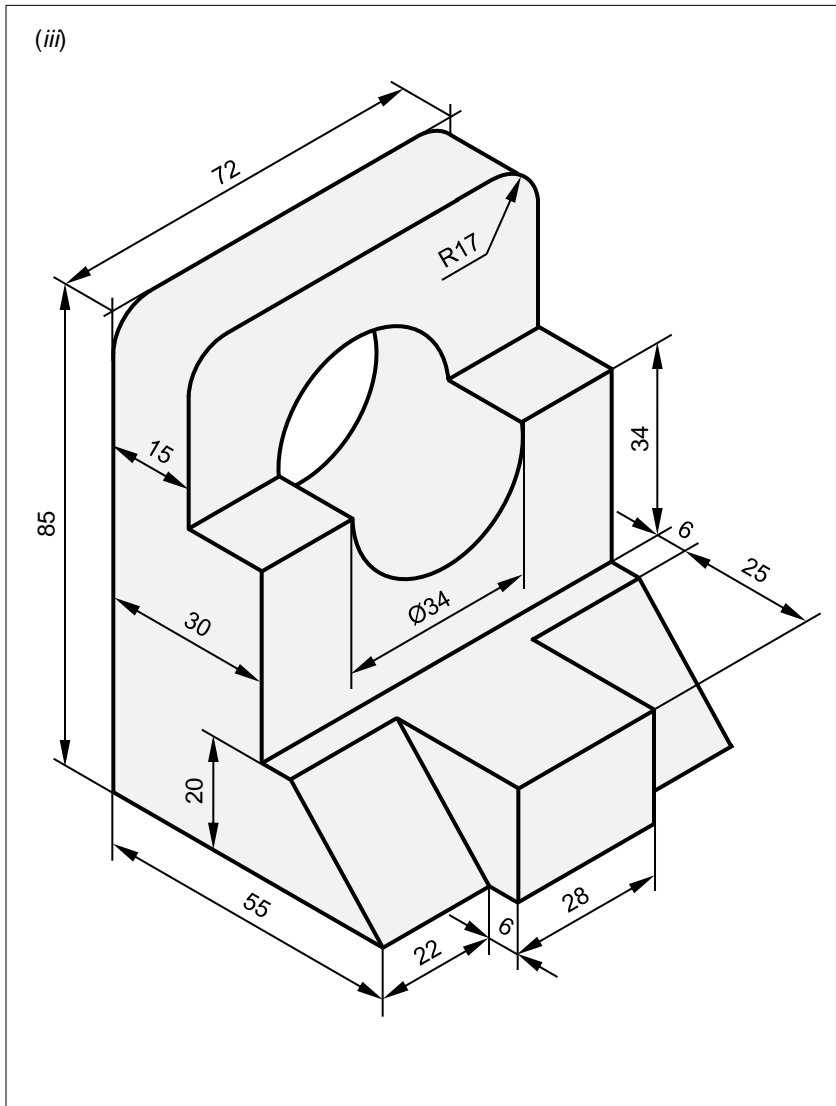
7. Exercícios de Aplicação

Utilizando o método europeu, execute a **representação ortográfica** nominal das seguintes peças.



7. Exercícios de Aplicação

Utilizando o método europeu, execute a **representação ortográfica** nominal das seguintes peças.



7. Exercícios de Aplicação

A partir da informação veiculada nas duas vistas apresentadas, represente a **terceira vista**.

| | | | | | |
|--|------|--|------|--|-------|
| | | | | | |
| | (i) | | (ii) | | (iii) |
| | | | | | |
| | (iv) | | (v) | | (vi) |