

VISTAS SECCIONAIS

1 VISTAS SECCIONAIS

1.1 OBJETIVOS

- Explicar o princípio de geração de Cortes e Seções;
- Relacionar e exemplificar os mais utilizados tipos de Cortes possíveis e aceitos como representação técnica;
- Apresentar alguns símbolos e representações simplificadas determinadas pelo uso e pelas normas de desenho técnico;

1.2 INTRODUÇÃO

As Vistas Ortográficas simples, explicadas anteriormente, não são suficientes para a definição e comunicação precisa na maioria dos casos de representação de peças complexas, especialmente em se tratando de peças que possuem muitos detalhes internos. Em outras palavras, aqueles detalhes que nas Vistas Ortográficas simples aparecem em linha tracejada e nem sempre possuem uma interpretação muito clara devem ser representados através de outros tipos de Vistas Ortográficas.

Nesses casos, é necessário criar novos Pontos de Observador que geram Vistas Auxiliares ou lançar mão das Vistas Ortográficas Seccionais. Estas últimas serão abordadas neste capítulo.

A Vista Ortográfica Seccional é o desenho do que se vê como resultado do desmembramento de uma peça feito segundo um Plano Secante (determinado pelo Desenhista), retirando a parte da peça mais próxima do Observador.

Os critérios de escolha deste Plano Secante acima citado se baseiam no que se deseja deixar em evidência, de forma que as medidas e especificações sejam facilmente compreendidas. Isso faz levar em conta o comportamento das peças, a clareza da representação, o aproveitamento das outras Vistas, etc.

Numa primeira divisão podemos classificar as Vistas Ortográficas Seccionais conforme o nível de simplificação da representação. Desta forma teríamos: **CORTES e SECÇÕES** que serão em seguida explicados e exemplificados.

A norma que regula o desenho dos cortes e seções é a NBR 10067.

1.3 CORTES E SEÇÕES

O **CORTE** tem como resultado a representação da interseção da peça e os detalhes que podem ser vistos diretamente a partir do Ponto de Observador escolhido. Ele substitui a Vista Ortográfica Principal correspondente, ou seja, em vez de Vista Superior simples teremos a Vista Superior em Corte, por exemplo.

A **SECÃO** só representa a parte da peça que propriamente faz parte da interseção com o Plano Secante.

A seguir apresentamos uma peça e alguns exemplos de Corte possíveis, segundo as Vistas Ortográficas Principais.

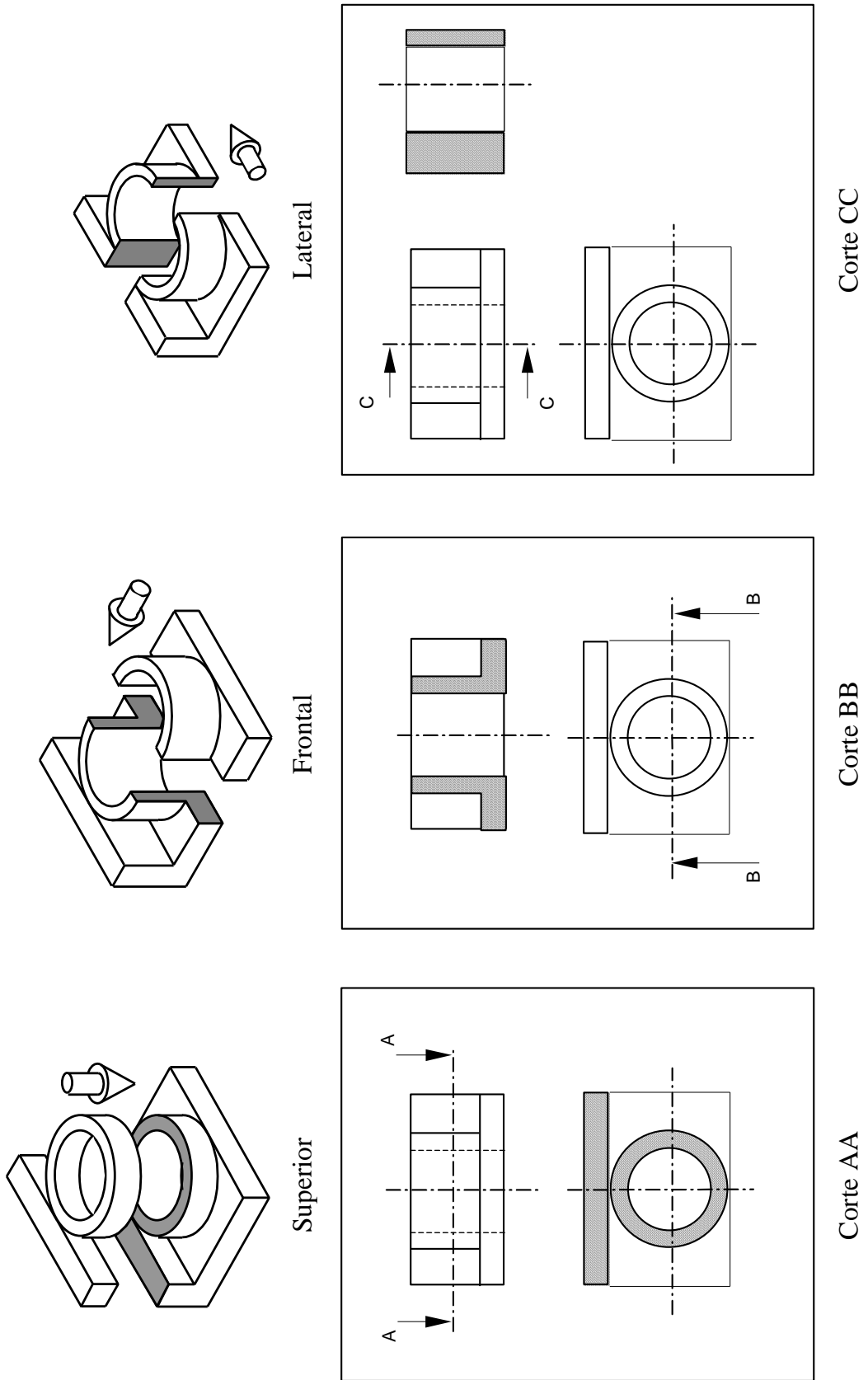


Figura 1.1 - Cortes AA, BB e CC.

VISTAS SECCIONAIS

1.4 HACHURAS

Para destacar a interseção do Plano Secante com a peça empregam-se hachuras.

O desenho da chamada hachura simples ou *hachura geral* segue o seguinte padrão:

- Retas finas
- Paralelas
- Regularmente espaçadas, com um espaçamento suficiente para distingui-las da peça
- 45° em relação ao eixo da Seção.

Atenção: *hachurar não é o mesmo que colorir, nem se deve fazer uma hachura com retas muito próximas dando esta impressão.*

As hachuras também podem seguir padrões gráficos correspondentes ao material que está sendo seccionado (ver Figura 1.7).

Normas importantes:

1. Para que haja maior distinção das peças seccionadas, as hachuras de peças diferentes mas de mesmo material seguem o mesmo espaçamento e ângulos diferentes, num primeiro momento o ângulo é o inicial + 90° (45° - inicial e 135° - próximo ângulo, por exemplo), e se for necessário varia-se este ângulo com o cuidado para que haja uma boa distinção visual.
2. Para materiais diferentes deve-se também variar o espaçamento ou a escala da hachura.

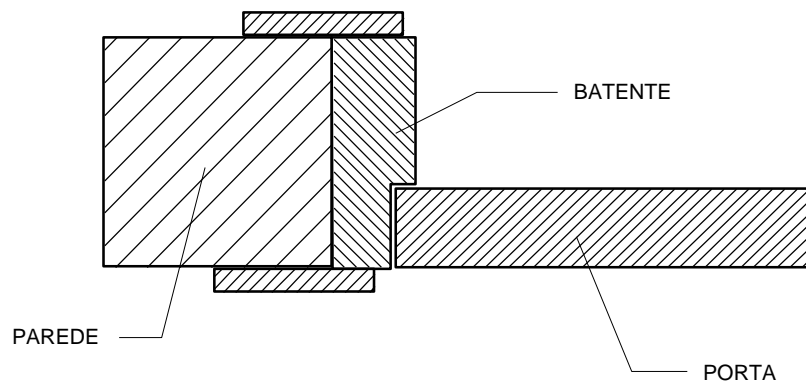


Figura 1.2 - Hachuras - exemplo de detalhes de um batente.

3. Áreas de seção muito grandes não devem ser completamente hachuradas já que isso poderia acabar atrapalhando a leitura do desenho em vez de ajudar. Neste caso só se hachuram regiões próximas à borda (ver Figura 1.3).
4. Áreas de seção estreitas podem ser completamente preenchidas e no caso de serem representadas duas superfícies contíguas deve-se deixar um espaço de no mínimo 0,7 mm.
5. Deve-se evitar que Cotas apareçam dentro das superfícies hachuradas. Se isso ocorrer, deve-se interromper a hachura no local do valor da Cota.
6. Já que Vistas Ortográficas Seccionais são para mostrar detalhes não visíveis nas Vistas, não se deve empregar linhas tracejadas, limitando-as, se for o caso, a detalhes realmente esclarecedores.

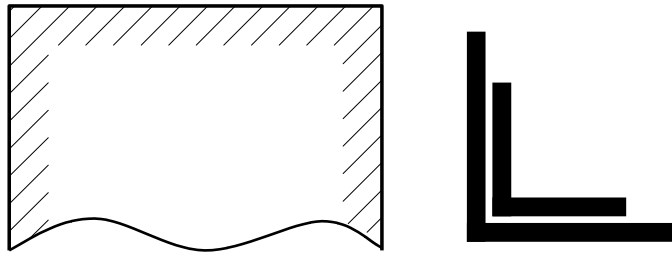


Figura 1.3 - Caso das superfícies grandes (esquerda) e pequenas superfícies (direita).

1.5 PLANO SECANTE

O Plano Secante é escolhido a partir da vista que melhor o diferencia e representado por uma linha traço e ponto, estreita, larga nas extremidades e nas mudanças de direção, chamada linha de corte (Figura 1.4).

Nas extremidades dessa linha, indicam-se por meio de setas o sentido de observação. Com letras maiúsculas, marca-se ao lado da seta a identificação daquele plano secante. Se o Plano Secante é muito evidente, permite-se a omissão da marcação dessa linha.



Figura 1.4 – Indicação do plano secante

1.6 OMISSÃO DE HACHURAS

Ainda que, como dito, as peças cortadas sejam hachuradas, existem aqueles *casos especiais* em que não se deve hachurar por questões de clareza e legibilidade do desenho e também para não transmitir ao leitor uma falsa sensação de solidez. São, por exemplo, parafusos, rebites, parafusos, porcas, arruelas, chavetas, eixos e nervuras nas Vistas Laterais, como nas figuras seguinte:

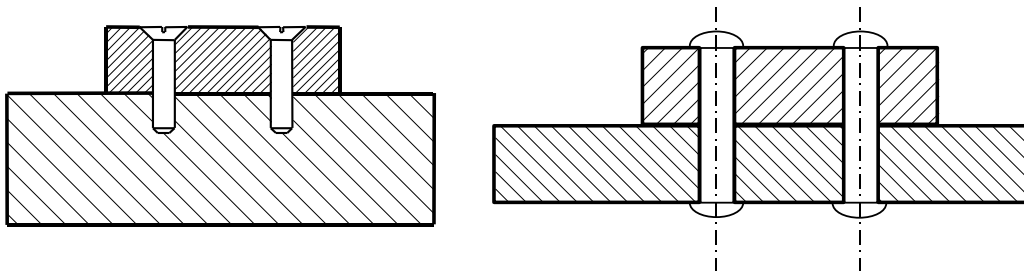


Figura 1.5 - Representação de cortes em parafusos (esquerda) e rebites (direita).

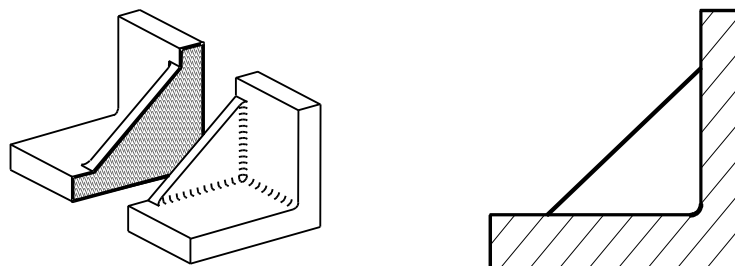


Figura 1.6 - Representação de cortes em nervuras.

VISTAS SECCIONAIS

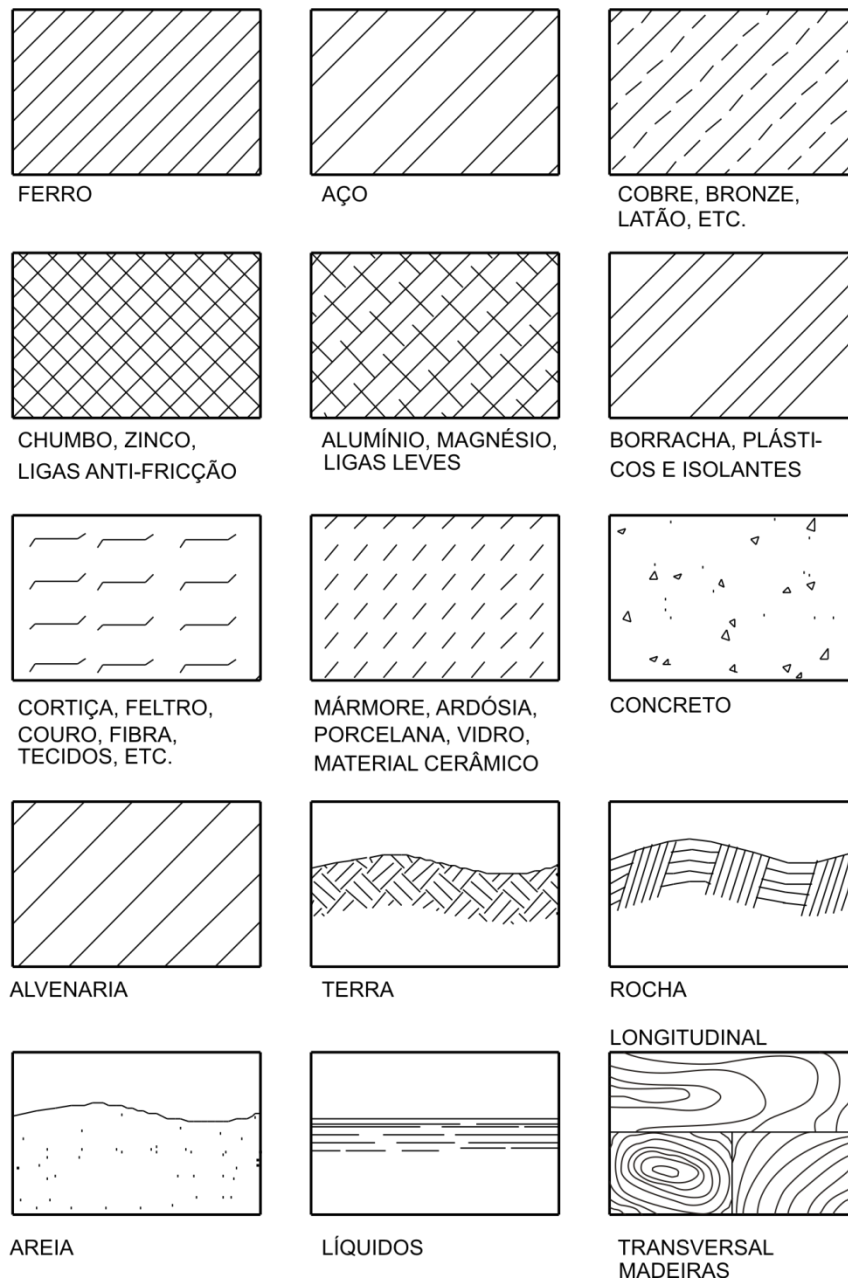


Figura 1.7 - Alguns padrões de hachuras recomendadas.

1.7 TIPOS DE CORTE

Conforme o posicionamento do PLANO SECANTE e algumas alterações feitas nele, obtemos vários tipos de Corte. A utilização deles se fará conforme a necessidade de clareza na representação e conforme as características da peça. Os principais são:

PLENO OU TOTAL: Obtém-se com o Plano Secante seguindo toda a extensão da peça no sentido de um eixo principal ou linha média do objeto, como no Corte AA na Figura 1.8.

MEIO CORTE: Interrupção feita no Plano Secante, devida, por exemplo, à simetria do corte pleno. Uma parte da simetria é representada em corte (lado direito ou inferior) e o restante permanece representado em vista normal (lado esquerdo ou superior). Não se usam linhas tracejadas, em quaisquer dos lados, neste tipo de vista, como se vê no Corte AB da Figura 1.8.

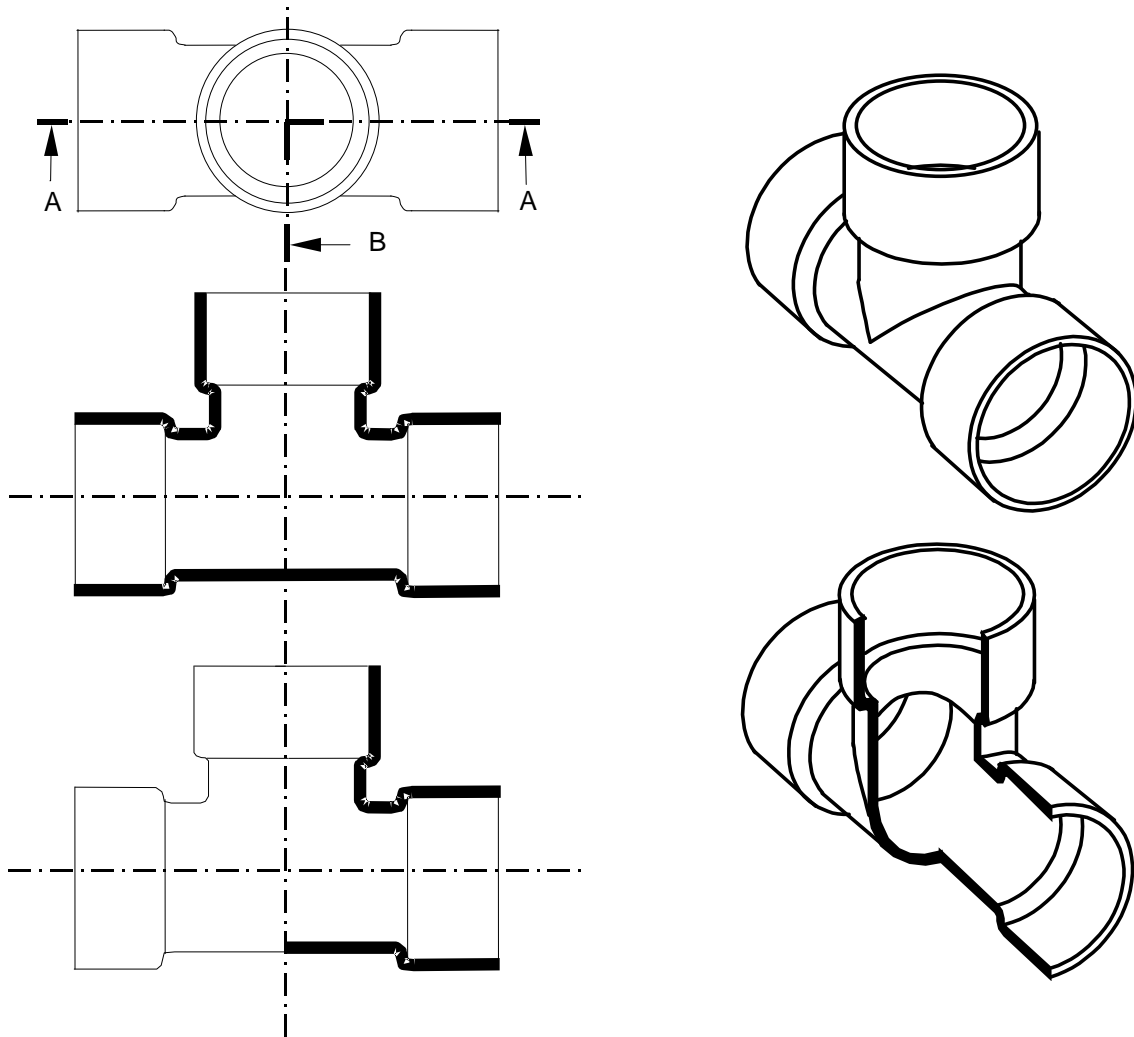
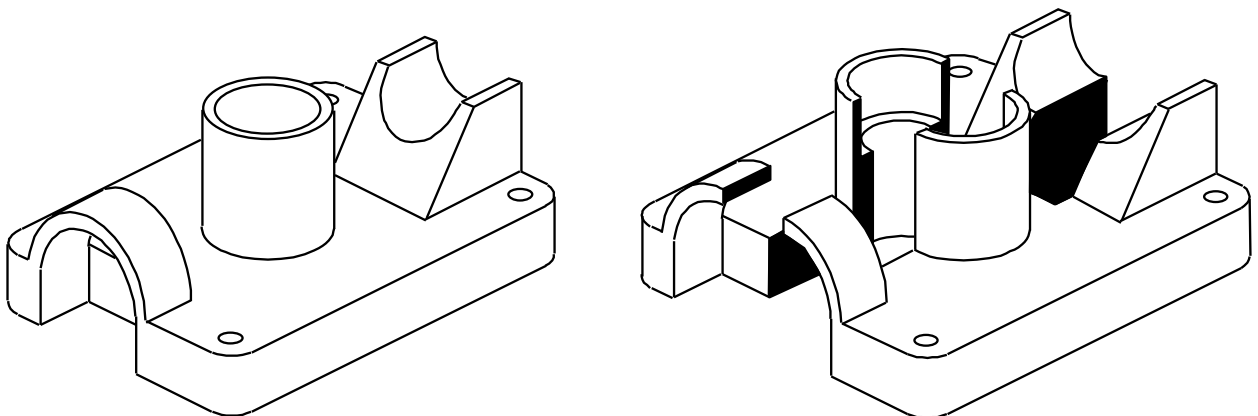


Figura 1.8 - Corte Pleno e Meio Corte

CORTE COMPOSTO: Caracterizado pelo desvio do Plano Secante na "busca" de detalhes mais interessantes a serem representados. Quando houver duas áreas hachuradas contíguas, mas que pertencem a planos de corte distintos, as hachuras sofrem um pequeno deslocamento.



VISTAS SECCIONAIS

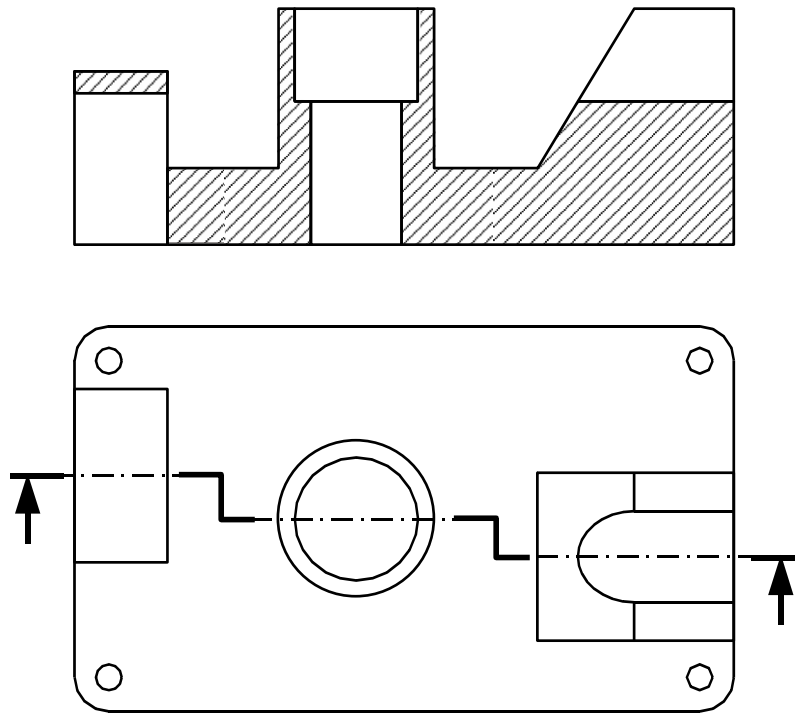


Figura 1.9 - Corte composto.

CORTE REBATIDO: Para o caso de peças que tenham um eixo principal que sofre um desvio. Nesse caso, o desenho da Vista em Corte, que busca a precisão nas dimensões, é rebatido.

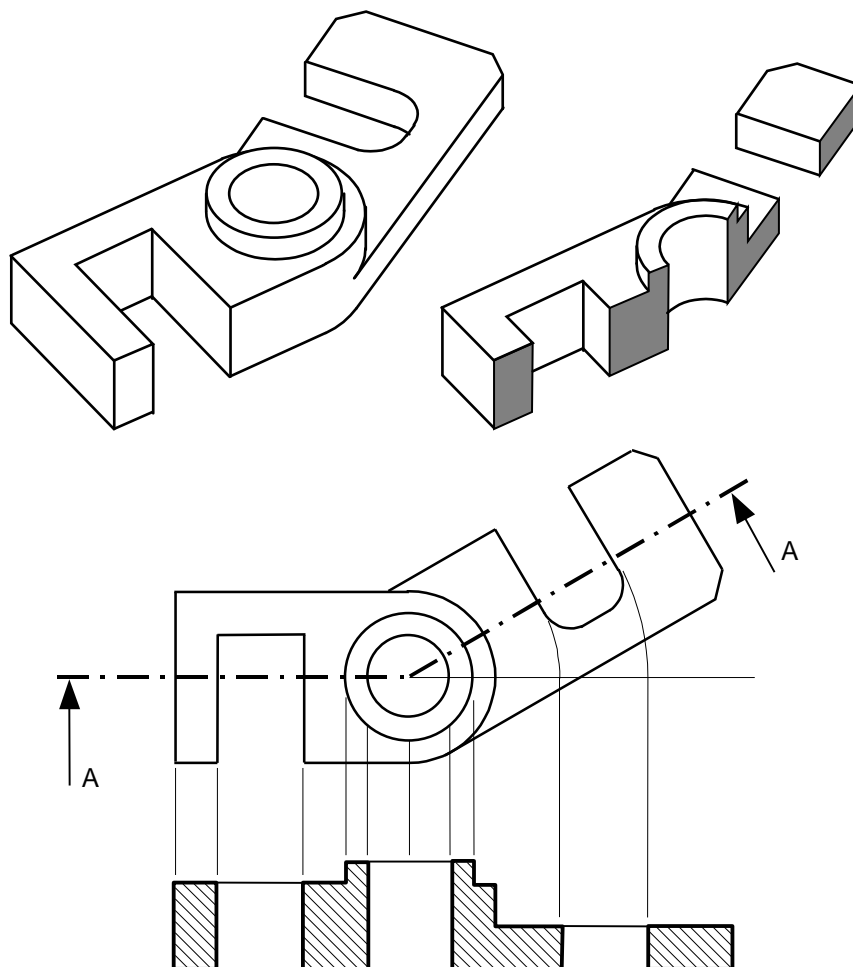


Figura 1.10 - Corte rebatido.

CORTE PARCIAL: É utilizado quando se deseja representar a Vista em Corte aproveitando uma Vista já existente, sem prejuízo da clareza desta. É o mesmo que representar a Vista "arrancando" um pequeno pedaço, o que permite enxergar um detalhe interior.

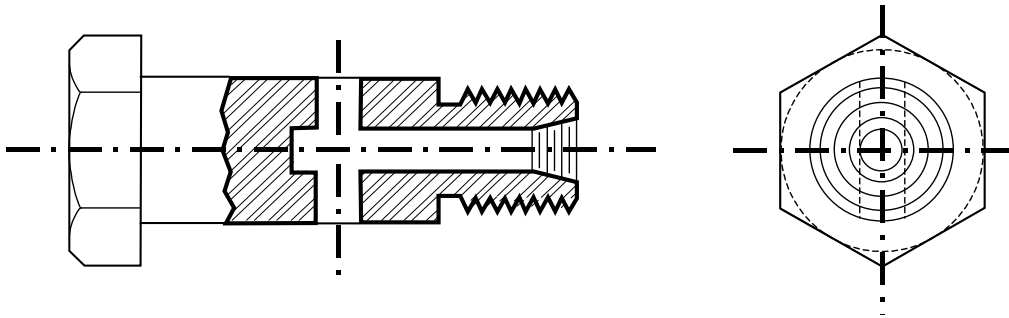


Figura 1.11 - Corte parcial.

CORTE AUXILIAR: Útil quando os detalhes que interessam que apareçam em corte se apresentam num eixo que não coincide com um dos eixos da peça. Para tanto, a Vista em Corte vai ser feita a partir de uma Vista Auxiliar paralela ao eixo em que estão os detalhes.

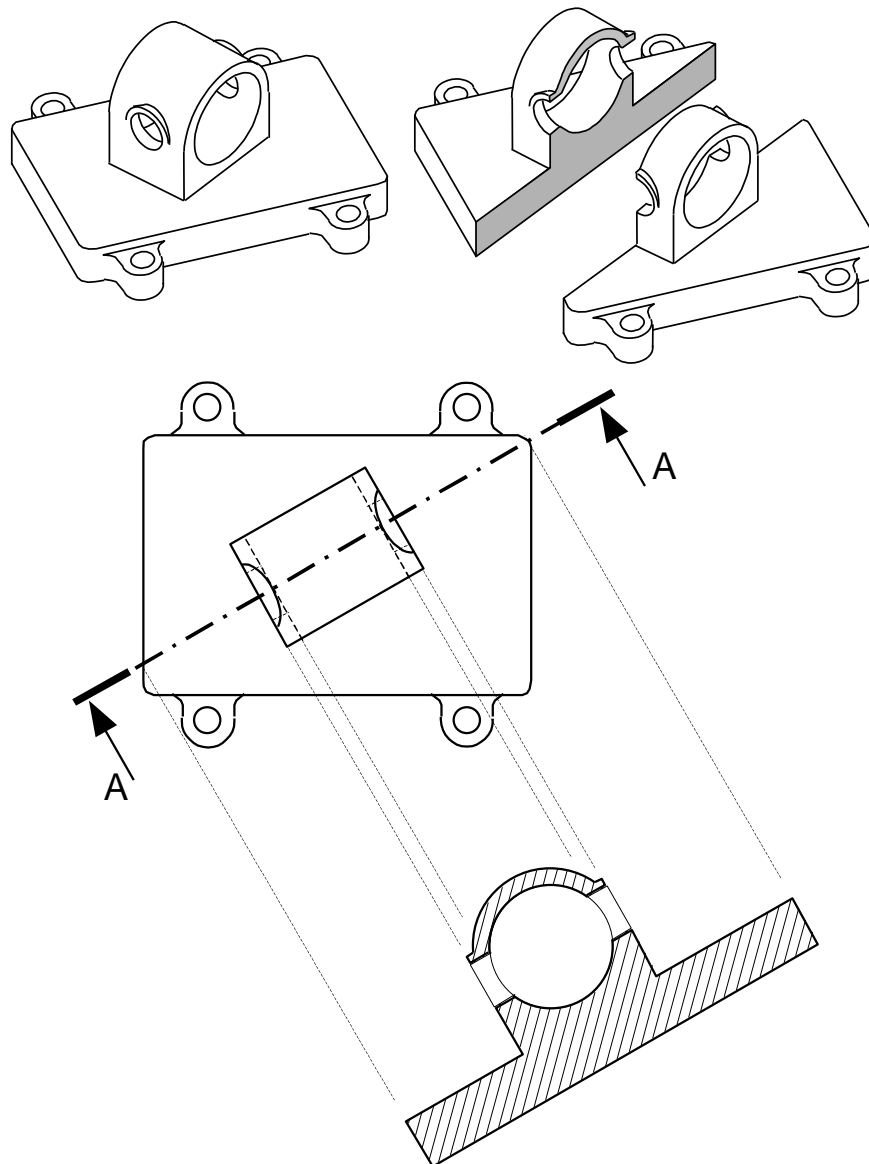


Figura 1.12 - Corte auxiliar.

VISTAS SECCIONAIS

CORTE FANTASMA: Denomina-se assim o desenho em corte quando detalhes que foram retirados pelo Plano Secante são representados por uma linha tracejada, indicando a sua antiga localização. Esta linha tracejada deixa de representar os detalhes que estão atrás do objeto e passa a chamar-se projeção. É uma aplicação comum nos Desenhos de Arquitetura, por exemplo.

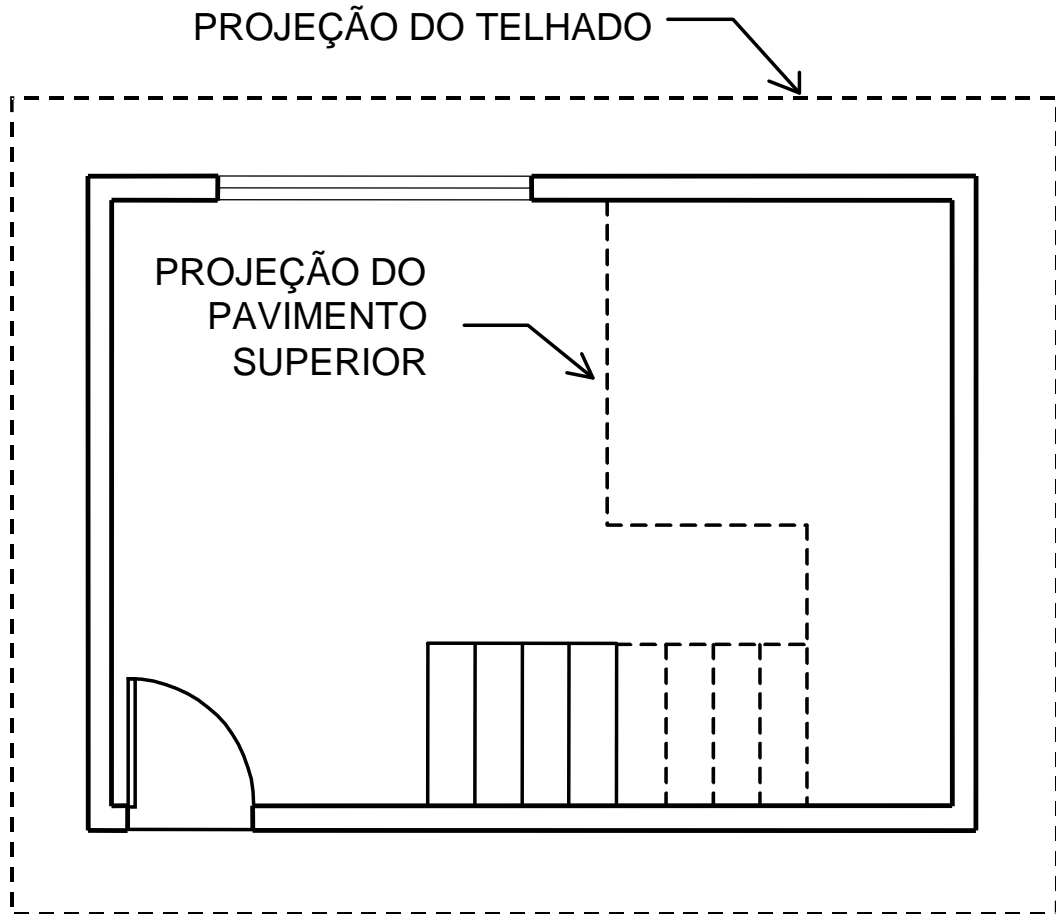


Figura 1.13 - Corte fantasma.

1.8 REPRESENTAÇÃO SIMPLIFICADA DE VISTAS EM CORTE

Em algumas Vistas em Corte, por causa da dificuldade de representar detalhes relativamente simples e óbvios, permite-se uma simplificação visando facilitar o desenho como nos exemplos a seguir:

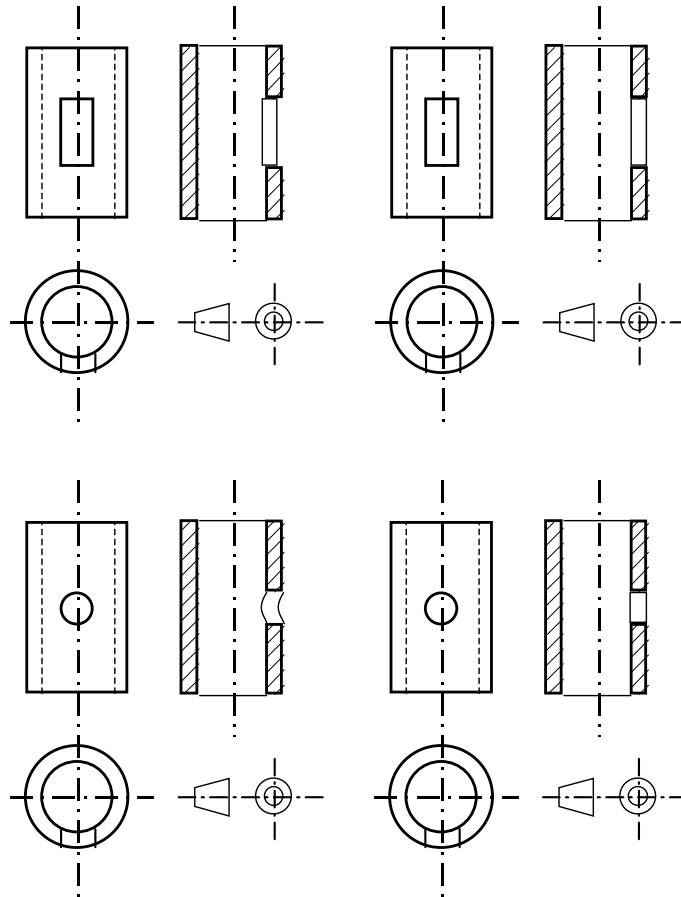


Figura 1.14 - Corte não simplificado (esquerda) e representação simplificada (direita).

1.9 REPRESENTAÇÃO DE PEÇAS INTERROMPIDAS

Peças que se prolongam homogeneamente ao longo de um eixo, e cuja representação total não iria acrescentar nenhuma nova informação, podem ser interrompidas. Essa interrupção pode ser feita seguindo alguns padrões, como os seguintes:

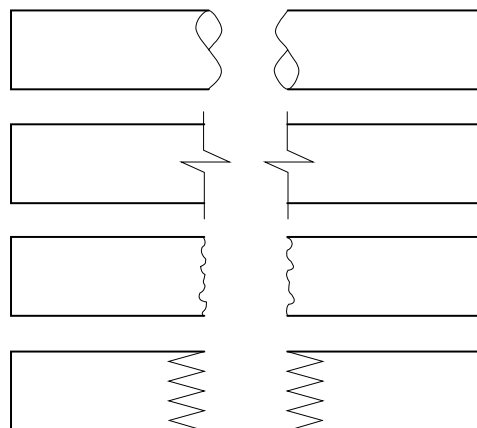


Figura 1.15 - Representação de peças interrompidas.

VISTAS SECCIONAIS

1.10 SEÇÕES

Como já foi dito, as Seções são simplificações dos Cortes. A sua representação deve aproveitar a própria vista que a determinou, e podem estar fora ou dentro dessa vista. Na perspectiva da Figura 1.16, mostram-se as localizações de Planos Secantes, cujas Seções são representadas ao lado da Vista na Figura 1.17. A Figura 1.18 mostra um exemplo de seção rebatida dentro da própria vista.

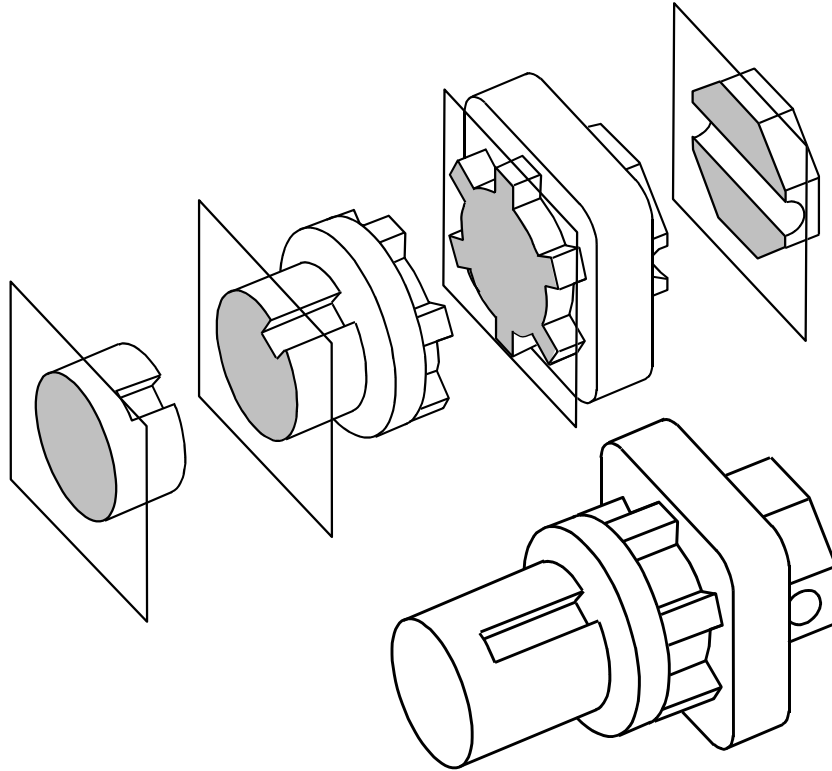


Figura 1.16 – Seções (localização de Planos Secantes)

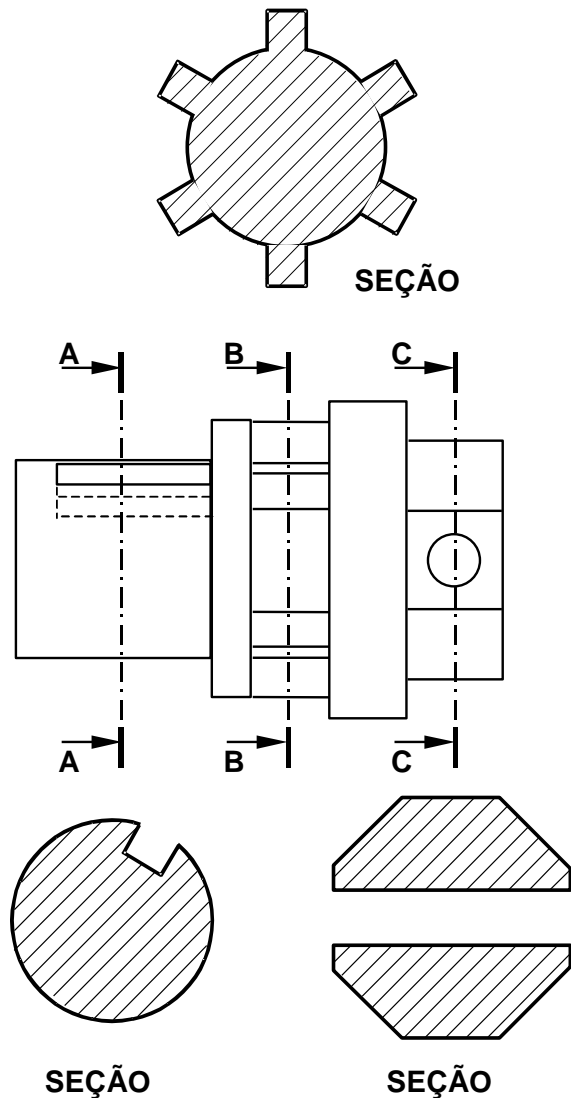


Figura 1.17 - Seções desenhadas ao lado das Linhas de Corte.

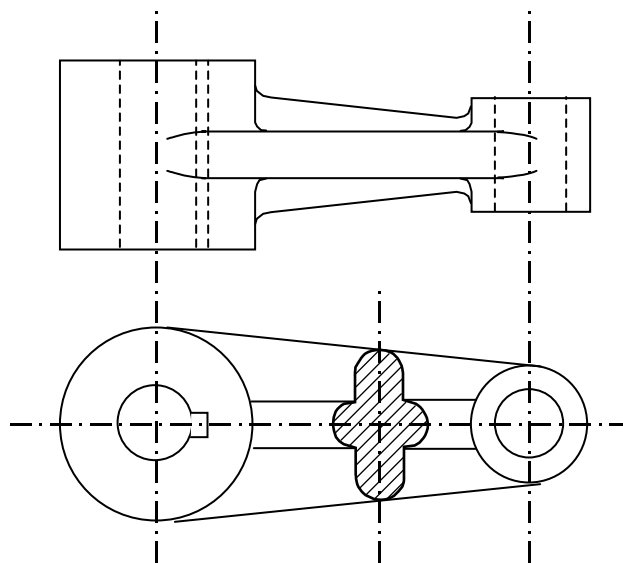


Figura 1.18 - Seções desenhadas dentro das Vistas Ortográficas.

NORMAS, CONVENÇÕES E DESENHOS DE EXECUÇÃO

2 TÉCNICAS DE COTAGEM

2.1 OBJETIVOS

O objetivo deste capítulo é orientar o leitor quanto:

- Às normas e regras para cotagem de desenhos e
- Técnicas usuais de cotagem para descrever com precisão o tamanho e o formato dos objetos num desenho de engenharia.

O material a seguir foi adaptado das publicações:

- Kawano, Cheng L., E. Toledo, J. Petreche, P. Bastos e S. Leal **PCC117 – Desenho para Engenharia I**, Ed. Cyber, 1998.
- Bachmann & R. Forberg. **Desenho Técnico**, Ed. Globo, 1977.
- L. V. Cunha. **Desenho Técnico**, Fundação Calouste Gulbenkian, 1989.
- T. E. French. **Desenho Técnico**, Editora Globo, 1967.
- F. E. Giesecke. **Comunicação Gráfica Moderna**, Editora Bookman, 2002.

2.2 INTRODUÇÃO

Até aqui você aprendeu a criar desenhos para descrever forma e posição dos objetos do seu projeto. A fim de aumentar a clareza, vamos ver agora como adicionar cotas em um desenho para descrever com precisão as dimensões, as localizações e algumas especificações.

Cotagem é a indicação, no desenho, das características (dimensionais, de tolerância, tipo de acabamento, tipo de soldagem, etc.) do objeto representado. **Cotas**, conforme mostra a Figura 2.1, descrevem a dimensão e a localização das características geométricas de um objeto. **Notas** são informações suplementares sobre material, acabamento, e outras especificações relacionadas à fabricação da peça.

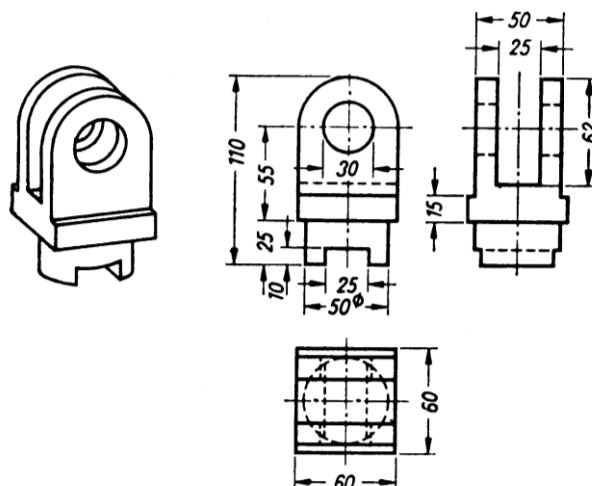


Figura 2.1 - Cabeça de forquilha e suas vistas cotadas.

A necessidade de fabricar peças intercambiáveis é a base da cotagem moderna. Os desenhos devem ser cotados de modo que equipes de produção em qualquer parte do mundo possam fabricar peças conjugadas que irão se encaixar apropriadamente. Sendo assim, organizações de padronização, tais como ISO, ANSI, DIN, JIS e ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) prescrevem com exatidão como as cotas e as notas devem ser apresentadas

e as regras genéricas para sua seleção e colocação no desenho. Porém é necessário ter bom senso para cotar desenhos de modo que sua interpretação seja clara e não ambígua.

Enfim, um desenho técnico com cotas e anotações funciona como um documento elaborado pelo projetista, com instruções claras sobre os detalhes da fabricação da peça, a ser utilizado pelo pessoal da linha de produção. E, analogamente a elaboração da instrução na forma de texto, é preciso muito cuidado e dedicação do projetista no sentido de revisar e aprimorar a indicação das cotas.

Com a evolução tecnológica, hoje os sistemas de CAD se destacam no traçado das cotas de acordo com as normas. No entanto, ainda não são capazes de selecionar adequadamente a cota a ser indicada ou onde colocá-la no desenho. Isso requer um nível de sofisticação e inteligência que ainda não fazem parte da maioria dos sistemas de CAD e a decisão cabe ao engenheiro projetista.

2.3 CONSIDERAÇÕES BÁSICAS SOBRE COTAGEM

Convenções usadas nos desenhos, combinadas com as especificações, visam complementar ou simplificar os desenhos e obter uma representação mais clara que serve como instruções de fabricação utilizadas pelos técnicos da oficina para criar o objeto representado.

Com o crescimento da demanda pela precisão de fabricação e intercambiabilidade, a responsabilidade do controle das dimensões de uma peça tem sido transferida dos técnicos da oficina para os engenheiros projetistas. Cabe a equipe da produção somente a interpretação e observância das instruções fornecidas nos desenhos.

Por isso, ao cotar o desenho de uma peça, você deve manter em mente a geometria desta, os processos de produção requeridos e, acima de tudo, a função dela no conjunto. Cotar primeiro de acordo com a **função** e então revisar a cotagem feita verificando se você consegue aperfeiçoá-la para o propósito de **produção** sem afetar negativamente o resultado final. Em outras palavras, ao selecionar as cotas a serem mostradas no desenho, devem-se privilegiar as medidas que estão ligadas ao funcionamento da peça, de modo a garantir o bom desempenho. Em seguida, mostrar as medidas necessárias para fabricar a peça.

Desenhos são normalmente feitos em escala. Isso ajuda na visualização do objeto, porém, você não deve jamais medir no desenho e aplicar a escala para obter uma medida de que você precise. Sempre que possível, siga as diretrizes do quadro abaixo ao executar um desenho.

- **Indicar as cotas** que são convenientes para a fabricação da peça, **considerando os processos e as ferramentas de fabricação.**
- Fornecer cotas suficientes de modo que não seja necessário tomar medidas do desenho ou assumir valor de alguma medida.
- Não cotar com base nos pontos ou superfícies que não sejam acessíveis para medições.
- **Cotas não devem ser duplicadas ou supérfluas.** Somente aquelas medidas necessárias para **fabricar e inspecionar** as peças com relação às especificações do projeto devem ser fornecidas.
- Mantenha em mente que **as medidas que você usa para desenhar não são necessariamente as medidas requeridas para facilmente fabricar ou inspecionar as peças.**
- Forneça **cotas funcionais** que possam ser interpretadas para fabricar as peças do modo que você quer que ela seja feita.

NORMAS, CONVENÇÕES E DESENHOS DE EXECUÇÃO

2.4 ELEMENTOS DE COTAGEM

A cotação é representada com os seguintes elementos (Figura 2.2), todos eles traçados em linha fina e contínua:

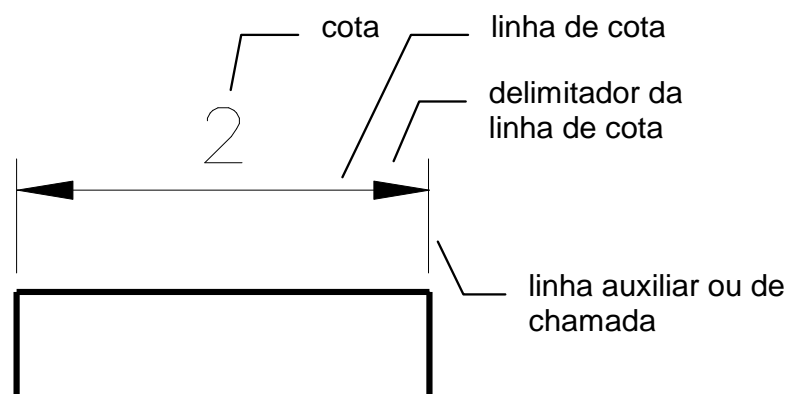


Figura 2.2 - Os elementos de cotação.

Linha de cota	<ul style="list-style-type: none">- sempre paralela à dimensão cotada;- o espaçamento das linhas de cota deve ser uniforme em todo o desenho;
Linha de chamada	<ul style="list-style-type: none">- paralelas entre si;- perpendicular (ou a 60°, se necessário) ao elemento cotado;- não toca o elemento cotado;- encontra a linha de cota em ângulo reto, exceto em casos especiais;- estendem-se um pouco além da linha de cota;
Cota	<ul style="list-style-type: none">- indicação da medida ou característica;- sem indicação de unidade (pois ela é indicada na legenda);- em letras técnicas;
Delimitador da linha de cota	<ul style="list-style-type: none">- pode ser seta ou traço curto a 45°;- a seta não ultrapassa a linha de chamada;
Indicador	<ul style="list-style-type: none">- direciona atenção para uma nota ou uma medida;- começa com uma seta quando você consegue apontar uma linha no desenho;- começa com um ponto quando localiza algo dentro do contorno do objeto;- deve ser uma reta inclinada fazendo um ângulo grande com a horizontal;- o indicador para um círculo deve ser uma linha radial;
nota	<ul style="list-style-type: none">- informações suplementares;- texto curto e cuidadosamente redigido para não permitir ambigüidade na interpretação;- sempre feitas na horizontal e posicionadas estrategicamente;

2.5 REGRAS DE COTAGEM

As seguintes regras, definidas pela **NBR10126**, devem ser observadas quando da execução de cotas em desenho técnico[§]:

- As cotas devem ser colocadas na vista que melhor represente o elemento cotado;
- Devem-se representar somente as cotas necessárias para descrição completa do objeto. Normalmente nenhuma dimensão ou posição deve ser indicada por mais de uma cota;
- Deve-se evitar o cruzamento de linhas de cotas com outras linhas;
- Em elementos interrompidos, a linha de cota permanece contínua (Figura 2.3);

[§] Consultar o texto da norma para maiores detalhes

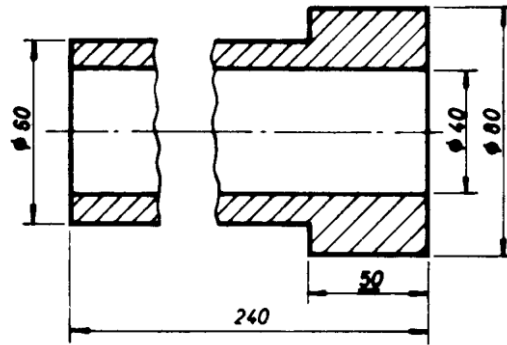


Figura 2.3 – Cotagem de elementos interrompidos.

- e) Os contornos do desenho, linhas de centro ou de simetria não podem ser usadas como linha de cota. Pode-se, porém, utilizá-las como linhas auxiliares (linhas de chamada);
- f) Adota-se um único tipo de delimitador de linha de cota (seta ou traço) num desenho. Deve-se manter seu tamanho uniforme em todo o desenho;
- g) As setas, sempre que possível, devem ficar internas às duas linhas auxiliares que delimitam uma dimensão ou uma posição, dentro da linha de cota. Se necessário podem ser colocadas externamente (Figura 2.4).

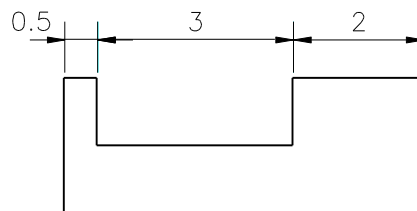


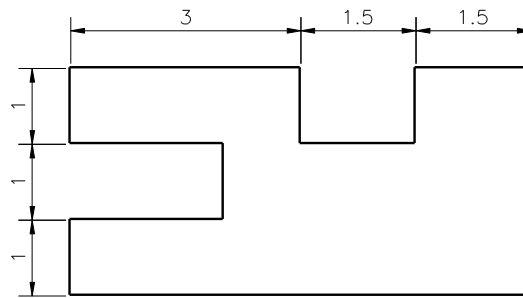
Figura 2.4 - Setas internas e externas à linha de cota.

- h) Os seguintes símbolos são usados antes do valor das cotas para melhorar a interpretação do desenho. Podem ser omitidos quando houver clareza:

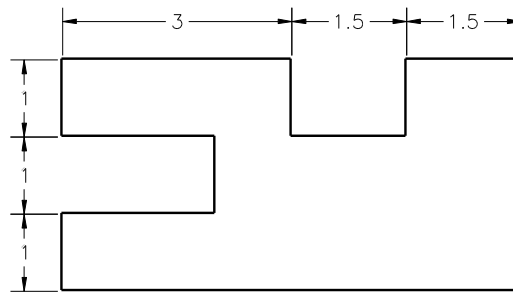
∅	diâmetro
R	raio
□	quadrado
∅ ESF	diâmetro esférico
R ESF	raio esférico

- i) As cotas devem ser todas posicionadas acima e paralelamente às linhas de cota e preferencialmente centradas (Figura 2.5a). As cotas são lidas de baixo para cima e da esquerda para a direita. Opcionalmente, pode-se interromper a linha de cota para a inscrição da cota que, neste caso, é sempre horizontal (Figura 2.5b). Não se devem misturar os dois estilos num mesmo desenho.

NORMAS, CONVENÇÕES E DESENHOS DE EXECUÇÃO



(a)



(b)

Figura 2.5 - Os dois estilos de cotagem.

A cotagem de raio se faz com apenas uma linha auxiliar, dentro ou fora do elemento, e sem seta na extremidade longe do contorno (Figura 2.6).

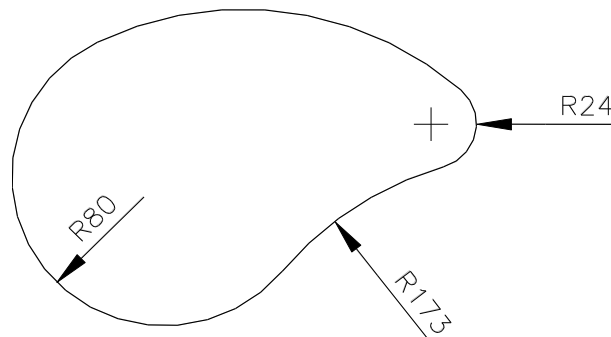


Figura 2.6- Cotagem de raios.

Apesar de não constarem explicitamente no texto da norma, as seguintes recomendações, uma espécie de boa prática resultante de anos de experiência, são indicadas:

- j) Arcos inferiores a 180° deverão ser cotados por seu raio;
- k) Arcos superiores a 180° deverão ser cotados por seu diâmetro;
- l) Em objetos simétricos, não se devem repetir cotas simétricas;
- m) Não cotar dimensões resultantes de um corte na peça que não sejam utilizadas para a sua construção (Figura 2.7);
- n) Fornecer cotas de forma que não seja necessário fazer cálculos quando da fabricação ou inspeção da peça.

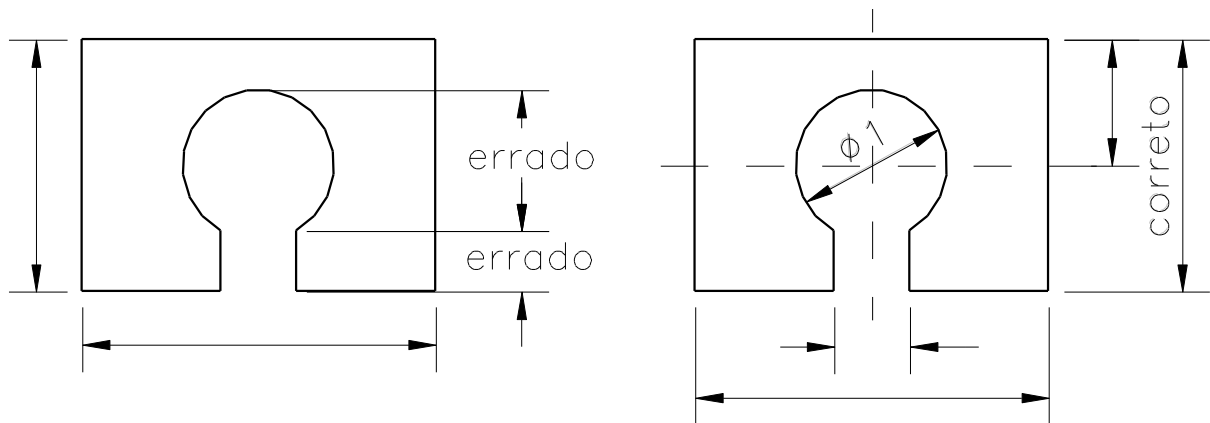


Figura 2.7 - Cotagem de cortes.

2.6 COTAGEM POR DECOMPOSIÇÃO GEOMÉTRICA

Conforme mencionada anteriormente, a maior dificuldade da cotagem é selecionar qual cota deve ser indicada e onde colocá-la no desenho. Como uma diretriz que facilita este trabalho, sugerimos o método de decomposição geométrica.

Estruturas de engenharia são compostas, na sua grande maioria, por formas geométricas simples, tais como prisma, cilindro, pirâmide, cone e esfera. Elas podem ser formas exteriores (positivos) ou interiores (negativos). Por exemplo, um eixo é um cilindro positivo, e um furo é um cilindro negativo. A Figura 2.8 mostra um suporte e as formas geométricas fundamentais que compõem a peça.

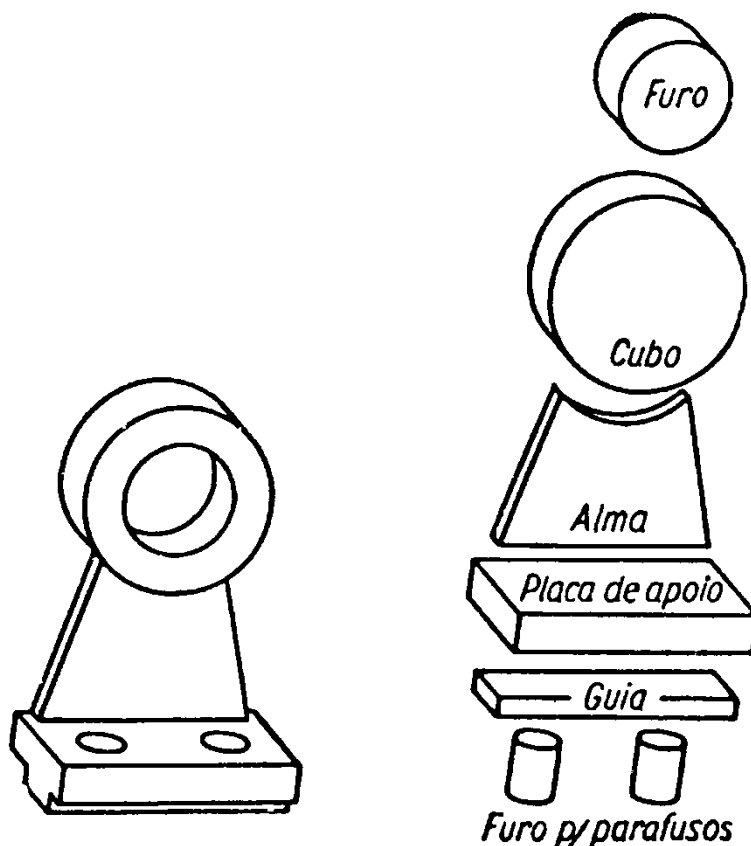


Figura 2.8 - Suporte e as formas geométricas fundamentais que compõem a peça.

Estas formas resultam diretamente da necessidade do projeto – manter as formas simples na medida do possível – e dos requisitos das operações fundamentais de manufatura.

NORMAS, CONVENÇÕES E DESENHOS DE EXECUÇÃO

Por isso, podemos dividir a cotação das estruturas de engenharia em dois passos básicos:

- Fornecer as cotas que mostram as dimensões das formas geométricas simples, chamadas de *cotas de dimensão*.
- Fornecer as cotas que definem a localização destes elementos, um em relação ao outro, chamadas de *cotas de posição*.

Este processo de análise por decomposição geométrica ajuda a determinar as formas geométricas básicas que constituem a peça e as relações entre elas, mas às vezes não são suficientes para uma cotação bem executada. Nestes casos, você deve considerar a função da peça no conjunto e os requisitos para sua fabricação.

2.7 COTAS DE DIMENSÃO

Prisma:

- A altura e a largura são geralmente dadas na vista frontal.
- A profundidade na vista superior.

Cilindros:

- Cilindros geralmente são cotados dando-se o diâmetro e o comprimento, na vista onde o cilindro aparece como retângulo.
- Não use uma linha diagonal dentro da vista que mostra a seção circular, exceto quando se consegue melhorar a clareza. Usando várias linhas diagonais num mesmo centro deixa o desenho confuso.
- O raio de um cilindro nunca deve ser dado porque instrumentos de medição, tais como micrômetros e paquímetros, são projetados para checar diâmetros.

2.8 COTAS DE POSIÇÃO

Depois de especificar as dimensões de todas as formas geométricas que compõe o objeto, forneça as cotas de posição para mostrar as posições relativas entre elas. Furos cilíndricos ou cônicos, protuberâncias ou outras formas simétricas são posicionados pelos seus centros. Cotas de posição para furos são preferivelmente dadas na vista onde o furo aparece como círculo.

Em geral, cotas de posição devem ser definidas a partir de uma superfície com acabamento, ou a partir de um centro ou linha de centro importante, com a finalidade de manter sob controle e melhorar a precisão dimensional da peça fabricada. A superfície de referência selecionada deve ser acessível durante a fabricação, e deve ser selecionada considerando a facilidade do projeto, usinagem e a fixação das ferramentas.