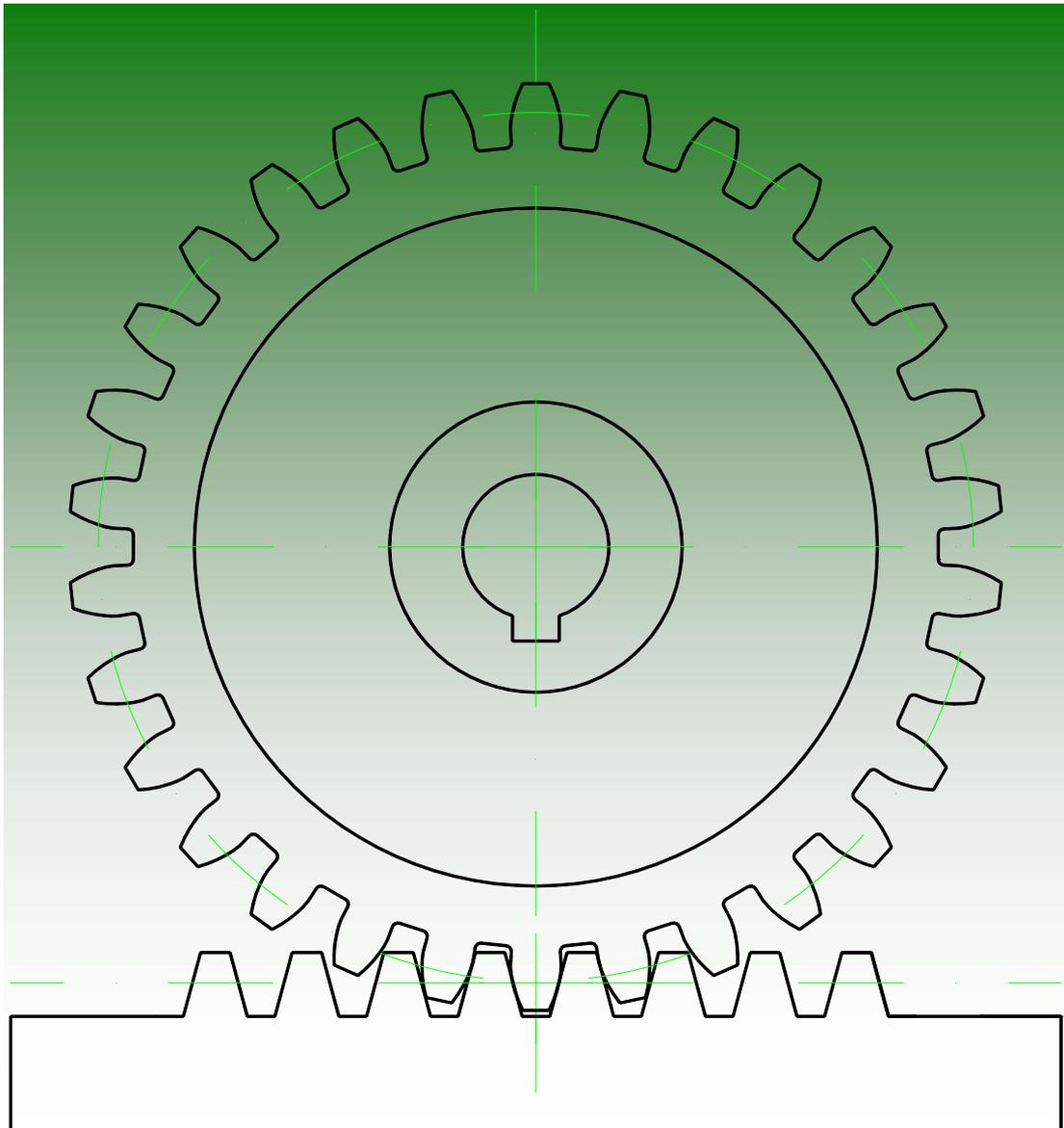


INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PERNAMBUCO
Campus Recife

DESENHO TÉCNICO MECÂNICO

André do Couto



André do Couto

Desenho Técnico Mecânico

6ª Edição

“Nego que exista alguém incapaz de aprender o desenho; nego-o porque nunca achei uma pessoa incapaz de aprender a escrever; escrever é desenhar.”

Aldous Huxley

Capa: André do Couto

Couto, André Monteiro do, 1965 -
Desenho Técnico Mecânico /
André do Couto.
2. ed. - Recife - GrafComputer, 1999

Direitos Autorais

André Monteiro do Couto
Certificado de Registro 145.189
Livro: 235 / Folha: 250
Fundação Biblioteca Nacional
Ministério da Cultura

Sumário

Capítulo 1 Figuras Geométricas	3	Capítulo 18 Estado de Superfícies	108
Capítulo 2 Linhas e suas Aplicações	9	Capítulo 19 Simbologia de Soldagem	116
Capítulo 3 Perspectiva Cavaleira	12	Capítulo 20 Formato de Papel	122
Capítulo 4 Perspectiva Isométrica	17	Capítulo 21 Parafusos	126
Capítulo 5 Projeções Ortográficas	26	Capítulo 22 Polias	128
Capítulo 6 Cortes	38	Capítulo 23 Molas	130
Capítulo 7 Escalas	50	Capítulo 24 Camos	133
Capítulo 8 Cotagem	53	Capítulo 25 Mancais	139
Capítulo 9 Supressão de Vistas	65	Capítulo 26 Engrenagem Cilíndrica	155
Capítulo 10 Vistas Auxiliares	69	Capítulo 27 Engrenagens Cônicas	164
Capítulo 11 Vistas Rebatidas	72	Capítulo 28 Engrenagem e Parafuso sem-fim	172
Capítulo 12 Vistas Especiais	75	Capítulo 29 Engrenagem e Cremalheira	180
Capítulo 13 Omissão de Corte	78	Exercícios 1 Exercícios Fundamentais	187
Capítulo 14 Secções	82	Exercícios 2 Exercícios Complementares	196
Capítulo 15 Encurtamentos	85	Folhas Tarefas Folhas Tarefas	205
Capítulo 16 Cotagens Especiais	87	Apêndice Tabelas	214
Capítulo 17 Tolerâncias	95	Bibliografia	231

Bibliografia

FRENCH, Thomas E. & VIERCK, Charles J.
Desenho técnico e tecnologia gráfica.
São Paulo. Editora Globo, 1989.

ABNT / SENAI-SP.
Coletânea de normas de desenho técnico,
1990.

FIESP / CIESP / SESI / SENAI / IRS.
Leitura e interpretação de desenho técnico mecânico v. 1.
São Paulo. Editora Globo, 1995.

FIESP / CIESP / SESI / SENAI / IRS.
Leitura e interpretação de desenho técnico mecânico v. 2.
São Paulo. Editora Globo, 1995.

FIESP / CIESP / SESI / SENAI / IRS.
Leitura e interpretação de desenho técnico mecânico v. 3.
São Paulo. Editora Globo, 1995.

FIESP / CIESP / SESI / SENAI / IRS.
Elementos de máquina v. 1.
São Paulo. Editora Globo, 1995.

FIESP / CIESP / SESI / SENAI / IRS.
Elementos de máquina v. 2.
São Paulo. Editora Globo, 1995.

Escola Pro-Tec.
Desenhista de máquinas,
2. ed. São Paulo. 1975.

Escola Pro-Tec.
Projetista de máquinas,
6. ed. São Paulo. 1978.

MEC.
Desenho mecânico.
São Paulo. Melhoramentos, 1965.

Catálogos de fabricantes
Tabelas



"Quando as palavras falham, eu desenho."

Leonardo da Vinci

Figuras Geométricas

As figuras geométricas foram criadas a partir da observação de formas existentes na natureza ou de objetos criados pelo homem.

Existem muitas figuras geométricas desde a mais simples até as mais complexas:

Ponto

O ponto é a mais simples das figuras geométricas. É adimensional, ou seja, não tem dimensões (comprimento, largura e altura).

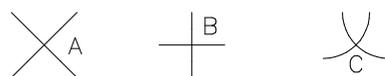


Fig. 1.1: ponto A, ponto B e ponto C.

Linha

A linha é unidimensional, ou seja, tem apenas uma dimensão e é formada pelo deslocamento de um ponto ou um conjunto de pontos dispostos sucessivamente.

O cruzamento de duas linhas determina um ponto que deve ser representado por uma letra maiúscula do alfabeto latino.

Linha reta

A linha reta não tem início nem fim. É infinita.



Fig. 1.2: representação da linha reta.

Linha semi-reta

Quando se divide uma reta em duas partes cria-se uma semi-reta: tem um ponto de origem, mas não tem fim.

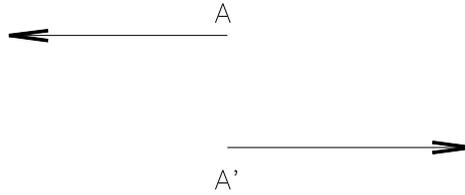


Fig. 1.3: representação de linhas semi-reta.

Segmento de reta

Segmento de reta é uma parte da reta limitada por dois pontos distintos, determinando um início e um fim.



Fig. 1.4: representação de um segmento de reta.

Plano

O plano é formado por um conjunto de retas dispostas sucessivamente em uma mesma direção. Não tem começo nem fim, porém costuma-se representar os seus limites por linhas fechadas. O plano é bidimensional, ou seja, tem duas dimensões.

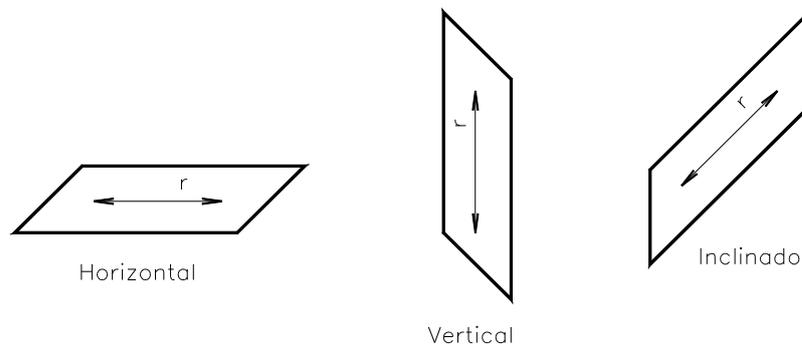


Fig. 1.5: representação de planos.

Figuras geométricas planas

Quando todos os pontos de uma figura se situam em um mesmo plano, é formada uma figura plana.

Polígonos

Polígonos são figuras geométricas planas com três lados ou mais.

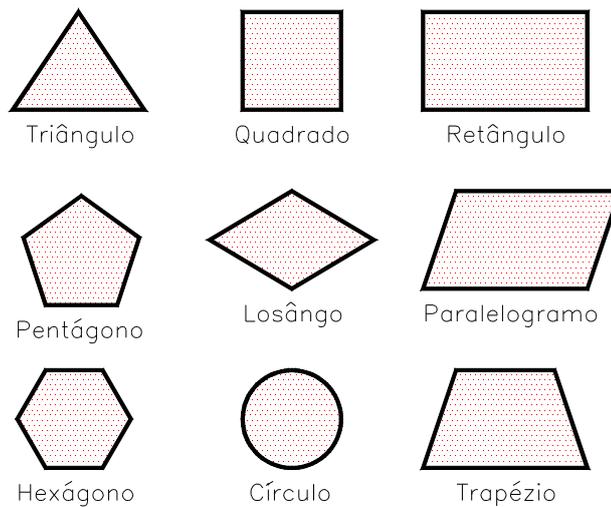


Fig. 1.6: figuras geométricas planas.

Sólidos geométricos

Quando os pontos de uma figura geométrica estão situadas em planos diferentes é formado um sólido geométrico, caracterizando assim, uma figura com três dimensões (tridimensional).

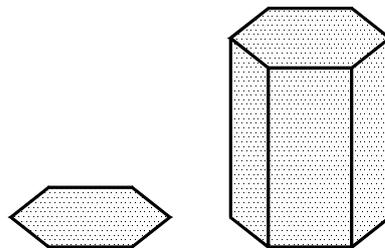


Fig. 1.7: comparação entre uma figura plana e um sólido geométrico.

Prisma

Prisma é um sólido geométrico limitado por um conjunto de polígonos iguais e sobrepostos, com uma distância muito pequena entre eles.

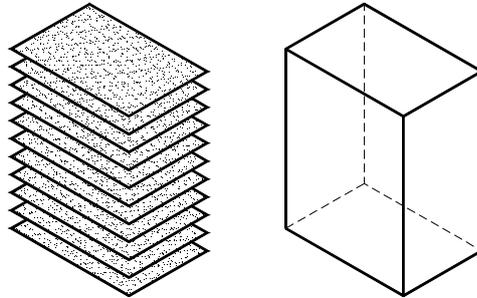


Fig. 1.8: composição de um prisma.

Elementos que constituem um sólido geométrico

As superfícies que delimitam os sólidos geométricos podem ser planas ou curvas.

Superfícies planas

Delimitam sólidos geométricos como cubo, paralelepípedo e pirâmide.

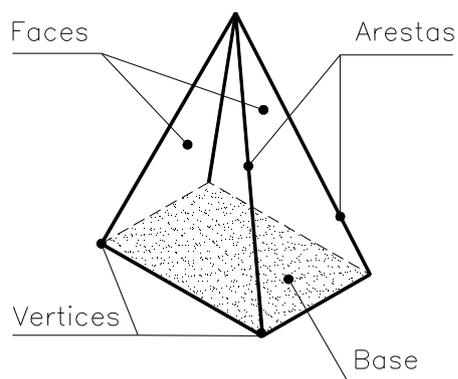


Fig. 1.9: a pirâmide é um sólido geométrico de superfícies planas.

Superfícies curvas

Delimitam sólidos geométricos como cilindro, cone e esfera, que são conhecidos por **sólidos de revolução** porque podem ser gerados a partir da rotação de figuras planas em torno de um eixo.

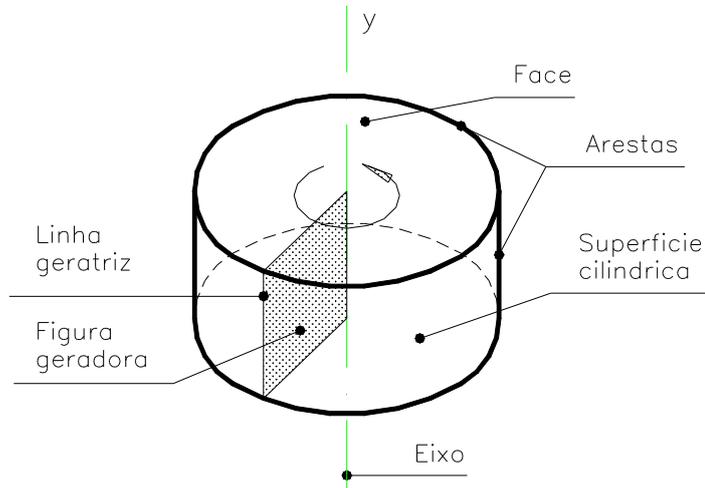


Fig. 1.10: formação de um cilindro a partir da rotação de um retângulo em torno do eixo y .

Sólidos geométricos vazados

São sólidos geométricos que apresentam partes ocas. As partes que foram extraídas também são sólidos geométricos.

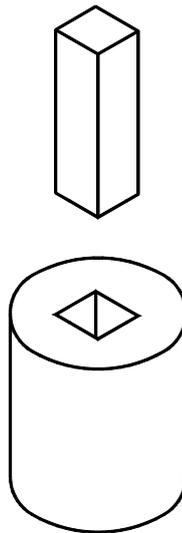


Fig. 1.11: formação de um cilindro vazado.

Sólidos geométricos truncados

Um sólido geométrico cortado por um plano qualquer pode gerar um outro tipo de sólido, denominado sólido geométrico truncado.

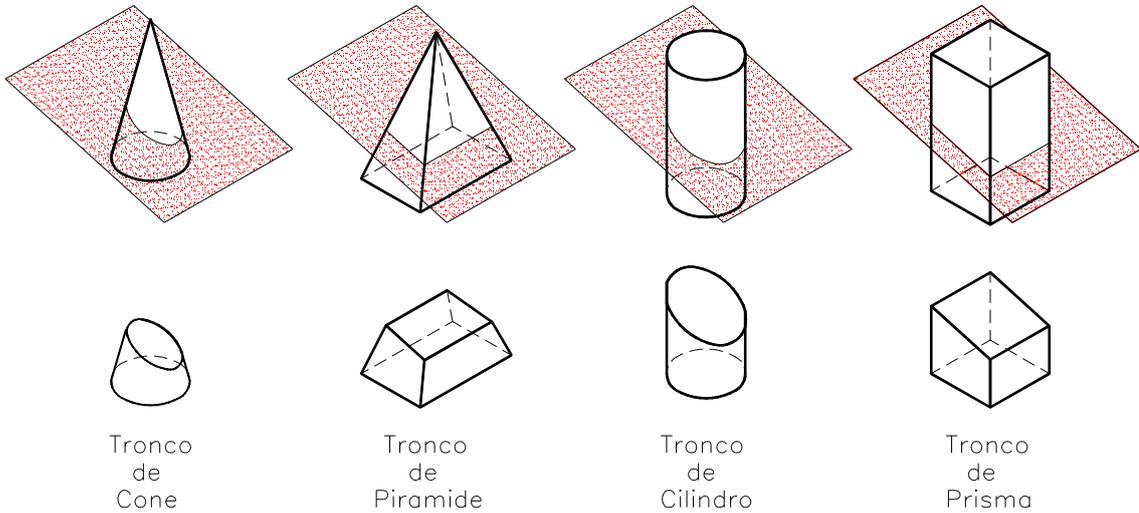


Fig. 1.12: sólidos geométricos truncados.

Curvas planas

As curvas planas podem ser geradas à partir de sólidos geométricos truncados. O contorno da curva é determinado pela direção do plano que corta o sólido.

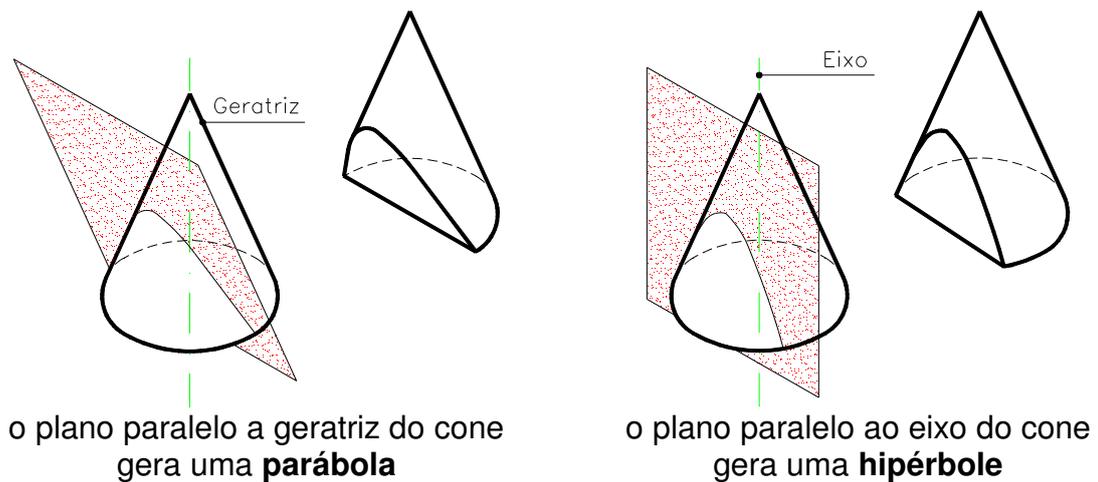


Fig. 1.13: curvas planas.

Tipos de Linhas e suas Aplicações

O desenho técnico, devido a sua aplicação na indústria, necessita de informações precisas que impossibilitem dúvidas ao fabricante.

Definitivamente seria impossível visualizar corretamente desenhos técnicos se não houvessem as convenções das linhas.

Classificação das linhas

a) quanto à largura:

- larga
- estreita

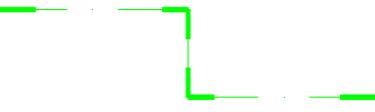
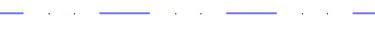
b) quanto à forma:

- contínua
- tracejada
- traço-ponto

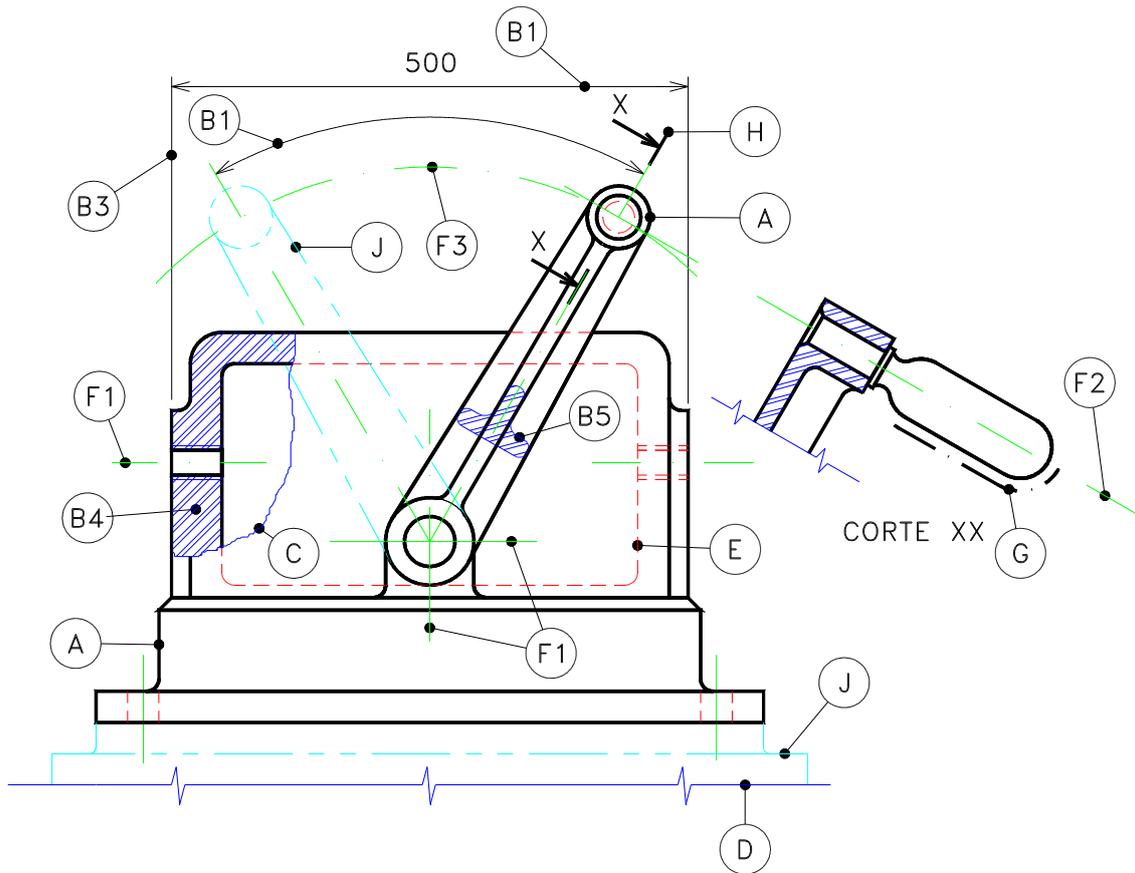
As linhas se classificam apenas quanto a largura e quanto a forma mas existem 9 (nove) tipos de linhas utilizadas em desenho técnico.

A seguir serão mostrados uma tabela e um desenho que juntos apresentarão detalhadamente os tipos de linhas e suas aplicações.

Denominação e Traçado	Item	Aplicação Geral
<p>contínua larga</p> 	A	contornos e arestas visíveis
<p>contínua estreita</p> 	<p>B1</p> <p>B2</p> <p>B3</p> <p>B4</p> <p>B5</p>	<p>linhas de cota</p> <p>linhas auxiliares</p> <p>linhas de chamada</p> <p>hachuras</p> <p>contornos de seções rebatidas na própria vista</p>

<p>contínua estreita (à mão-livre)</p> 	<p>C1</p> <p>C2</p> <p>C3</p>	<p>limites de vistas</p> <p>cortes parciais</p> <p>vistas interrompidas</p>
<p>contínua estreita (ziguezague)</p> 	<p>D</p>	<p>desenhos confeccionados por máquinas</p>
<p>tracejada</p> 	<p>E</p>	<p>arestas e contornos não visíveis</p>
<p>traço-ponto estreita</p> 	<p>F1</p> <p>F2</p> <p>F3</p>	<p>linhas de centro</p> <p>linhas de simetria</p> <p>trajetórias</p>
<p>traço-ponto larga</p> 	<p>G</p>	<p>superfícies com indicação especial</p>
<p>traço-ponto (larga-estreita)¹</p> 	<p>H</p>	<p>planos de cortes</p>
<p>traço-dois pontos estreita</p> 	<p>J1</p> <p>J2</p> <p>J3</p> <p>J4</p> <p>J5</p>	<p>contornos de peças adjacentes</p> <p>posição limite de peças móveis</p> <p>linhas de centro de gravidade</p> <p>posição antes da conformação</p> <p>detalhes acima do plano de corte</p>

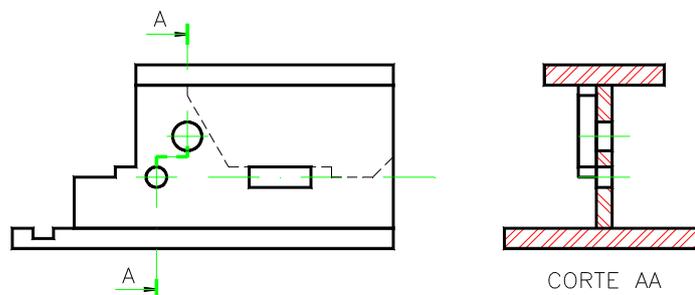
¹ Traço-ponto estreita com linhas largas apenas nas extremidades e mudanças de direção.



Ordem de prioridades das linhas

Ocorrendo coincidência de linhas diferentes deve-se seguir a seguinte prioridade:

1. arestas e contornos visíveis (linha contínua larga);
2. arestas e contornos não visíveis (linha tracejada);
3. superfícies de cortes e seções (traço-ponto estreita, larga nas extremidades e nas mudanças de direção);
4. linhas de centro (traço-ponto estreita);
5. linhas de cota (contínua estreita).



Coincidência de linhas.

Perspectiva Cavaleira

A perspectiva cavaleira possui três eixos perpendiculares entre si onde as medidas podem ser tomadas.

Na representação do desenho, dois eixos são perpendiculares (um traçado na horizontal e outro na vertical), pois pertencem ao plano paralelo às faces do prisma que envolve a figura. O terceiro eixo, que representa a profundidade, pode estar a qualquer ângulo em relação ao eixo horizontal, sendo geralmente mais usados 30° , 45° e 60° .

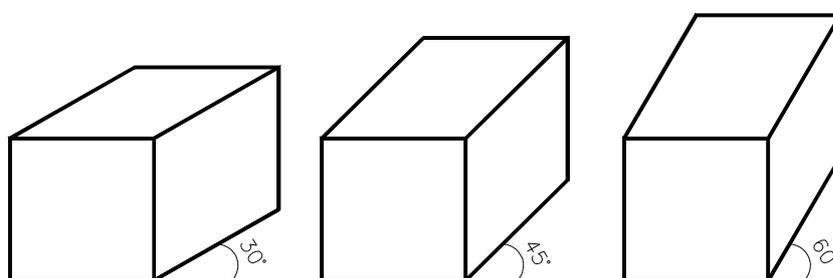


Fig. 3.1: perspectivas cavaleiras de 30° , 45° e 60° .

Na perspectiva cavaleira as faces lateral e superior sofrem deformação.

A face frontal, porém, é projetada sem deformação facilitando a representação de objetos com contornos circulares ou irregulares. É uma vantagem em relação a perspectiva isométrica.

Regra 1: Colocar sempre os contornos circulares ou perfis irregulares como a face frontal do objeto.



Fig. 3.2: deformação de contornos circulares (uso da regra 1).

Outra vantagem da perspectiva cavaleira é que ela dá condições de minimizar o efeito de deformação produzido pela falta de convergência das linhas ajustadas ao plano vertical. principalmente em objetos de maiores dimensões esse efeito é desagradável.

Regra 2: Em desenhos de objetos com grandes dimensões, a maior dimensão deve estar preferencialmente na face frontal.

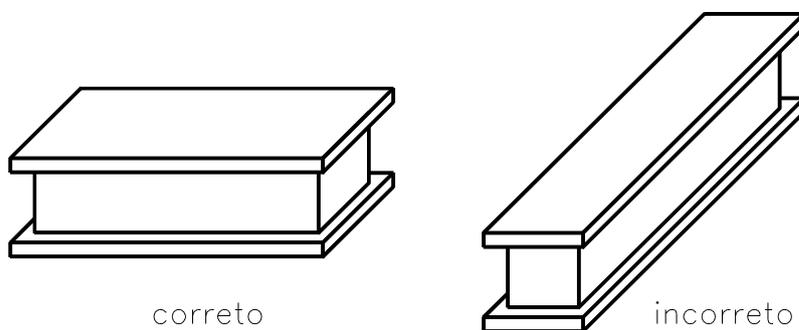


Fig. 3.3: deformação por falta de convergência (uso da regra 2).

No caso de conflito entre as duas regras prevalece a primeira, já que é mais vantagem ter uma face irregular sem deformação do que minimizar o efeito causado pela falta de convergência.

Perspectiva Cabinet

Conhecida nos Estados Unidos sob a denominação de cabinet projection, é um tipo de perspectiva que diferencia da cavaleira pelo método adotado para minimizar o efeito causado pela falta de convergência. Há uma redução proporcional das distâncias medidas nos planos paralelos ao eixo de profundidade, ou seja, das faces lateral e superior. A proporção é dada de acordo com a inclinação do objeto.

30° 2/3 da medida real

45° 1/2 da medida real

60° 1/3 da medida real

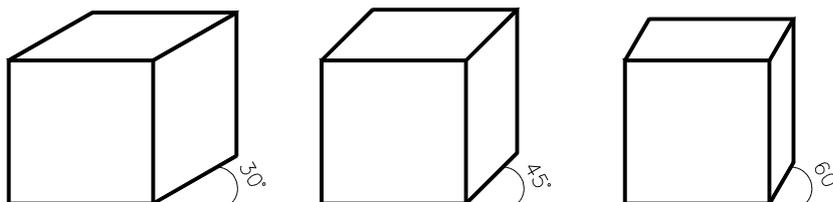
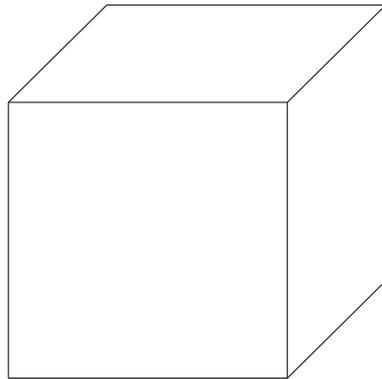


Fig. 3.4: perspectiva cabinet a 30°, 45° e 60°.

Perspectiva cavaleira da circunferência

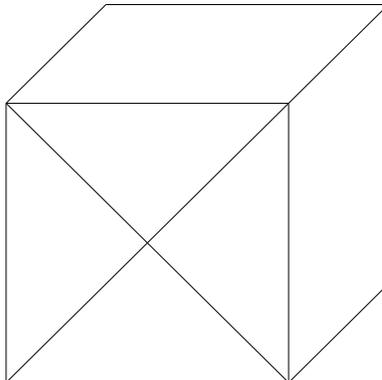
Para se desenhar uma circunferência em perspectiva cavaleira é necessário seguir a seqüência abaixo:

Passo 1: desenhe um cubo em perspectiva cavaleira a 30°, 45° ou 60°.

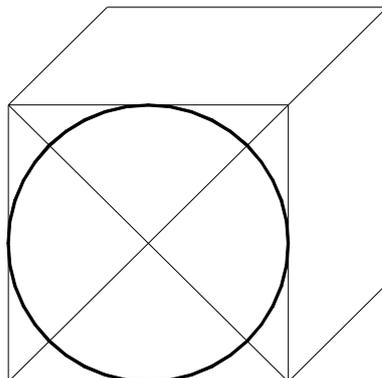


perspectiva do cubo a 45°

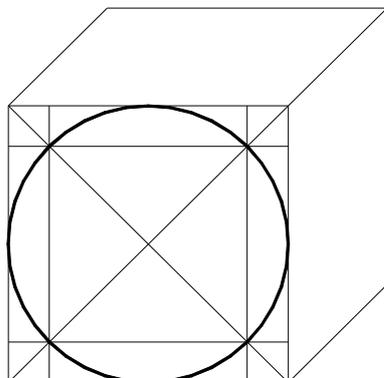
Passo 2: trace as linhas da diagonal da face frontal do cubo.



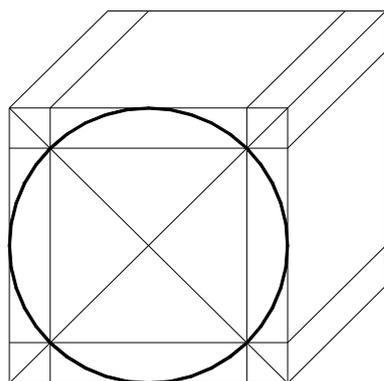
Passo 3: trace uma circunferência com centro no cruzamento das diagonais, tangente às arestas da face frontal do cubo. É uma circunferência perfeita porque a face frontal da perspectiva cavaleira não sofre deformação.



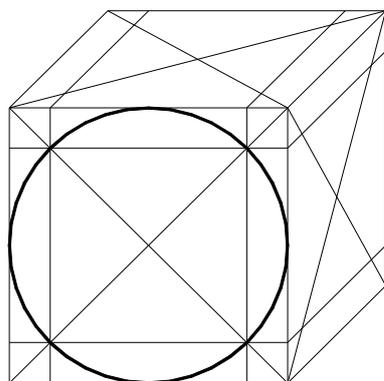
Passo 4: trace linhas horizontais e verticais que passem pelas intersecções das diagonais e da circunferência e seja delimitada pelas arestas da face frontal do cubo.



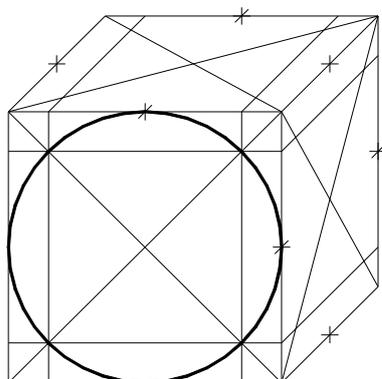
Passo 5: prolongue essas linhas nas faces lateral e superior no sentido do eixo de profundidade.



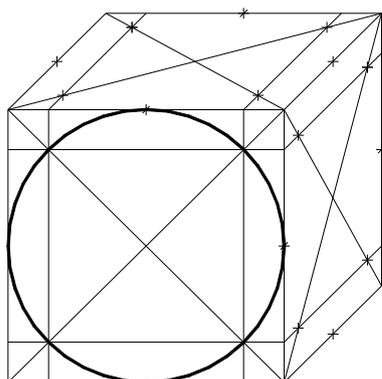
Passo 6: Trace as diagonais das faces lateral e superior do cubo.



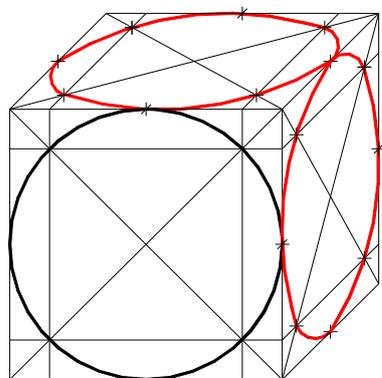
Passo 7: marque com um pequeno traço o ponto médio de cada aresta das faces lateral e superior.



Passo 8: os pontos médios das arestas e as intersecções das diagonais com as linhas paralelas ao eixo de profundidade são os pontos por onde passará o traçado à mão-livre da circunferência.



Passo 9: ligue os pontos encontrados com linhas curvas sem mudanças bruscas de direção. A forma irregular deve-se ao fato da perspectiva cavaleira sofrer deformação em suas faces lateral e superior.



Perspectiva Isométrica

Iso (mesma) e métrica (medida), indica que a perspectiva isométrica conserva as proporções das dimensões do objeto representado. Também é a perspectiva que apresenta o traçado com menor deformação.

Eixos isométricos

A perspectiva isométrica baseia-se num sistema de três semi-retas com o mesmo ponto de origem e formando um ângulo de 120° entre elas. As semi-retas recebem o nome de eixos isométricos e todas as retas paralelas aos eixos isométricos recebem o nome de linhas isométricas. As retas não paralelas aos eixos isométricos são denominadas linhas não isométricas.

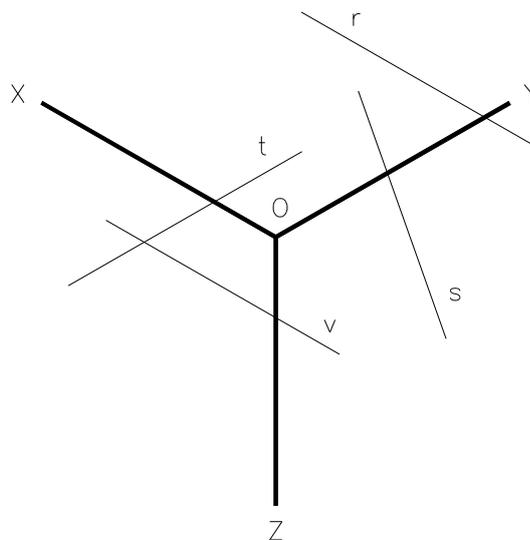
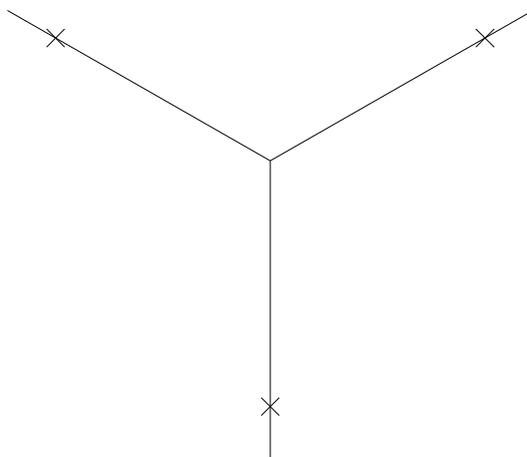


Fig. 4.1: eixos isométricos **ox**, **oy** e **oz**; posicionando as linhas isométricas **t**, **v** e **r** e a linha não isométrica **s**.

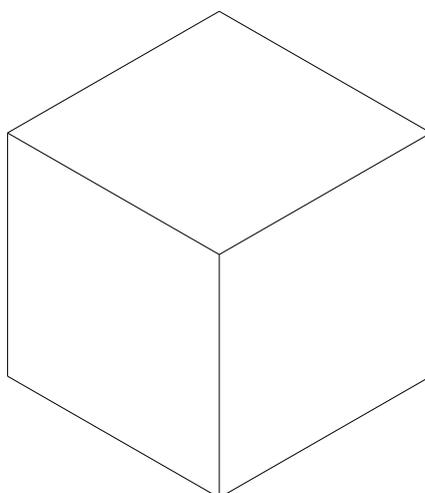
O traçado da perspectiva isométrica

Para traçar qualquer figura em perspectiva isométrica é necessário desenhar um prisma retangular para servir de auxílio. Ele é denominado prisma auxiliar e irá envolver a figura. Para desenhá-lo deve-se seguir a seqüência abaixo.

Passo 1: trace os eixos isométricos e marque em cada um deles as dimensões de comprimento, largura e altura máximas a serem desenhadas.



Passo 2: a partir das marcas que delimitaram comprimento, largura e altura trace linhas isométricas para determinar as faces do prisma.



Elementos relativos aos eixos isométricos

A perspectiva isométrica permite o traçado de tipos diferentes de linhas no interior do prisma. Isso porque o objeto a ser desenhado pode ter elementos do tipo paralelo, oblíquo ou circular em relação ao eixo isométrico.

Elementos paralelos

Uma peça com elementos paralelos é aquela que possui apenas linhas paralelas aos eixos isométricos.

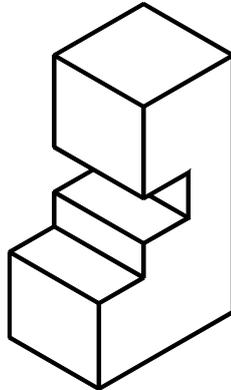


Fig. 4.2: peça com elementos paralelos.

Elementos oblíquos

Uma peça com elementos oblíquos é aquela que possui linhas não paralelas aos eixos isométricos.

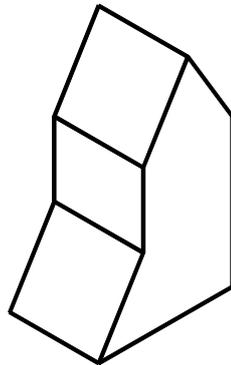


Fig. 4.3: peça com elementos oblíquos.

Elementos circulares

Uma peça com elementos circulares é aquela que apresenta partes arredondadas ou furos redondo.

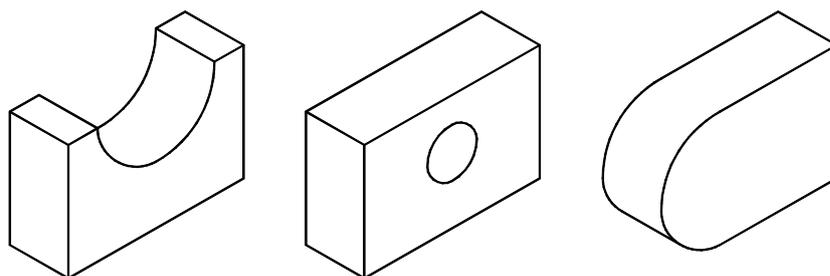


Fig. 4.4: peças com elementos circulares.

Elementos mistos

Uma peça com elementos mistos é aquela que apresenta linhas paralelas, não paralelas e partes arredondadas ou furos redondos.

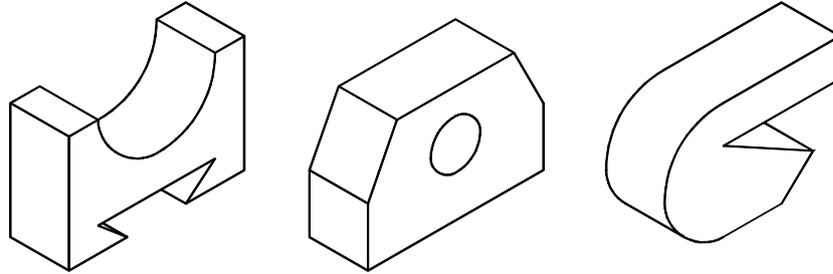


Fig. 4.5: peças com elementos mistos.

Perspectiva isométrica da circunferência

Os objetos com elementos circulares existem em grande quantidade no universo da arquitetura e mecânica. É lógico que esses elementos se apresentem também em perspectiva isométrica. O traçado porém exige uma certa precisão, pois o cubo auxiliar deve possuir arestas com mesma medida (isométrica) para que possam ser tangente à elipse (representação isométrica da circunferência).

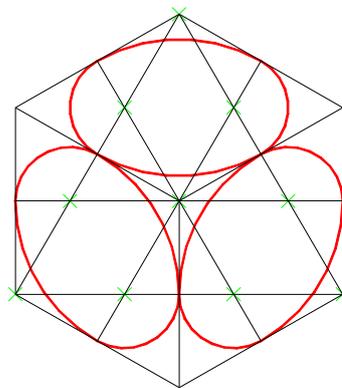
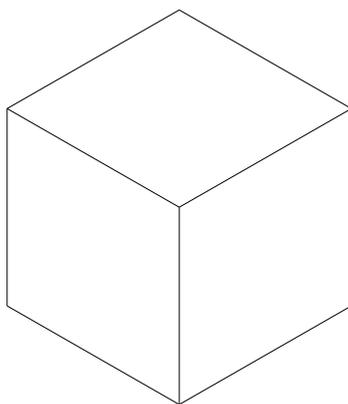


Fig. 4.6: perspectiva isométrica da circunferência.

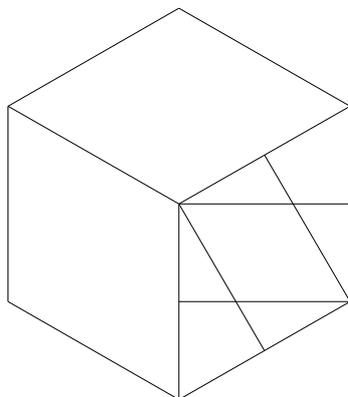
Para traçar circunferências isométricas pelo *Método do traçado de elipses de quatro centros*, deve-se seguir os passos abaixo:

a) Face frontal

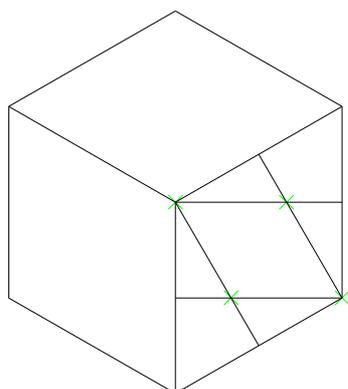
Passo 1: desenhar um cubo isométrico auxiliar.



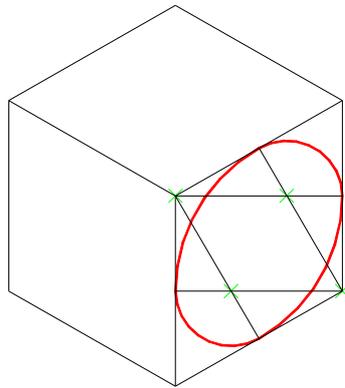
Passo 2: traçar linhas a partir dos ângulos obtusos do cubo até o ponto médio das arestas opostas (linhas auxiliares) na face frontal.



Passo 3: as intersecções dessas linhas auxiliares determinam dois pontos que são centros da elipse. Os outros pontos são os vértices dos ângulos obtusos do cubo, totalizando 4 (quatro) centros.

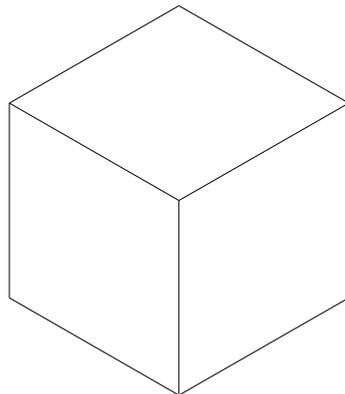


Passo 4: traçar a elipse ou circunferência isométrica com base nos quatro centros encontrados.

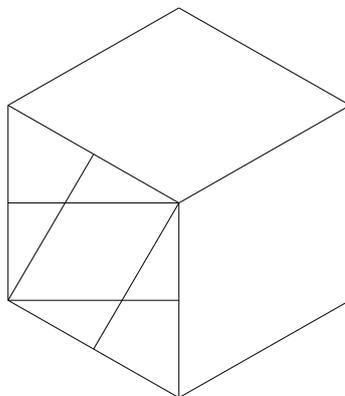


b) Face lateral esquerda

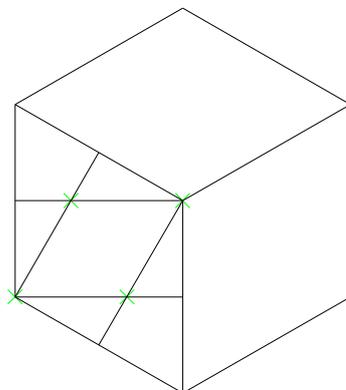
Passo 1: desenhar um cubo isométrico auxiliar.



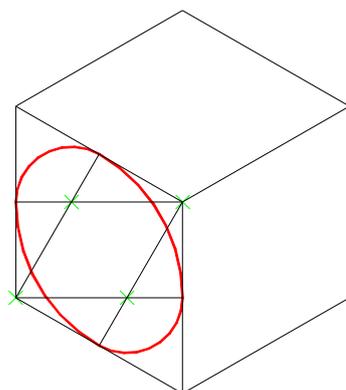
Passo 2: traçar linhas a partir dos ângulos obtusos do cubo até o ponto médio das arestas opostas (linhas auxiliares) na face lateral esquerda.



Passo 3: as intersecções dessas linhas auxiliares determinam dois pontos que são centros da elipse. Os outros pontos são os vértices dos ângulos obtusos do cubo, totalizando 4 (quatro) centros.

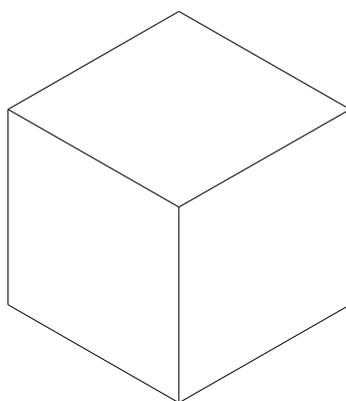


Passo 4: traçar a elipse ou circunferência isométrica com base nos quatro centros encontrados.

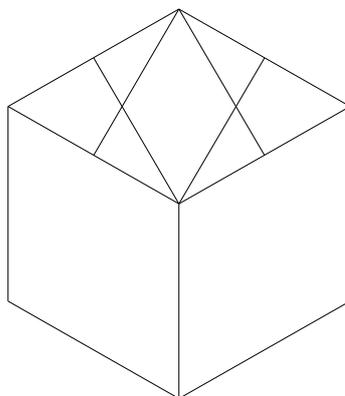


c) Face superior

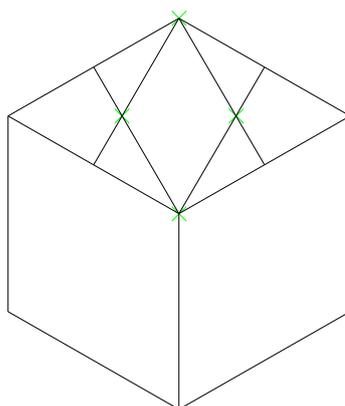
Passo 1: desenhar um cubo isométrico auxiliar.



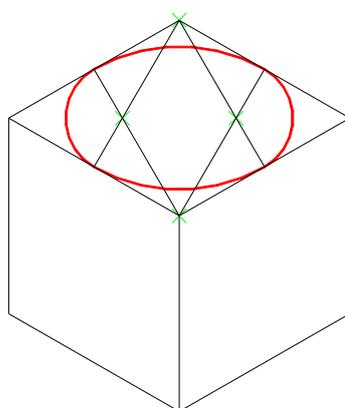
Passo 2: traçar linhas a partir dos ângulos obtusos do cubo até o ponto médio das arestas opostas (linhas auxiliares) na face superior.



Passo 3: as intersecções dessas linhas auxiliares determinam dois pontos que são centros da elipse. Os outros pontos são os vértices dos ângulos obtusos do cubo, totalizando 4 (quatro) centros.



Passo 4: traçar a elipse ou circunferência isométrica com base nos quatro centros encontrados.



Objetos encontrados no dia-a-dia e bastante conhecidos podem ser desenhados em perspectiva isométrica pelo método acima. É o caso do cilindro e do cone.

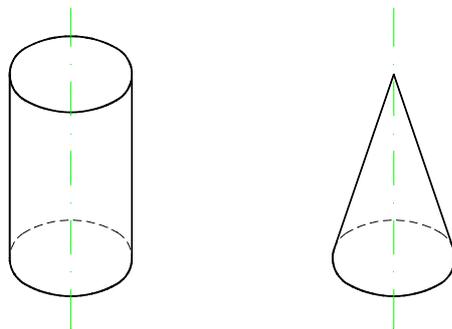


Fig. 4.7: cilindro e cone em perspectiva isométrica.

Projeções Ortográficas

Os objetos representados em perspectivas seja ela cavaleira ou isométrica apresentam deformações porque apesar da conservação das dimensões, não são mostradas em verdadeira grandeza. Além disso as perspectivas não mostram com clareza detalhes internos.

Em representações de desenhos mecânicos e arquitetônicos, o profissional que executa a construção do projeto não recebe o desenho em perspectiva e sim numa projeção ortográfica.

Na projeção ortográfica é necessário ter planos de projeções no qual será representada isoladamente cada uma das faces da peça. É um procedimento similar ao de um filme projetado na tela do cinema, com uma pequena diferença, imagine-se o observador a uma distância infinita da peça para que as linhas projetantes tornem-se paralelas.

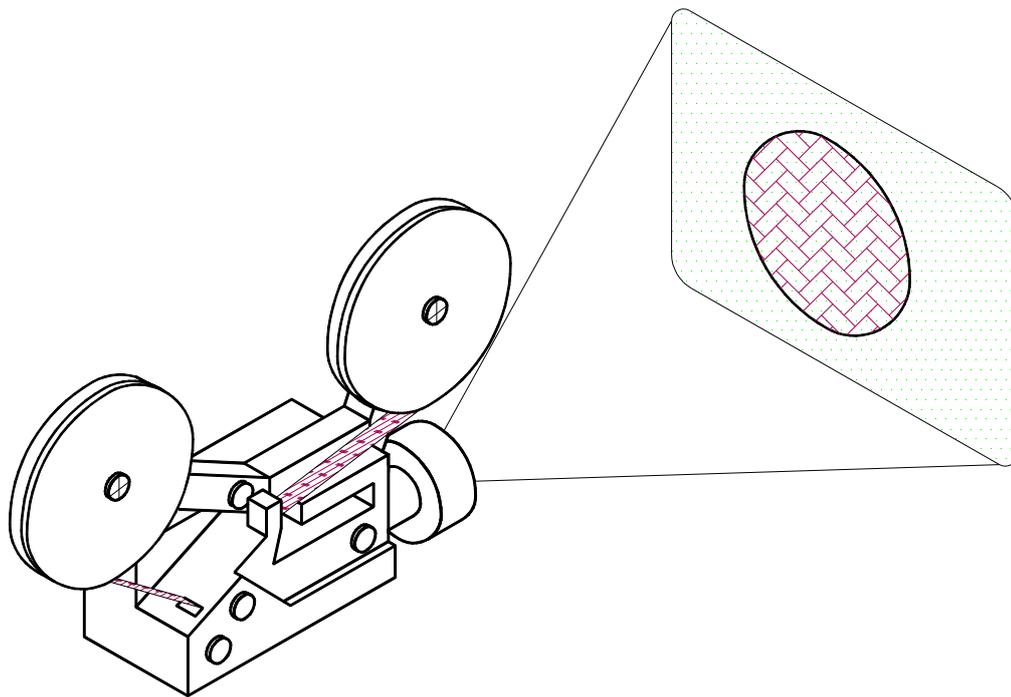


Fig. 5.1: A tela do cinema é um plano de projeção.

Todo sólido geométrico, todo polígono e toda reta são constituídos de um conjunto de pontos dispostos no espaço ou num plano determinando uma forma. Por isso é necessário fazer um estudo crescente a partir da figura geométrica mais simples.

Projeção ortográfica do ponto

Dado um **plano qualquer** e um **ponto A** não pertencente a este plano, a projeção do ponto no plano será encontrado quando se traçar uma **perpendicular ao plano** partindo do **ponto A** até interceptar o plano.

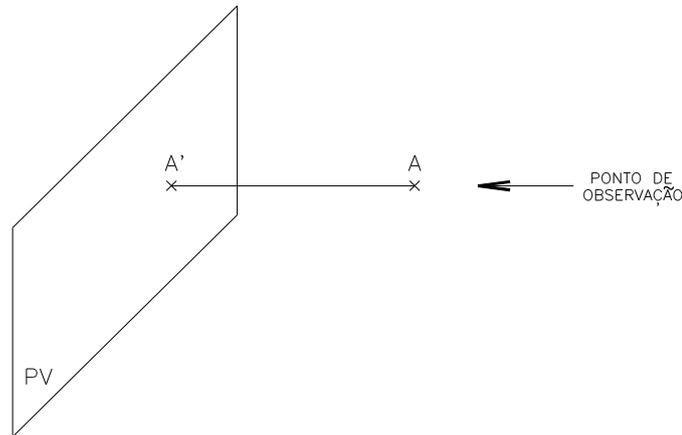


Fig. 5.2: projeção do **ponto A** em um **plano qualquer**.

Projeção ortográfica do segmento de reta

Dado um **plano qualquer** e um **segmento de reta AB**, a projeção do segmento de reta no plano será encontrado quando se traçar duas perpendiculares ao plano, uma partindo do **ponto A**, outra partindo do **ponto B**. A intersecção das retas perpendiculares com o plano vai gerar os **pontos A' e B'** que unidos pelo **segmento de reta A'B'** determinará a projeção que dependerá da posição deste seguimento em relação ao plano.

a) Segmento de reta paralelo ao plano

Os segmentos **AB** e **A'B'** são **congruentes**, ou seja, possuem a mesma medida. A congruência ocorre sempre que o segmento de reta é paralelo ao plano.

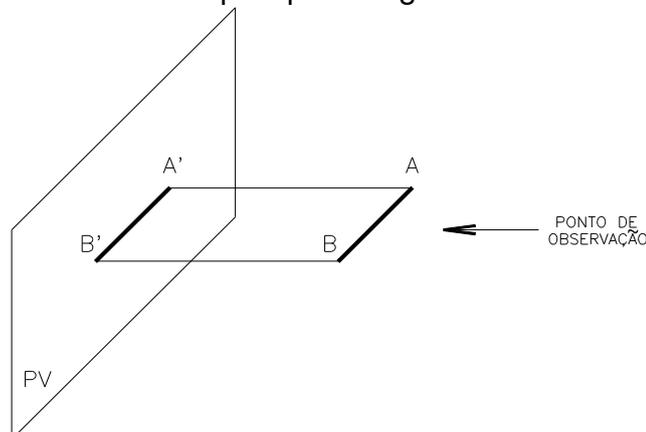


Fig. 5.3: segmento de reta paralelo ao plano.

b) Segmento de reta oblíquo ao plano

Neste caso a **projeção ortográfica A'B'** não representa a verdadeira grandeza do **segmento de reta AB**.

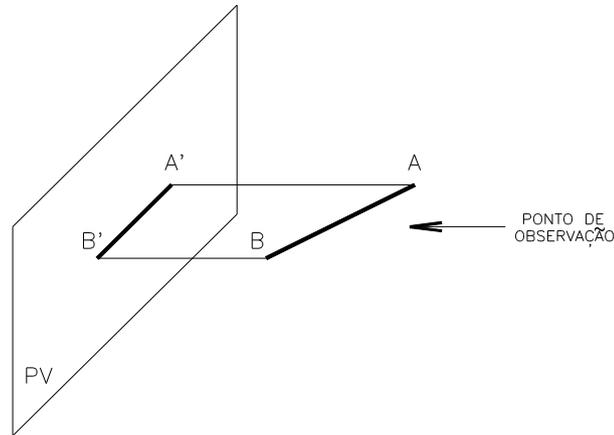


Fig. 5.4: segmento de reta oblíquo ao plano.

c) Segmento de reta perpendicular ao plano

Todos os pontos do **segmento AB** é projetado no plano e representado por um único ponto **A'≡B'**, devido a coincidência dos pontos que formam o segmento de reta.

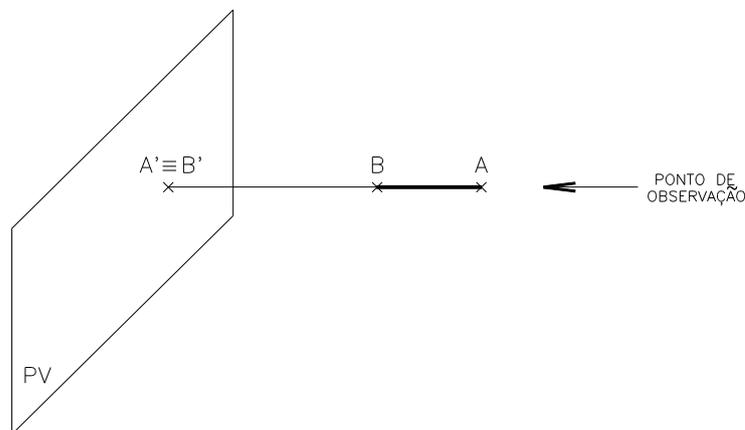


Fig. 5.5: segmento de reta perpendicular ao plano.

Projeção ortográfica do retângulo

Dado um **plano qualquer** e um **retângulo ABCD**, a projeção do retângulo no plano será encontrado quando se traçar quatro perpendiculares ao plano, uma partindo dos **pontos A, B, C e D** respectivamente. A intersecção das retas perpendiculares com o plano vai gerar os **pontos A', B', C' e D'** que unidos pelo **segmento de reta A'B', B'C', C'D' e D'A'** determinará a projeção que dependerá da posição do retângulo em relação ao plano.

a) Retângulo paralelo ao plano

Quando a **figura plana** é paralela ao **plano de projeção** a projeção ortográfica é representada em verdadeira grandeza.

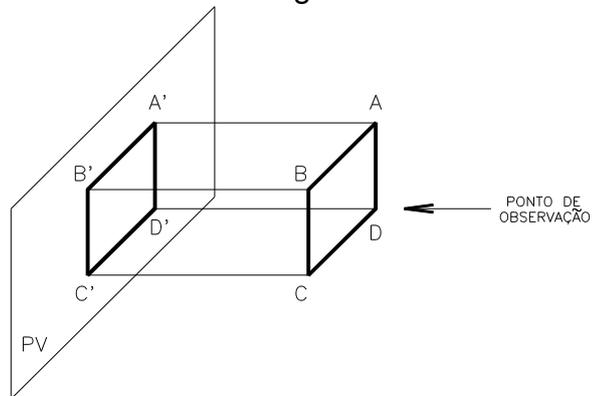


Fig. 5.6: retângulo paralelo ao plano.

b) Retângulo oblíquo ao plano

A **projeção ortográfica A'B'C'D'** é menor que o **retângulo ABCD**.

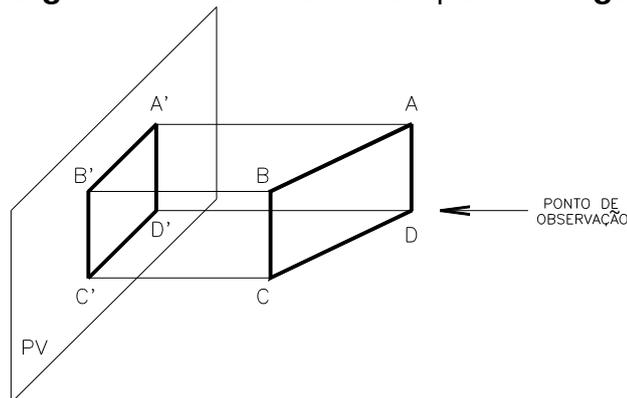


Fig. 5.7: retângulo oblíquo ao plano.

c) Retângulo perpendicular ao plano

A projeção ortográfica de um **retângulo ABCD** perpendicular ao plano de projeção é um **segmento de reta** onde **A'≡B'** e **C'≡D'**.

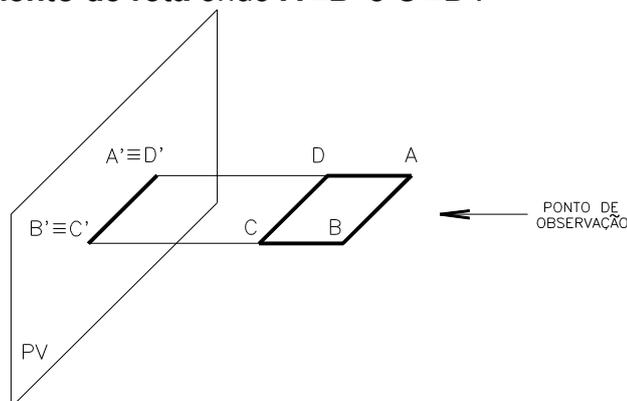


Fig. 5.8: retângulo perpendicular ao plano.

Projeções ortográficas de sólidos geométricos

Dado um **plano** e um **prisma retangular**, a projeção do prisma no plano será encontrado quando se traçar quatro perpendiculares ao plano partindo dos vértices do retângulo.

A intersecção das retas perpendiculares com o plano vai gerar **pontos** que unidos por **segmentos de retas** determinará a projeção que dependerá da posição do retângulo em relação ao plano.

A face do retângulo paralelas ao plano de projeção será representada em verdadeira grandeza e a visão do observador será a face mais próxima do ponto de observação.

Vista frontal

A **face frontal ABCD** e a **posterior EFGH do retângulo** são paralelas ao **plano de projeção** e será representada em verdadeira grandeza. A visão do observador será a **face frontal** (apesar de ambas terem sido projetadas no mesmo plano) porque é a face que está mais próxima do ponto de observação.

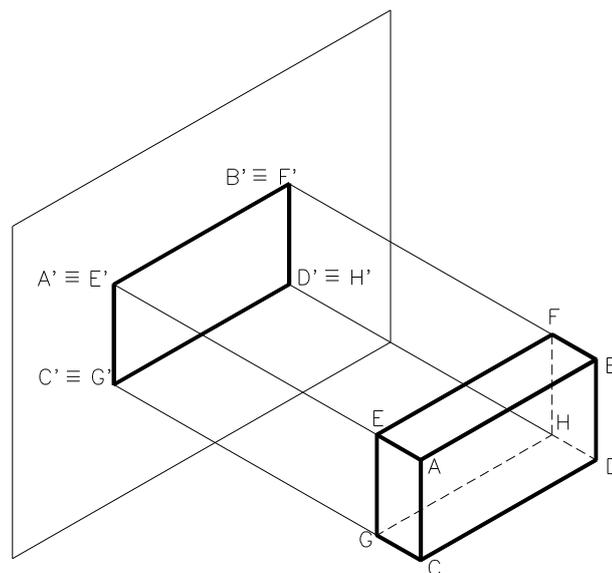


Fig. 5.9: vista frontal

Vista lateral

As **faces laterais ADEH** e **BCFG do retângulo** são paralelas ao **plano de projeção** e será representada em verdadeira grandeza. A visão do observador será a **face lateral esquerda**.

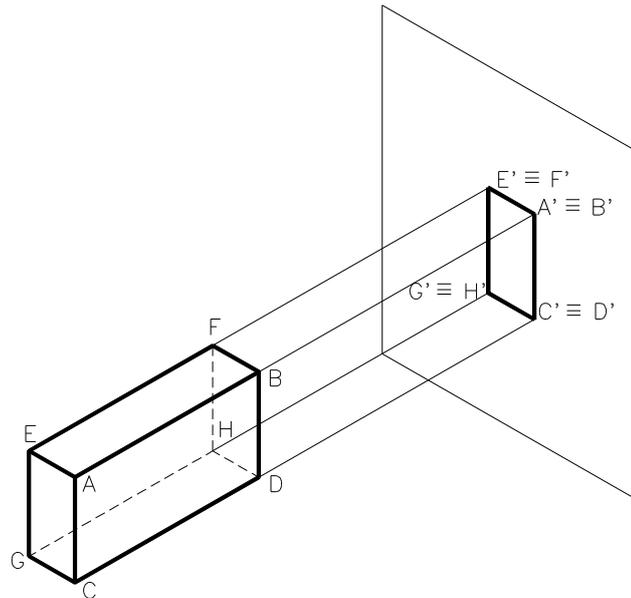


Fig. 5.10: vista lateral

Vista superior

As **face superior ABGH** e a **inferior CDEF** do **retângulo** são paralelas ao **plano de projeção** e será representada em verdadeira grandeza. A visão do observador será a **face superior**.

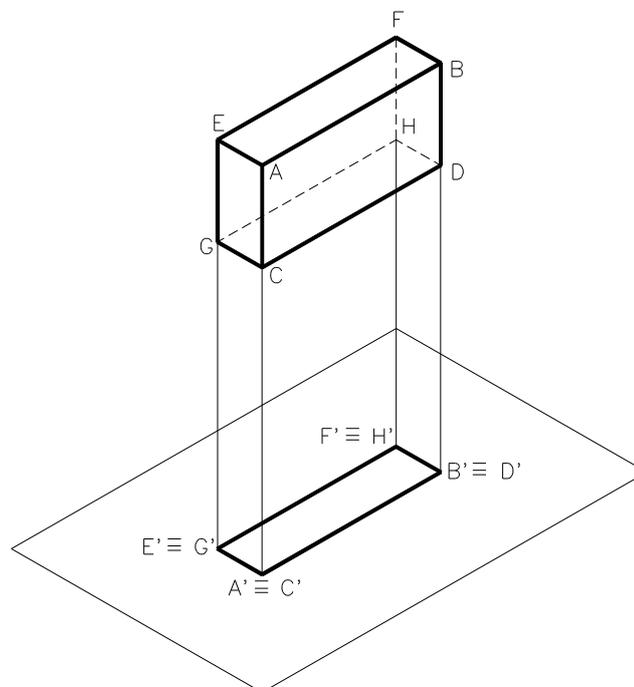


Fig. 5.11: vista superior

Rebatimento do plano de projeção

A uma região limitada por dois semi-planos e numeradas ordinariamente no sentido anti-horário chamamos de diedro. O método de representação de objetos através de um diedro é conhecido como "mongeano" por ter sido criado pelo matemático francês, considerado o pai da geometria descritiva, Gaspar Monge (1746 - 1818).

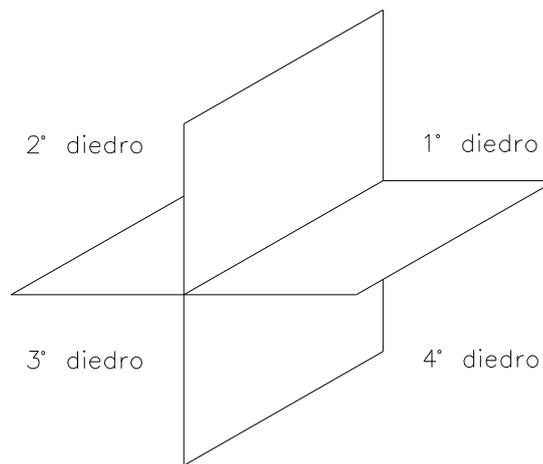


Fig. 5.12: diedros

Nos Estados Unidos a representação de desenhos técnicos é feita no terceiro diedro. A maioria dos países do mundo adota a representação de projeções ortográficas no primeiro diedro.

O símbolo de posição relativa das vistas indica o método de projeção utilizado.



Fig. 5.13: símbolos de posição relativa das vistas

No Brasil onde é adotado o método de representação no primeiro diedro, além dos planos horizontal e vertical, utiliza-se também um plano lateral perpendicular a esses dois planos.

Quando se sabe determinar a projeção do prisma separadamente em cada plano, facilita o entendimento das projeções em três planos simultaneamente.

As linhas que partem do prisma perpendiculares ao plano de projeção são chamadas **linhas projetantes** e as linhas que interligam as projeções nos três planos são denominadas **linhas de chamada**.

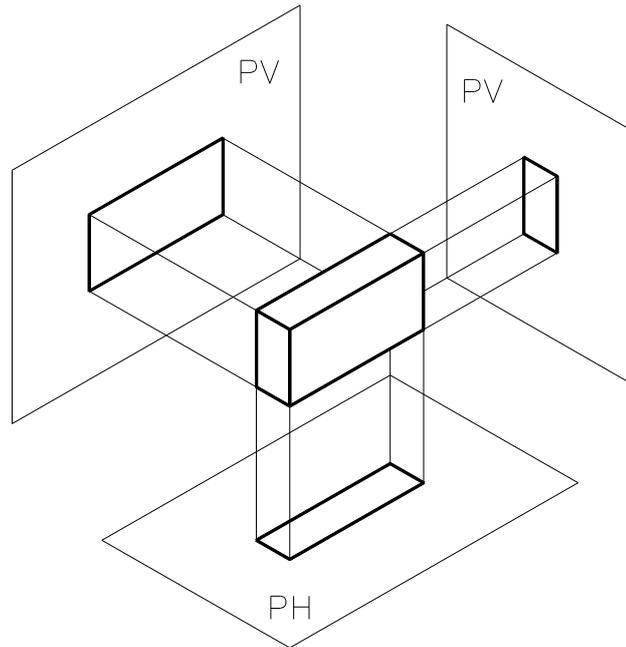


Fig. 5.14: projeções em três planos simultaneamente.

Em desenho técnico é necessário que as vistas sejam mostradas em um único plano. Por isso usa-se o recurso do rebatimento dos planos de projeção.

O rebatimento do plano horizontal origina a vista superior enquanto o rebatimento do plano lateral origina a vista lateral esquerda. O plano vertical se mantém na mesma posição e origina a vista frontal.

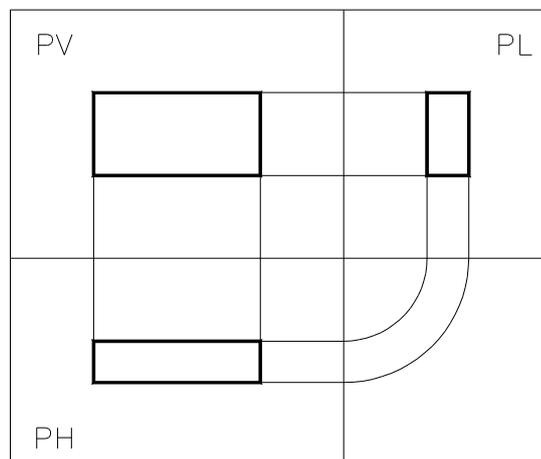


Fig. 5.15: rebatimento dos planos de projeções.

O rebatimento dos planos de projeções é utilizado para representar qualquer objeto, mesmo que apresente elementos como rasgos, chanfros, abaulamentos, furos, ressaltos e rebaixas.

A seguir será mostrado o rebatimento do plano de projeção de uma série de objetos que possui alguns desses elementos.

Nesses objetos será observado a presença de linhas tracejadas representando arestas não visíveis.

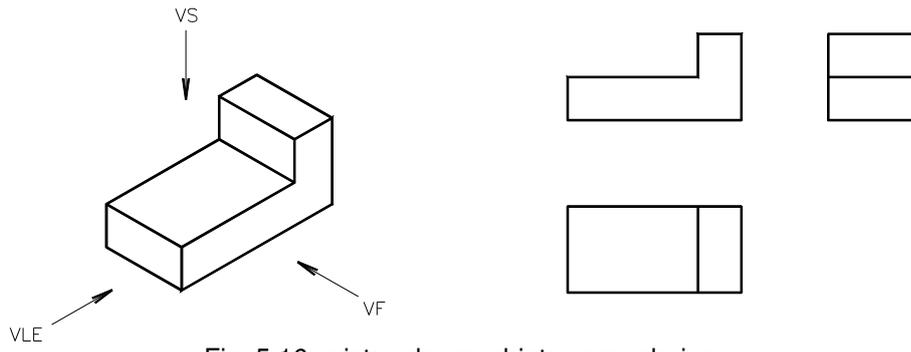


Fig. 5.16: vistas de um objeto com rebaixo.

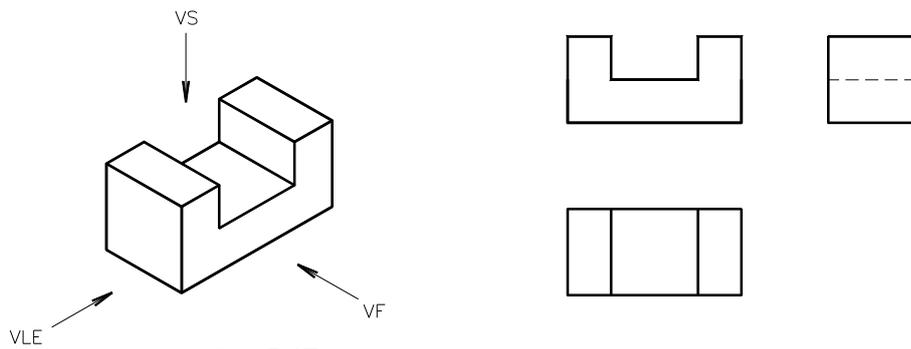


Fig. 5.17: vistas de um objeto com rasgo.

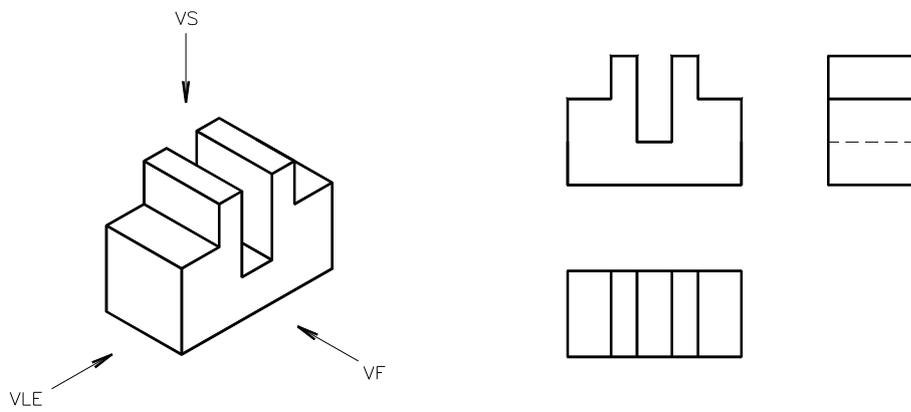


Fig. 5.18: vista de um objeto com rebaixo e ressalto.

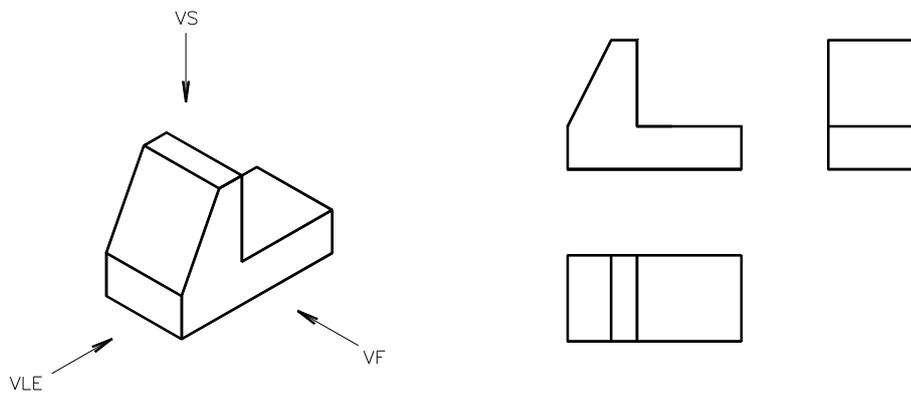


Fig. 5.19: vista de um objeto chanfrado e com rebaixo.

Quando o objeto apresenta furo, rasgo ou parte arredondada é necessário indicar o centro do elemento com linhas de centro (traço-ponto estreita).

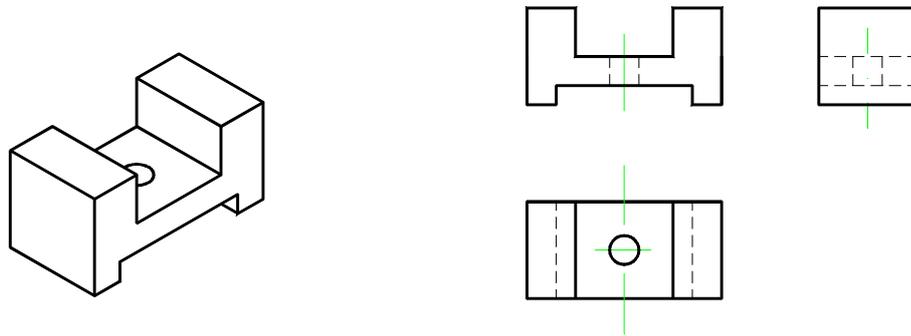


Fig. 5.20: objeto com furo e a linha de centro nas três vistas.

Sempre que necessário a mesma linha de centro pode indicar o centro de mais de um elemento.

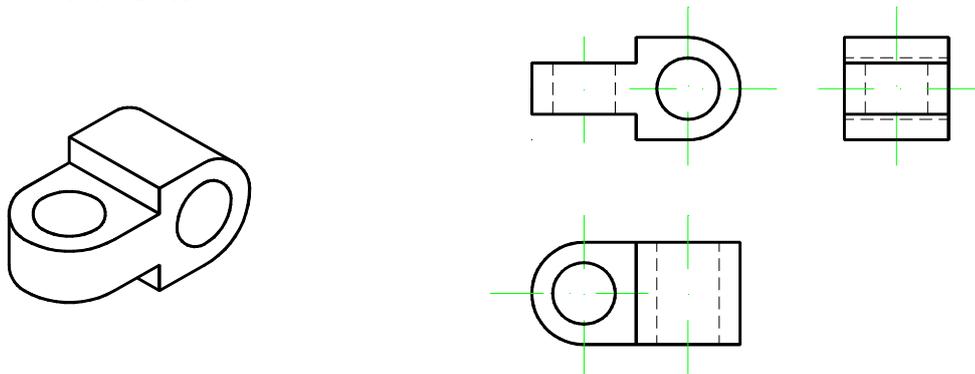


Fig. 5.21: objeto com furos e partes arredondadas indicadas pela mesma linha de centro.

Quando o objeto possui medidas iguais em ambos os lados e forma espelhada, é dito simétrico e um eixo de simetria divide as duas partes.

A linha que indica o eixo de simetria dos objetos é denominada linha de simetria (traço-ponto estreita).

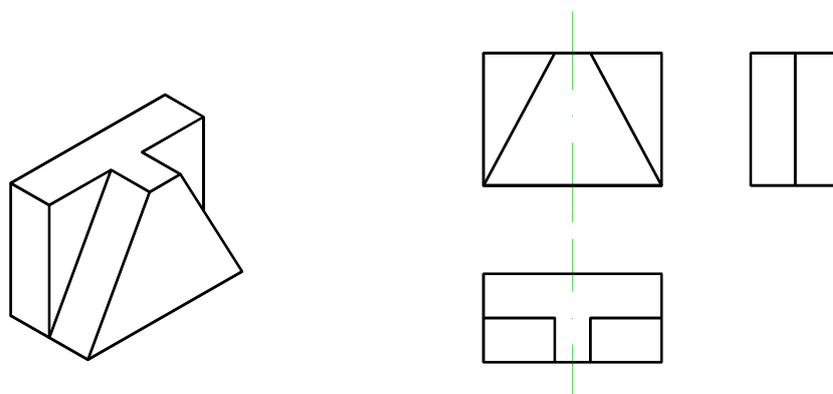


Fig. 5.22: linhas de simetria representada nas vistas frontal e superior.

O centro de furos quadrados e retangulares também são representados por linhas de centro.

Em alguns casos a linha de centro e a de simetria coincidem.

Uma mesma peça pode apresentar vistas simétricas e não simétricas.

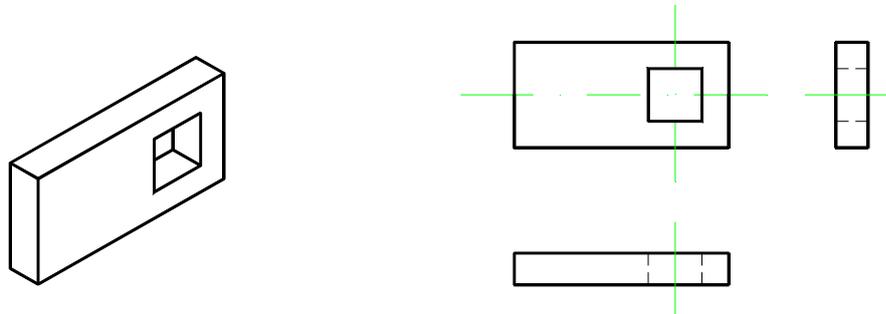


Fig. 5.23: Objeto com furo quadrado, simétrico ao eixo horizontal e não simétrico ao eixo vertical e que apresenta coincidência de linhas de centro e de simetria na vista frontal.

A maior dificuldade para quem vai ler e interpretar um desenho técnico é relacionar as vistas ortográficas às faces do objeto e vice-versa. Uma forma de minimizar esta dificuldade é exercitando a correspondência entre os elementos desenhados em perspectiva e em vistas ortográficas. Pode-se fazer correspondência de vértices, arestas, e faces.

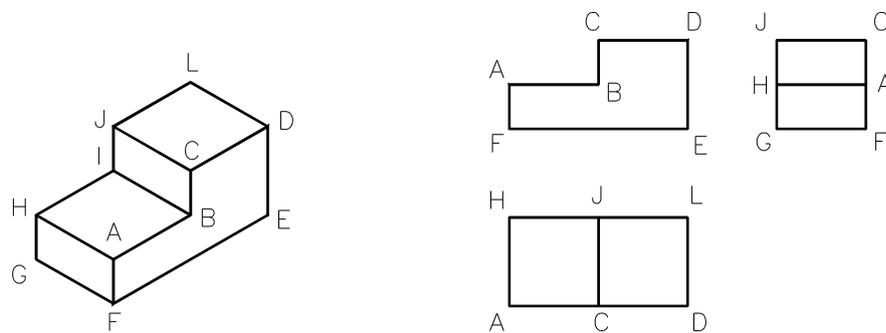


Fig. 5.24: correspondência de vértices.

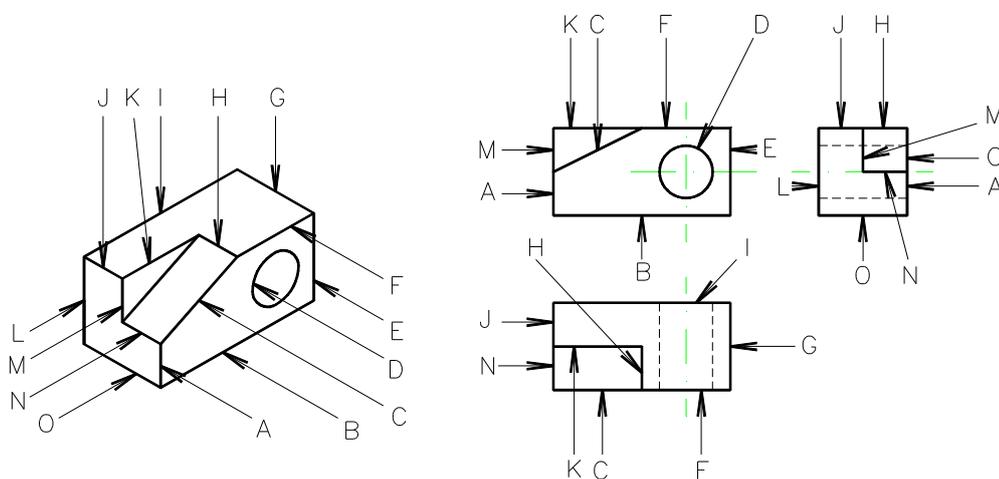


Fig. 5.25: correspondência de arestas.

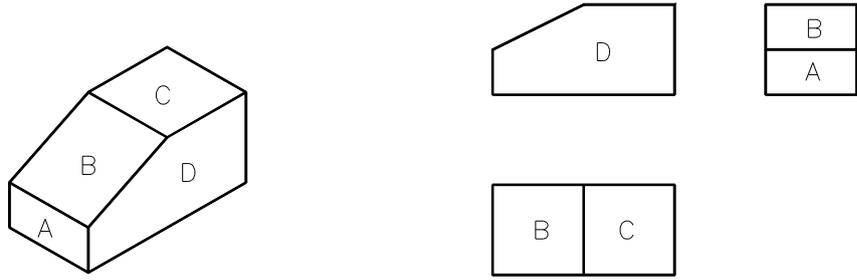


Fig. 5.26: correspondência de faces.

Cortes

Existem peças mecânicas que precisam ser desenhadas mas tem os elementos internos bastante complexos. As linhas utilizadas para representar esses elementos não visíveis são as tracejadas, contudo os elementos externos também precisam ser representados no desenho com linhas contínuas largas. Poderá existir linhas de centro, de simetria entre outras e isso dificultaria a interpretação do desenho.

O recurso utilizado para eliminar essa dificuldade de interpretação e mostrar elementos internos de peças complexas com maior clareza é a representação em corte.

Os cortes também servem para facilitar a visualização da estrutura interna de conjuntos mecânicos e seu funcionamento.

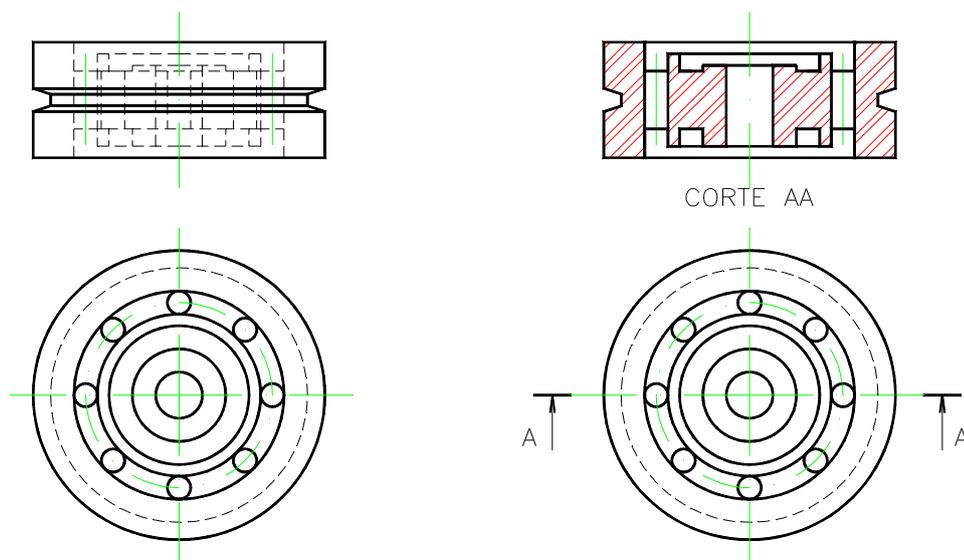


Fig. 6.1: comparação da representação da vista e da vista em corte.

Algumas regras devem ser lembradas no momento de desenhar ou interpretar cortes em peças.

Regra 1: os cortes são representados quando se quer mostrar elementos internos de peças ou elementos que não são visíveis na posição do observador.

Regra 2: os cortes em desenhos técnicos são imaginários.

Regra 3: os cortes são feitos por um plano de corte também imaginário.

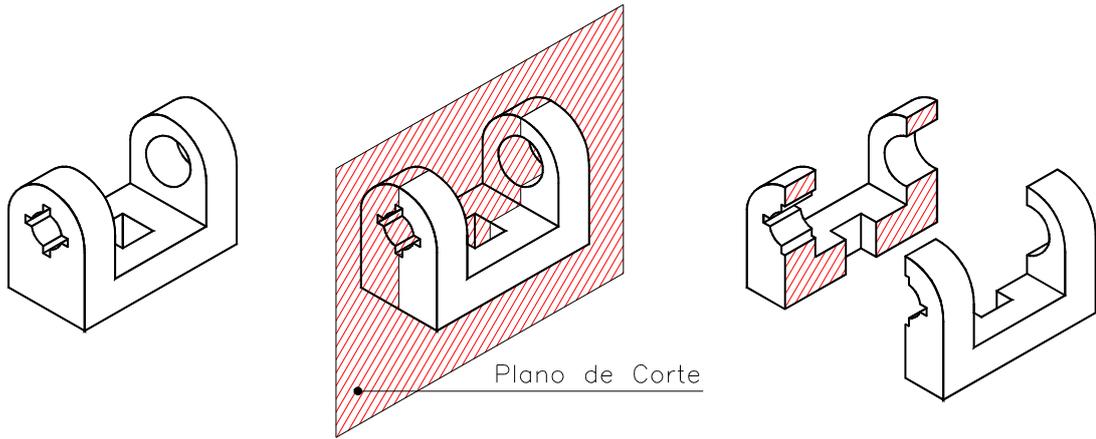


Fig. 6.2: etapas da execução de um corte em um desenho tridimensional.

Plano de corte

Plano de corte é um plano imaginário que corta uma peça com o objetivo de mostrar os elementos internos.

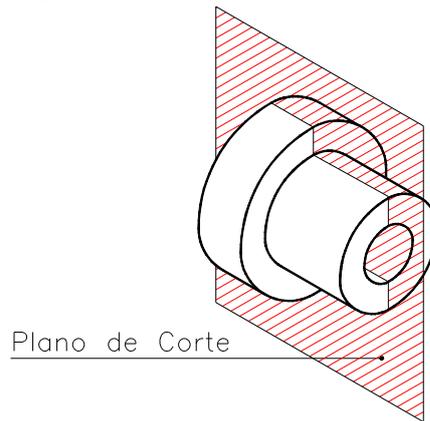


Fig. 6.3: plano de corte.

É importante fazer a relação entre a perspectiva da peça e a projeção ortogonal também nas representações em cortes.

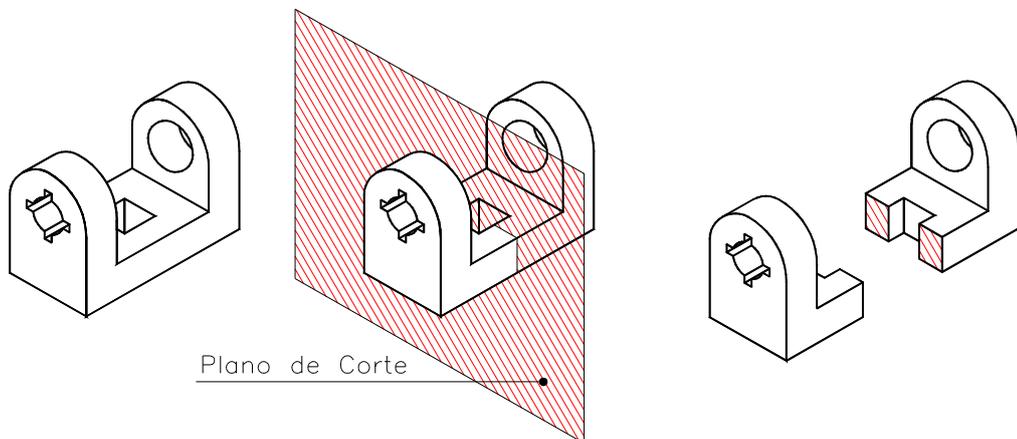


Fig. 6.4: perspectivas isométricas da peça seccionada pelo plano de corte transversal e da peça cortada.

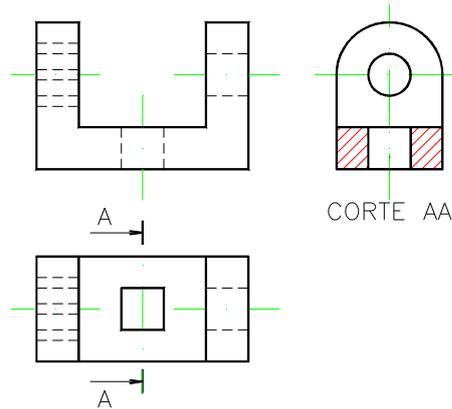


Fig. 6.5: projeção ortogonal da vista lateral em corte.

Indicação do plano de corte

Os planos de corte devem ser indicados em qualquer vista da peça por **linhas de corte** correspondentes, exceto em vistas cortadas onde a linha de corte não pode ser representada.

As linhas de centro e de simetria (traço-ponto estreita) devem ser representadas em vistas cortadas.

As linhas de corte (traço-ponto estreita, larga nas extremidades e mudanças de direção) possuem setas nas extremidades que indicam o sentido de observação do corte e são colocadas as letras maiúsculas repetidas que dão nome ao corte.

Vistas cortadas podem ser desenhadas próximas às vistas da peça ou podem substituí-las.

Abaixo da vista representada em corte é indicado o nome do corte.

As linhas tracejadas não são representadas em vistas cortadas.

Os centros de furos e elementos redondos são indicados com linhas de centro.

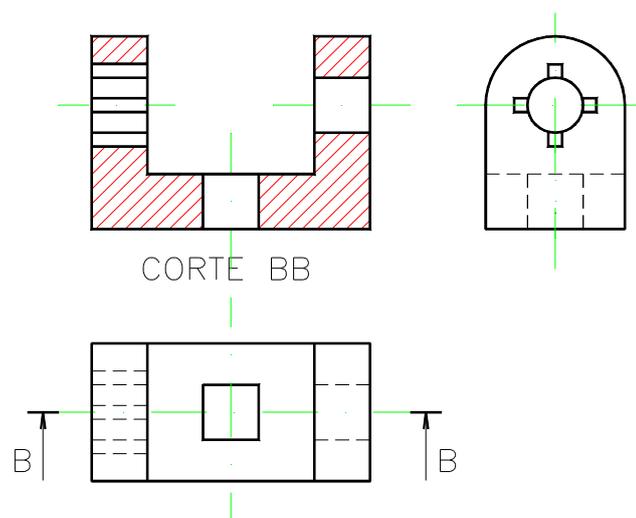


Fig. 6.6: indicação do nome do corte localizada sob a vista frontal representada em corte. Na vista superior, está representada a linha de corte com as setas nas extremidades indicando o sentido de observação e o nome do corte.

Hachuras

Hachuras são linhas estreitas e, sempre que possível, inclinadas à 45° para a direita ou para esquerda em relação às linhas principais de contorno ou eixos de simetria.

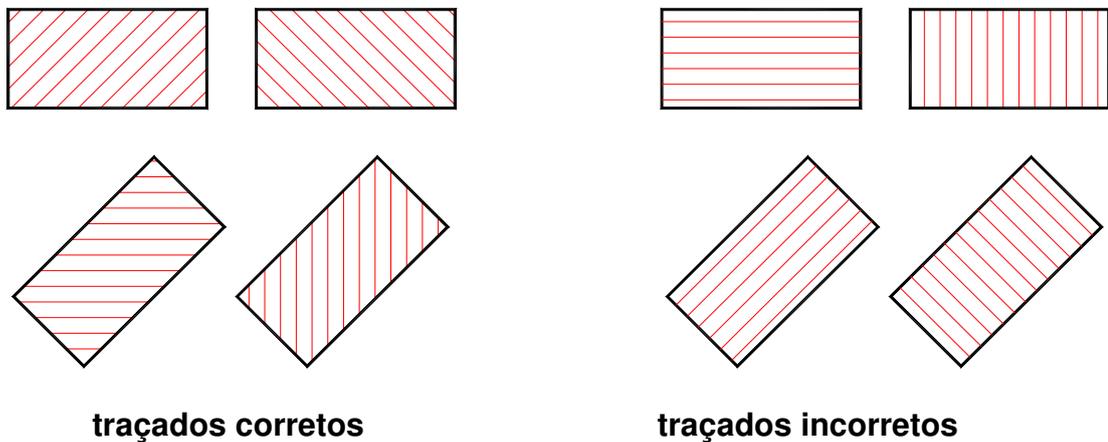


Fig. 6.7: hachuras; comparação entre traçados corretos e incorretos.

As partes maciças da peça que foram atingidas pelo plano de corte são representadas por **hachuras**.

Os **elementos internos** que foram atingidos pelo corte deixam de ser representados por linhas tracejadas que passam a ser **linhas contínuas largas**. Isso ocorre porque deixam de ser elementos não visíveis e passam a ser visíveis.

As **partes ocas não recebem hachuras** porque não foram atingidas pelo plano de corte.

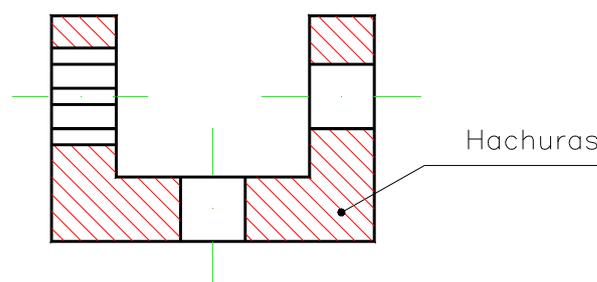


Fig. 6.8: hachuras.

Quando a área maciça atingida pelo corte é muito grande as hachuras podem ser representadas apenas próximas aos contornos que delimitam a área a ser hachurada .

Em desenhos de montagem as hachuras mudam de direção para diferenciar as peças.

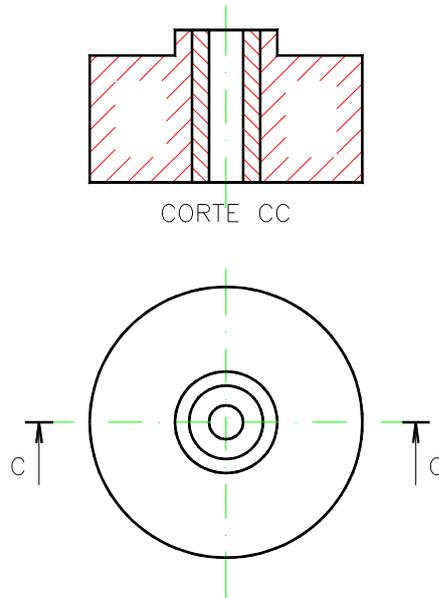
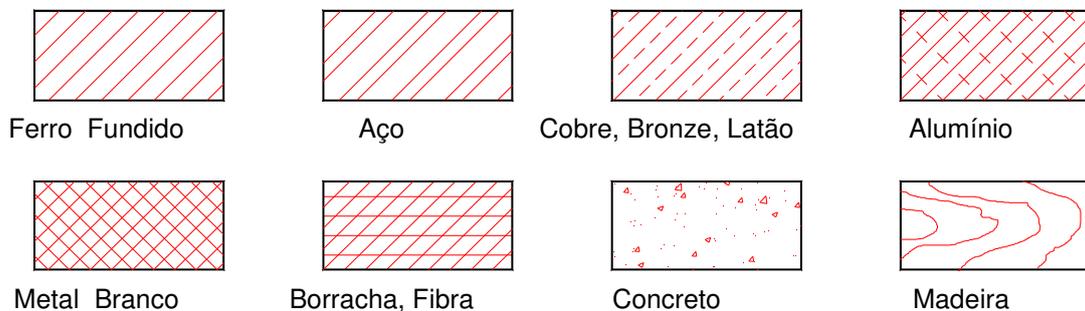


Fig. 6.9: hachuras interrompidas e com mudança de direção.

Tipos de hachuras

As hachuras servem para determinar as partes da peça que são maciças e que foram atingidas pelo plano de corte. Mas a hachura também é utilizada para determinar o tipo de material que será utilizado para a fabricação da peça.



Tipos de corte

Existem 5 (cinco) tipos de cortes, são eles: **corte total**, **meio-corte**, **corte em desvio**, **corte rebatido** e **corte parcial**.

Corte total

É aquele em que o plano de corte atinge toda a extensão da peça.

O corte total utiliza dois tipos de planos de corte: **longitudinal e transversal**, sendo que o plano de corte longitudinal pode ser **vertical** ou **horizontal**.

Plano de corte longitudinal vertical

É paralelo ao plano de projeção vertical e utilizado no corte da vista frontal.

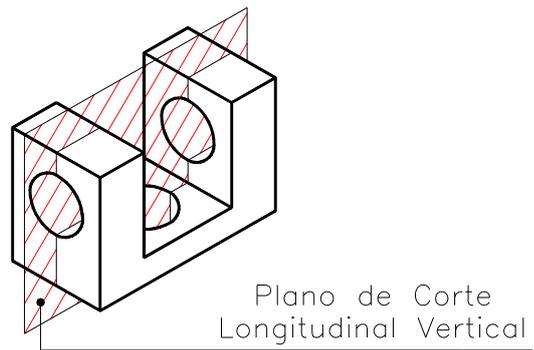


Fig. 6.10: plano de corte longitudinal vertical.

Plano de corte longitudinal horizontal

É paralelo ao plano de projeção horizontal e utilizado no corte da vista superior.

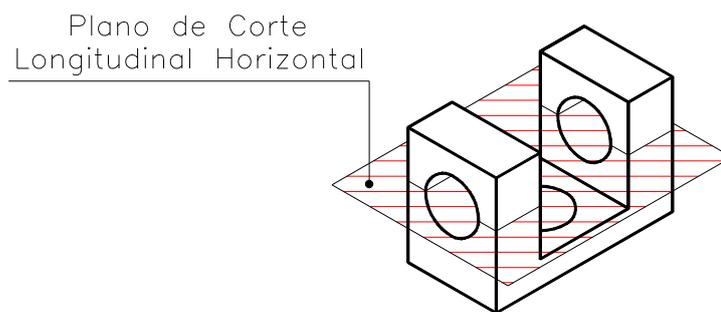


Fig. 6.11: plano de corte longitudinal horizontal.

Plano de corte transversal

É paralelo ao plano de projeção lateral e utilizado no corte da vista lateral.

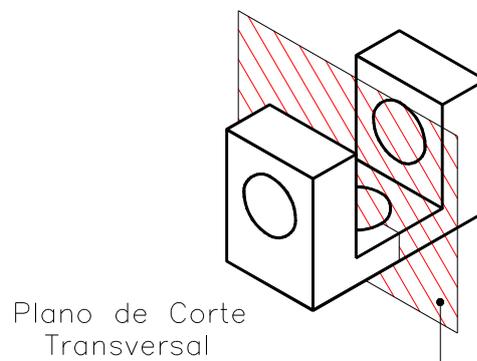


Fig. 6.12: plano de corte transversal.

Dependendo do grau de complexidade da peça, um único corte pode não ser suficiente para mostrar todos os detalhes internos. Nesse caso é necessário fazer mais de um corte nas vistas ortográficas.

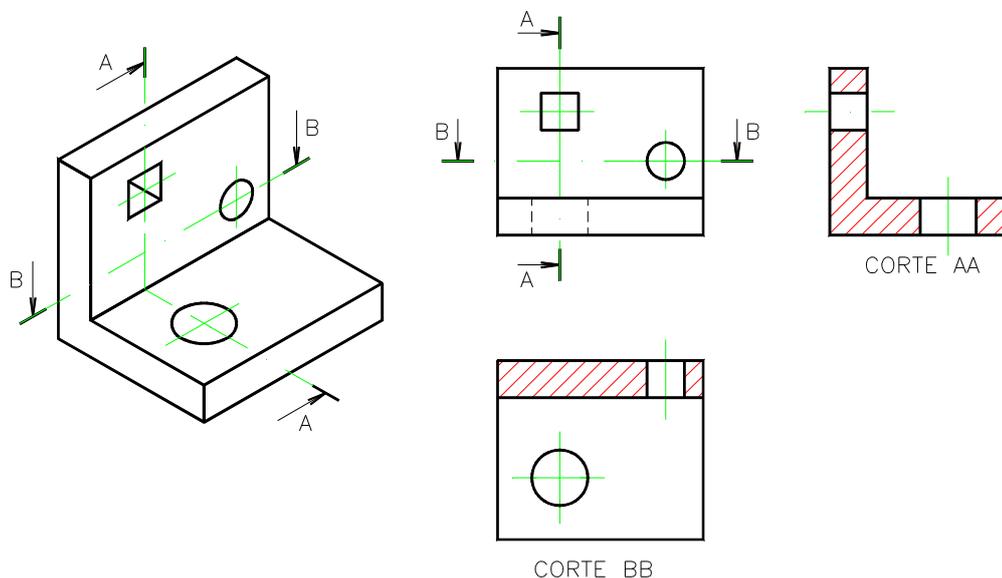


Fig. 6.13: vistas ortográficas com dois cortes representados.

Corte em desvio

Existem peças que, para mostrar todos os elementos internos, precisariam de cortes feitos por dois ou mais planos de corte coplanares. Para esses casos utiliza-se corte em desvio.

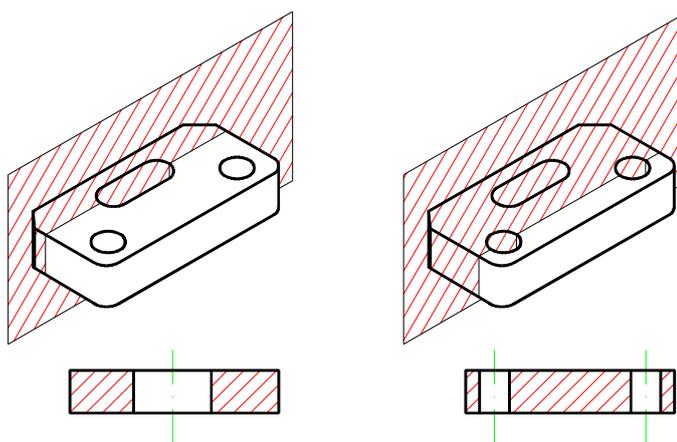


Fig. 6.14: planos de corte coplanares.

No corte em desvio o plano de corte pode mudar de direção quantas vezes for necessário a fim de visualizar ao mesmo tempo e num mesmo corte elementos internos situados em planos de corte diferentes, ou seja, a vista representada em corte mostra todos os elementos como se estivessem no mesmo plano.

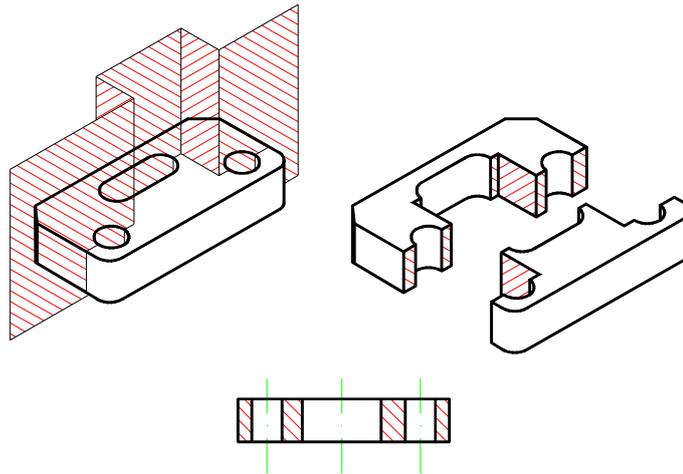


Fig. 6.15: corte em desvio.

Observando a vista frontal isoladamente é impossível identificar o **trajeto percorrido pelo plano de corte**, por isso é importante escolher a vista adequada para indica-lo com **linha de corte**.

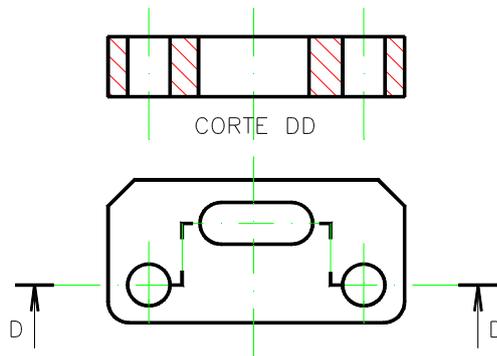


Fig. 6.16: linha de corte representando o trajeto percorrido pelo plano de corte.

Quando uma peça tem dois ou mais **elementos iguais e alinhados** num **plano perpendicular ao de corte**, o plano de corte deverá passar por **um deles**. Nesse caso não é necessário mais cortes para mostrar os outros elementos, porque são iguais ao primeiro.

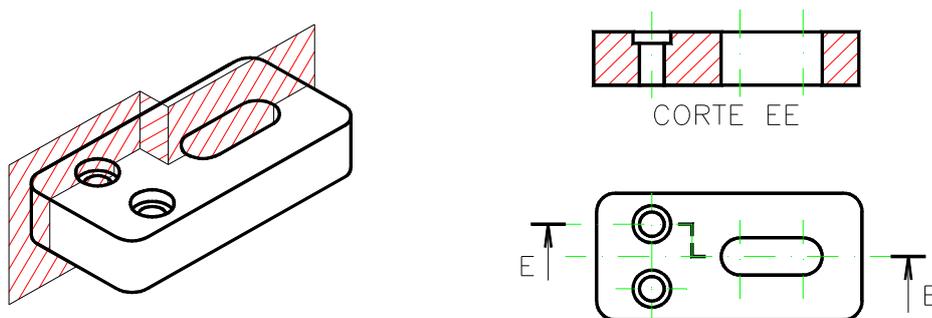


Fig. 6.17: corte longitudinal de uma peça com elementos iguais alinhados em um plano transversal.

Poderá haver, em algumas peças, a necessidade de uma quantidade maior de desvios no plano de corte.

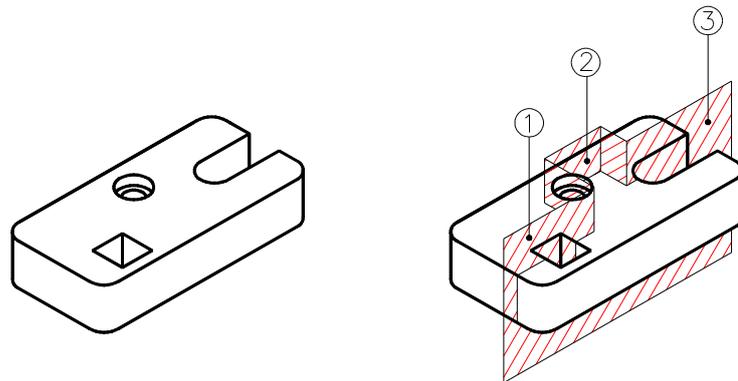


Fig. 6.18: peça com três elementos internos exigindo três planos de corte e conseqüentemente uma quantidade maior de desvios.

É sempre bom lembrar que na vista em que é representado um corte em desvio, os detalhes internos é visto como se pertencesse a um único plano embora na realidade pertençam a planos diferentes.

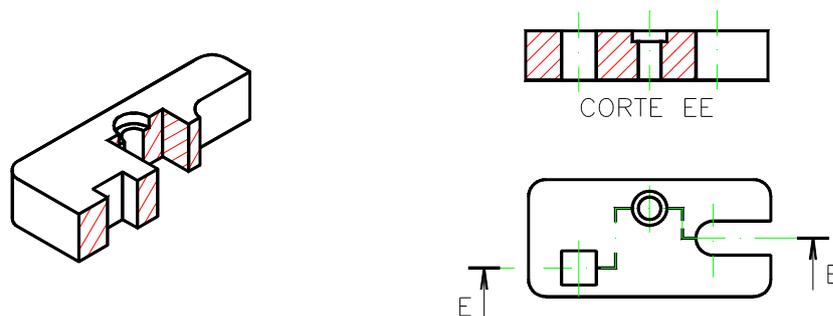


Fig. 6.19: representação do corte EE na vista frontal.

Corte rebatido

Quando uma peça possui detalhes excêntricos distribuídos em uma parte de revolução, é preciso fazer um corte composto por dois planos concorrentes.

Na representação do corte um dos planos sofrerá uma rotação até coincidir com o outro. A esse procedimento dá-se o nome de rebatimento.

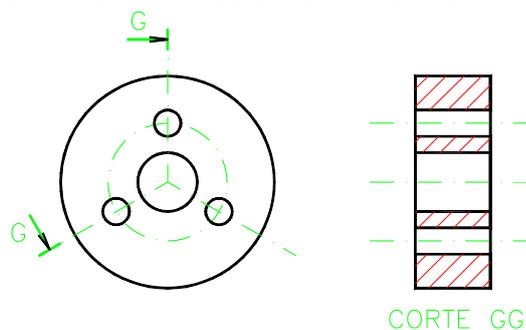


Fig. 6.20: corte rebatido (vista lateral).

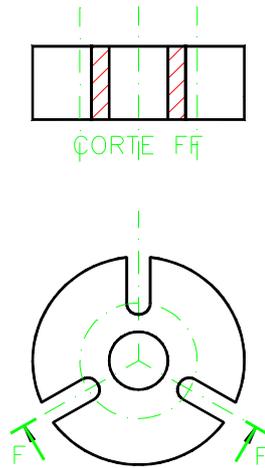


Fig. 6.21: corte rebatido (vista frontal).

Meio-corte

Meio-corte é o tipo de corte utilizado para representar elementos internos de peças simétricas.

A peça apresenta apenas a metade em corte e a outra metade é a vista. Isso permite a análise dos elementos externos e internos em uma única vista.

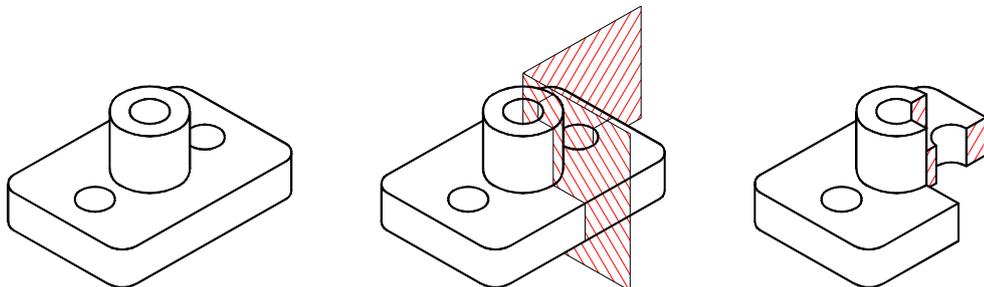


Fig. 6.22: execução do meio-corte.

Regras específicas:

A linha de simetria é a linha que divide ao meio, a vista representada em meio corte.

A metade da peça atingida pelo plano de corte é simétrica à outra metade. Sendo assim não há necessidade de repetir, na metade não atingida pelo plano de corte, as representações dos elementos internos com linhas tracejadas.

Os centros de elementos devem ser indicados com linha de centro mesmo na metade da peça que não foi atingida pelo plano de corte.

A representação em meio-corte não exige a indicação do plano de corte; as demais vistas são representadas normalmente sem haver a indicação.

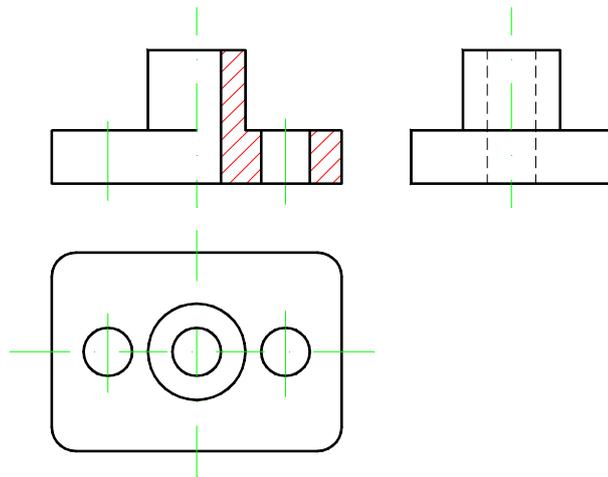


Fig. 6.23: representação em meio-corte.

Sempre que a linha de simetria for horizontal, o corte será representado na parte inferior.

Sempre que a linha de simetria for vertical, o corte será representado à direita.

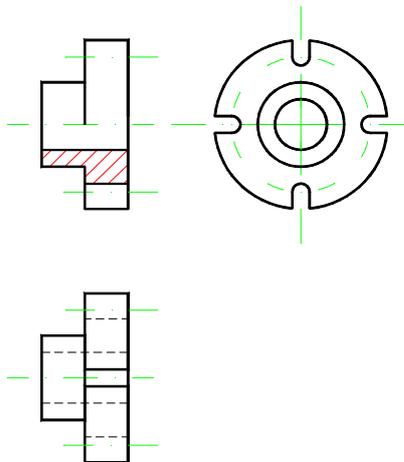


Fig. 6.24: posicionamento da parte cortada (linha de simetria horizontal).

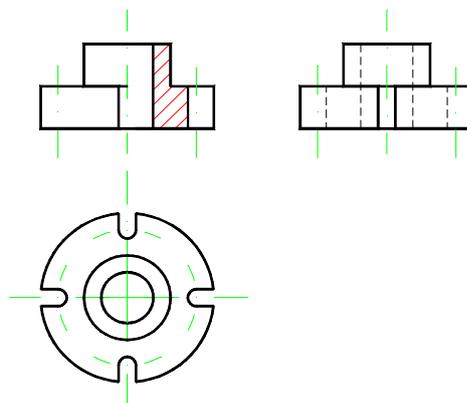


Fig. 6.25: posicionamento da parte cortada (linha de simetria vertical).

Corte parcial

Para representar elementos internos que estão dispostos em determinada parte da peça utiliza-se o corte parcial.

Regras específicas

A linha de ruptura (contínua estreita à mão-livre ou contínua estreita em zig-zague) delimitam o local do corte deixando visíveis os elementos internos.

Devem ser representados com linhas **tracejadas** os elementos internos localizados nas partes que **não** foram atingidas pelo corte parcial.

Pode existir mais de um corte parcial numa mesma vista de um desenho técnico.

Não é necessário denominar o corte parcial.

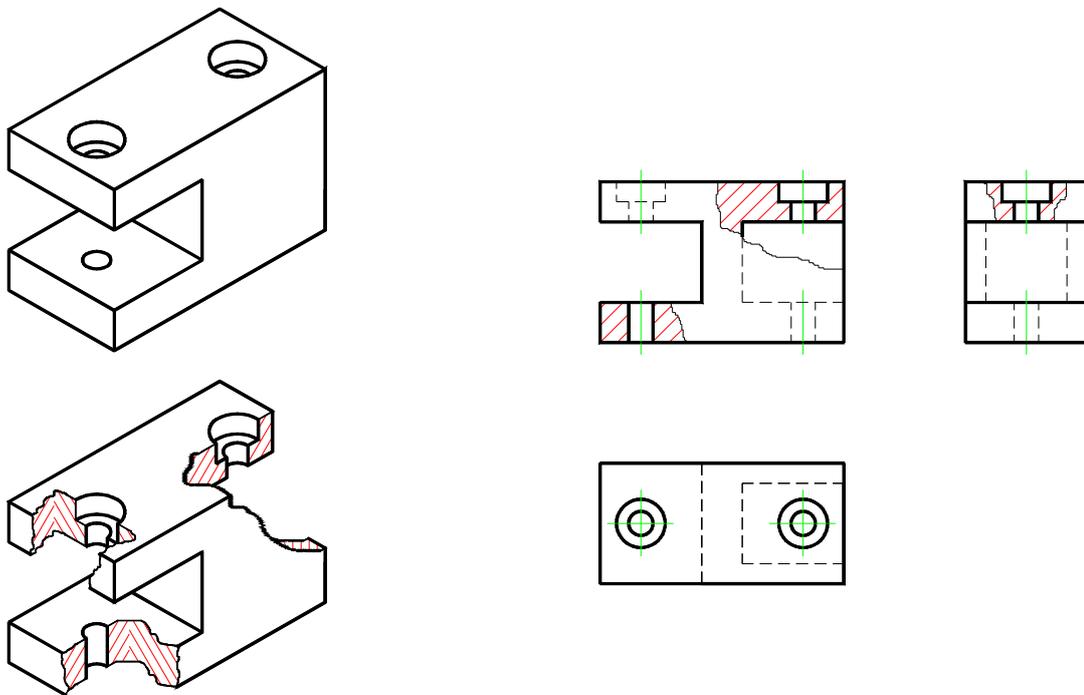


Fig. 6.26: representação em corte parcial.

Escalas

Escala é o nome que se dá a régua graduada em milímetros usada como instrumento de medição em desenho técnico.

É também a relação de dimensões entre o desenho e o objeto representado.

Antes que o desenho seja feito é necessário observar as dimensões que o objeto tem na realidade, o **tamanho real** do objeto.

Existem objetos que podem ser desenhados em tamanho real, mas alguns são grandes demais, não cabem no formato do papel e precisam ser reduzidos; outros são pequenos demais, dificultam a análise dos detalhes e precisam ser ampliados.

O desenho em escala **mantém as medidas lineares** do objeto mas também permite que essas medidas sejam **aumentadas ou diminuídas proporcionalmente**. Já **as medidas angulares permanecem inalteradas** mesmo em escalas de ampliação ou redução.

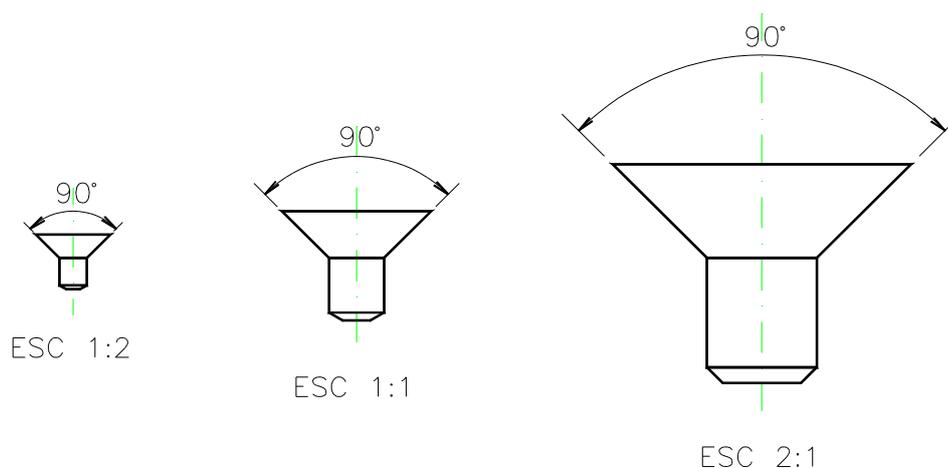


Fig. 7.1: peça desenhada em escalas diferentes.
A medida angular permanece inalterada enquanto as lineares são alteradas proporcionalmente.

São 3 (três) os tipos de escalas:

Tipo de Escala	desenho : objeto
redução	ex. ESC 1 : 2
natural	ex. ESC 1 : 1
ampliação	ex. ESC 2 : 1

Escala natural é aquela em que o tamanho do desenho é igual ao tamanho real do objeto.

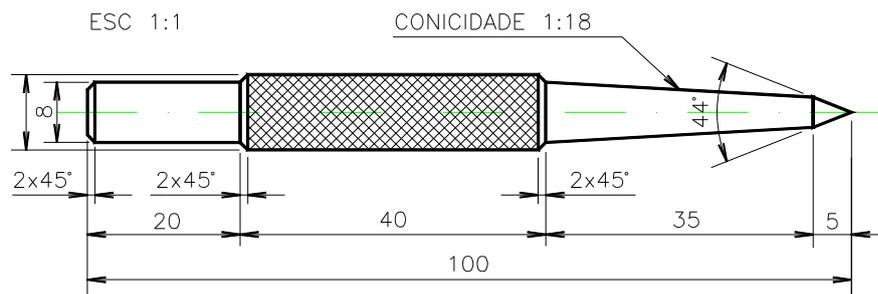


Fig. 7.2: desenho em escala 1:1; lê-se escala um para um.

Escala de ampliação é aquela em que o tamanho do desenho é maior que o tamanho real do objeto.

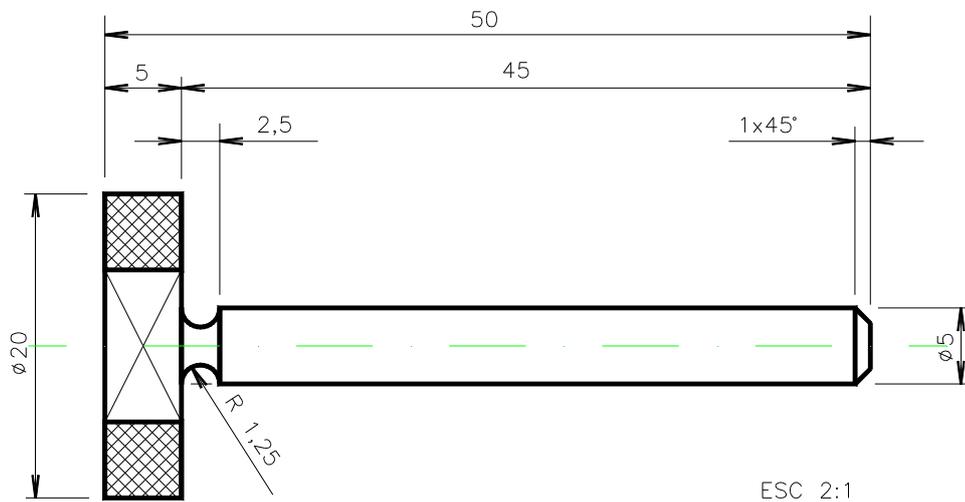


Fig. 7.3: desenho em escala 2:1 (duas vezes maior que a peça); lê-se escala dois para um.

Escala de redução é aquela em que o tamanho do desenho é menor que o tamanho real do objeto.

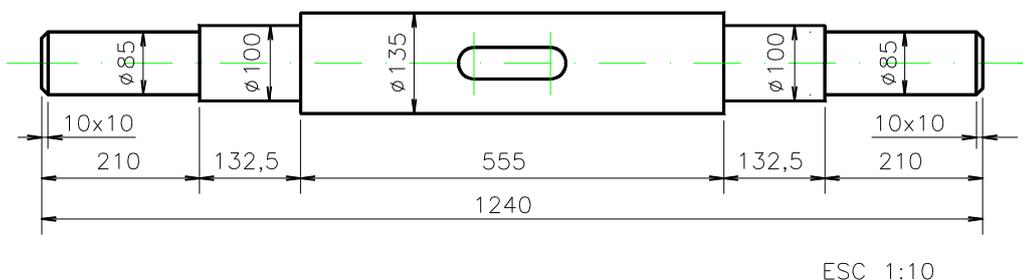


Fig. 7.4: desenho em escala 1:10 (dez vezes menor que a peça); lê-se escala um para dez.

Quando existir escalas diferentes em um mesmo formato, cada uma delas deve ser indicada próxima ao desenho correspondente, precedida da abreviatura “ESC”, que representa a palavra “ESCALA”.

Quando existir um ou mais desenhos com mesma escala em um único formato, a indicação pode ser feita na legenda no local especificado.

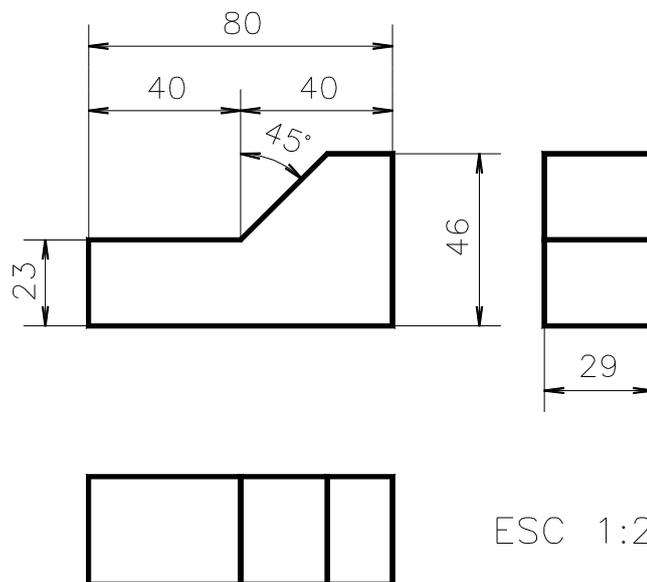


Fig. 7.5: indicação da escala.

Importante: o valor da *cota* indicada no desenho técnico informa sempre o **tamanho real do objeto**, mesmo que o desenho esteja em escala de ampliação ou redução.

A escolha de uma escala não é arbitrária. Existem as recomendadas pela ABNT.

ESCALAS RECOMENDADAS		
Escalas de redução	Escala natural	Escalas de ampliação
1 : 2		
1 : 5		
1 : 10		
1 : 20		2 : 1
1 : 50		5 : 1
1 : 100	1 : 1	10 : 1
1 : 200		20 : 1
1 : 500		50 : 1
1 : 1.000		
1 : 2.000		
1 : 5.000		
1 : 10.000		

Cotagem

Para confeccionar qualquer objeto é preciso ter o conhecimento tanto da forma quanto das **dimensões**. As medidas indicadas em desenho técnico são as dimensões que o objeto deve ter depois de produzido e recebe o nome de **cotas**.

Para cotar ou interpretar desenho técnico é preciso saber o que são e quais as funções das cotas, linhas de cota e linhas de chamada.

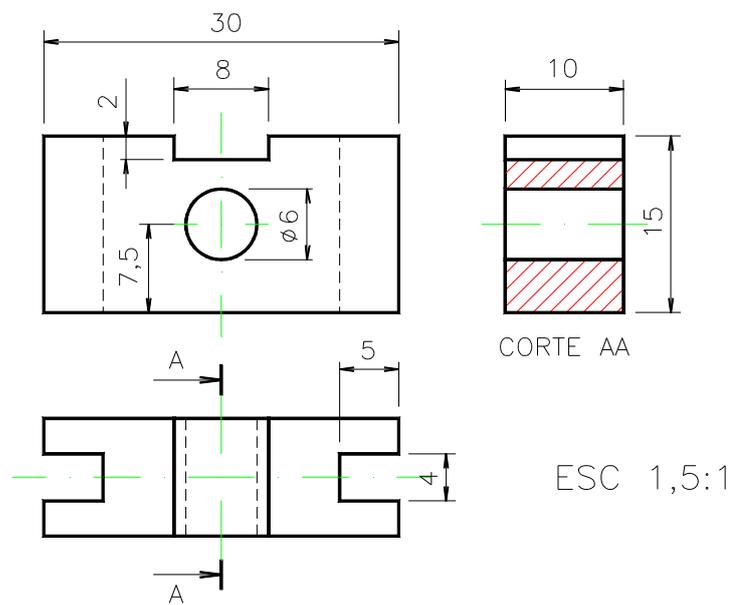


Fig. 8.1: desenho cotado

Cotas

São os números que informam, no desenho técnico, as medidas reais dos objetos.

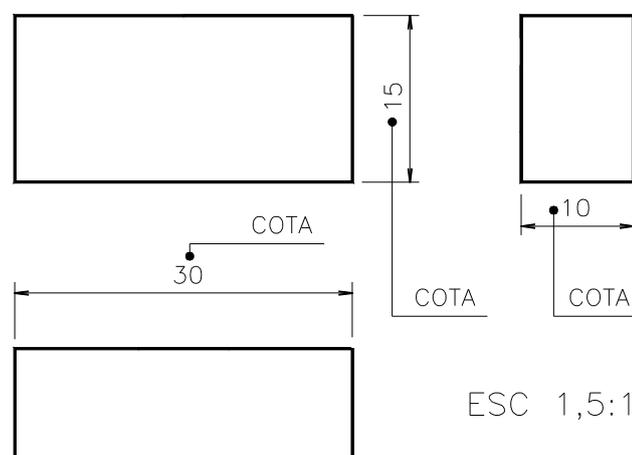


Fig. 8.2: cotas.

Linhas de cota

São linhas contínuas estreitas que apresentam setas, traços ou pontos nas extremidades, dependendo da área técnica do desenho. As setas possuem abertura com ângulo de 15° e podem ser abertas ou preenchidas.

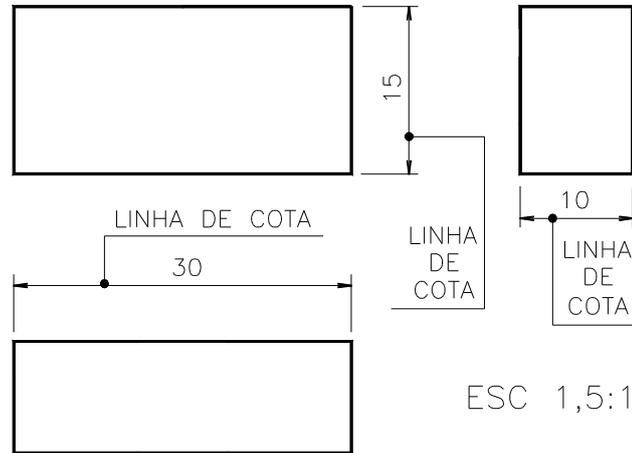
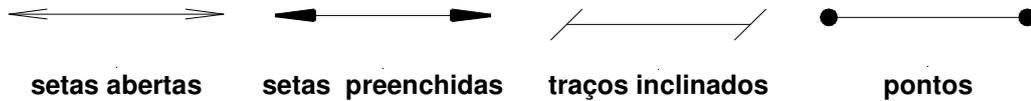


Fig. 8.3: linhas de cota.



Linhas de chamada

São linhas contínuas estreitas que estão situadas fora das vistas ortográficas e que servem para limitar as linhas de cota.

Deve-se deixar um pequeno espaço entre a linha de chamada e a linha de contorno ou aresta da peça.

As linhas de chamada devem ultrapassar ligeiramente a linha de cota correspondente.

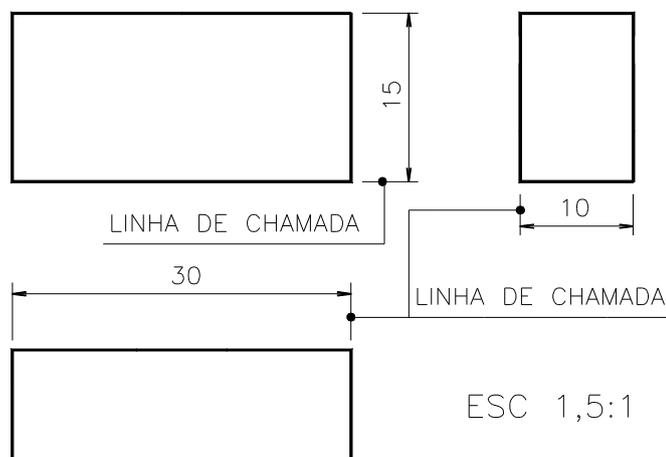


Fig. 8.4: linhas de chamada.

As linhas de chamada devem terminar com um ponto, se estiverem indicando um objeto pela superfície; com uma seta, se estiverem indicando um objeto pela aresta; sem símbolo, se estiverem limitando linha de cota.



Fig. 8.5: terminação das linhas de chamada.

Quem elabora desenhos deve ter conhecimentos sobre o **processo de fabricação** ao qual a peça será submetida, a **função** que ela exerce no **conjunto mecânico** de que faz parte e dos métodos de **controles de qualidade** que serão aplicados.

A fabricação de uma peça, a partir do desenho técnico exige uma interpretação correta das cotas indicadas. Se as cotas estiverem erradas ou houver uma interpretação errada, a peça ficará errada também.

As cotas podem ser: totais ou parciais.

Cota total

Dada apenas para evitar cálculos, é derivada de cotas parciais apresentadas no desenho. Indica o comprimento, a largura e a altura do objeto.

Cota parcial

Essencial para a fabricação da peça. Indica medidas das partes da peça.

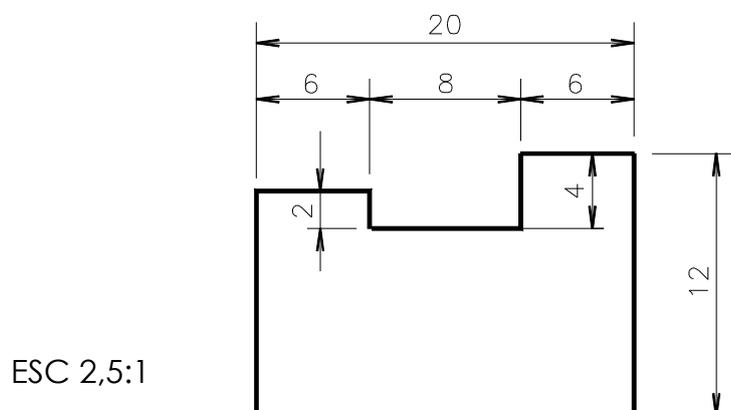


Fig. 8.6: cotas totais (12 e 20), cotas parciais (2, 4, 6 e 8).

As unidades de medidas adotadas variam de acordo com a área técnica do desenho:

Área de Técnica	Unidade	Abreviação
Desenho Mecânico	milímetro	mm
Desenho de Estruturas	centímetro	cm
Desenho Arquitetônico	metro	m
Desenho Topográfico (planimetria)	metro	m
Desenho Topográfico (altimetria)	milímetro	mm

Dessa forma não é necessário escrever a abreviação da unidade após a cota. Conhecendo a área de aplicação, fica subtendido que se trata da unidade adotada.

Se por algum motivo for necessário escrever uma cota em uma unidade diferente da adotada, torna-se imprescindível a indicação abreviada dessa unidade após a cota.

Regras para a cotagem

Regra 1: a cota deve ser posicionada acima de linha de cota horizontal e à esquerda de linha de cota vertical.

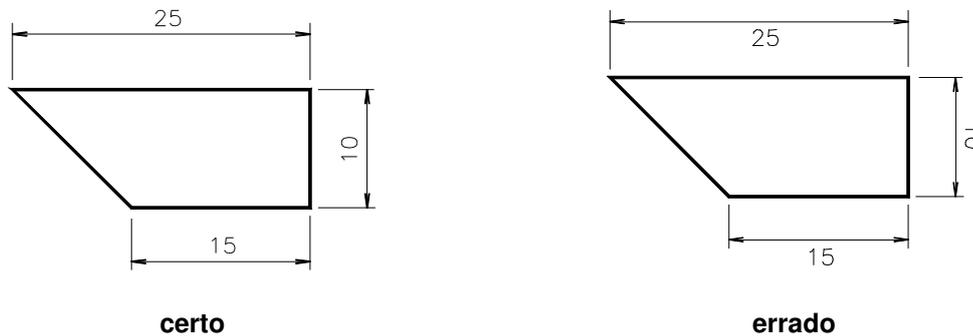


Fig. 8.07: aplicação da regra 1.

Regra 2: a cota deve estar, sempre que possível, centralizada em relação à linha de cota e não deve tocá-la.

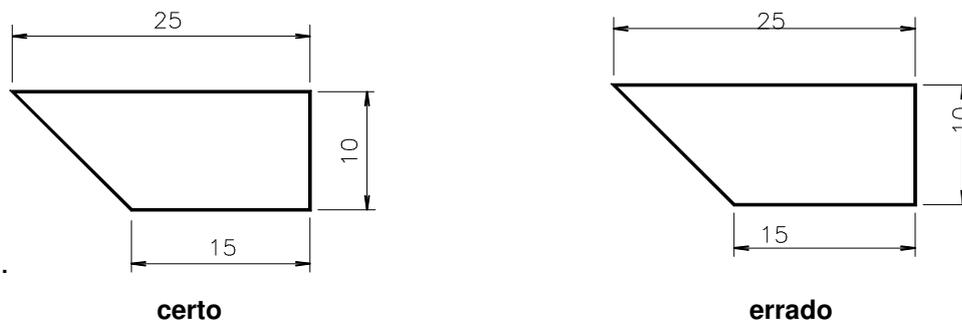


Fig. 8.8: aplicação da regra 2.

Regra 3: a cota deve ser disposta na direção da linha de cota.

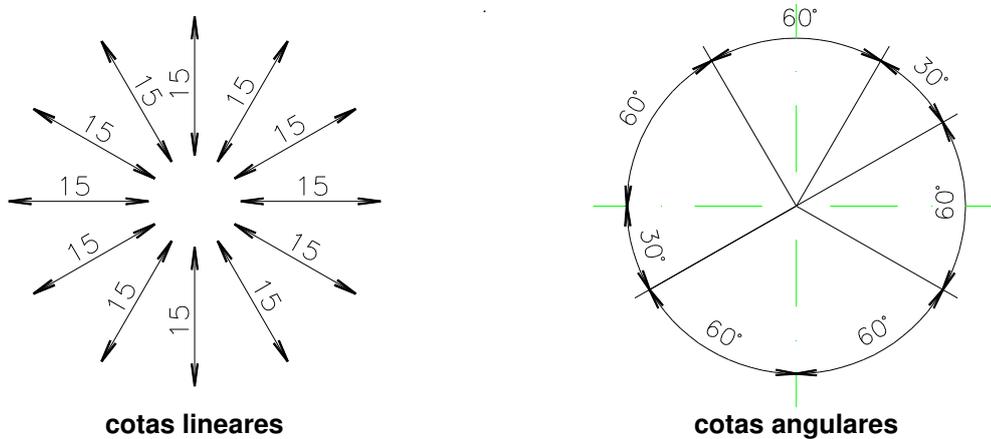


Fig. 8.9: aplicação da regra 3.

Regra 4: as linhas de cota não devem se cruzar com outras linhas, com exceção das linhas imaginárias (linhas de centro e de simetria).

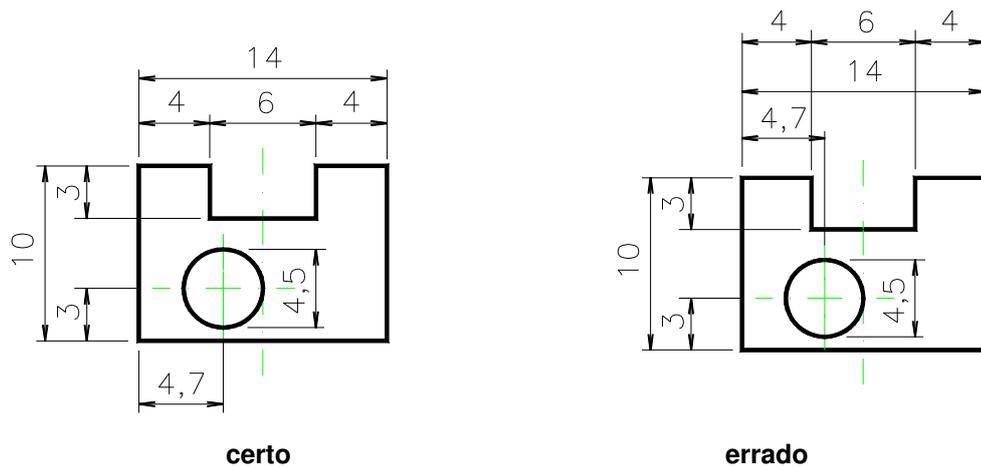


Fig. 8.10: aplicação da regra 4.

Regra 5: o cruzamento das linhas de cota deve ser evitado, porém, se isso ocorrer, não devem ser interrompidas no ponto do cruzamento.

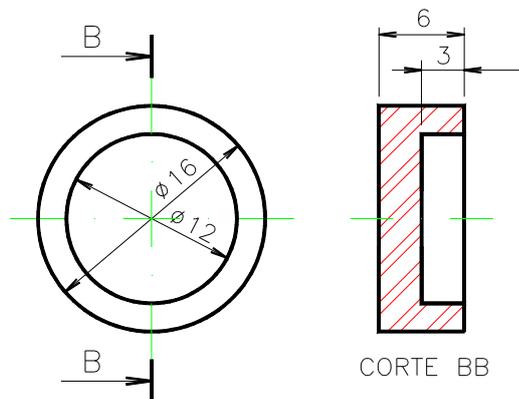


Fig. 8.11: aplicação da regra 5.

Regra 6: a cota deve ser indicada na vista que mostra mais claramente a forma do elemento.

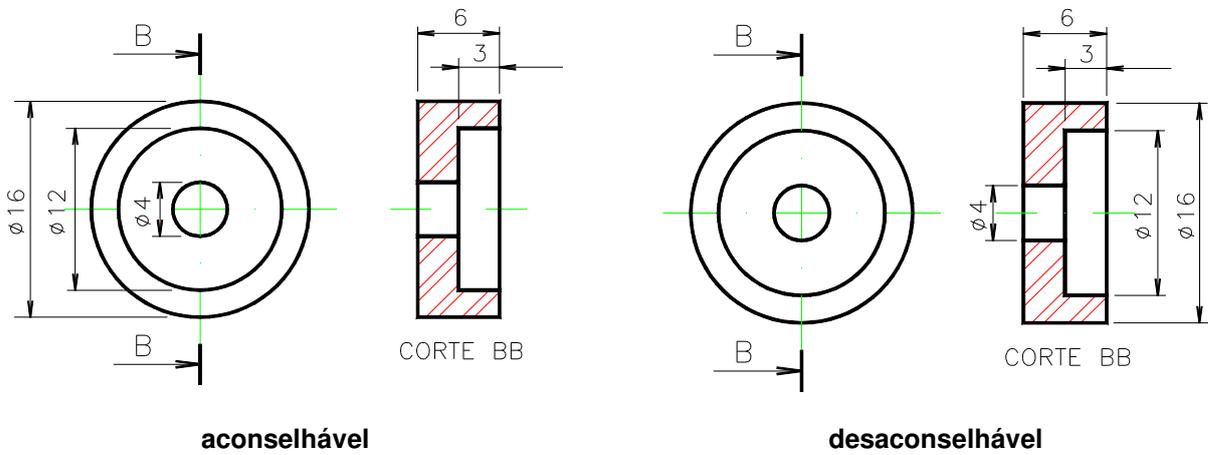


Fig. 8.12: aplicação da regra 6.

Regra 7: as cota devem ser apresentadas em tamanho que as torne facilmente legível.

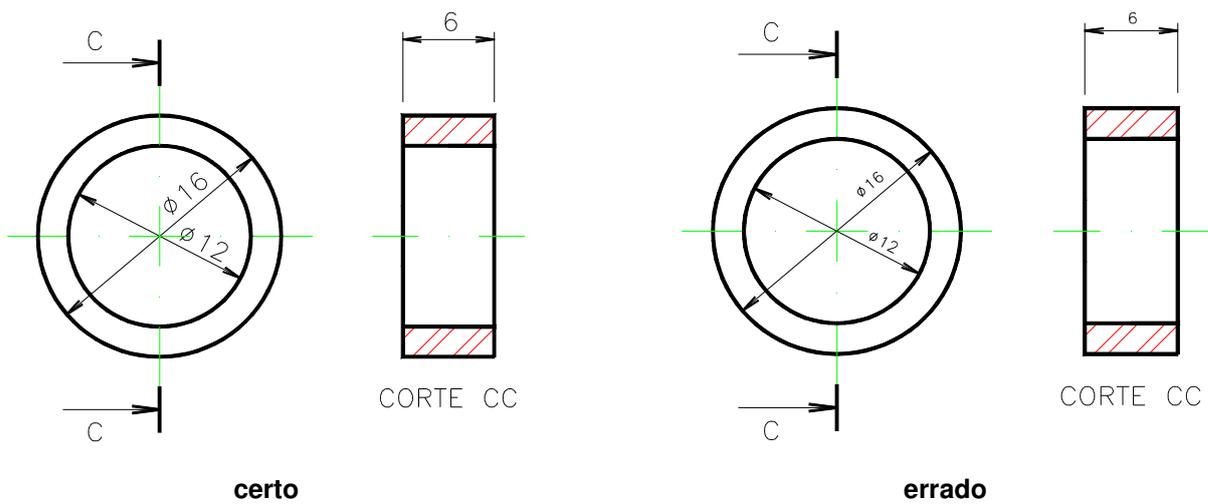


Fig. 8.13: aplicação da regra 7.

Regra 8: a linha de cota não deve ser interrompida, mesmo que o elemento o seja.

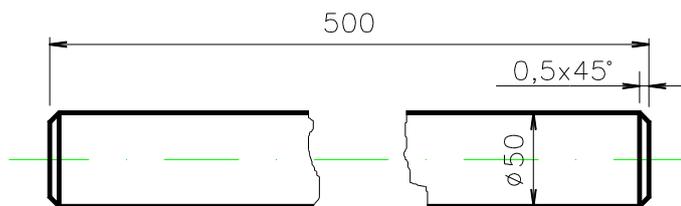
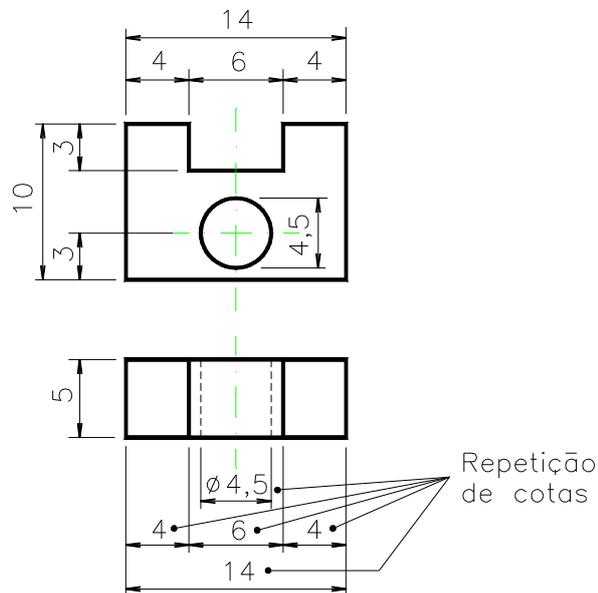


Fig. 8.14: aplicação da regra 8.

Regra 9: mesmo aparecendo em mais de uma vista, cada elemento da peça deve ser cotado apenas uma vez.



O desenho técnico precisa ter totalmente interpretado mas não deve ter informações desnecessárias: a cotação tem que ser completa mas não deve ser repetida.

Fig. 8.15: aplicação da regra 9.

Regra 10: deve-se utilizar a **cota total** sempre que possível, com a finalidade de evitar cálculos.

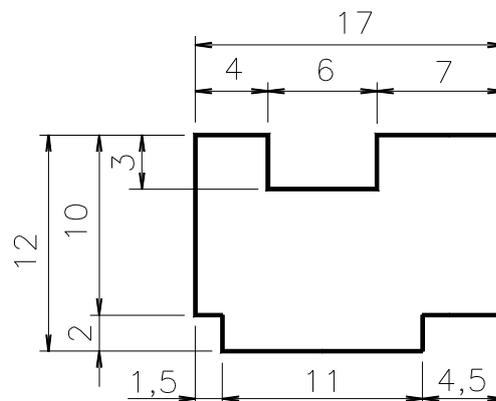


Fig. 8.16: aplicação da regra 10.

Cotação de elementos

Quando um objeto apresenta rasgo, rebaixo, ressalto, furo etc; é necessário cotar tamanho e localização desses elementos. Isso exige do desenhista muita atenção pois nenhuma cota poderá ser esquecida.

As cotas de **tamanho** referem-se a dimensão do elemento.

As cotas de **localização** referem-se ao posicionamento do elemento no objeto. Não precisam serem escritas se o elemento estiver posicionado no centro de um objeto simétrico.

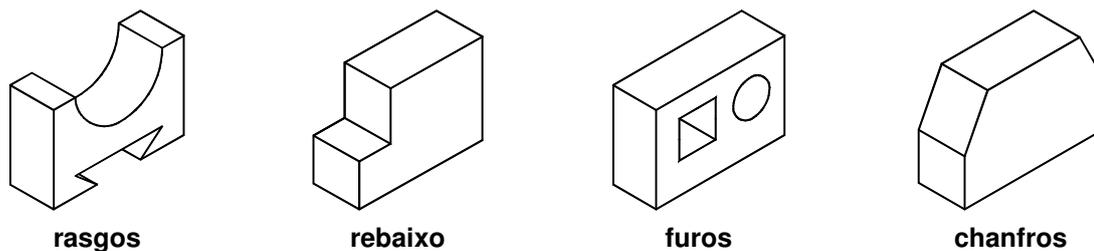


Fig. 8.17: objetos com elementos

Símbolos são usados precedendo à cota com o objetivo de identificação das formas:

\varnothing	\varnothing ESF	\square	R	R ESF
Diâmetro	Diâmetro Esférico	Quadrado	Raio	Raio Esférico

Se a forma do elemento estiver visivelmente definida, os símbolos de diâmetro e de quadrado podem ser omitidos.

Cotagem de rebaixo

Em objetos que têm rebaixo são necessárias duas cotas de tamanho: comprimento e profundidade.

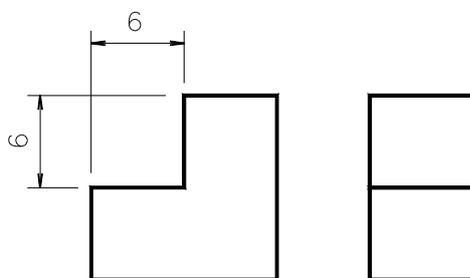


Fig. 8.18: cotagem de rebaixo.

Cotagem de ressalto

Em objetos que têm ressalto são necessárias duas cotas de tamanho: comprimento e altura.

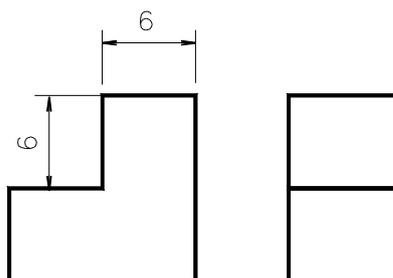


Fig. 8.19: cotagem de ressalto.

Cotagem de furo redondo

Em objetos que têm furo redondo são necessárias duas cotas de tamanho: diâmetro e profundidade; e duas de localização.

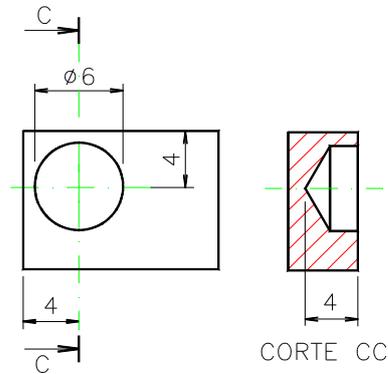


Fig. 8.20: cotagem de furo redondo descentralizado

Existe várias formas de cotagem para furos redondos:

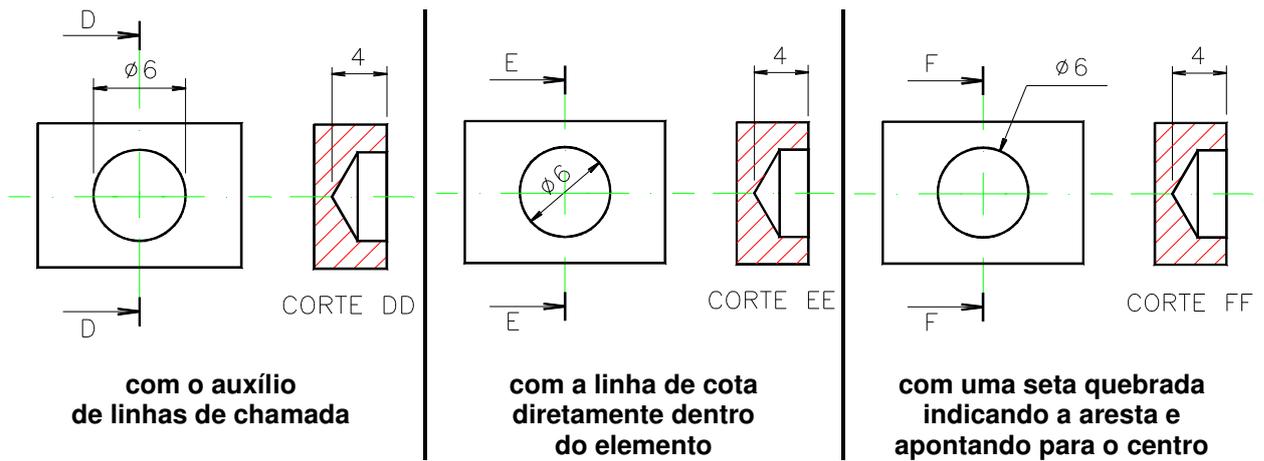


Fig. 8.21: cotagem de furo redondo.

Quando o furo é muito pequeno pode-se fazer a indicação no prolongamento da linha de cota.

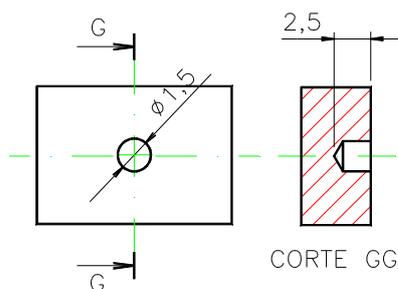


Fig. 8.22: cotagem de furo redondo muito pequeno.

Cotagem de furo quadrado

Em objetos que têm furo quadrado são necessárias três cotas de tamanho: comprimento, largura e profundidade; e duas de localização.

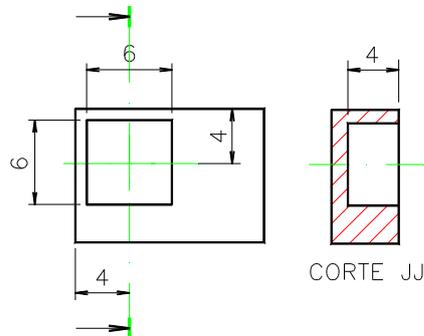


Fig. 8.23: cotagem de furo quadrado.

Cotagem de rasgo

Em objetos que têm rasgo são necessárias três cotas de tamanho: comprimento, largura e profundidade; e duas de localização.

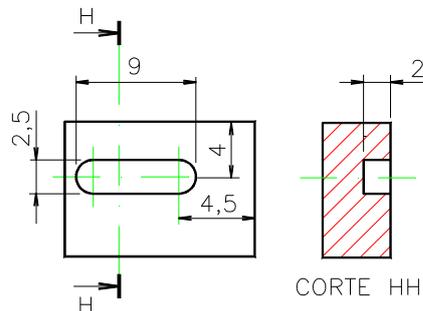


Fig. 8.24: cotagem de rasgo.

Cotagem de cordas, arcos e ângulos

As cotas de arcos e ângulos apresentam símbolos específicos; as cordas são cotadas de normalmente sem símbolo.

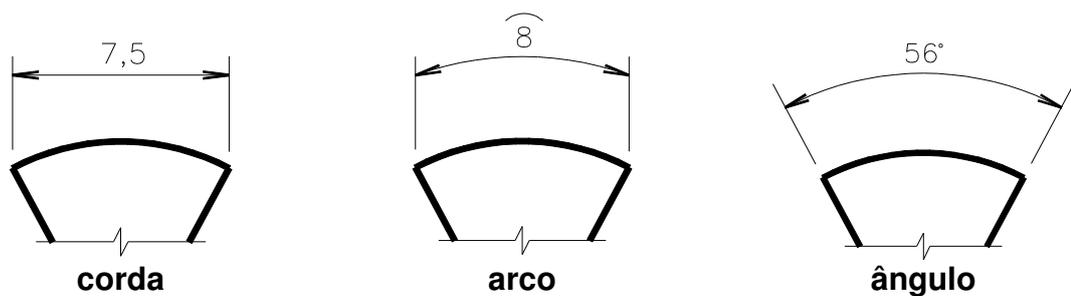


Fig. 8.25: cotagem de corda, arco e ângulo.

Cotagem de elemento angular

Para cotar elemento angular é preciso conhecer cota linear e cota angular:

Cota linear refere-se à medida de extensão: comprimento, largura e altura;

Cota angular refere-se à medida de abertura de ângulos.

Em objetos que têm elemento angular é necessário duas cotas lineares ou uma cota linear e outra angular.

Existe várias formas de cotagem para elementos angulares:

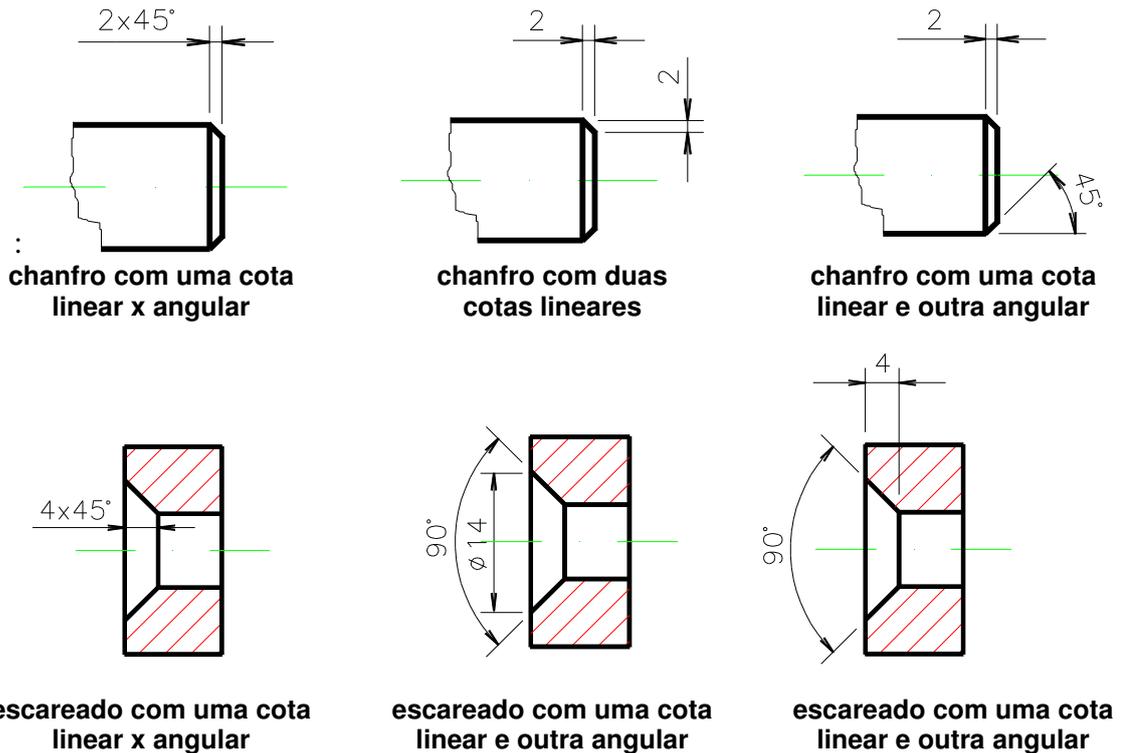


Fig. 8.26: cotagem de elementos angulares.

Cotagem de elemento semicircular

Em objetos que têm elemento semicircular é necessária uma cota de tamanho: raio; e uma de posição.

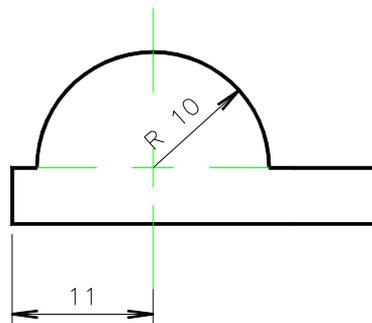


Fig. 8.27: cotagem de elemento semicircular.

Quando o arco é muito pequeno, a cotação pode ser feita das seguintes formas:



Fig. 8.28: cotação de arcos muito pequenos.

Quando o arco é muito grande a cotação pode ser feita das seguintes formas:

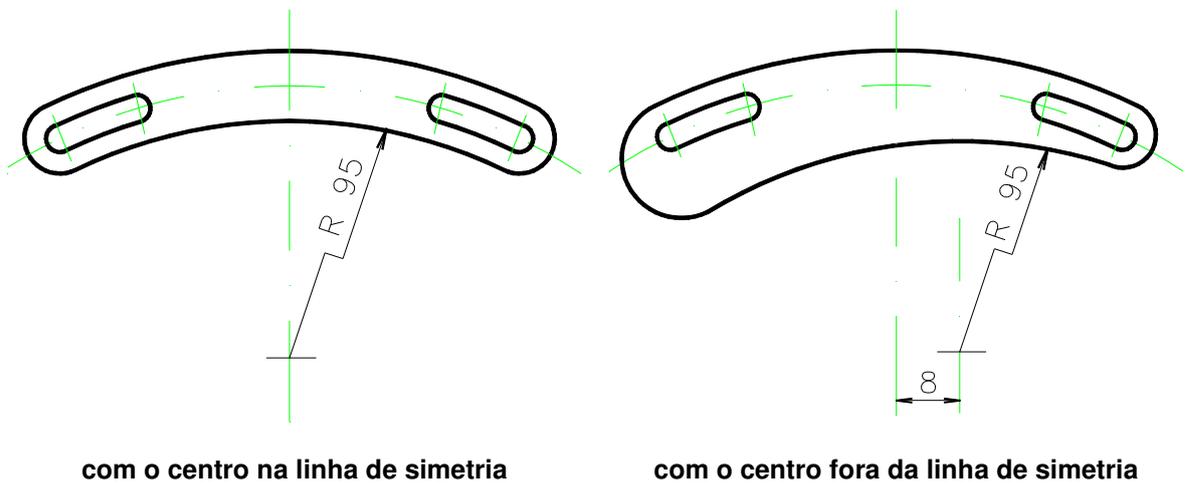


Fig. 8.29: cotação de arcos muito grandes.

Supressão de Vistas

A disposição adequada das cotas, além das informações de dimensões, auxilia na interpretação correta das formas dos elementos cotados. Sendo assim, em casos específicos, podemos deixar de representar uma ou duas vistas sem haver prejuízo para a compreensão do desenho. À esse tipo de representação é dado o nome de “supressão de vistas”.

A supressão de vistas simplifica a elaboração de desenhos técnicos porém, não é permitido omitir a vista frontal por ser sempre a vista principal da peça.

Desenho técnico com duas vistas

Quando existem duas vistas iguais deve-se suprimir uma delas, pois não há necessidade de apresentar formas e medidas repetidas.

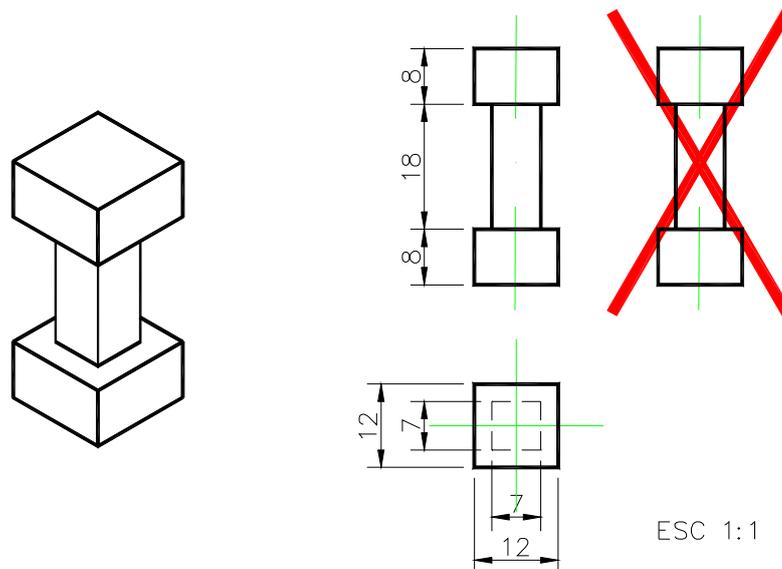


Fig. 9.1: supressão de uma vista igual à outra.

Quando existem duas vistas semelhantes, ou seja, com formas iguais e medidas diferentes, é comum suprimir uma delas. As medidas da vista suprimida devem ser informadas nas outras vistas.

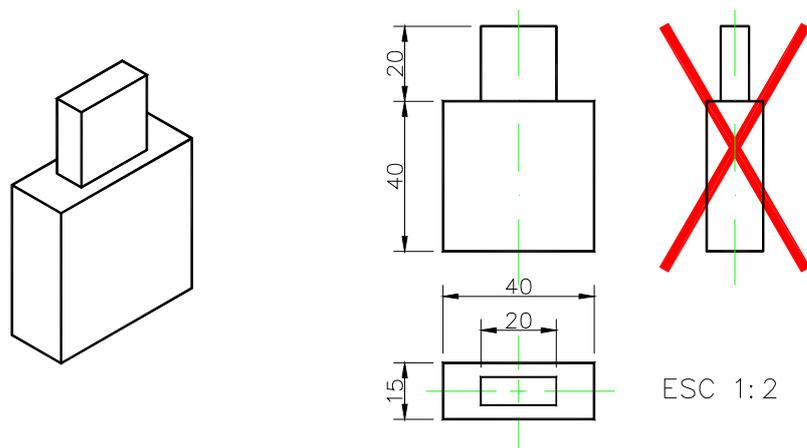


Fig. 9.2: supressão de uma vista semelhante à outra.

Quando as três vistas são diferentes, mesmo assim é possível haver supressão. Basta que uma delas possua poucas informações sobre as partes e elementos contidos na peça.

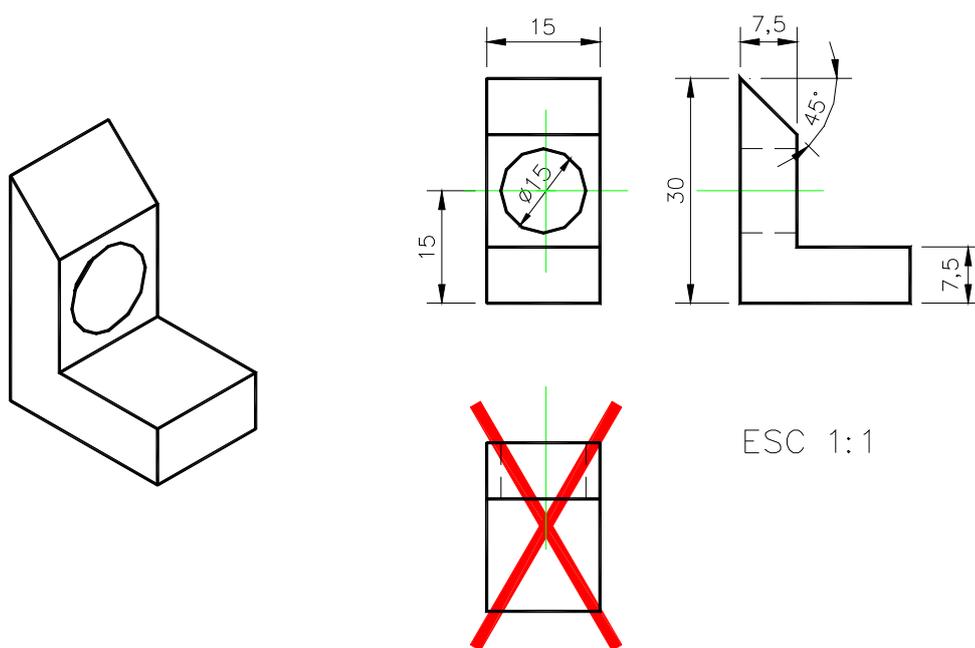


Fig. 9.3: supressão de uma vista diferente da outra.

Desenho técnico com uma vista

O objetivo do desenhista técnico é transmitir todas as informações sobre a peça, apresentando o mínimo necessário de vistas. Algumas peças com espessuras homogêneas podem ser representadas com uma única vista, desde que a dimensão da espessura seja informada *por escrito*.

Também devem ser informadas *por escrito* todas as características de elementos que não foram transferidas das vistas suprimidas.

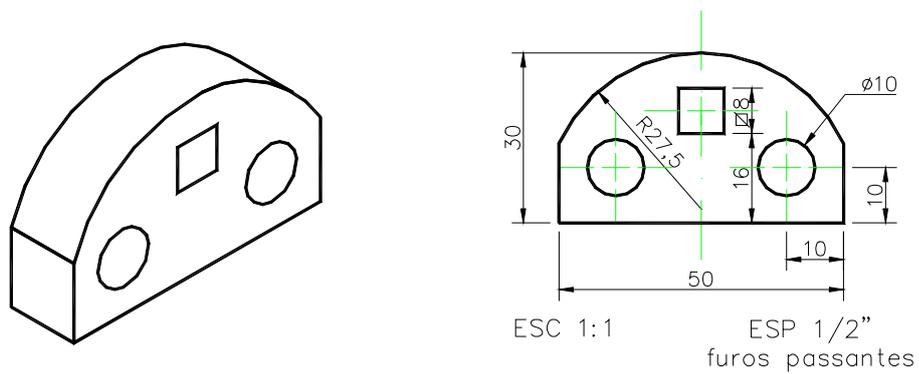


Fig. 9.4: representação em uma única vista.

Símbolo indicativo de quadrado e de diâmetro

Na supressão de vistas, os símbolos auxiliam a identificação das formas. O símbolo de quadrado (\square) e de diâmetro (\varnothing), permitem, muitas vezes, a representação de peças em uma única vista.

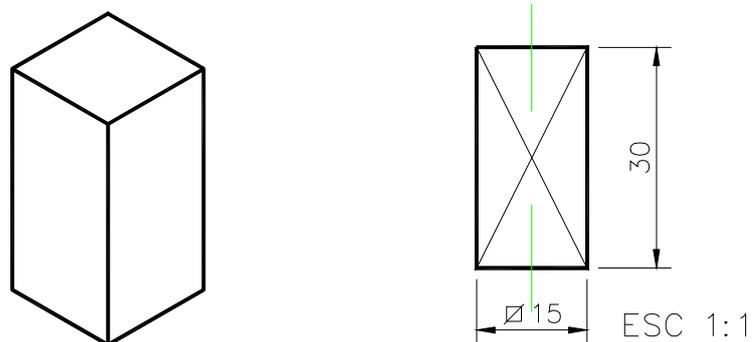


Fig. 9.5: representação de um prima quadrangular em uma única vista.

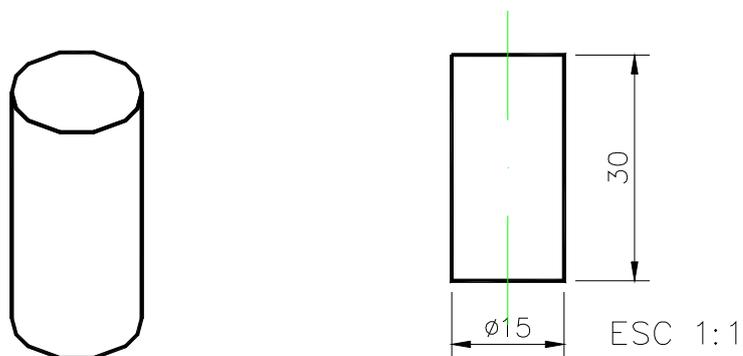


Fig. 9.6: representação de uma peça cilíndrica em uma única vista.

Símbolo indicativo de superfície plana

A representação em uma única vista de um prisma quadrangular e de uma peça cilíndrica podem ser facilmente confundida. O símbolo indicativo de superfície plana derivada de superfície cilíndrica (*duas linhas estreitas cruzadas*) deve ser usado para evitar enganos.

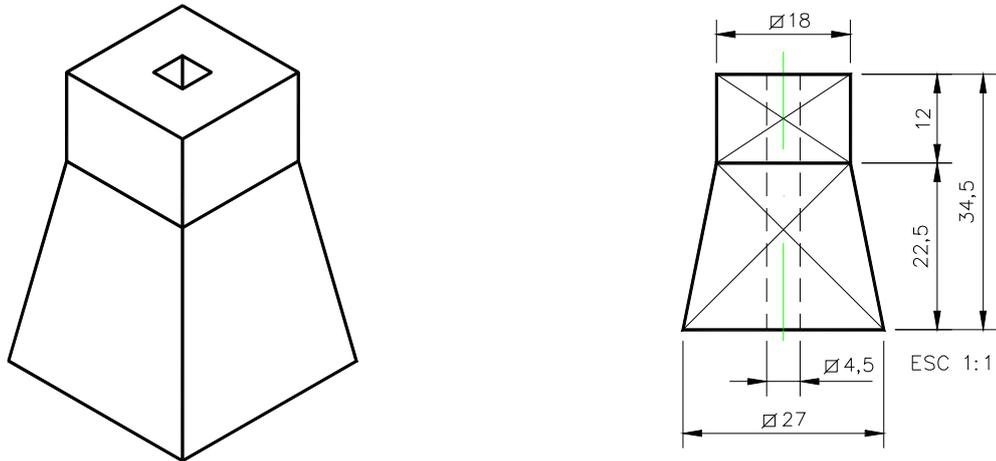


Fig. 9.7: representação de uma peça em uma única vista com superfície plana derivada de superfície cilíndrica .

Supressão de vistas em corte

Quando a representação é feita em uma única vista, é indispensável o uso do símbolo indicativo da forma da peça (quadrado ou diâmetro). Esse procedimento também se aplica quando a única vista se apresenta em corte total, corte parcial ou meio-corte.

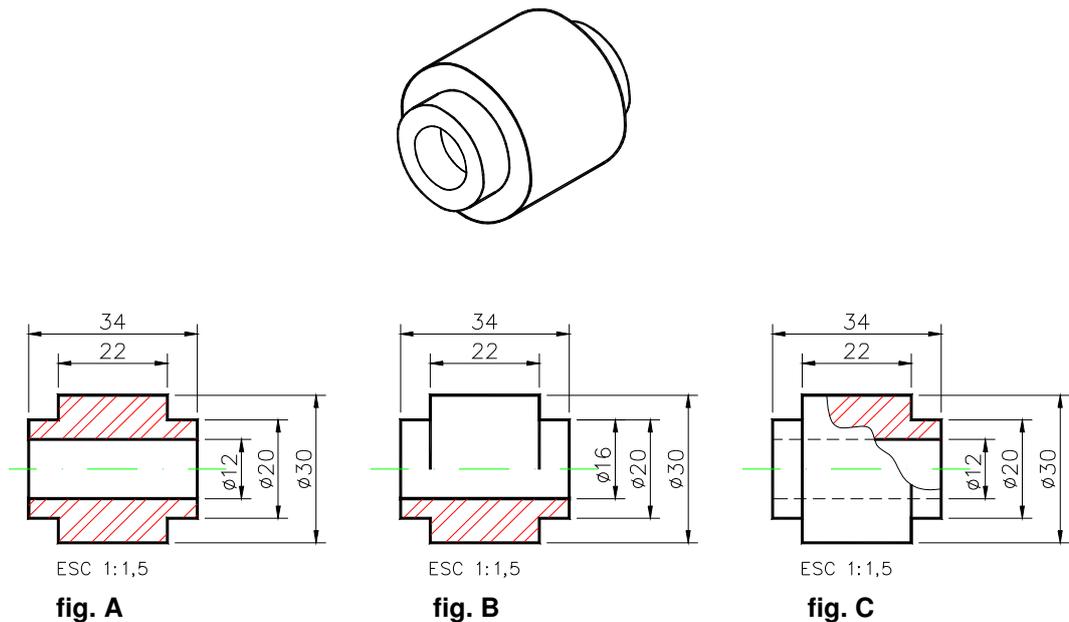


Fig. 9.8: representação de uma peça em uma única vista em **corte total** (fig. A), **corte parcial** (fig. B) e **meio-corte** (fig. C).

Vistas Auxiliares

Em vistas ortográficas normais, faces oblíquas não são representadas em verdadeira grandeza e os elementos apresentam deformações e sobreposições, dificultando a interpretação do desenho.

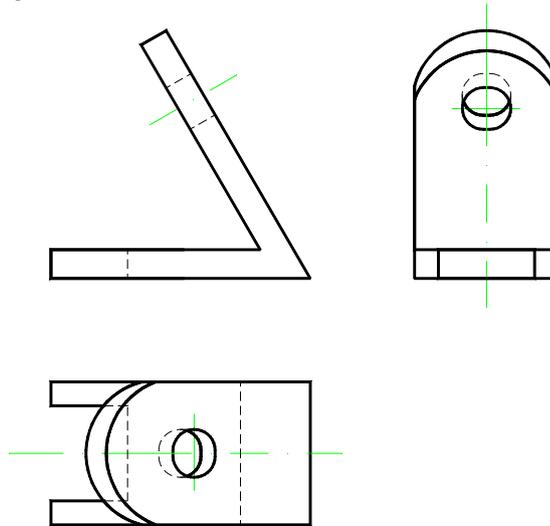


Fig. 10.1: representação de peça com elementos oblíquos deformados.

A vista auxiliar se apresenta em verdadeira grandeza e sem deformações, além de simplificar a representação e interpretação dos desenhos de peças com faces e elementos oblíquos, porque é uma projeção da face oblíqua em um **plano de projeção auxiliar paralelo**.

A vista auxiliar substitui a vista ortográfica deformada que não precisa ser representada.

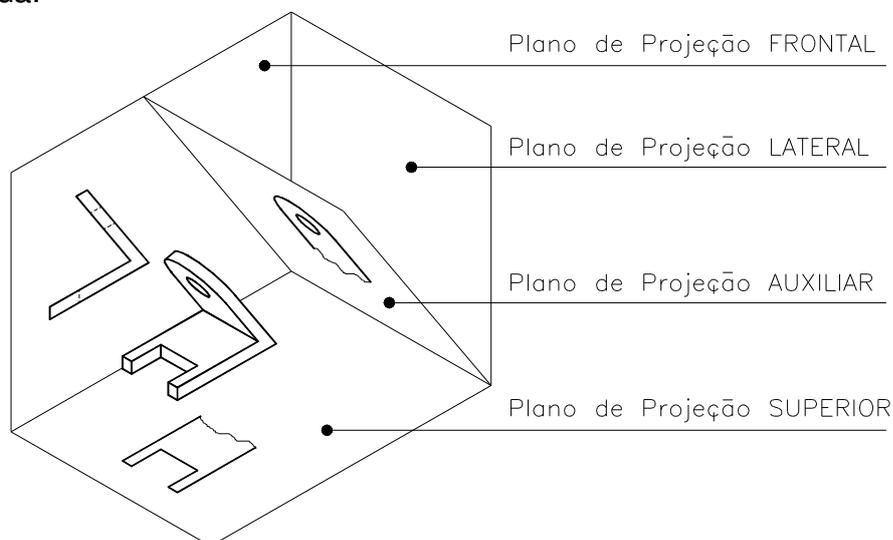


Fig. 10.2: plano de projeção auxiliar.

O processo de rebatimento do plano de projeção é o mesmo das projeções ortográficas sendo que o eixo de rotação da vista auxiliar dependerá da inclinação da parte da peça representada na vista frontal.

Pelo rebatimento dos planos são definidas as posições das vistas no desenho, com o plano de projeção auxiliar originando a vista auxiliar.

Com exceção da vista frontal, as demais vistas, inclusive a auxiliar são delimitadas por linhas de ruptura com o objetivo de omitir as partes deformadas.

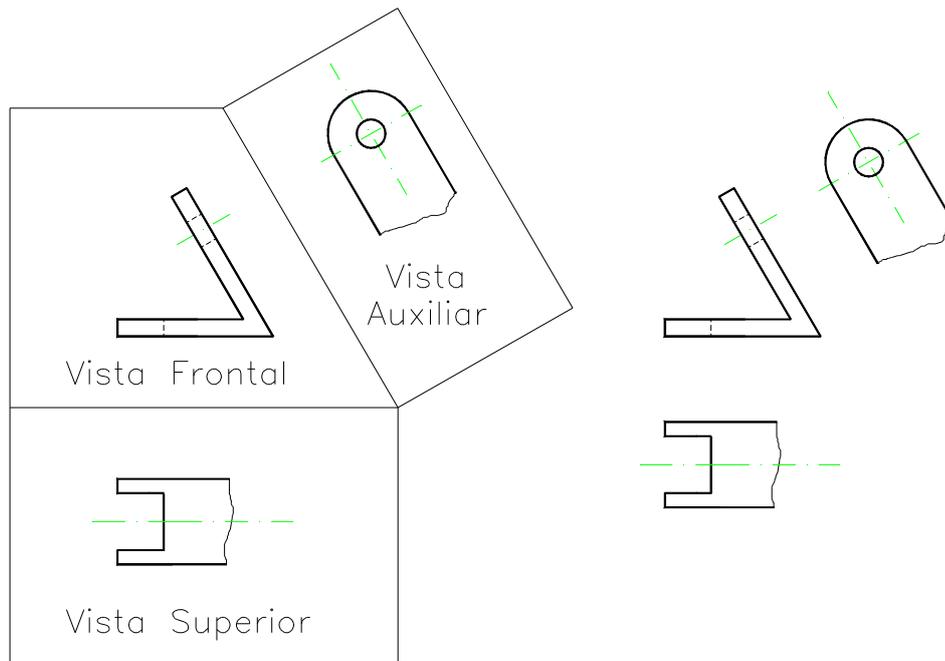


Fig. 10.3: rebatimento da vista auxiliar.

Para cada face oblíqua pertencente à peça será necessário uma vista auxiliar. Sendo assim, o que determina o número de representações com vistas auxiliares é a quantidade de faces oblíquas existentes na peça.

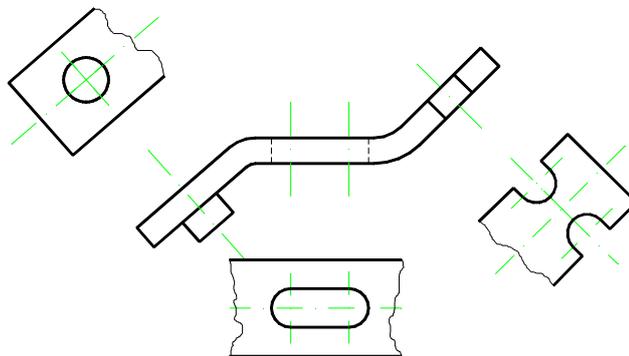


Fig. 10.4: desenho com duas representações de faces oblíquas na mesma peça.

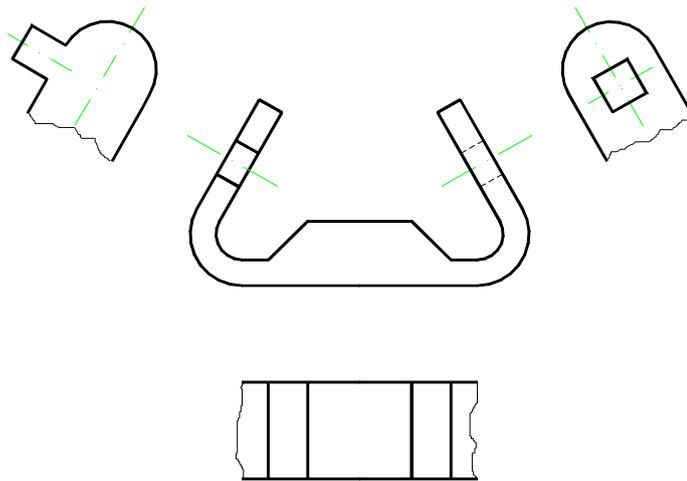


Fig. 10.5: desenho com duas representações de faces oblíquas na mesma peça.

Vistas Rebatidas

É conhecido que em vistas ortográficas normais, faces oblíquas não são representadas em verdadeira grandeza e os elementos apresentam deformações e sobreposições. As peças que têm partes oblíquas associadas a um eixo de rotação apresenta o mesmo problema.

A solução é fazer um rotação da parte oblíqua em torno do eixo de rotação da peça deixando-a paralela ao plano de projeção.

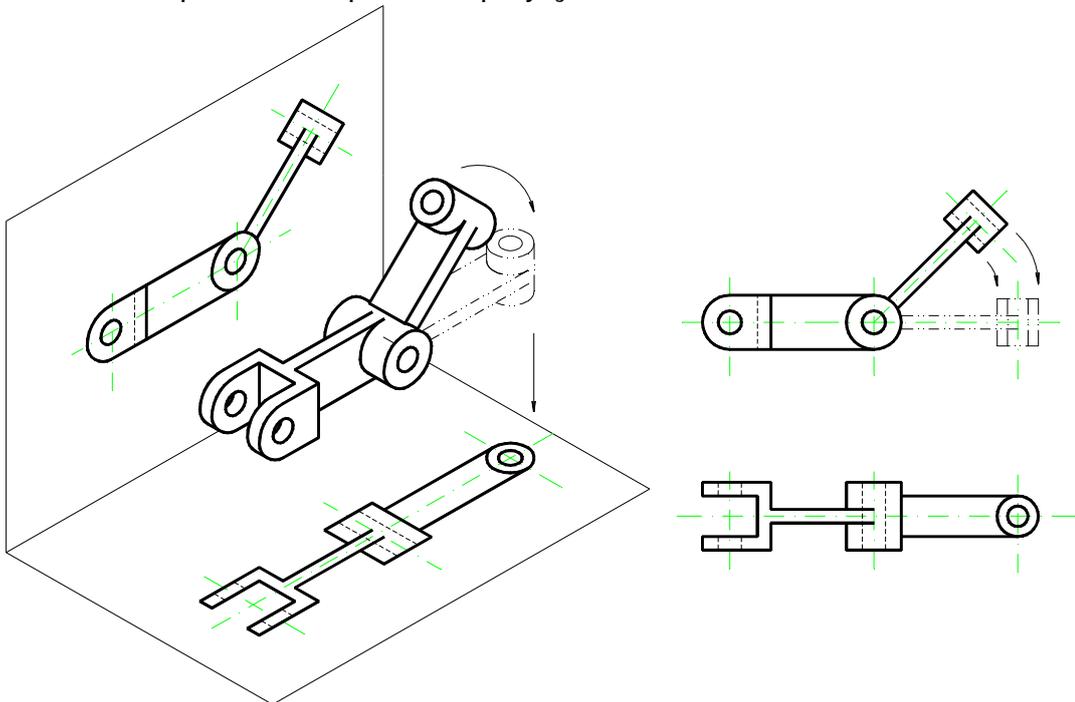


Fig. 11.1: procedimento de rotação da face oblíqua.

Na apresentação do desenho técnico, a vista representada com rotação mostra a parte oblíqua em verdadeira grandeza. A outra vista é representada normalmente.

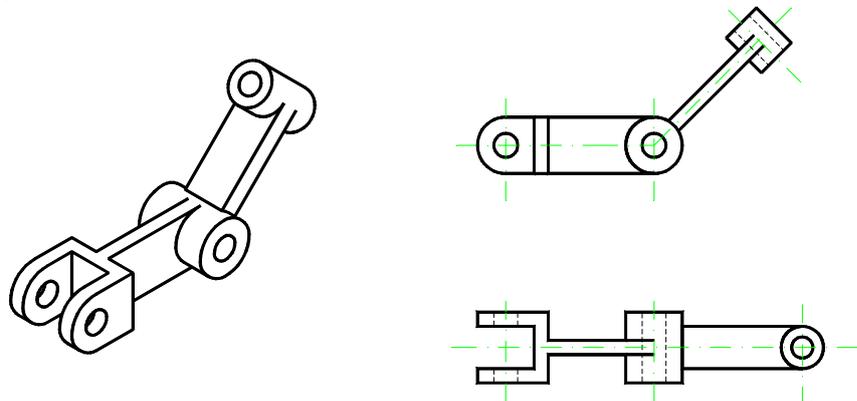


Fig. 11.2: representação com vista rebatida.

Quando certos elementos como **nervuras, raios (braços) de rodas, dentes de engrenagens** e **orelhas**, aparecem em peças numa quantidade **ímpar** ou de forma **assimétrica**, são representados com rotação.

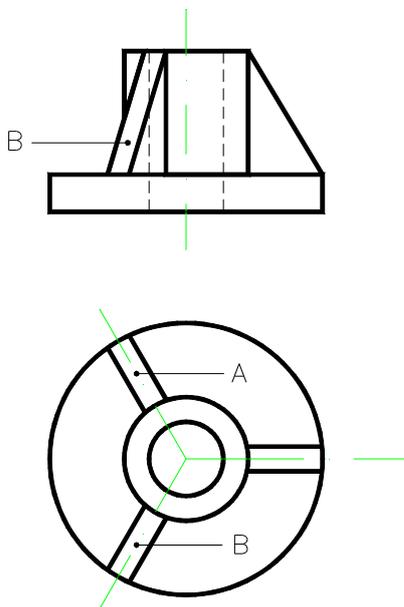


Fig. 11.3: peça com três nervuras.
A nervura "B" fica com a visualização prejudicada na vista frontal.

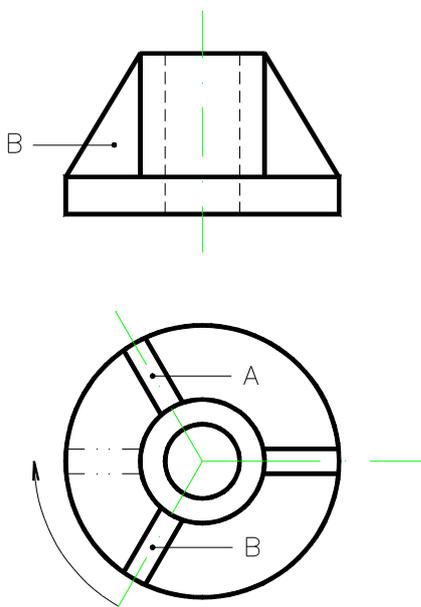


Fig. 11.4: rotação da nervura "B".

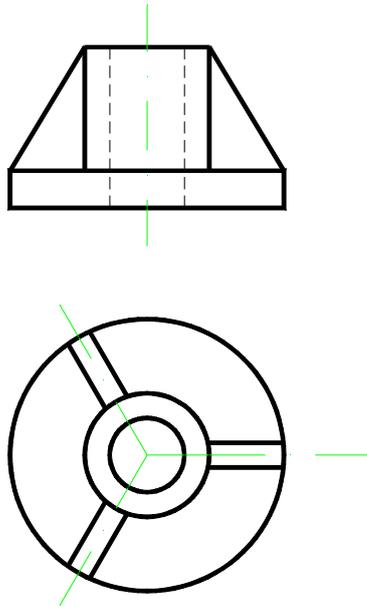


Fig. 11.5: representação convencional adequada.

Vistas Especiais

De acordo com as características da peça as vistas auxiliares e as vistas rebatidas podem não permitir a visualização clara dos elementos que se quer analisar.

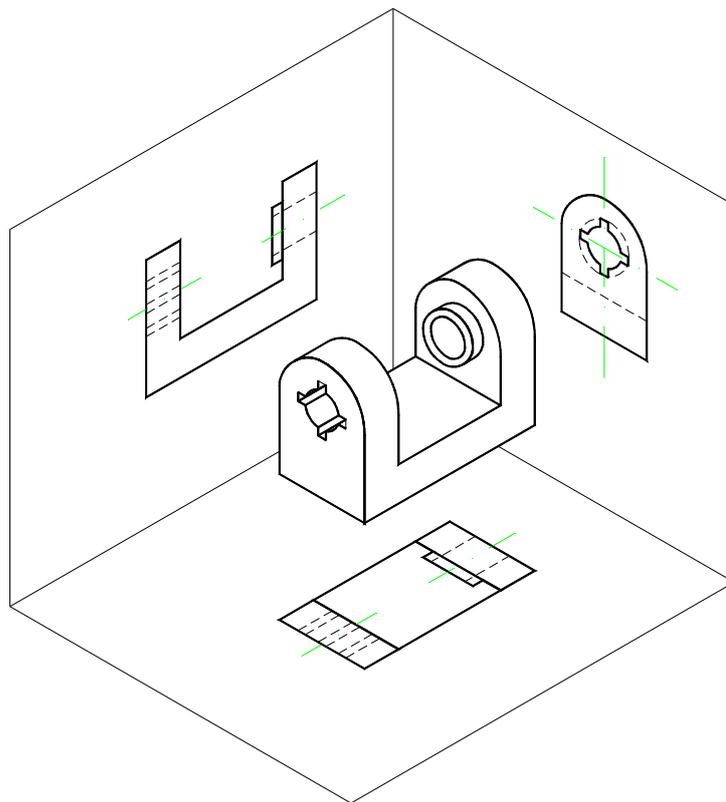


Fig. 12.1: peça com faces paralelas que apresenta dificuldade de interpretação dos elementos em projeção ortográfica.

Nesse caso a forma mais simples de representação é uma vista especial.

A vista especial permite posicionar um ponto observação de forma que os elementos a serem representados sejam vistos diretamente. Esse ponto de observação é indicado por uma seta e uma letra maiúscula.

Quando os planos são rebatidos, a face é projetada no sentido indicado pela seta dando origem à vista especial. É necessário denominar essa vista escrevendo "vista de" seguida da letra correspondente ao ponto de observação.

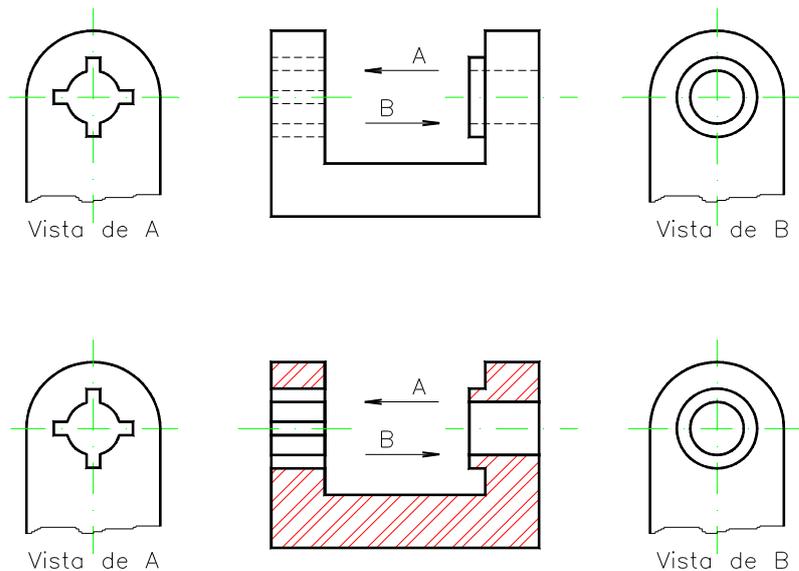


Fig. 12.2: representação da vista frontal e da vista frontal em corte com as **vista de B** e **vista de A**; duas **vistas especiais**.

Vistas parciais

As peças simétricas podem ser desenhadas apenas parcialmente para representar a peça completa. Apresentam-se em **meia-vista** ou em **um quarto de vista**.

a) Meia-vista

É o tipo de representação em que somente a metade da vista é desenhada.

A linha de simetria é representada acrescentando dois traços curtos e paralelos nas extremidades ou sem os traços, se for ultrapassada um pouco pelas arestas e contornos da peça.

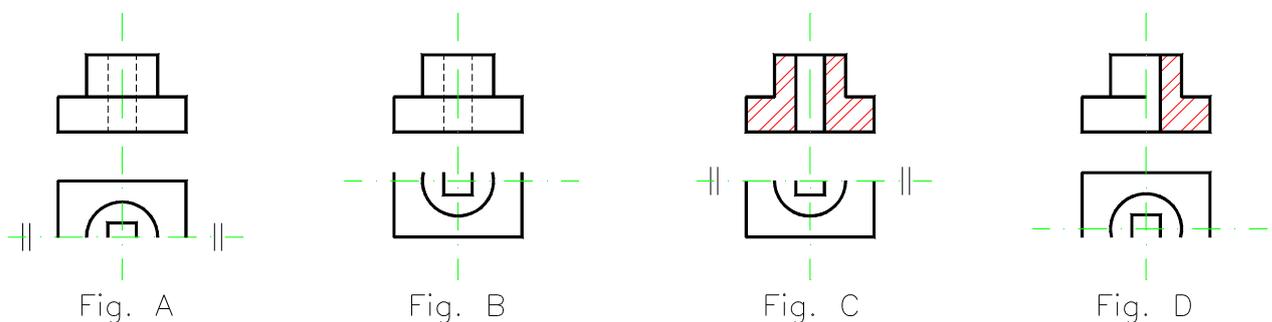


Fig. 12.4: quatro formas diferentes de representação em meia-vista; vista frontal e meia-vista superior (fig. A), vista frontal e meia-vista superior (fig. B), vista frontal em corte total e meia-vista superior (fig. C), vista frontal em meio-corte e vista superior (fig. D).

b) Um quarto de vista

A representação ortográfica pode ser ainda mais simplificada se a peça for simétrica nas direções longitudinal e transversal. Nesse caso poderá ser desenhada somente um quarto da vista.

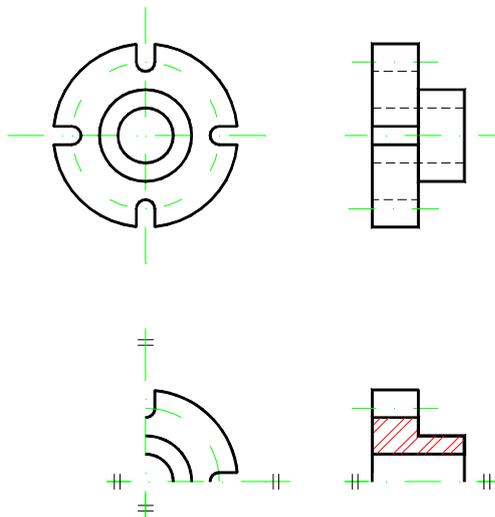


Fig. 12.5: um quarto da vista frontal e meia vista lateral esquerda em corte.

Vistas localizadas

São usadas para destacar isoladamente um elemento da peça que as vistas não possam dar a idéia exata da forma.

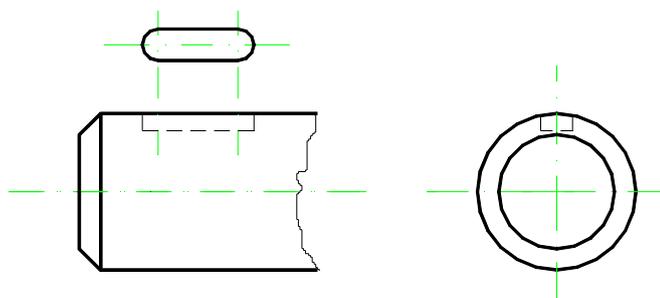


Fig. 12.3: vista localizada de um rasgo para chaveta.

Omissão de Corte

Alguns elementos, entre eles: **nervuras, dentes de engrenagens, braços (raios) de rodas, eixos, parafusos, pinos e rebites** sofrem omissão de corte², ou seja, mesmo atingidos pelo plano de corte, não serão hachurados.

O motivo de se representar esses elementos com omissão de corte é diferenciar as estruturas de peças maciças das peças não maciças.

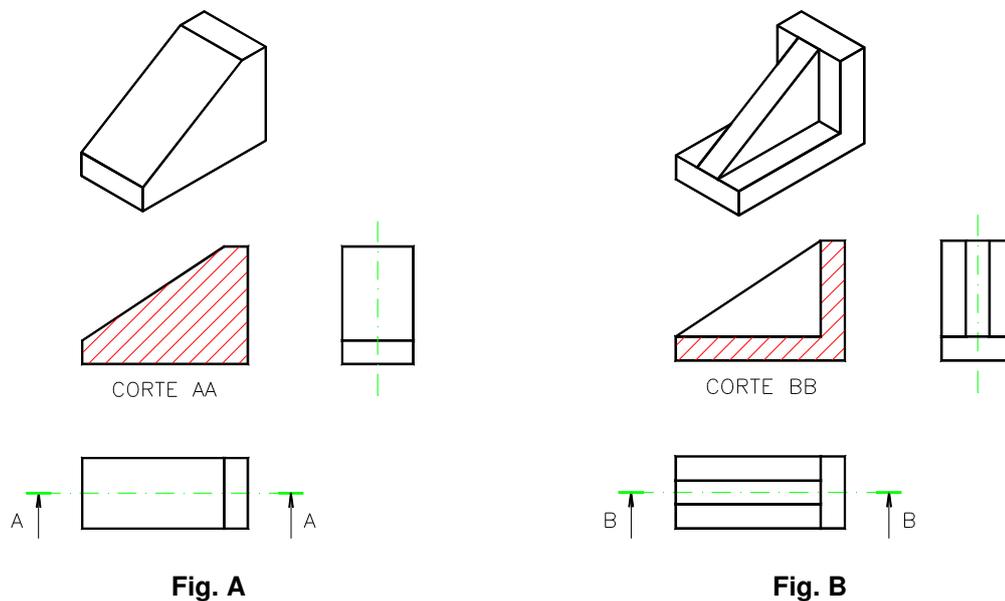


Fig. 13.1: comparação entre as representações de cortes em peças de estruturas **maciças** (Fig. A) e **não maciças** (Fig. B).

Braços e Almas de rodas

Para diferenciar um braço de uma alma executa-se omissão de corte.



Fig. 13.2: polia com alma e polia de 4 (quatro) braços.

² Os elementos sofrem omissão de corte só quando são atingidos no sentido longitudinal pelo plano de corte.

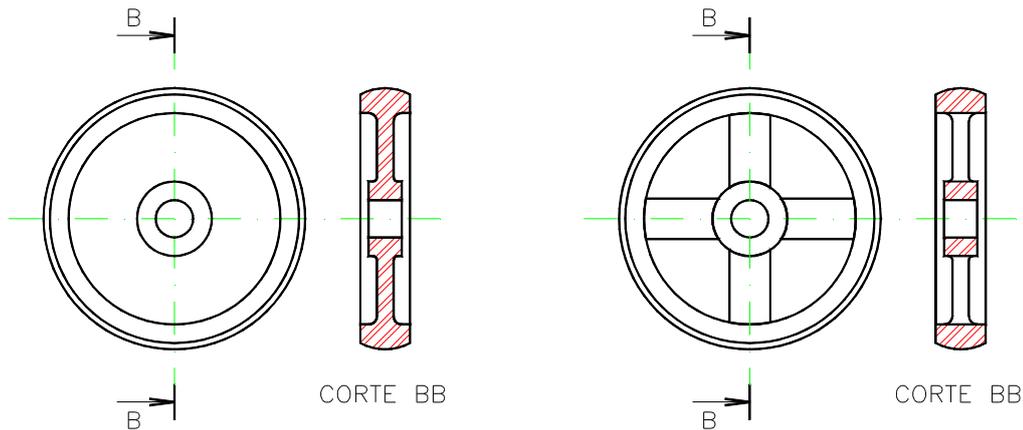


Fig. 13.3: comparação entre as representações dos cortes na polia com alma e na polia com braços.

Nervuras e Orelhas

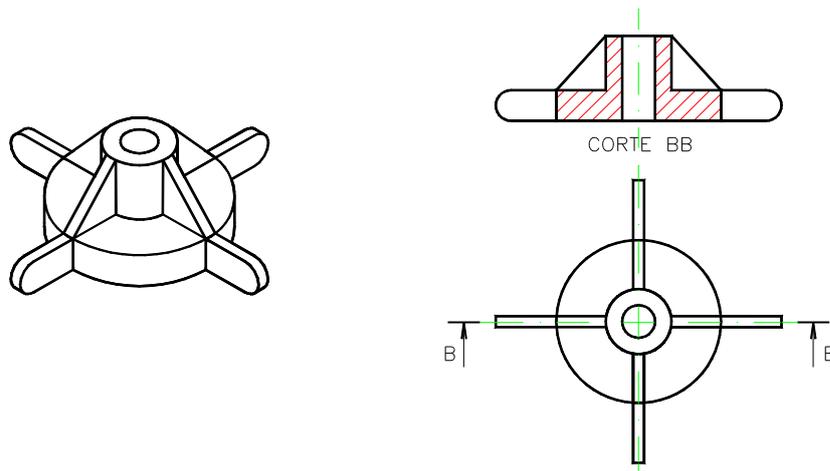


Fig. 13.4: representação de uma peça com a vista frontal em corte e omissão nas nervuras e orelhas.

Parafusos

A representação de roscas é feita de forma convencional. Para facilitar o traçado, o filete fica resumido a *duas linhas paralelas, uma larga e uma estreita; sem distância pré-determinada entre elas*.

A linha estreita representa a profundidade dos filetes.

A linha larga depende do elemento. No parafuso, representa o diâmetro nominal e na porca representa o diâmetro do furo.

No sentido transversal, a linha larga se apresenta em forma de circunferência e a linha estreita, em forma de semi circunferência com aproximadamente 3/4 (três quartos) de volta.

Se o parafuso ou a porca não estiver visível, poderá ser representado por linhas tracejadas. Nesse caso, deve haver apenas uma espessura de linha³.

³ Um desenho técnico deve apresentar apenas uma espessura de linha tracejada. A opção pelo uso de tracejada-larga ou tracejada-estreita fica à critério do desenhista.

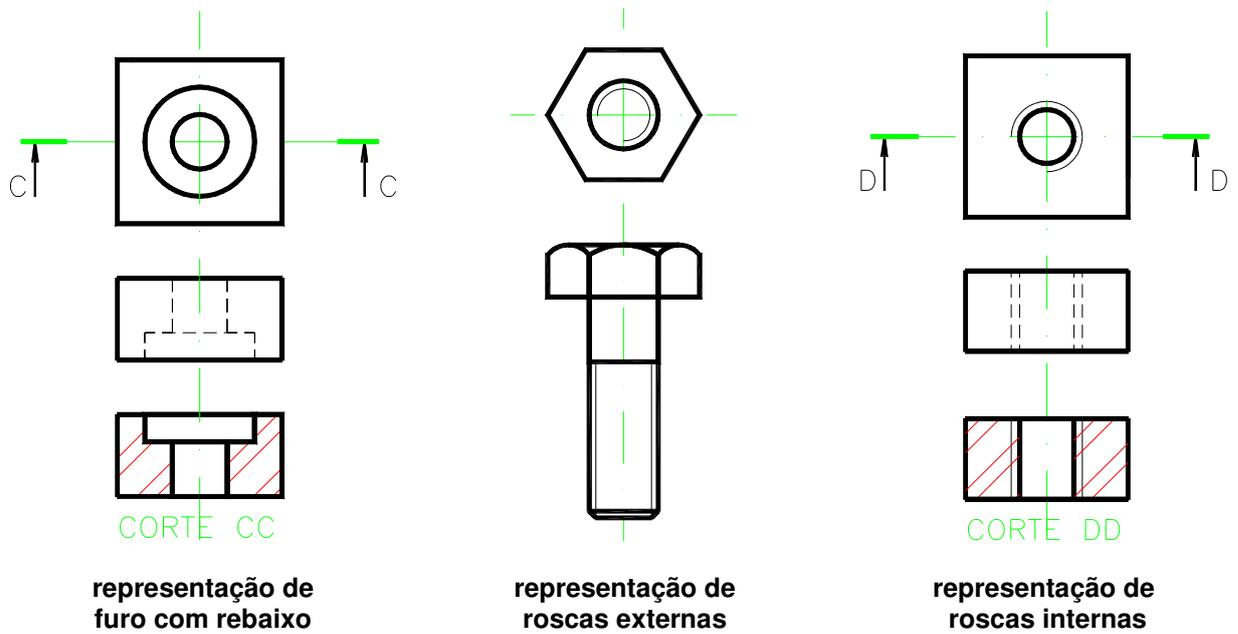


Fig. 13.5: representação de furos e roscas.

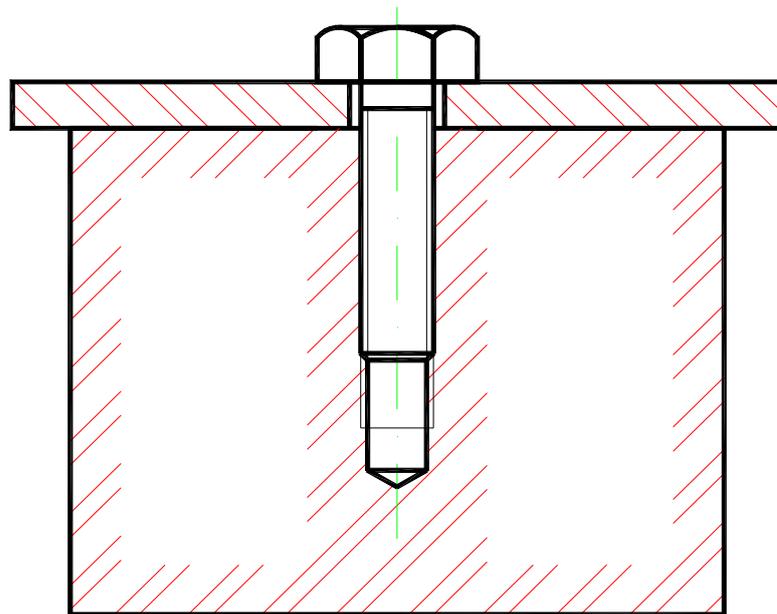


Fig. 13.6: representação de um conjunto mecânico em corte, contendo roscas externas e internas. Omissão de corte no parafuso.

Corte com rotação de elementos

Com o objetivo de mostrar elementos em verdadeira grandeza, é feita em alguns casos, a representação em corte com a rotação desses elementos.

Nesse tipo de representação, os elementos que apareceriam deformados sofrem uma rotação até se posicionarem no plano de corte.

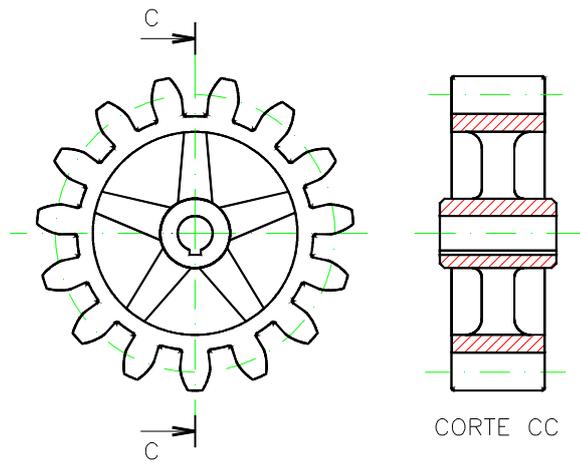


Fig. 13.7: engrenagem com 5 (cinco) braços e 15 (quinze) dentes representada em corte com rotação; o corte mostra os braços e os dentes em verdadeira grandeza.

Secções

Secção significa "corte" mas também é "parte de um todo". Sendo assim a representação em secção é feita de forma semelhante a representação em corte porém com algumas diferenças fundamentais.

Secção é uma forma prática e clara de representação e tem a vantagem de ser mais simples do que o corte; mostra apenas as partes maciças atingidas pelo plano de corte.

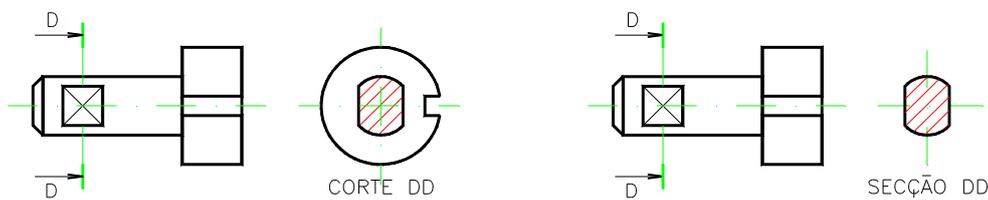


Fig. 14.1: comparação entre um corte e uma secção.

As secções podem ser representadas fora da vista, dentro da vista ou interrompendo a vista.

Secções próximas à vista

É indicada pela palavra **secção** seguida de **duas letras iguais e maiúsculas**. Na vista da peça, a linha traço-ponto com traços largos nas extremidades mostra o trajeto do plano de corte.

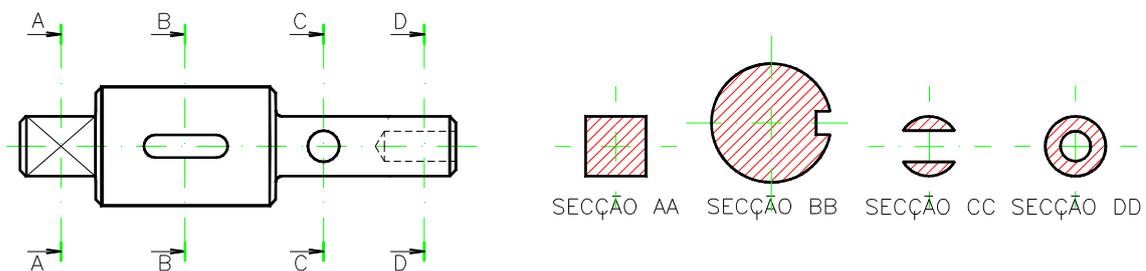


Fig. 14.2: representações de secções próximas da vista;

Secções ligadas à vista

A secção também pode ser ligada a vista por uma linha traço ponto estreita que indica o local onde passou o plano de corte. É desnecessário indicar um nome, já que a relação à parte da peça é evidente.

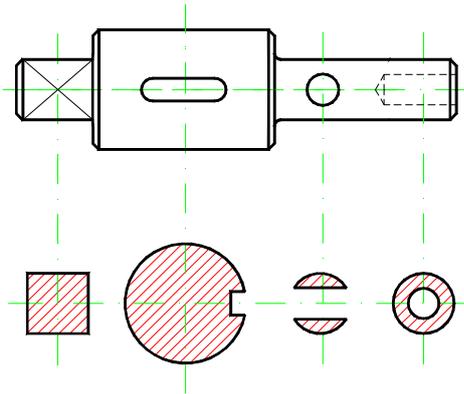


Fig. 14.3: representações de secções ligadas à vista pela linha traço-ponto estreita.

Secção dentro da vista

Se não houver prejuízo para a interpretação do desenho, a secção pode ser representada dentro da própria vista.

Na representação dos contornos de secções dentro da vista é usada a linha contínua estreita.

Não é necessário identificar a secção nem indicar o plano de corte.

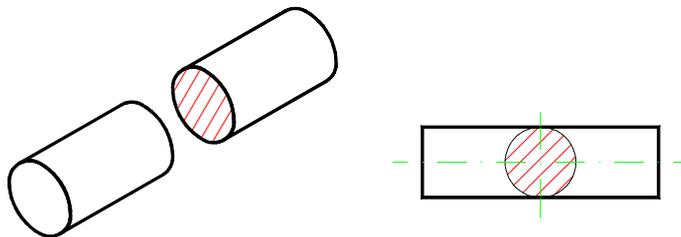


Fig. 14.4: representação de secção dentro da vista.

Secções interrompendo a vista

As secções também podem ser representadas interrompendo a vista usando a linha de ruptura.

Na representação dos contornos de secções interrompendo a vista é usada a linha contínua larga. Não é necessário identificar a secção nem indicar o plano de corte.

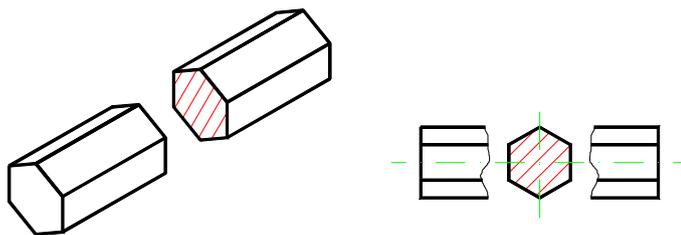


Fig. 14.5: representação de secção interrompendo a vista.

Secções enegrecidas

As secções apresentam áreas hachuradas, mas quando tem perfil de pequena espessura, a área é enegrecida.

As secções enegrecidas podem ser representadas fora da vista, dentro da vista ou interrompendo a vista.

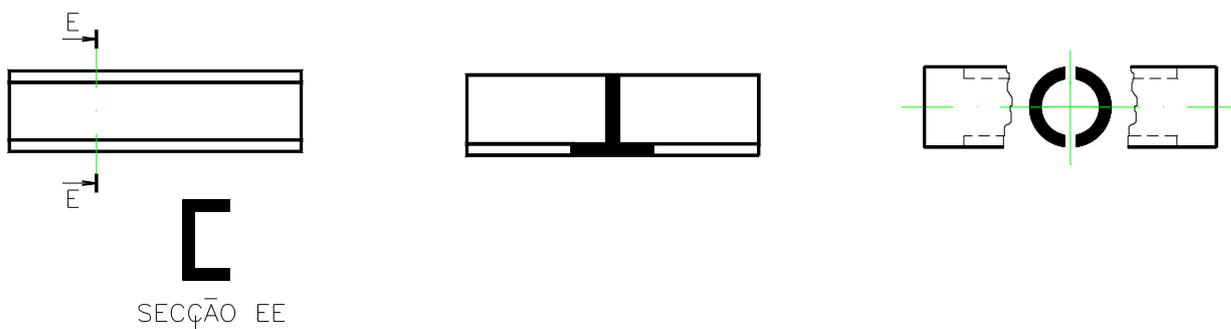


Fig. 14.6: secções enegrecidas.

Encurtamentos

Com o recurso de encurtamento, peças que apresentam formas longas e uniformes podem ser representadas de maneira prática, sem prejuízo de interpretação.

São feitos seccionamentos na parte da peça que não apresenta variações, é omitida a parte totalmente uniforme e aproximadas as partes restantes. As linhas de ruptura delimitam os encurtamentos.

Em representações com encurtamentos não devem ser omitidas as extremidades das peças.

Pode haver mais de um encurtamento em uma única peça, na mesma direção ou em direções diferentes.

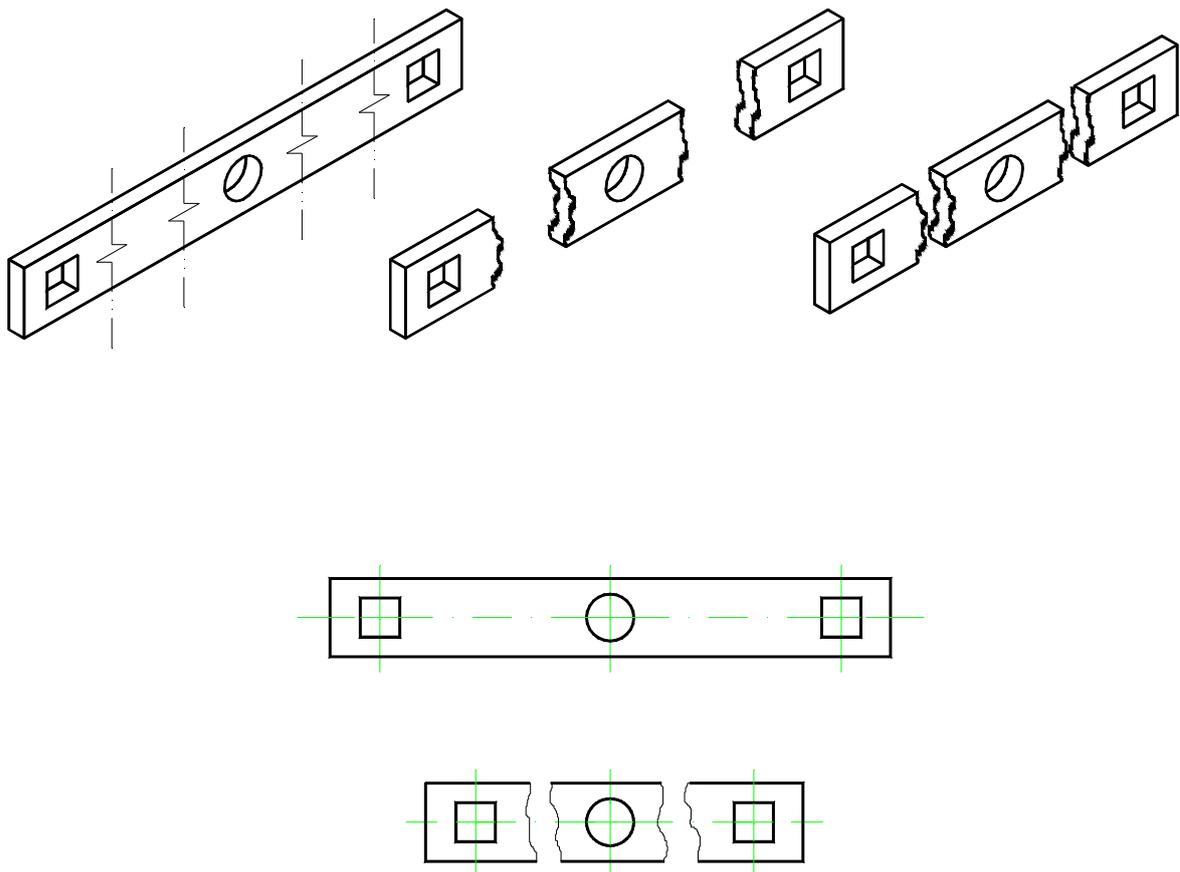


Fig. 15.2: representação com encurtamento.

Encurtamentos e secções

A aplicação de encurtamentos e secções em um mesmo desenho economiza tempo e espaço.

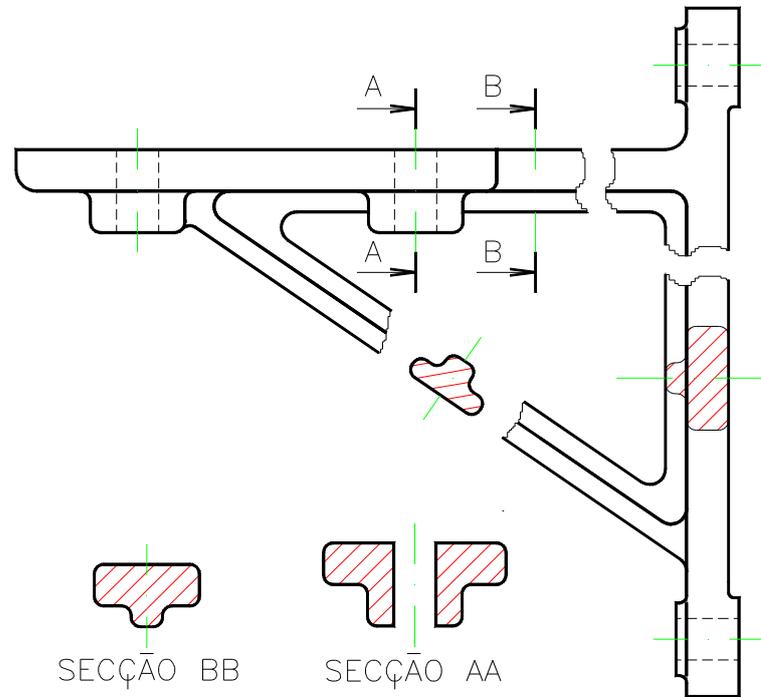


Fig. 15.3: representação de um suporte com 4 (quatro) encurtamentos, duas secções representadas fora da vista (secção AA e secção BB), uma secção rebatida na própria vista e uma secção interrompendo a vista.

Cotagens Especiais

Em peças que apresentam partes arredondadas, partes esféricas, partes oblíquas, elementos repetitivos, elementos muito grandes ou muito pequenos, é usada a cotagem especial.

Esse tipo de cotagem permite, entre outras características, fornecer maior número de informações concentradas em uma única cota.

Permite também o uso de símbolos e abreviações, o que auxilia a interpretação das formas do objeto.

Cotagem de elementos esféricos

A cotagem de elementos esféricos é feita pela medida do diâmetro ou raio. Antecedendo a cota aparece o símbolo indicativo de **diâmetro** (\varnothing) ou **raio** (R) e a palavra **esférico** abreviada (ESF).

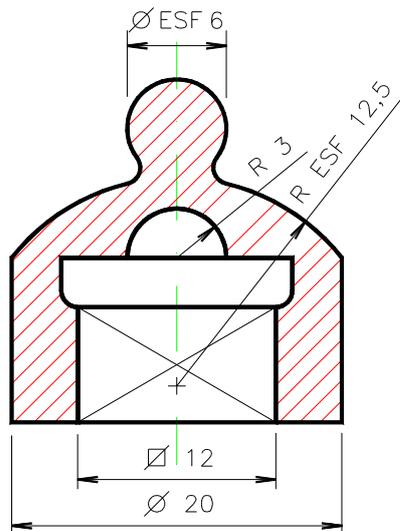


Fig. 16.1: cotagem de elementos esféricos e quadrado.

Cotagem de elementos eqüidistantes

Quando os elementos estão espaçados igualmente e distribuídos na peça de maneira uniforme, a cotagem pode ser simplificada;

Em espaçamentos eqüidistantes lineares pode ser cotada apenas a distância do primeiro ao último elemento. Este valor fica entre parênteses.

Antecedendo os parênteses é indicado o número de espaços e a distância linear entre os elementos.

Os elementos também podem ser cotados de forma simplificada; indicando, em apenas um, quantidade e dimensão.

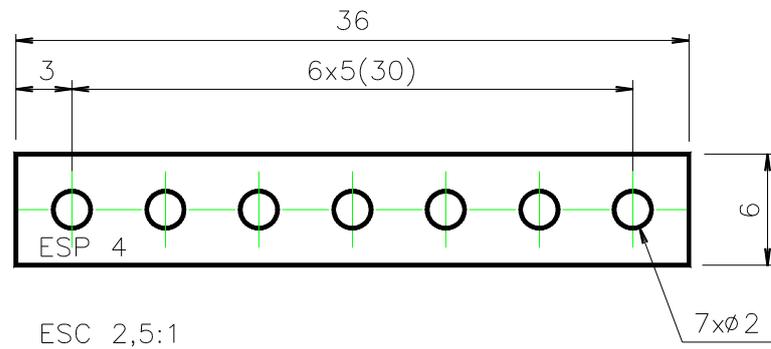


Fig. 16.2: cotagem de elementos equidistantes lineares.

Em espaçamentos equidistantes angulares, a cotagem pode ser feita de várias formas. As mais usadas são:

a) com uma cota indicando a distância angular entre dois elementos seqüentes e outra cota em um dos elementos indicando quantidade e dimensão.

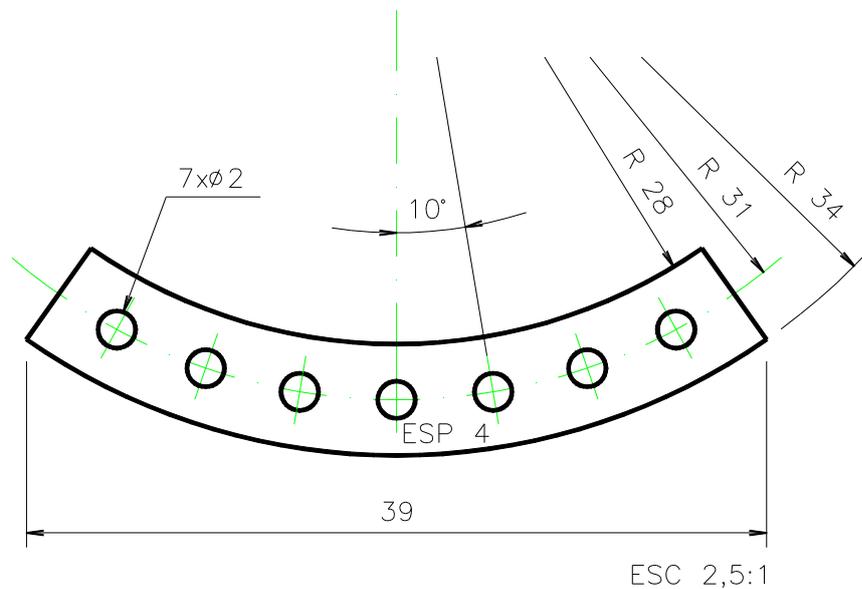


Fig. 16.3: cotagem de elementos equidistantes angulares.

b) em uma única cota, indicando um dos elementos, informar em seqüência; o número de elementos, a dimensão do elemento, a distância angular entre dois elementos seqüentes e (entre parênteses) a distância angular total.

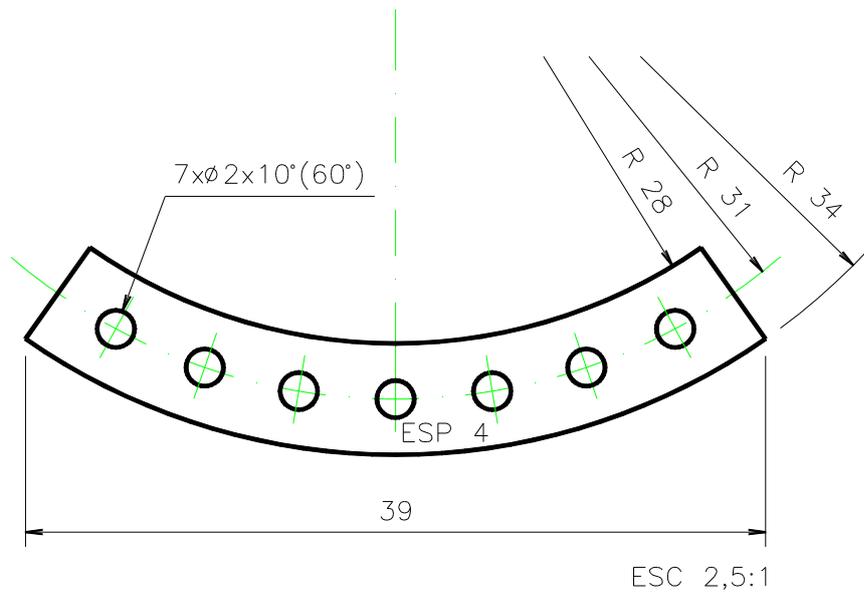


Fig. 16.4: cotagem de elementos eqüidistantes angulares.

c) em uma única cota, medindo a distância angular entre o primeiro e o último elemento, informar em seqüência; o número de espaços entre os elementos, a distância angular entre dois elementos seqüentes e (entre parênteses) a distância angular total.

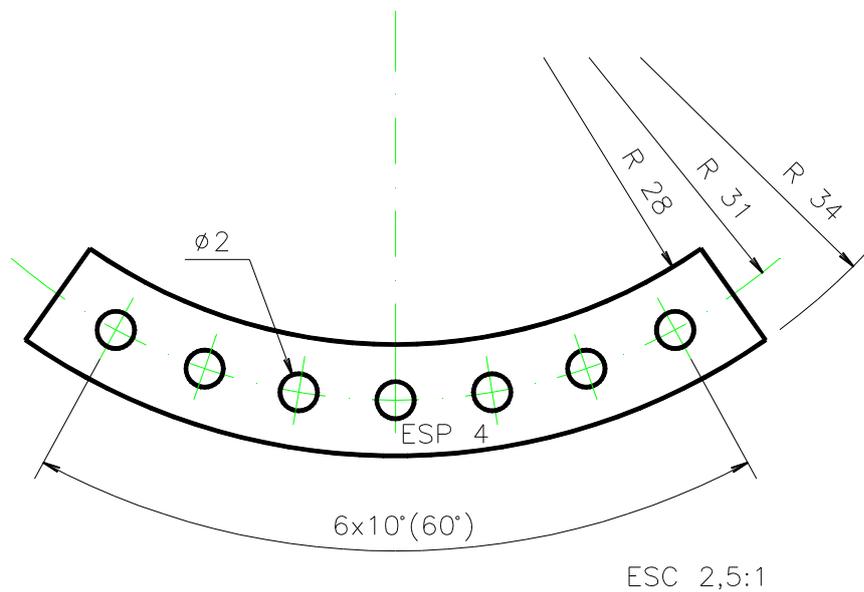


Fig. 16.5: cotagem de elementos eqüidistantes angulares.

Cotagem de peças com partes oblíquas

A cotagem de peças com partes oblíquas é feita indicando o ângulo de inclinação, ou seja, o ângulo formado entre a parte oblíqua e a base.

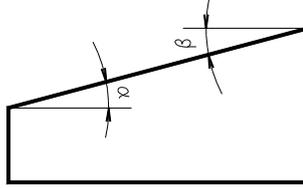


Fig. 16.6: ângulos de inclinação $a = b$.

Esses ângulos pertencem a uma relação de inclinação entre o comprimento e a altura da peça.

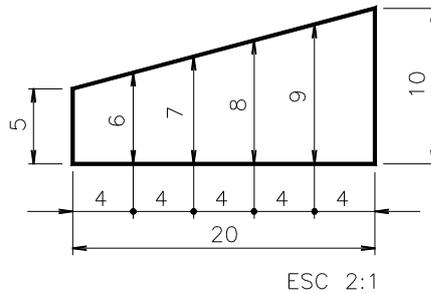


Fig. 16.7: relação de inclinação 1:4 (um para quatro); cada 4 mm do comprimento corresponde a 1 mm da altura.

A relação de inclinação é indicada sobre a linha de cota pela palavra **inclinação** e os **numerais**.

Quando a relação de inclinação é indicada, não é necessário indicar as duas cotas das alturas. Basta apenas uma, geralmente a maior.

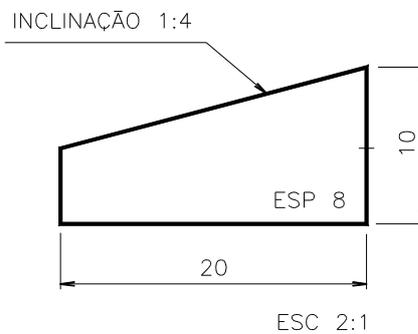


Fig. 16.8: cotagem da relação de inclinação 1:4.

A palavra “inclinação” pode ser substituído por simbologia.
Os símbolos são orientados de acordo com o sentido da inclinação:

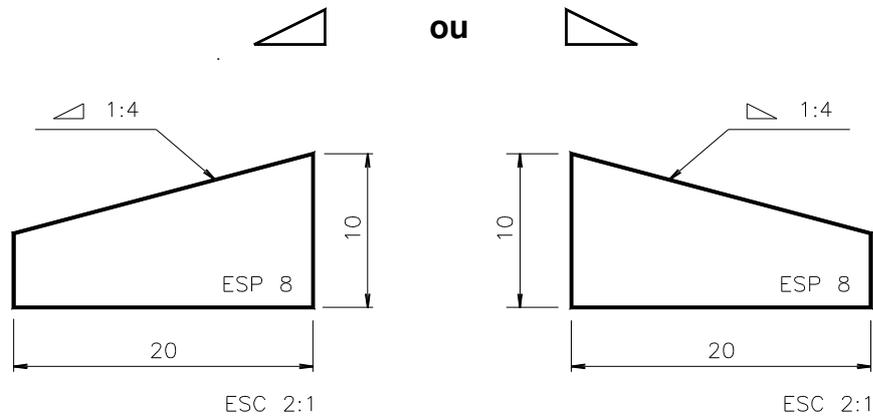


Fig. 16.9: cotação da relação de inclinação 1:4 com uso da simbologia;
lê-se: inclinação um para quatro.

A relação de inclinação também pode ser expressa em porcentagem. Uma inclinação de 1:4, expressa de forma percentual, é uma inclinação de 25%.

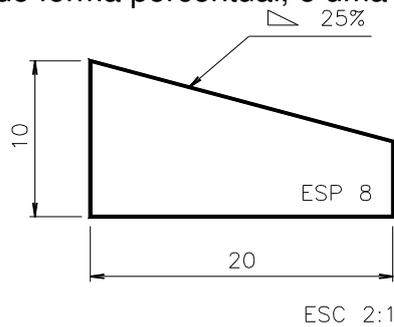


Fig. 16.10: cotação da relação de inclinação expressa em porcentagem;
lê-se: inclinação vinte e cinco por cento.

Cotação de peças com partes cônicas

A cotação de peças com partes cônicas também é feita indicando o ângulo de inclinação, que equivale à metade do ângulo do cone.

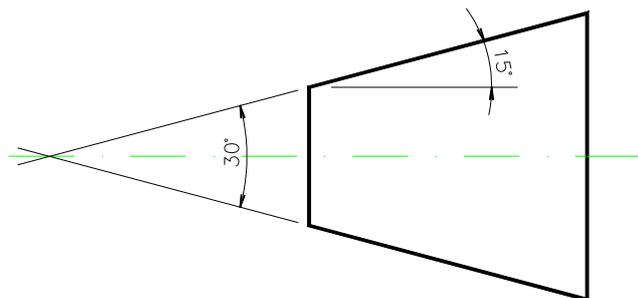


Fig. 16.11: ângulo de inclinação = 15°
equivale à metade do ângulo do cone = 30° .

A relação de conicidade é indicada sobre a linha de cota pela palavra **conicidade** e os **numerais**.

Quando a relação de conicidade é indicada, não é necessário indicar as duas cotas dos diâmetros, Basta apenas uma, geralmente a maior.

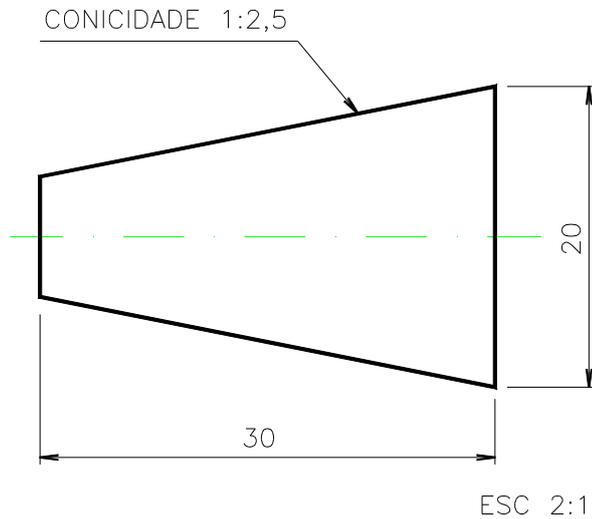


Fig. 16.12: cotagem da relação de conicidade 1:2,5.

A palavra “conicidade” pode ser substituído por simbologia.

Os símbolos são orientados de acordo com o sentido da inclinação da parte cônica:

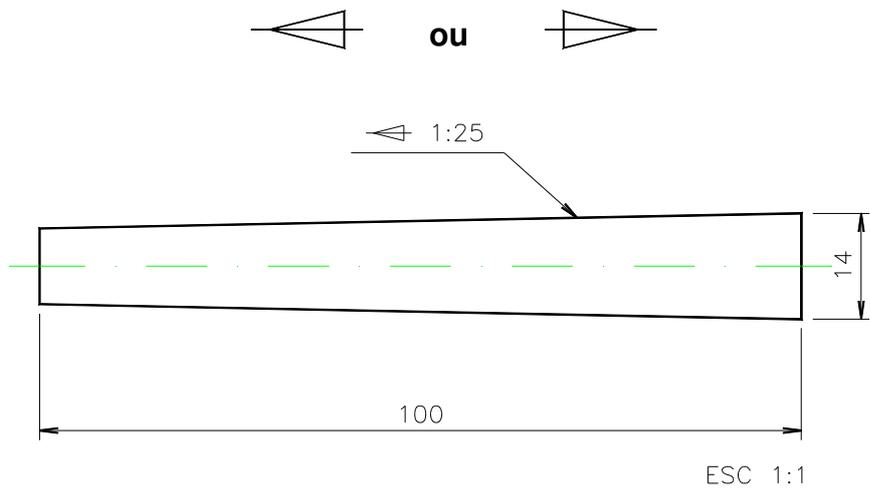


Fig. 16.13: cotagem da relação de conicidade 1:25 com uso da simbologia; lê-se: conicidade um para vinte e cinco.

Cotagem em espaços reduzidos

Quando não for possível a indicação das cota por falta de espaço, as linhas de cota podem aparecer fora do limite estabelecido pelas linhas de chamada.

Se o espaço não permitir representar as duas setas, elas podem ser substituídas por um ponto ou por um traço oblíquo.

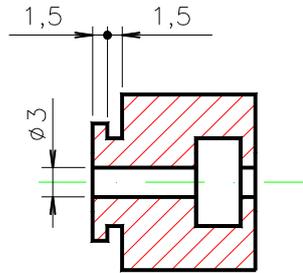


Fig. 16.14: cotagem em espaços muito pequenos.

Cotagem em meia-vista e meio-corte

A localização das cotas precisa ser adaptada a várias situações, de acordo com a apresentação do desenho. Portanto podem ficar sobre o subtendido centro da linha de cota, quando o desenho for em meia-vista ou em meio-corte.

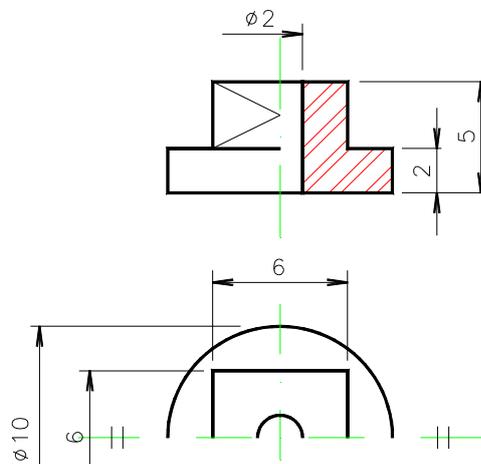


Fig. 16.15: cotagem de um desenho de uma vista frontal em meio-corte e uma meia-vista superior.

Cotagem de peças com secção e encurtamento

Quando a peça é representada com secção, a cotagem pode ser feita na própria secção para indicar a dimensão do perfil.

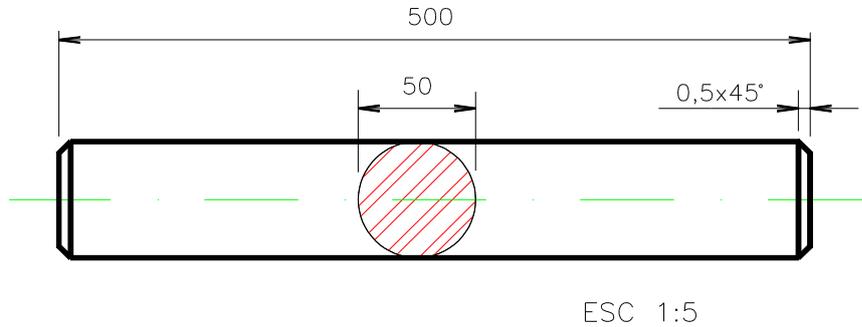


Fig. 16.16: cotagem de um desenho com secção.

Quando a peça apresenta encurtamento e a parte encurtada tem elementos repetitivos, alguns deles são omitidos. Então, a quantidade é indicada no próprio elemento.

Embora o desenho apresente um encurtamento, os espaços entre os elementos são indicados com uma linha de cota não interrompida.

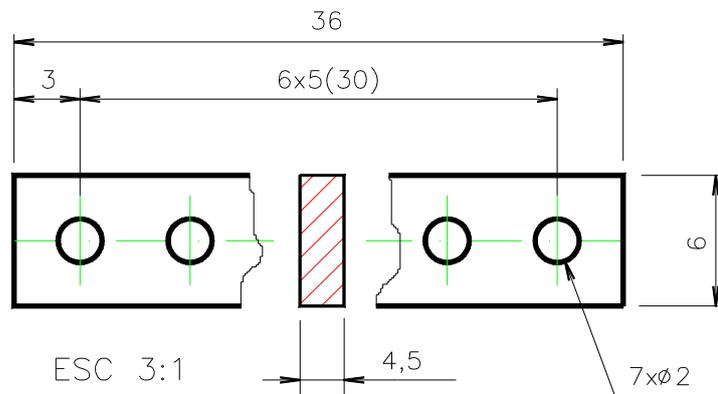


Fig. 16.17: cotagem de um desenho com secção e encurtamento.

Tolerâncias

Peças mecânicas exigem precisão. A imprecisão na fabricação de peças que fazem parte de equipamentos, prejudica o desempenho do conjunto. Porém, é praticamente impossível a construção de duas peças totalmente iguais (com as mesmas formas e medidas), pois ocorrem variações ou desvios em relação ao que é indicado no desenho. É importante, então, determinar valores limites para esses erros.

Os desvios aceitáveis nas formas e medidas de peças são indicados em desenhos técnicos com valores e símbolos apropriados e denominados **tolerâncias**.

As tolerâncias podem ser de dois tipos; **tolerâncias geométricas** (referentes à forma da peça e a posição de seus elementos) e **tolerâncias dimensionais** (referentes às medidas da peça e de seus elementos).

1. Tolerância Dimensional

É a diferença entre a dimensão máxima e a dimensão mínima permitida para uma peça.

Quando a tolerância dimensional é indicada em desenho técnico, **a cota representa a dimensão nominal** (dimensão básica, origem dos afastamentos superior e inferior).

O **afastamento superior** é a diferença entre a dimensão máxima permitida para a peça e a dimensão nominal.

O **afastamento inferior** é a diferença entre a dimensão mínima permitida para a peça e a dimensão nominal.

Os afastamentos, precedidos de sinais positivos ou negativos são posicionados na linha de cota, logo após a cota.

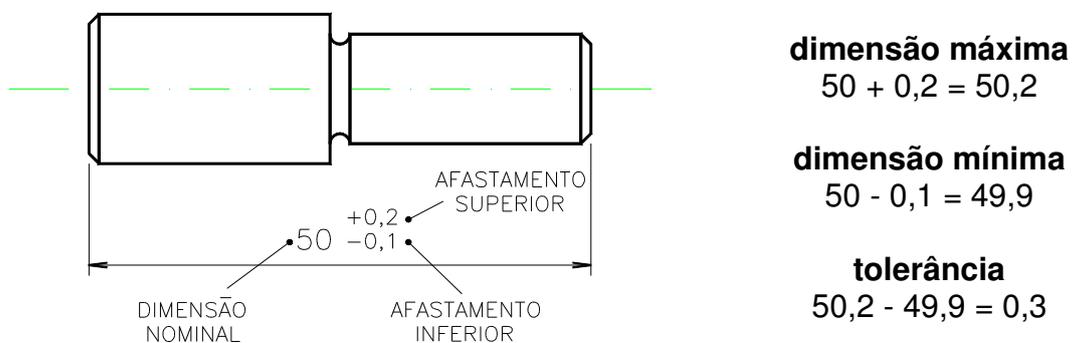


Fig. 17.1: cálculo da tolerância dimensional de uma peça.

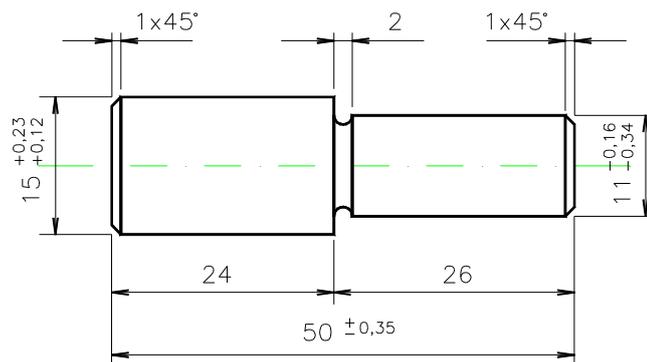


Fig. 17.2: representação de dimensões nominais e seus afastamentos superior e inferior

Sistema de tolerância e campo de tolerância

Sistema de tolerância é um conjunto de princípios, regras fórmulas e tabelas que permite a escolha racional de tolerâncias para a produção econômica de peças mecânicas intercambiáveis.

São previstas 18 (dezoito) graus de tolerâncias (qualidades de trabalho) para eixos e furos, identificadas pelas letras IT (I = ISO; T = tolerância) seguidas do número correspondente.

A qualidade de trabalho classificada como **mecânica extra-precisa** está associada a calibradores, instrumentos de alta precisão.

A qualidade de trabalho classificada como **mecânica corrente** ou **mecânica de precisão** está associada a acoplamentos.

A qualidade de trabalho classificada como **mecânica grosseira** está associada a peças isoladas que não requerem grande precisão.

QUALIDADE DE TRABALHO			
Eixos	mecânica extra-precisa IT 01, IT 0, IT 1, IT 2, IT 3.	Mecânica corrente IT 4, IT 5, IT 6, IT 7, IT 8, IT 9, IT 10, IT 11.	mecânica grosseira IT 12, IT 13, IT 14, IT 15, IT 16.
Furos	mecânica extra-precisa IT 01, IT 0, IT 1, IT 2, IT 3, IT 4.	Mecânica Corrente IT 5, IT 6, IT 7, IT 8, IT 9, IT 10, IT 11.	mecânica grosseira IT 12, IT 13, IT 14, IT 15, IT 16.

Fig. 17.3: qualidade de trabalho.

Campo de tolerância é o conjunto de valores compreendidos entre os afastamentos superior e inferior.

São previstas 28 campos de tolerâncias representados por uma ou duas letras do alfabeto latino, sendo maiúsculas para furos e minúsculas para eixos. As letras indicam as posições dos campos de tolerâncias em relação à linha zero (linha de origem dos afastamentos).

a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	j	js	k
m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc

A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	J	JS	K
M	N	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC

Fig. 17.4: campos de tolerância para eixos (letras minúsculas) e furos (letras maiúsculas).

Os afastamentos também podem ser indicados pelo sistema e campo de tolerância, na linha de cota, logo após a cota. Basta substituir os valores numéricos pela letra que simboliza o campo de tolerância seguida do número que simboliza a qualidade de trabalho.

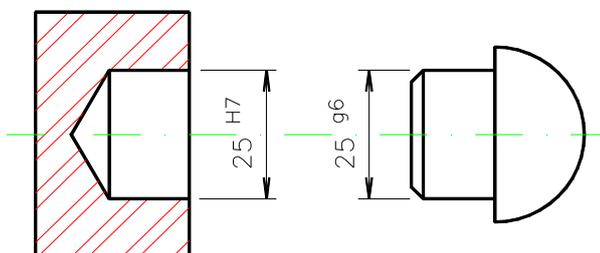


Fig. 17.5: representação dos afastamentos pelo campo de tolerância e qualidade de trabalho.

Ajuste

É o comportamento de um eixo em um furo de mesmas dimensões nominais caracterizado por folga ou interferência.

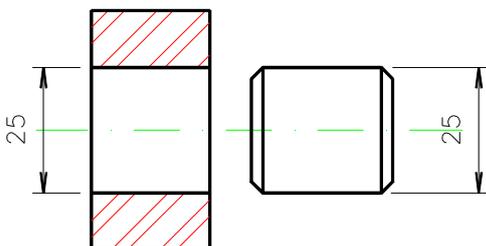


Fig. 17.6: eixo em um furo de mesmas dimensões nominais.

No **ajuste com folga**, o afastamento superior do eixo é menor ou igual ao afastamento inferior do furo.

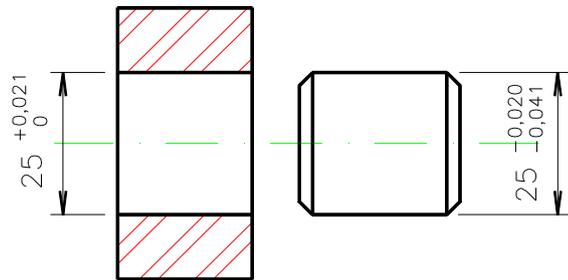


Fig. 17.7: ajuste com folga.

No **ajuste com interferência**, o afastamento superior do furo é menor ou igual ao afastamento inferior do eixo.

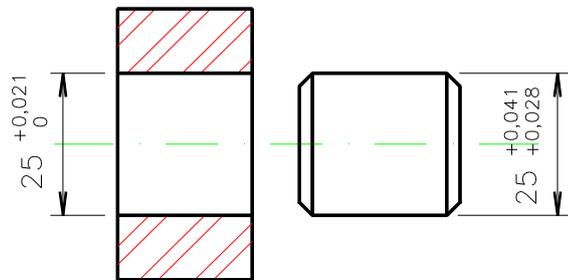


Fig. 17.8: ajuste com interferência.

Existe um ajuste intermediário aos dois anteriores; é o **ajuste incerto** que não define antes da fabricação, se o acoplamento das peças apresentarão ajustes com folga ou interferência. O afastamento superior do eixo é maior que o afastamento inferior do furo e o afastamento superior do furo é maior que o afastamento inferior do eixo.

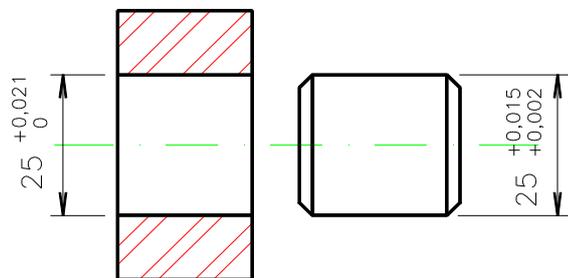


Fig. 17.9: ajuste incerto.

Em desenhos de conjuntos mecânicos, onde eixos e furos aparecem acoplados, a dimensão nominal (comum às duas peças) e os ajustes são indicados sobre a linha de cota. O símbolo dos ajustes do furo sobre o símbolo dos ajustes do eixo, separados por um traço horizontal é posicionado após a cota.

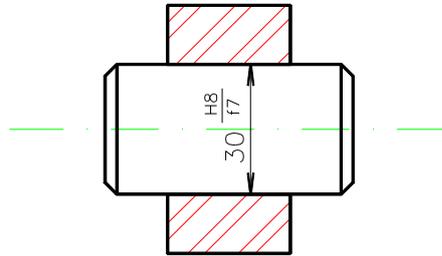


Fig. 17.10: indicação de ajuste em um conjunto mecânico.

Ajustes recomendados

Existem dois sistemas de ajustes recomendados; furo base e eixo base.

Sistema furo base é aquele em que o afastamento inferior do furo é preestabelecido como sendo zero.

Os sistemas furo base recomendados pela ISO são: H5, H6, H7, H8 e H11.

Sistema eixo base é aquele em que o afastamento superior do eixo é preestabelecido como sendo zero.

Os sistemas eixo base recomendados pela ISO são: h5, h6, h7, h8, h9 e h11.

A unidade de medida de tolerância dimensional apresentada nas tabelas de ajustes recomendados é o micrometro ou simplesmente micron (milésima parte do milímetro; $1\mu\text{m} = 0,001\text{ mm}$).

dimensão nominal mm	EIXO af. sup. af. inf.	FURO								
		afastamento inferior (μm)					afastamento superior (μm)			
	h6 preciso	F6 livre normal	G7 livre justo	H7 deslizante	J7 aderente	K7 fixo leve	M7 fixo normal	N7 Fixo duro	P7 fixo prensado	R7 fixo prensado
> 0 a 3	0 -6	+6 -12	+2 +12	0 +10	-6 +4	-10 0	— —	— —	-16 -6	-20 -10
> 3 a 6	0 -8	+10 +16	+4 +16	0 +10	-6 +6	-9 -9	-12 -12	-16 -4	-20 -8	-23 -11

Fig. 17.11: parte da tabela de ajustes recomendados sistema furo base

2. Tolerância Geométrica

Determina os limites aceitáveis de deformações **macrogeométricas** e de posição que a peça e seus elementos podem apresentar após a fabricação sem que haja prejuízo para o funcionamento.

As tolerâncias geométricas podem ser de:

a) **Linha**

- . retilidade
- . circularidade
- . linha qualquer

b) **Superfície**

- . planeza
- . cilindridade
- . superfície qualquer

c) **Orientação**

- . paralelismo
- . perpendicularismo
- . inclinação

d) **Posição**

- . simetria
- . concentricidade
- . localização

e) **Batimento**

- . radial
- . axial

A tolerância geométrica é inscrita em um retângulo dividido em duas ou três partes denominado quadro de tolerância que é ligado ao elemento a ser analisado por uma linha terminada em seta.

Quando a tolerância é aplicada em superfícies, a seta deve tocar o contorno da parte da peça a ser analisada ou a referente linha de chamada.

Quando a tolerância é aplicada em eixos, a indicação deve ser feita no próprio eixo ou em prolongamento a linha de cota.

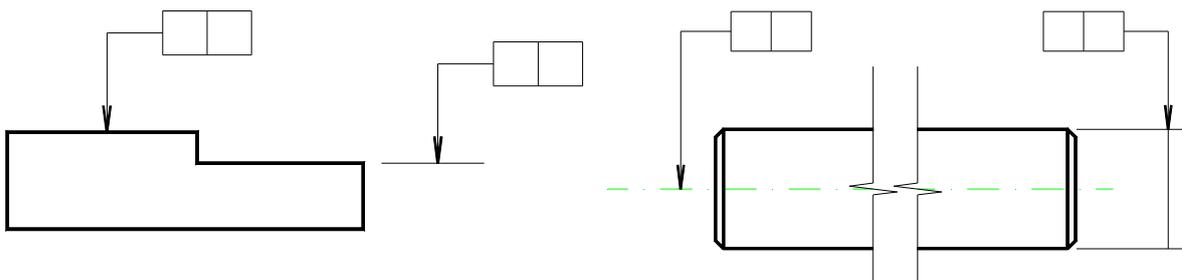


Fig. 17.12: Quadros de tolerâncias.

O quadro com duas partes é usado em tolerâncias de linha e de superfície, que não apresentam elementos associados. O primeiro quadro apresenta o símbolo e o segundo, o valor da tolerância.

O quadro com três partes é usado em tolerâncias de orientação, posição e batimento que apresentam elementos associados. O primeiro quadro apresenta o símbolo; o segundo, o valor da tolerância e o terceiro, o elemento de referência.

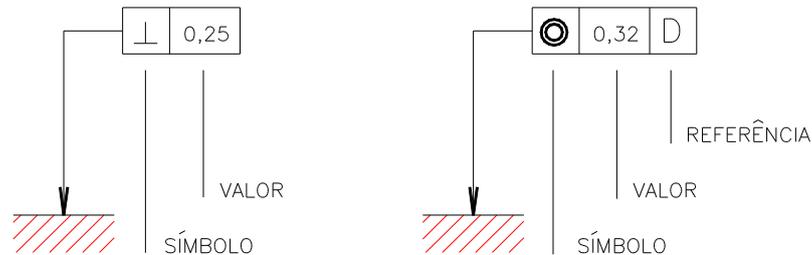


Fig. 17.13: quadros de tolerâncias com duas partes (tolerância de perpendicularidade de 0,25 mm) e com três partes (tolerância de concentricidade de 0,32 mm em relação ao elemento de referência D).

Numa associação de elementos, um deles é escolhido para servir de referência na indicação de tolerâncias. O elemento de referência é identificado por uma letra maiúscula inscrita em um quadrado e indicado por uma linha terminada em um triângulo cheio.

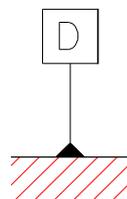


Fig. 17.14: quadro de referência.

Quando a tolerância é aplicada em superfícies, a base do triângulo deve tocar o contorno do elemento de referência ou a referente linha de chamada.

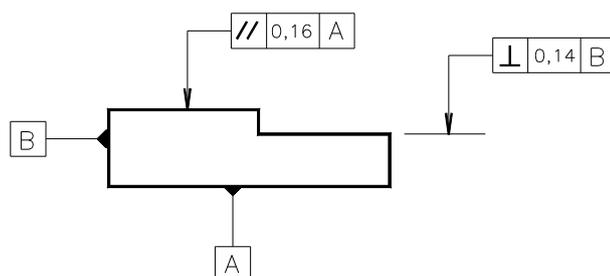


Fig. 17.15: tolerâncias aplicadas em superfícies.

Quando a tolerância é aplicada em eixos, a indicação deve ser feita no próprio eixo ou em prolongamento a linha de cota.

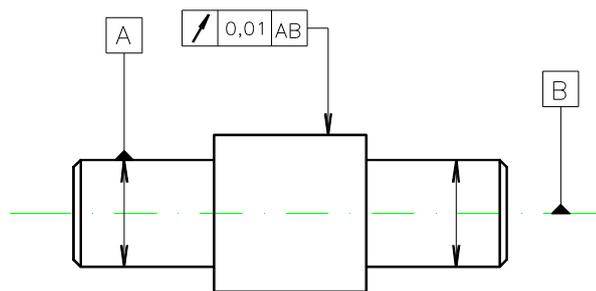


Fig. 17.16: tolerância aplicada em eixos.

O elemento de referência pode ser ligado diretamente ao elemento tolerado. Nesse caso não é necessário a identificação com a letra maiúscula.

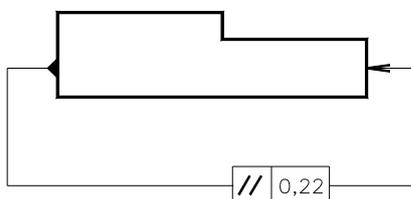


Fig. 17.17: elemento de referência diretamente ligado ao elemento tolerado.

Quando é necessária a análise da tolerância de uma determinada extensão da peça, a informação é apresentada no segundo quadro, após o valor da tolerância, separadas por uma barra inclinada.

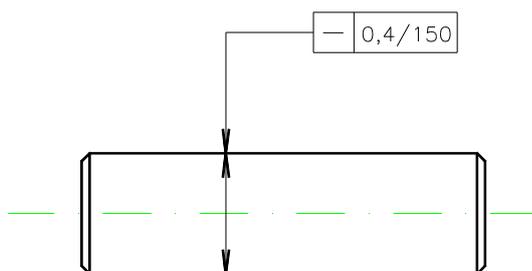


Fig. 17.18: tolerância de 0,4 mm em uma extensão de 150 mm.

Quando o valor da tolerância vem antecedido pelo símbolo de diâmetro (\varnothing), significa que o elemento tolerado tem a forma circular ou cilíndrica.

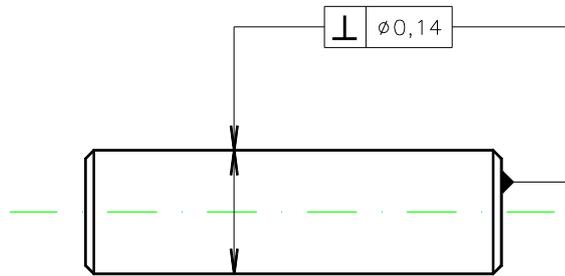


Fig. 17.19: elemento tolerado com formato cilíndrico.

a) Tolerâncias de linha

- **Tolerância de retilidade**

Determina o empenamento aceitável dos eixos em peças cilíndricas ou prismáticas.

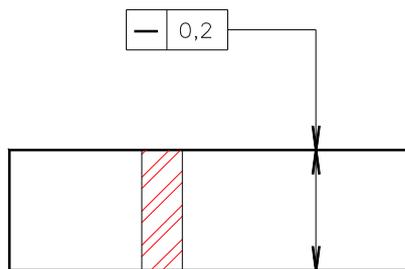
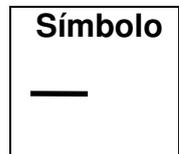


Fig. 17.20: aplicação de tolerância de retilidade.

- **Tolerância de circularidade**

Determina o desvio radial que pode ser apresentado em peças de secções circulares.

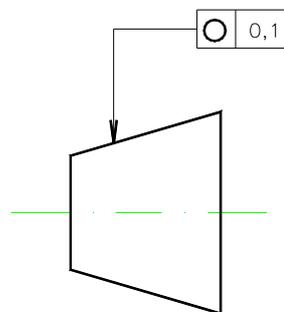
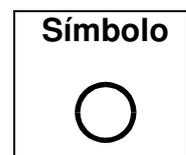


Fig. 17.21: aplicação de tolerância de circularidade.

- **Tolerância de linha qualquer**

Determina o desvio aceitável de um perfil ou contorno qualquer.

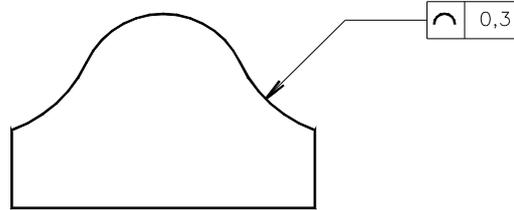
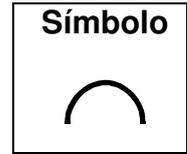


Fig. 17.22: aplicação de tolerância de linha qualquer.

b) Tolerâncias de superfície

- **Tolerância de planeza**

Determina em uma peça com superfície plana, as concavidade e convexidade aceitáveis.

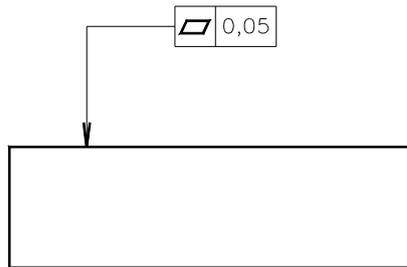
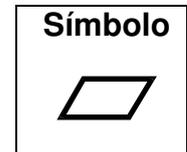


Fig. 17.23: aplicação de tolerância de planeza.

- **Tolerância de cilindridade**

Determina o desvio que pode ser apresentado na superfície de peças de formato cilíndrico.

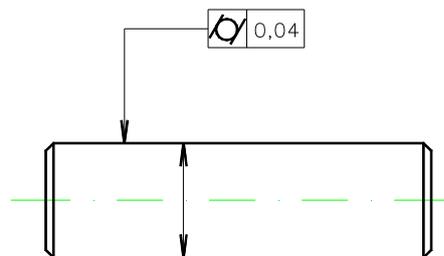
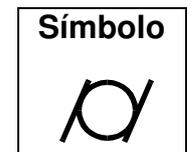


Fig. 17.24: aplicação de tolerância de cilindridade

- **Tolerância de forma qualquer**

Determina o desvio aceitável de uma superfície qualquer.

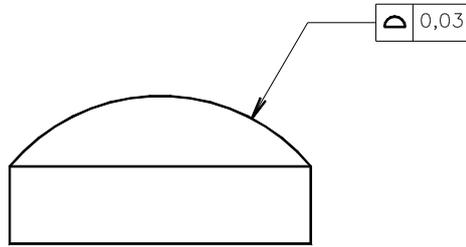
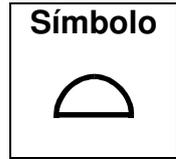


Fig. 17.25: aplicação de tolerância de forma qualquer.

c) Tolerâncias de orientação

- **Tolerância de paralelismo**

Determina a variação de orientação aceitável para elementos de uma peça que devem ficar **paralelos** a um outro que serve de referência.

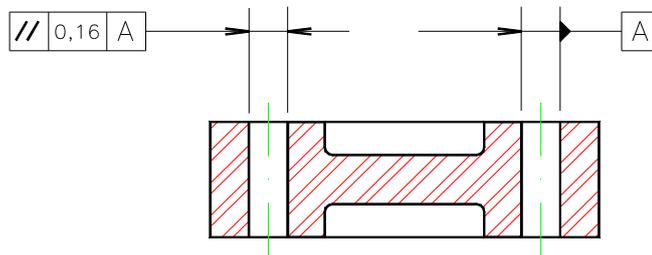
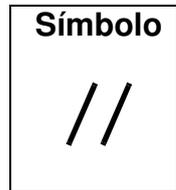


Fig. 17.26: aplicação de tolerância de paralelismo.

- **Tolerância de perpendicularidade**

Determina a variação de orientação aceitável para elementos de uma peça que devem ficar **perpendiculares** a um outro que serve de referência.

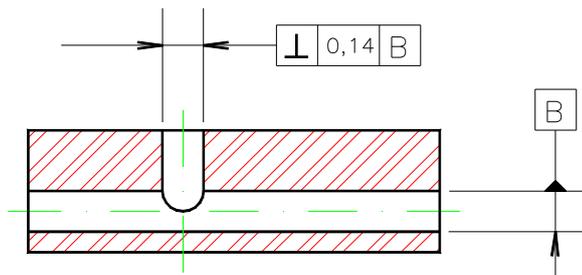
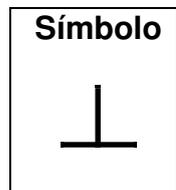


Fig. 17.27: aplicação de tolerância de perpendicularidade.

- **Tolerância de inclinação**

Determina a variação de orientação aceitável para elementos que devem ficar **inclinados** em relação à parte da peça que serve de referência.

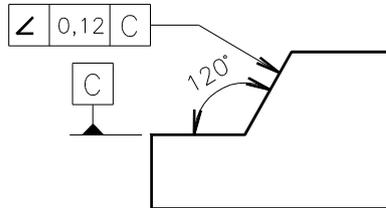
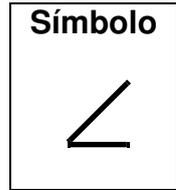


Fig. 17.28: aplicação de tolerância de inclinação.

d) Tolerância de posição

- **Tolerância de simetria**

Determina a assimetria aceitável para peças em que a equidistância entre suas partes necessita de precisão.

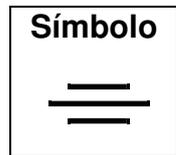


Fig. 17.29: aplicação de tolerância de simetria.

- **Tolerância de concentricidade**

Determina a excentricidade aceitável para peças compostas de seções circulares de diâmetros diferentes.

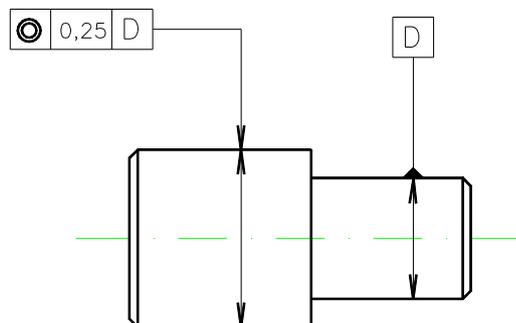
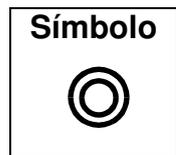
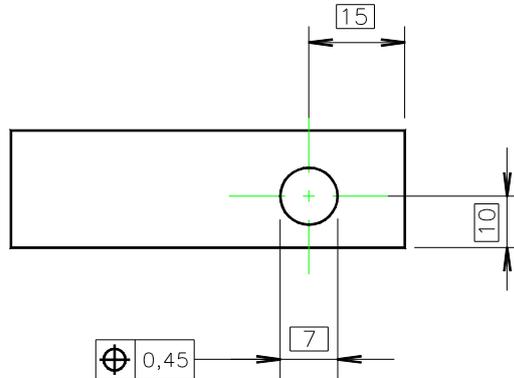


Fig. 17.30: aplicação de tolerância de concentricidade.

- **Tolerância de localização**

Determina a variação de posição aceitável para elementos de uma peça que devem ficar precisamente localizados.

Símbolo



Observação:

Quando se trata de tolerância de localização, as cotas de referência são inscritas em retângulos

Fig. 17.31: aplicação de tolerância de localização.

e) Tolerância de batimento

- **Tolerância de batimento radial**

Determina a oscilação radial aceitável (balanço no sentido do raio) em peças de secções circulares.

Símbolo

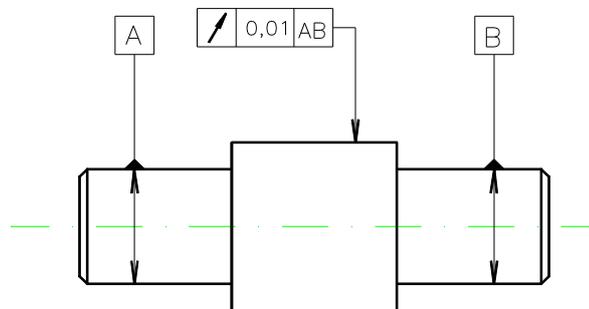


Fig. 17.32: aplicação de tolerância de batimento radial.

- **Tolerância de batimento axial**

Determina a oscilação axial aceitável (balanço no sentido do eixo) em peças de secções circulares.

Símbolo

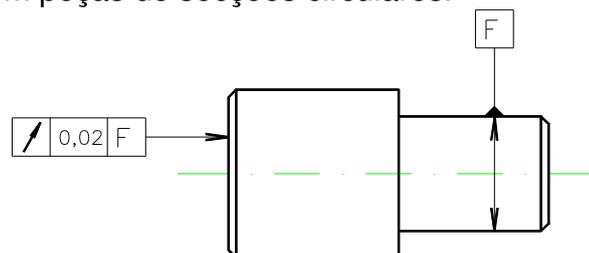


Fig. 17.33: aplicação de tolerância de batimento axial.

Estado de Superfícies

Todo objeto é fabricado a partir do material bruto que passa por vários processos sofrendo transformação de forma, tamanho e propriedades até chegar ao estado acabado de acordo com o desenho técnico.

Em alguns casos, o desenho técnico precisa especificar o acabamento superficial e as propriedades da superfície para garantir o funcionamento perfeito da peça. Quanto melhor o acabamento maior o custo de fabricação por isso é importante que a peça apresente um acabamento adequado à função que irá exercer.

A aparência, a funcionalidade e as características gerais da peça acabada vão depender do método de produção utilizado. Fundição, forjamento e usinagem são processos de fabricação que determinam acabamentos superficiais diferentes.

Qualquer processo de fabricação fará com que a superfície da peça apresente saliências, sulcos ou marcas. São as irregularidades **microgeométricas** (rugosidade).

No Brasil, a avaliação da rugosidade é feito pelo sistema de linha média.

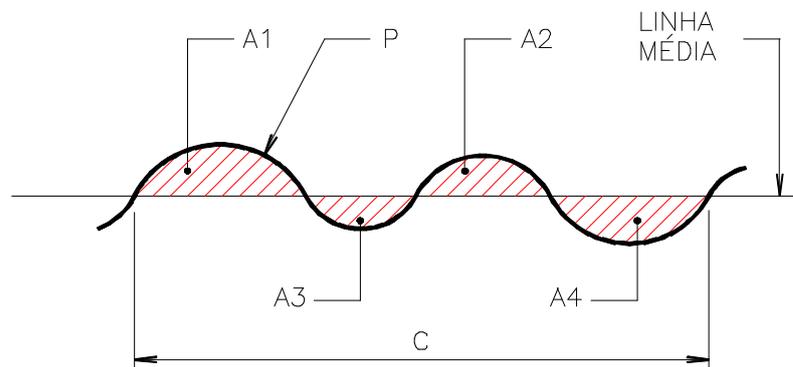


Fig. 18.1: avaliação da rugosidade.

A1 e **A2** são as saliências e **A3** e **A4** são os sulcos da superfície de uma peça.

Como não é possível a determinação dos erros em cada ponto, a avaliação é feita em relação a linha **p** na amostra do perfil da superfície de comprimento **c**.

A **linha média** segue a direção do perfil separando a linha **p** em parte superior e inferior numa posição em que a soma das áreas da parte superior seja igual a soma das áreas da parte inferior.

O valor da rugosidade é o desvio médio aritmético (**Ra**) calculado em relação a linha média.

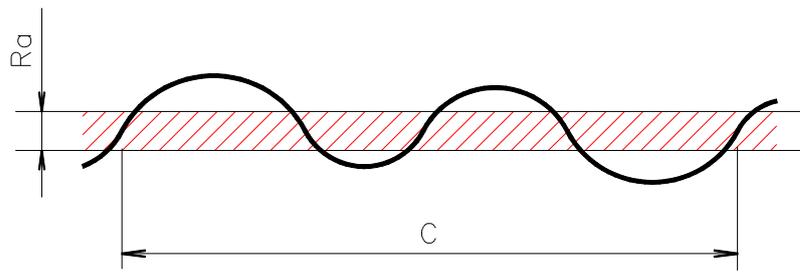


Fig. 18.2: desvio médio aritmético (Ra).

São definidas 12 (doze) classes de rugosidade correspondentes a desvios médios aritméticos (Ra) em microns (μm); ver tab. 1.

O símbolo básico para indicação da rugosidade de superfícies é formado por duas linhas de comprimentos diferentes formando ângulos de 60° em relação à superfície da peça. Isoladamente não significa nada.

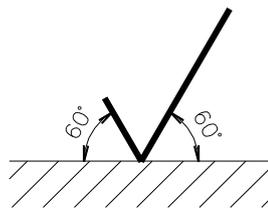


Fig. 18.3: símbolo básico.

Quando o processo de fabricação não permite a retirada de material o símbolo básico recebe um círculo.

Em desenho seqüenciados como os de etapas de fabricação, esse símbolo significa que a peça deve permanecer com o estado de superfície da etapa anterior, independente de ter sido obtida por remoção de material ou não.

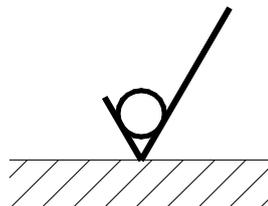


Fig. 18.4: símbolo de estado de superfície que não permite retirada de material.

Quando o processo de fabricação permite retirada de material o símbolo básico permanece sem alteração.

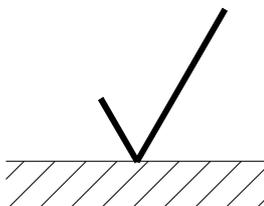


Fig. 18.5: símbolo de estado de superfície que permite retirada de material.

Quando o processo de fabricação exige retirada de material o símbolo básico recebe um traço horizontal formando um triângulo.

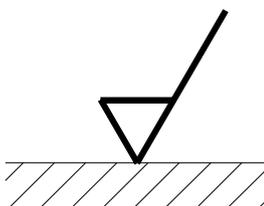


Fig. 18.6: símbolo de estado de superfície que exige retirada de material.

Quando se deseja indicar o método de fabricação, tratamento ou revestimento da superfície, a informação é dada de forma não abreviada, sobre um traço horizontal colocado na extremidade do traço maior do símbolo de estado de superfície.

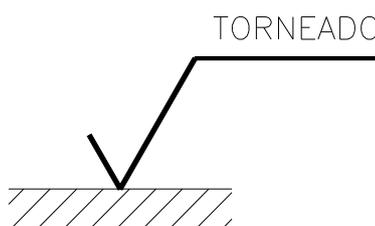


Fig. 18.7: símbolo de estado de superfície com indicação do método de fabricação.

Quando for necessário definir a direção das estrias, deve ser feito com um símbolo correspondente à direção desejada, posicionado à direita do símbolo de estado de superfície.

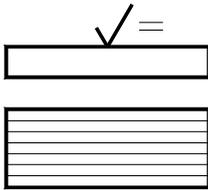
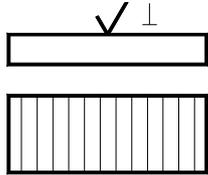
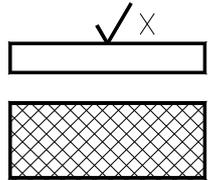
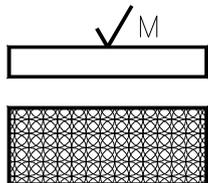
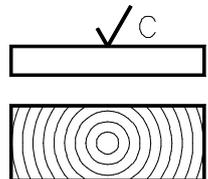
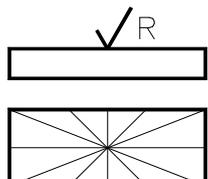
Símbolo	Interpretação	Visualização
=	paralela ao plano de projeção da vista sobre o qual o símbolo é aplicado.	
⊥	perpendicular ao plano de projeção da vista sobre o qual o símbolo é aplicado.	
X	cruzadas em duas direções oblíquas em relação ao plano de projeção da vista sobre o qual o símbolo é aplicado.	
M	muitas direções.	
C	aproximadamente central em relação ao ponto médio da superfície ao qual o símbolo é aplicado.	
R	aproximadamente radial em relação ao ponto médio da superfície ao qual o símbolo é aplicado.	

Fig. 18.10: símbolos para direções de estrias.

A classe da rugosidade ou o valor numérico em microns (μm) é indicado acima do símbolo de estado de superfície.

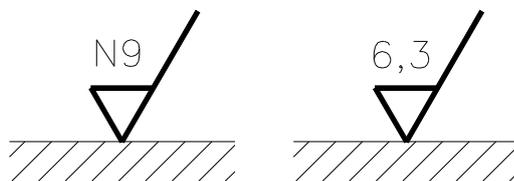


Fig. 18.8: símbolos de estado de superfície com indicação da classe da rugosidade N9 equivalente ao valor da rugosidade 6,3 μm .

Quando for necessário indicar os limites máximo e mínimo de rugosidade, o valor máximo é posicionado acima do valor mínimo.

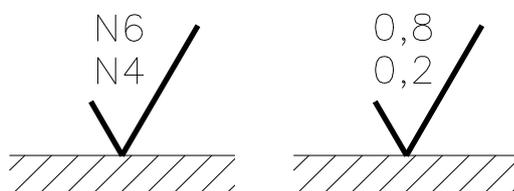


Fig. 18.9: símbolo de estado de superfície com indicação dos limites máximos N6 (0,8 μm) e dos limites mínimos N4 (0,2 μm).

Peças fundidas para posterior usinagem precisa informar a quantidade de sobremetal em milímetros (mm). A informação é dada à esquerda do símbolo de estado de superfície.

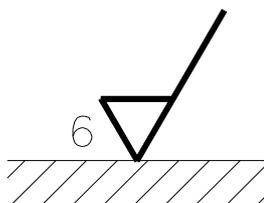


Fig. 18.11: símbolo de estado de superfície com indicação da quantidade de sobremetal.

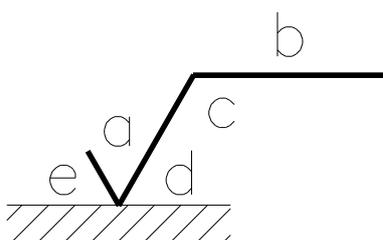
No Brasil, até 1984, os símbolos de acabamento superficiais informavam apenas valores qualitativos e apesar de estar fora de uso, podem ser encontrados em desenhos mais antigos.

É importante saber a relação entre os antigos símbolos de acabamento superficial e os atuais símbolos indicativos de rugosidade pois na prática é feita uma correspondência aproximada entre eles.

Equivalência entre classe de rugosidade e valor da rugosidade			
Classe de Rugosidade	Valor da Rugosidade (μm)	Método de Fabricação	Símbolo Antigo (fora de uso)
N 12	50	Usinagem	
N11	25	Usinagem	
N10	12,5	Usinagem	
N9	6,3	Alisamento	
N8	3,2	Alisamento	
N7	1,6	Alisamento	
N6	0,8	Polimento	
N5	0,4	Polimento	
N4	0,2	Polimento	
N3	0,1	Mais fino que polimento	
N2	0,05	Mais fino que polimento	
N1	0,025	Mais fino que polimento	

Fig. 18.12: relação entre os antigos e os novos símbolos de estado de superfície.

Disposição das indicações no símbolo de estado de superfície



a = Valor da rugosidade (R_a) em μm ou classe de rugosidade;

b = Método de fabricação, tratamento ou revestimento da superfície;

c = Comprimento da amostra para avaliação;

d = Direção predominante das estrias;

e = Sobremetal para usinagem (mm).

Indicação de estado de superfície em desenho técnico

O estado de superfície é indicado pelo símbolo que se posiciona diretamente no contorno da peça ou na respectiva linha de chamada. O símbolo também pode ser posicionado numa linha terminada em seta que aponta para a superfície correspondente.

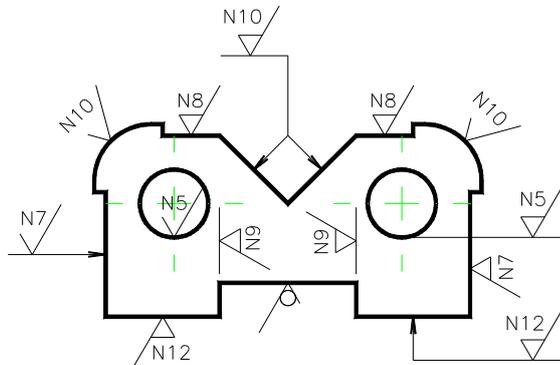


Fig. 18.13: indicação de estado de superfície.

Quando se trata de uma peça que apresenta o mesmo grau de rugosidade em todas as superfícies, o símbolo indicando esse grau aparece uma única vez, próximo à vista.

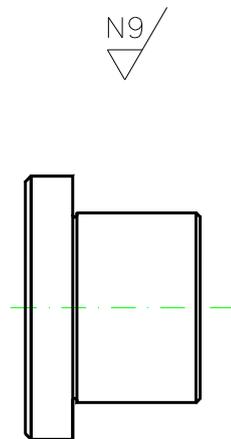


Fig. 18.14: peça com o mesmo grau de rugosidade em todas as superfícies.

Quando a peça apresenta um mesmo grau de rugosidade na maioria das superfícies, o símbolo indicando esse grau aparece uma única vez, próximo à vista seguido de parênteses onde são inscritos os símbolos com os demais graus de rugosidade existente nas superfícies da peça.

Os símbolos que ficam entre parênteses podem ser substituídos pelo símbolo básico mas independente disso devem ser indicados também nas respectivas superfícies da vista.

O grau de rugosidade predominante em uma superfície é denominado rugosidade geral; as demais são rugosidades específicas.

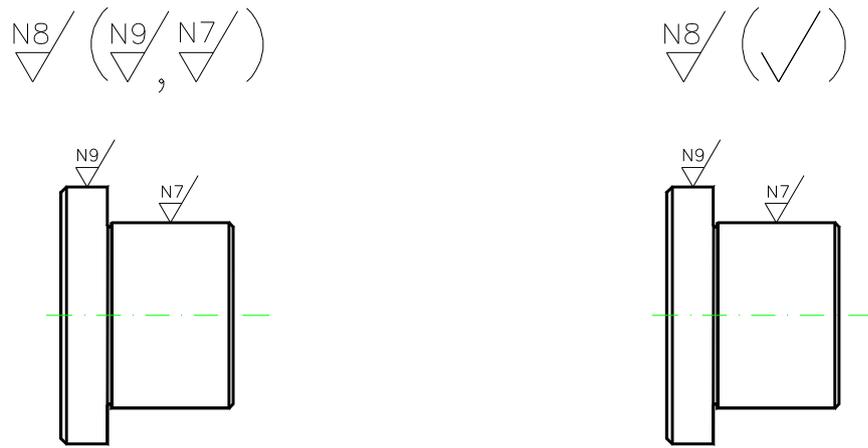


Fig. 18.15: rugosidades geral e específicas.

Quando a peça tem um número de referência, esse número é indicado antes das rugosidades geral e específicas.

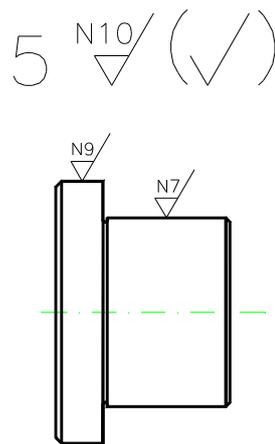


Fig. 18.16: números de referência de peças.

Simbologia de Soldagem

Os símbolos são os meios técnicos de transmitir informações necessárias à soldagem.

A solda é indicada por uma seta quebrada que contém dados sobre, geometria e dimensões do chanfro; localização, dimensões e continuidade do cordão, etc.

	solda sem chanfro	chanfro em V	chanfro em meio V	chanfro em U	chanfro em J	solda em ângulo
lado da seta						
lado oposto						
ambos os lados						

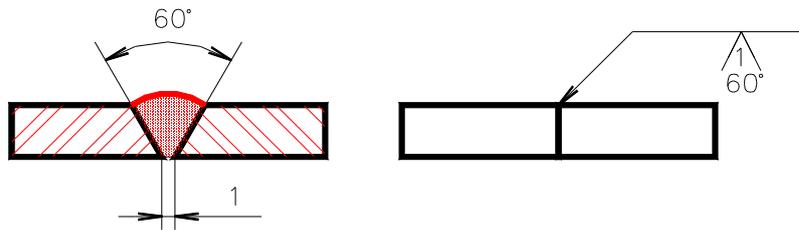
Fig. 19.1: símbolos básicos de soldagem.

A indicação de solda tem algumas regras básicas;

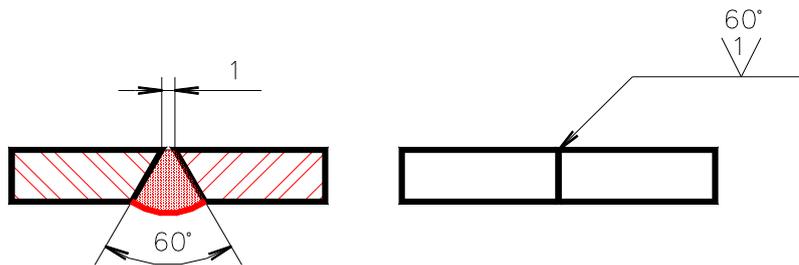
Regras para indicação de solda

1. Aplicar setas toda vez que houver mudança brusca de direção no cordão de solda;
2. Todos os cordões de solda são considerados contínuos exceto quando indicado o contrário;
3. As dimensões do cordão de solda são dadas em milímetros;
4. O valor da **profundidade de preparação do chanfro** ou da **dimensão da solda** é indicada à frente do símbolo.
A **abertura da raiz da solda** é indicada no centro do símbolo.
O **ângulo do chanfro** é indicado acima do símbolo.

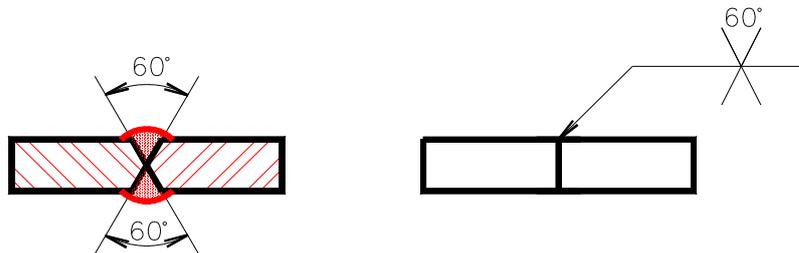
5. Soldas do lado da seta são indicadas no lado inferior;



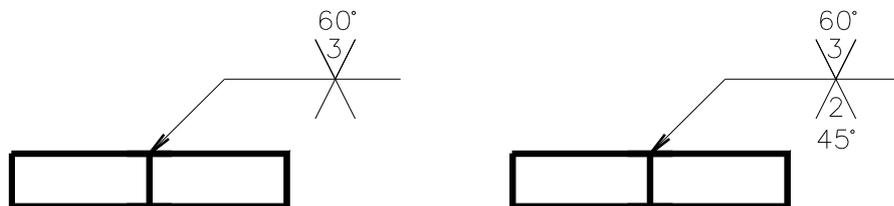
6. Soldas do lado oposto ao da seta são indicadas no lado superior;



7. Nos entalhes duplos, apresentar símbolos em ambos os lados;



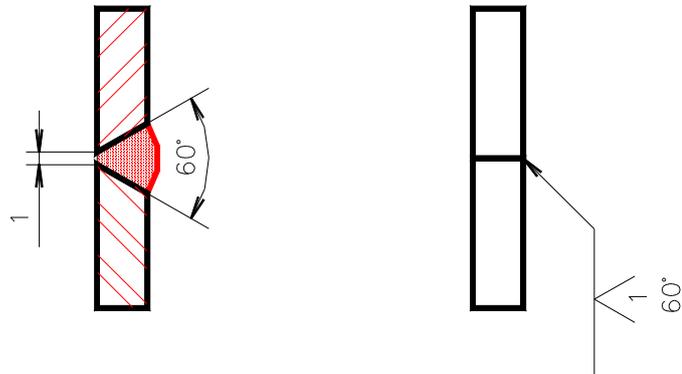
8. Indicar as dimensões em ambos os lados somente se forem diferentes;



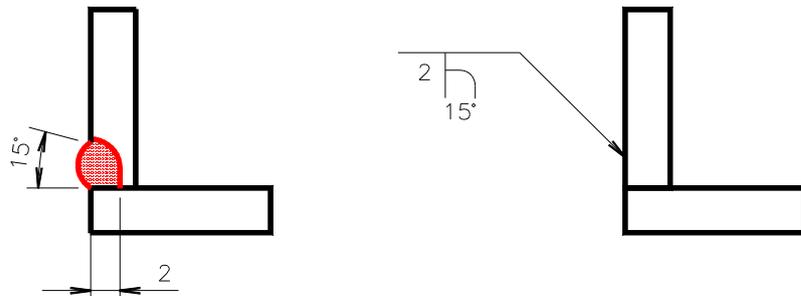
9. Na representação dos símbolos, o traço vertical fica à esquerda;



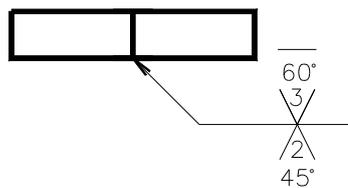
10. Com a seta na posição vertical seguir o mesmo procedimento usado para cotas;



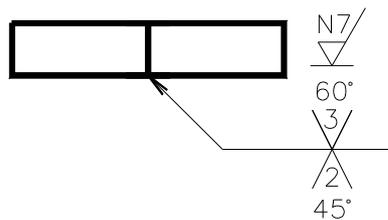
11. Quando apenas uma peça sofrer entalhe, direcionar a seta para esta peça;



12. Indicar solda com cordão raso sem recurso de acabamento, acrescentando um traço horizontal acima do símbolo.



13. Indicar soldas com cordão raso com recurso de acabamento, utilizando os símbolos de acabamentos superficiais.



Solda de contorno

É a solda aplicada em todo o contorno da peça. O símbolo indicativo de solda é acrescido de uma circunferência posicionada no desvio da seta.



Fig. 19.2: símbolo indicativo de solda de contorno.

Solda de campo

É a solda feita fora do local de fabricação; no instante e no local da montagem do equipamento. O símbolo indicativo de solda é acrescido de uma bandeira preenchida.



Fig. 19.3: símbolo indicativo de solda de campo.

Particularidades

Particularidades da solda como; especificação, processo e direção de soldagem devem ser posicionadas na cauda da seta.



Fig. 19.4: símbolo indicativo de solda com particularidade.

Tipos de cordões de solda descontínuos

Nos cordões de solda descontínuos, a altura deve ser indicada à frente do símbolo. Após o símbolo devem ser indicados o comprimento e o passo.

Quando as discontinuidades são feitas em ambos os lados, podem se apresentar de duas formas:

- em **cadeia** (coincidente); na seta, os símbolos superior e inferior aparecem **alinhados**;
- em **escalão** (intercalada); na seta, os símbolos, superior e inferior aparecem **desalinhados**.

Nesses casos, as dimensões do cordão de solda, mesmo que sejam iguais, são indicadas em ambos os lados da seta.

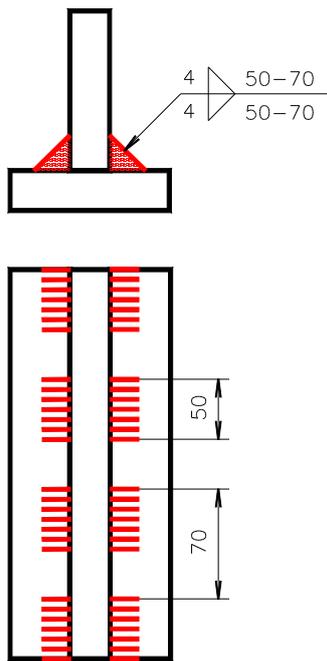


Fig. 19.5: solda em Cadeia.

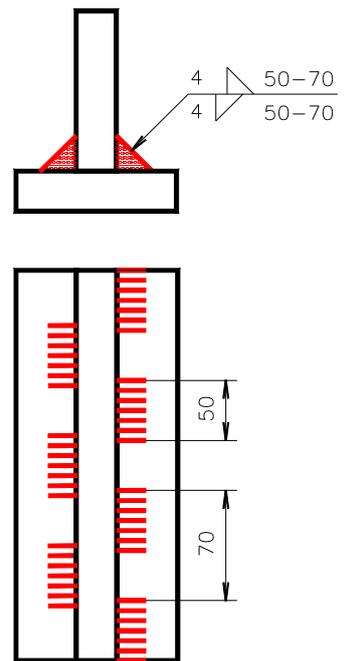


Fig. 19.6: solda em Escalão.

Ângulos do cordão de solda

Quando o cordão de solda possui um ângulo de 45° , é necessário informar apenas a altura.

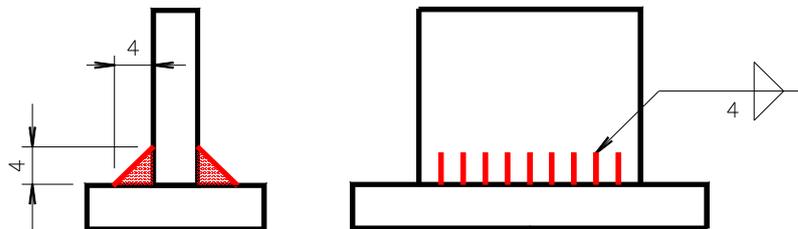


Fig. 19.7: representação do cordão de solda com ângulo de 45° .

Quando o cordão de solda possui um ângulo diferente de 45° , a informação da altura não é suficiente, a largura também é necessária.

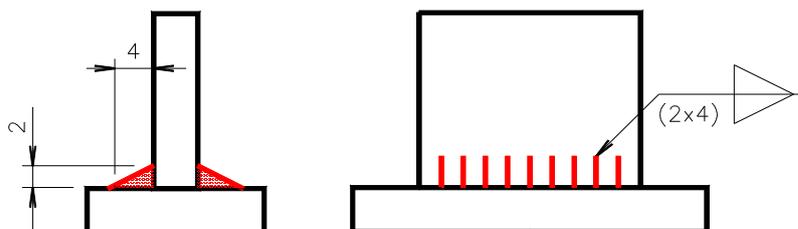
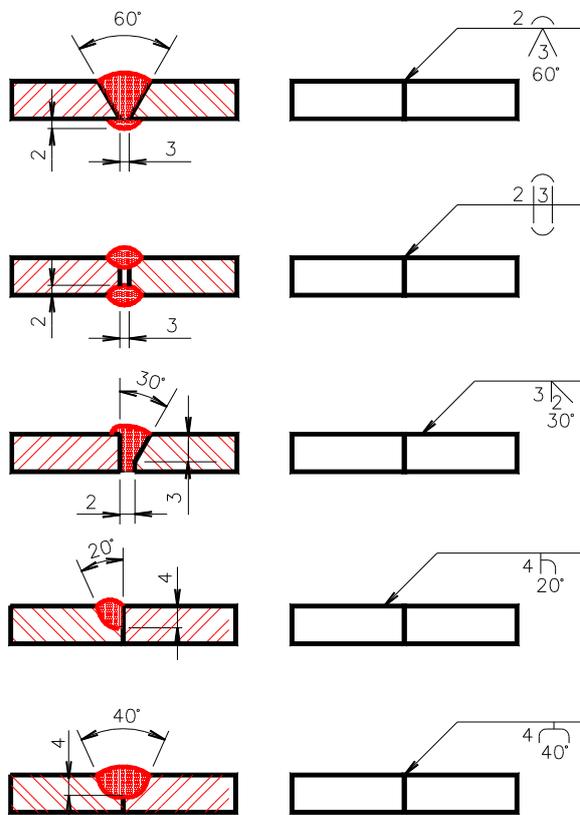


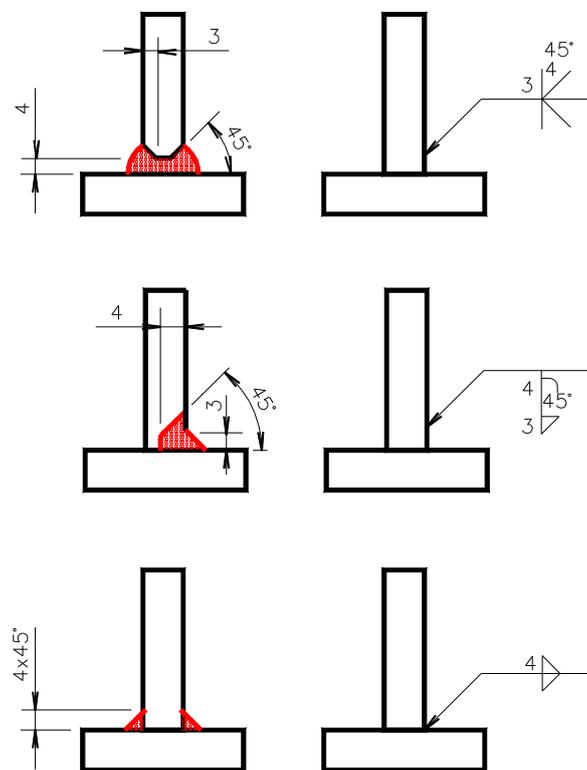
Fig. 19.8: representação do cordão de solda com ângulo diferente de 45° .

Tipos de Juntas soldadas

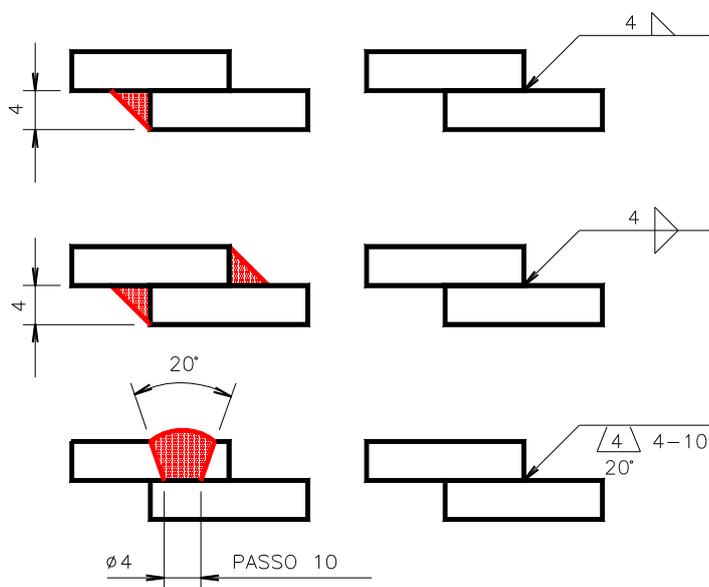
a) Junta de Topo



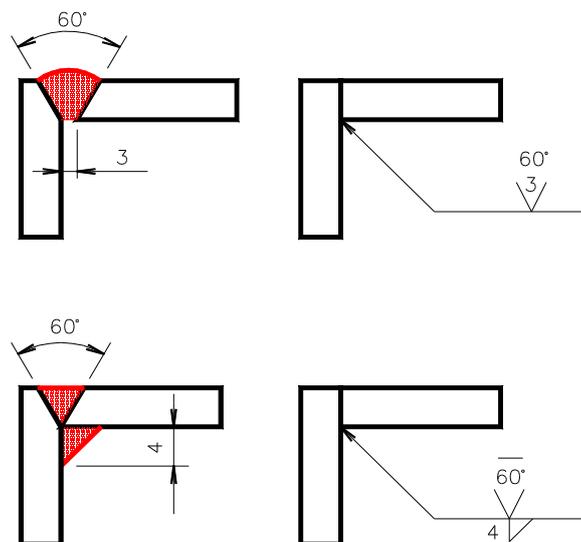
b) Junta em "T"



c) Junta Sobreposta



d) Junta em Ângulo



Formato de Papel

Formato

É a padronização dimensional e geométrica das folhas aplicadas em desenhos técnicos.

Formato	Dimensões	Margem Esquerda	Margem Direita
A0	841 x 1189	25	10
A1	594 x 841	25	10
A2	420 x 594	25	7
A3	297 x 420	25	7
A4	210 x 297	25	7

Quadro

Está contido no formato de papel e limita o espaço para o desenho.

Legenda

É posicionada na margem inferior direita do formato e contém informações como:

- a) nome da empresa
- b) título
- c) número do desenho
- d) autor do desenho
- e) data de elaboração
- f) escala do desenho
- g) posição relativa das vistas

Espaço para texto

A posição do texto é na margem inferior do formato. A altura varia de acordo com a natureza do serviço.

O texto também pode ser posicionado acima da legenda com largura que varia entre 100 e 178 mm.

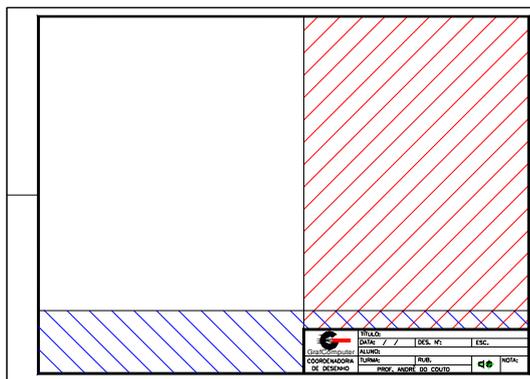


Fig. 20.1: espaço para texto.

Tábua de revisão

A tábua de revisão é usada para registrar a correção, alteração e/ou acréscimo feito no desenho depois da primeira aprovação. É localizada no espaço para texto e as informações contidas são:

- a) número de local da revisão;
- b) assunto da revisão;
- c) assinatura do responsável;
- d) data da revisão.

Indicação das peças no desenho de conjunto

Para designar as peças no desenho de conjunto, empregam-se números. Cada número é ligado à respectiva peça por uma linha contínua estreita com ponto na extremidade.

A seqüência da numeração é feita no sentido horário.

Lista de materiais

É posicionada acima da legenda em **desenhos de conjunto** e contém dados descritivos das peças, tais como: item, descrição, quantidade, peso, material e dimensões.

- a) **Item:** refere-se ao número da peça indicado no desenho.
Para possibilitar revisões e acréscimos, são dispostos na lista em ordem crescente, de baixo para cima;
- b) **Descrição:** refere-se ao nome da peça;
- c) **Quantidade:** indica, para cada item, o número de peças contido no conjunto;
- d) **Peso:** informa o peso da peça;
- e) **Material:** determina a norma, a referência e o material de construção da peça;
- f) **Dimensões:** determina a forma e as dimensões do material bruto (com sobremetal) para a construção da peça.

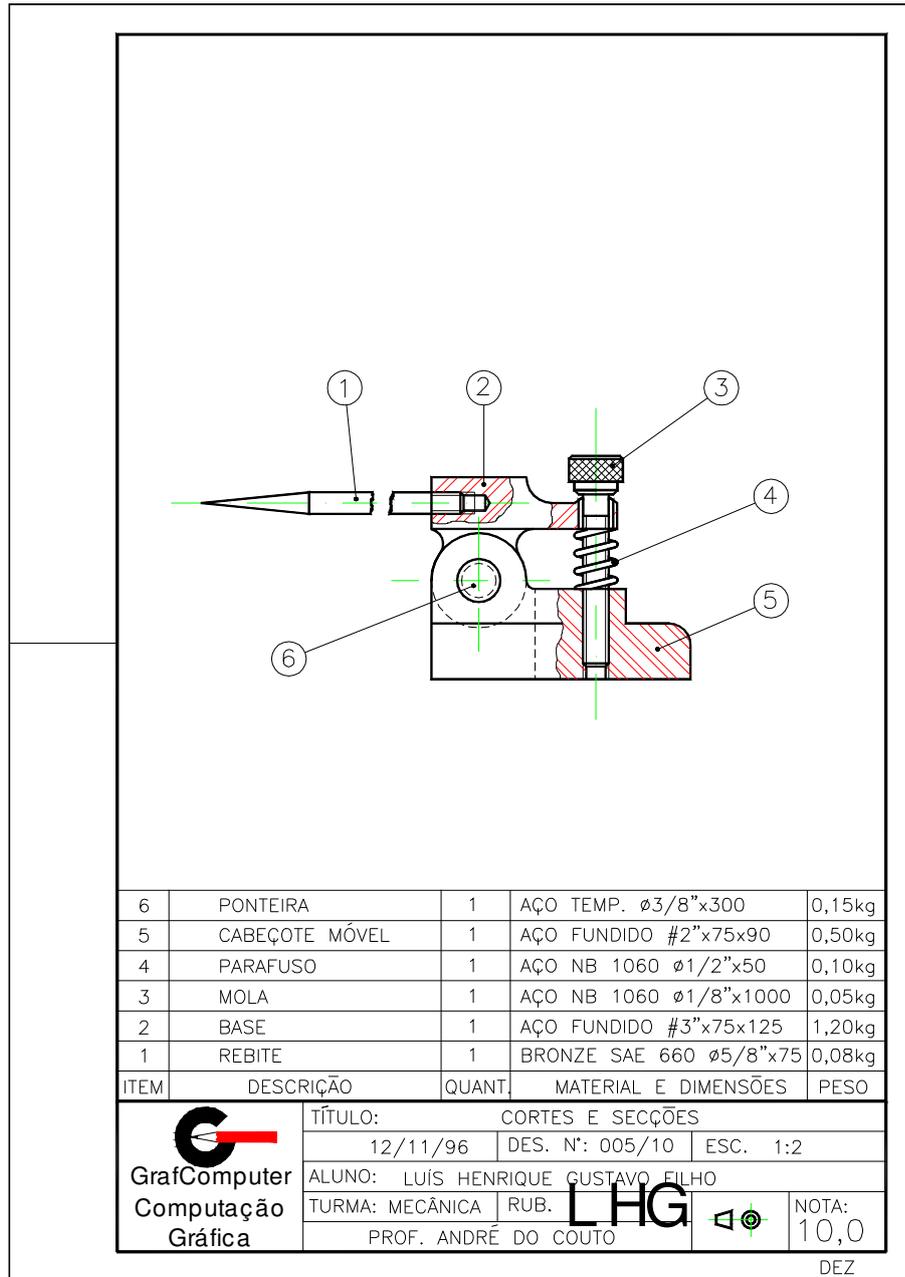


Fig. 20.2: desenho de conjunto com designação das peças e lista de materiais.

Sinais convencionais indicativos de perfilados

Quando o material bruto que servirá para a construção da peça é perfilado é possível substituir o nome do perfil pelo respectivo símbolo indicativo.

redondo	quadrado	chato	cantoneira	"T"	duplo "T"	"U"	"Z"	chapa

Dobramento dos formatos

Os dobramentos são feitos levando em conta que, ao final, a folha deve ter as dimensões do formato A4, deixando visíveis a **legenda** e **toda a margem esquerda** para que seja possível o arquivamento.

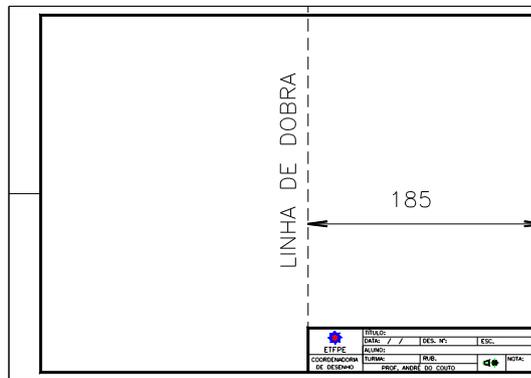


Fig. 20.3: linha de dobra.

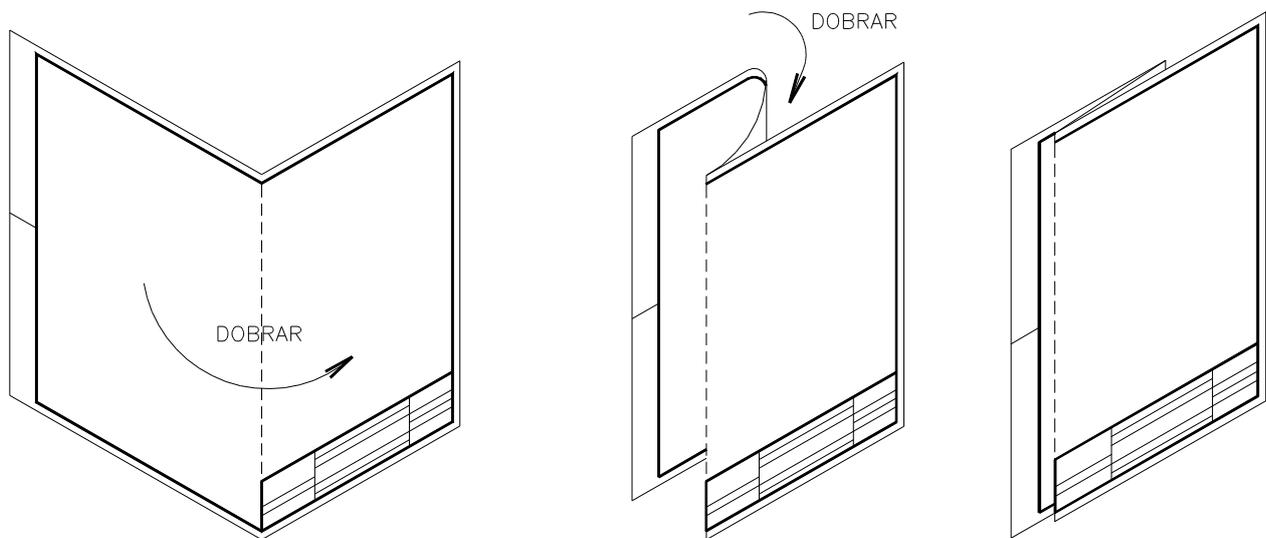
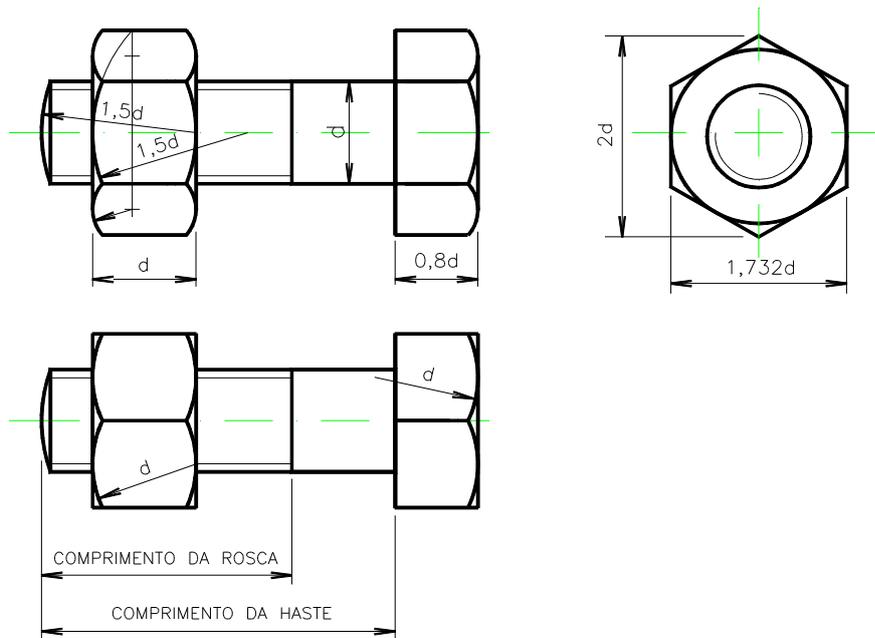


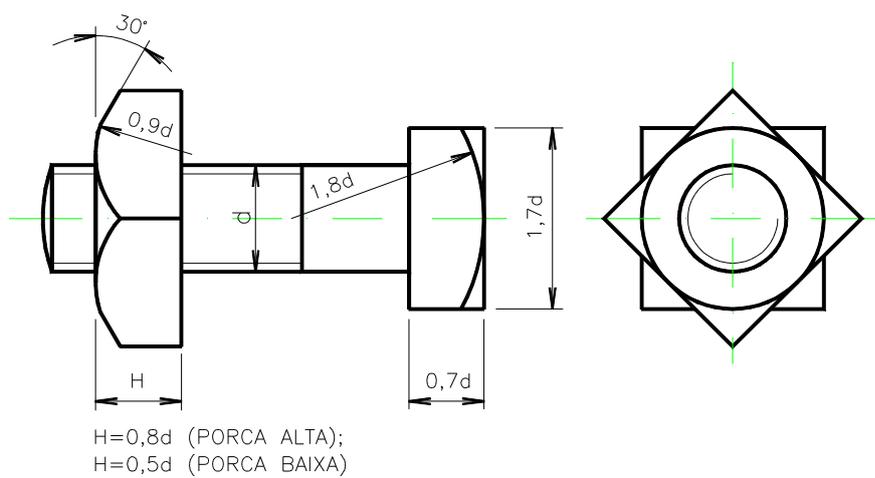
Fig. 20.4: seqüência de dobramento.

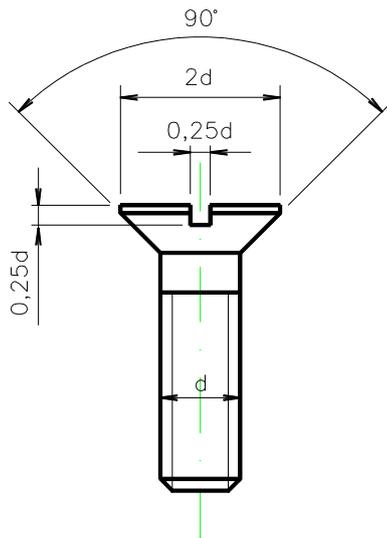
Parafusos

Parafuso de Cabeça Sextavada com Porca

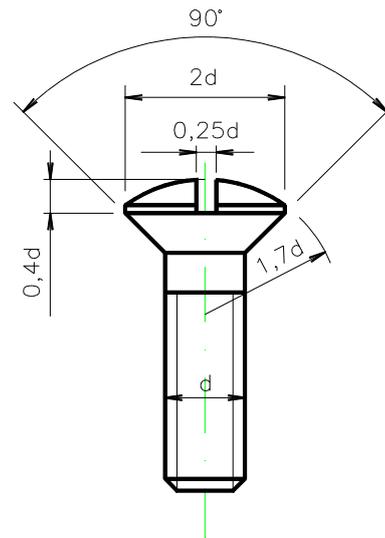


Parafuso de Cabeça Quadrada com Porca

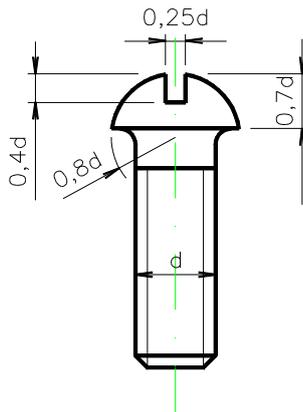




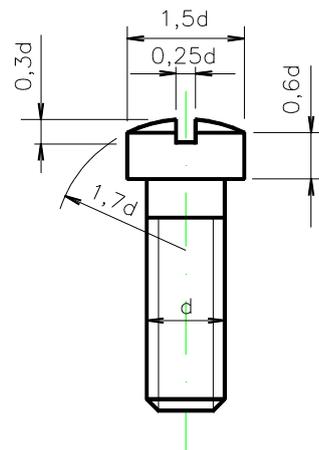
parafuso de cabeça escareada chata



parafuso de cabeça escareada abaulada



parafuso de cabeça redonda

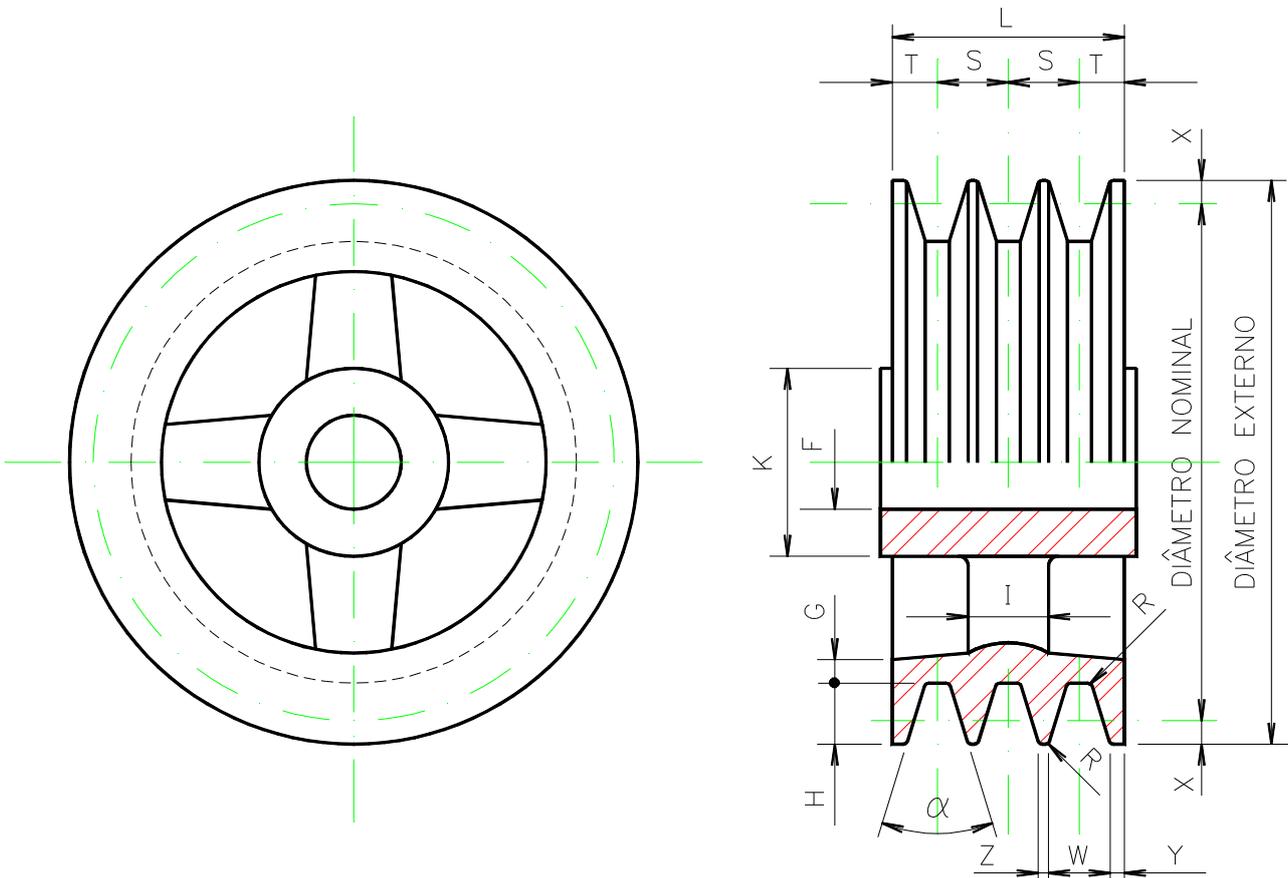


parafuso de cabeça cilíndrica abaulada

Tarefas:

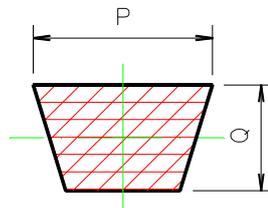
1. Desenhar e cotar um parafuso de cabeça sextavada com porca;
2. Desenhar e cotar um parafuso de cabeça quadrada com porca;
3. Desenhar e cotar os parafusos de cabeças escareadas, cilíndrica e redonda;
4. Determinar os sinais de acabamento superficial;
5. Especificar os tipos de parafusos na lista de materiais.

Polias



DIMENSÕES NORMAIS DE POLIAS DE MÚLTIPLOS CANAIS											
perfil da correia	diâmetro externo	ângulo α do canal	T	S	W	Y	Z	H	G	R	X
A	75 a 170	34°	9,5	15,0	13,0	3,0	2,0	13,0	5,0	1,0	5,0
	> 170	38°	9,5	15,0	13,0	3,0	2,0	13,0	5,0	1,0	5,0
B	130 a 240	34°	11,5	19,0	17,0	3,0	2,0	17,0	6,5	1,0	6,3
	> 240	38°	11,5	19,0	17,0	3,0	2,0	17,0	6,5	1,0	6,3
C	200 a 350	34°	15,3	25,5	22,5	4,0	3,0	22,0	9,5	1,5	8,3
	> 350	38°	15,3	25,5	22,5	4,0	3,0	22,0	9,5	1,5	8,3
D	300 a 450	34°	22,0	36,5	32,0	6,0	4,5	28,0	12,5	1,5	11,0
	> 450	38°	22,0	36,5	32,0	6,0	4,5	28,0	12,5	1,5	11,0
E	485 a 630	34°	27,3	44,5	38,5	8,0	6,0	33,0	16,0	1,5	13,0
	> 630	38°	27,3	44,5	38,5	8,0	6,0	33,0	16,0	1,5	13,0

**DIMENSÕES DOS PERFIS DE CORREIAS
SECÇÃO TRAPEZOIDAL**



P x Q

perfil A	perfil B	perfil C	perfil D
12,7 x 7,9	16,6 x 10,3	22,2 x 13,4	31,7 x 19,0

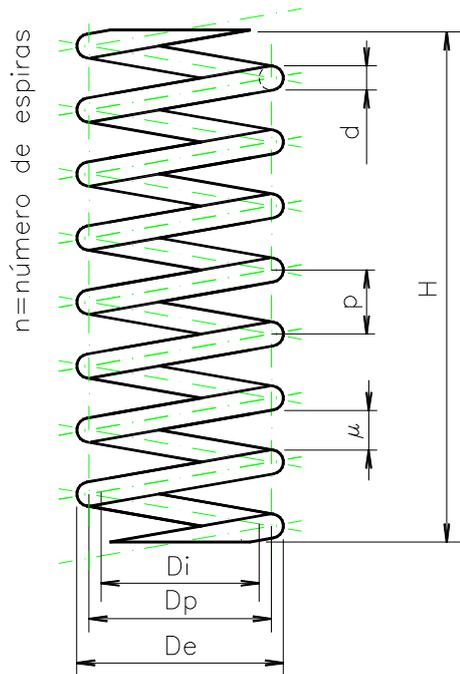
DESCRIÇÃO	FÓRMULAS	DESCRIÇÃO	FÓRMULAS
diâmetro externo	dado D =	furo	dado F =
diâmetro nominal	Dn = D - 2X	cubo	K = 2 . F
alma	I = L/3	largura do cubo	Lo > L

Tarefas:

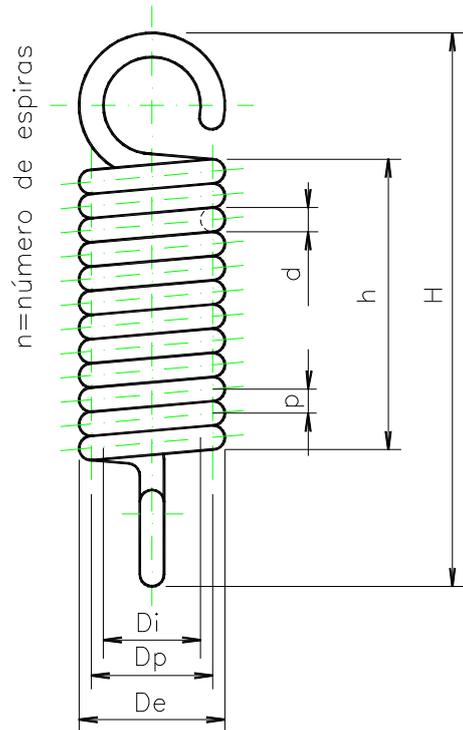
1. Desenhar as vistas frontal e lateral (em meio-corte) de uma polia que possui 3 (três) canais (gornes) escalonados e utiliza apenas um perfil de correia;
2. Dimensionar o rasgo para a chaveta (tabela 6, 7 ou 8);
3. Cotar;
4. Determinar os sinais de acabamento superficial;
5. Elaborar a lista de materiais.

Molas

Mola de Compressão



Mola de Tração



	MOLA DE COMPRESSÃO	MOLA DE TRAÇÃO
DESCRIÇÃO	FÓRMULA	
carga máxima	dado P =	
comprimento do fio	$L = n \cdot \pi d / \cos \beta$	
flecha por espira	$f' = 0,103 \cdot Dp^2 / 4d$ ou $f' \leq \mu$	
flecha máxima	$f \leq \mu \cdot n$	
passo	$p = (0,3 \text{ à } 0,5) Dp$	$p \cong d$
folga entre espiras	$\mu = p - d$	
folga máx. entre espiras	$\mu_m \leq 4 d$	$\mu_m \cong 0$
folga mín. entre espiras	$\mu_m \geq 0,1 d$	
ângulo de inclinação	$\beta = \arctg (p / \pi \cdot Dp)$	
ângulo de inclinação	$\beta = 6^\circ \text{ à } 10^\circ$	menor possível

Tarefas:

1. Desenhar e cotar a vista frontal de uma mola cilíndrica helicoidal de compressão com 8 espiras e capacidade para suportar uma carga **P** determinada;
2. Desenhar e cotar a vista frontal de uma mola cilíndrica helicoidal de tração com 12 espiras e capacidade para suportar uma carga **P** determinada;
3. Determinar os sinais de acabamento superficial;
4. Elaborar a lista de materiais.

carga máxima para molas de aço temperado													
Dp →	5	6	8	10	13	16	20	25	30	35	40	45	50
d↓	C A R G A M Á X I M A												
0,5	0,40	0,33	0,25	0,20	0,15	0,13	0,10	0,08	0,07	0,06			
0,75	1,33	1,11	0,83	0,66	0,51	0,41	0,33	0,27	0,22	0,19	0,17		
1,0	3,14	2,74	1,97	1,57	1,21	0,98	0,79	0,63	0,52	0,45	0,39	0,35	
1,5		8,84	6,67	5,30	4,08	3,32	2,63	2,12	1,77	1,52	1,33	1,18	1,06
2,0		20,9	15,7	12,6	9,68	7,86	6,29	5,03	4,19	3,59	3,14	2,89	2,52
2,5		40,9	30,7	24,5	18,9	15,3	12,3	9,83	8,18	7,02	6,14	5,46	4,91
3,0			53,5	42,8	32,9	26,8	21,4	17,1	14,3	12,2	10,7	9,51	8,57
3,5			84,2	67,4	51,8	42,1	33,7	27,0	22,5	19,3	16,9	15,0	13,5
4,0				101	77,4	62,9	50,3	40,3	33,5	28,7	25,2	22,4	20,1
4,5				143	110	89,5	71,6	57,2	47,7	40,9	35,8	31,8	28,6
5,0					151	123	98,2	78,6	65,5	56,2	49,0	43,7	39,3
6,0						212	170	136	113	97,0	84,8	75,6	68,0
7,0							270	216	180	154	135	120	108
8,0							420	322	268	230	202	179	161
9,0									382	327	287	255	229
10,0										449	393	349	314
11,0											523	465	419
12,0												602	542
13,0													692

tensão à flexão: $\sigma = 6000 \text{ kg/cm}^2$

tensão à torção: $\tau = 4000 \text{ kg/cm}^2$

carga máxima para molas de aço temperado

Dp →	55	60	65	70	75	80	90	100	110	120	130	140	150
d ↓	C A R G A M Á X I M A												
2,0	2,29												
2,5	4,47	4,10											
3,0	7,78	7,14	6,69	6,12									
3,5	12,3	11,2	10,4	9,64	8,69	8,42	7,50						
4,0	18,3	16,8	15,5	14,4	13,4	12,6	11,2	10,1					
4,5	26,0	23,9	22,0	20,5	19,1	17,9	15,8	14,3	13,0				
5,0	35,8	32,8	30,3	28,2	26,2	24,6	21,8	19,6	17,8	16,4			
6,0	61,8	56,7	52,3	48,6	45,4	42,5	37,8	34,0	30,9	28,3	26,2		
7,0	98,0	90,0	83,1	77,2	71,9	67,5	60,0	54,0	49,1	45,0	41,5	38,6	36,0
8,0	146	134	124	115	107	100	89,4	80,5	73,0	67,0	61,9	57,4	53,6
9,0	208	191	176	164	153	143	127	115	104	95,4	88,0	81,8	76,3
10,0	286	262	242	225	210	197	175	157	143	131	121	112	105
11,0	381	349	322	299	279	262	233	209	190	174	161	150	140
12,0	493	452	414	387	361	339	301	272	246	226	208	194	181
13,0	628	576	531	494	461	438	384	346	314	288	266	247	230
14,0	785	720	664	616	576	540	480	432	392	360	332	308	288
15,0		884	816	758	707	663	590	530	482	442	408	379	354

tensão à flexão: $\sigma = 6000 \text{ kg/cm}^2$

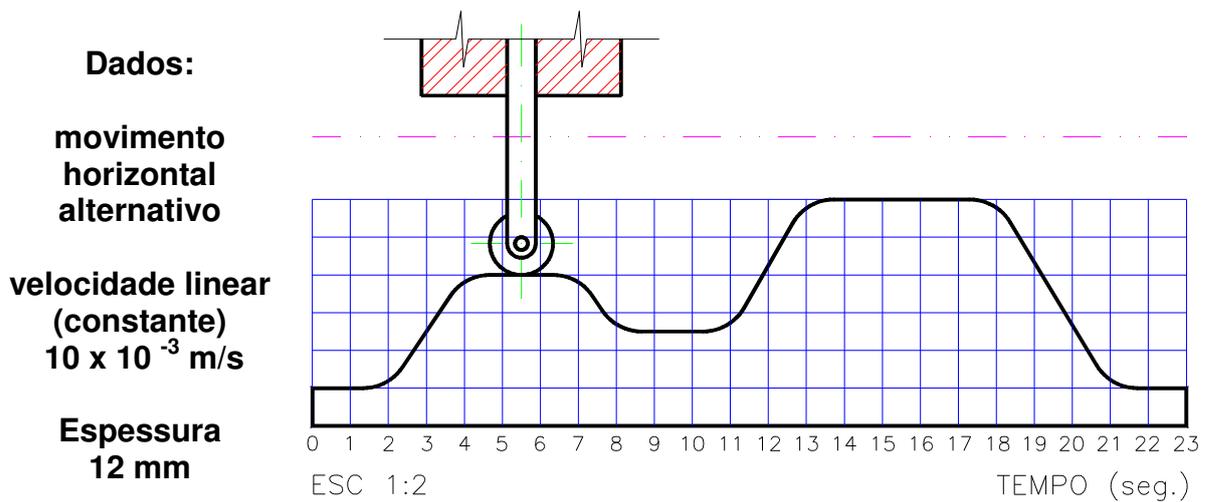
tensão à torção: $\tau = 4000 \text{ kg/cm}^2$

Camos

Tarefas:

1. Elaborar a tabela de cotas “comprimento x altura” para o camo deslizante;
2. Desenhar a vista frontal do camo deslizante;
3. Elaborar a tabela de cotas “altura x ângulo” (à razão de 15º) para o camo rotativo;
4. Desenhar a vista frontal do camo rotativo;
5. Determinar os sinais de acabamento superficial;
6. Elaborar a lista de materiais.

Camo Deslizante



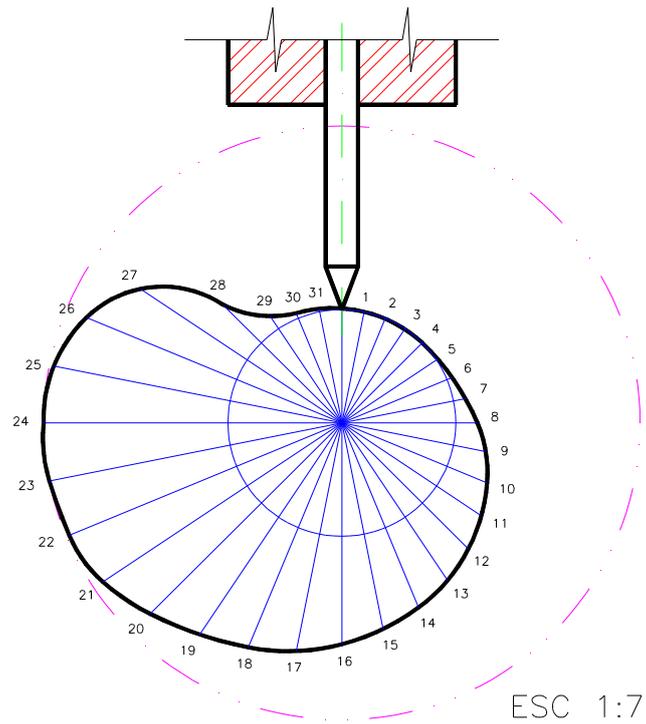
Tempo	Altura	Tempo	Altura	Tempo	Altura
0	10	8	27	16	60
1	10	9	25	17	60
2	12	10	25	18	58
3	25	11	27	19	43
4	38	12	43	20	27
5	40	13	58	21	12
6	40	14	60	22	10
7	38	15	60	23	10

Camo Rotativo

Dados:
movimento
circular
uniforme

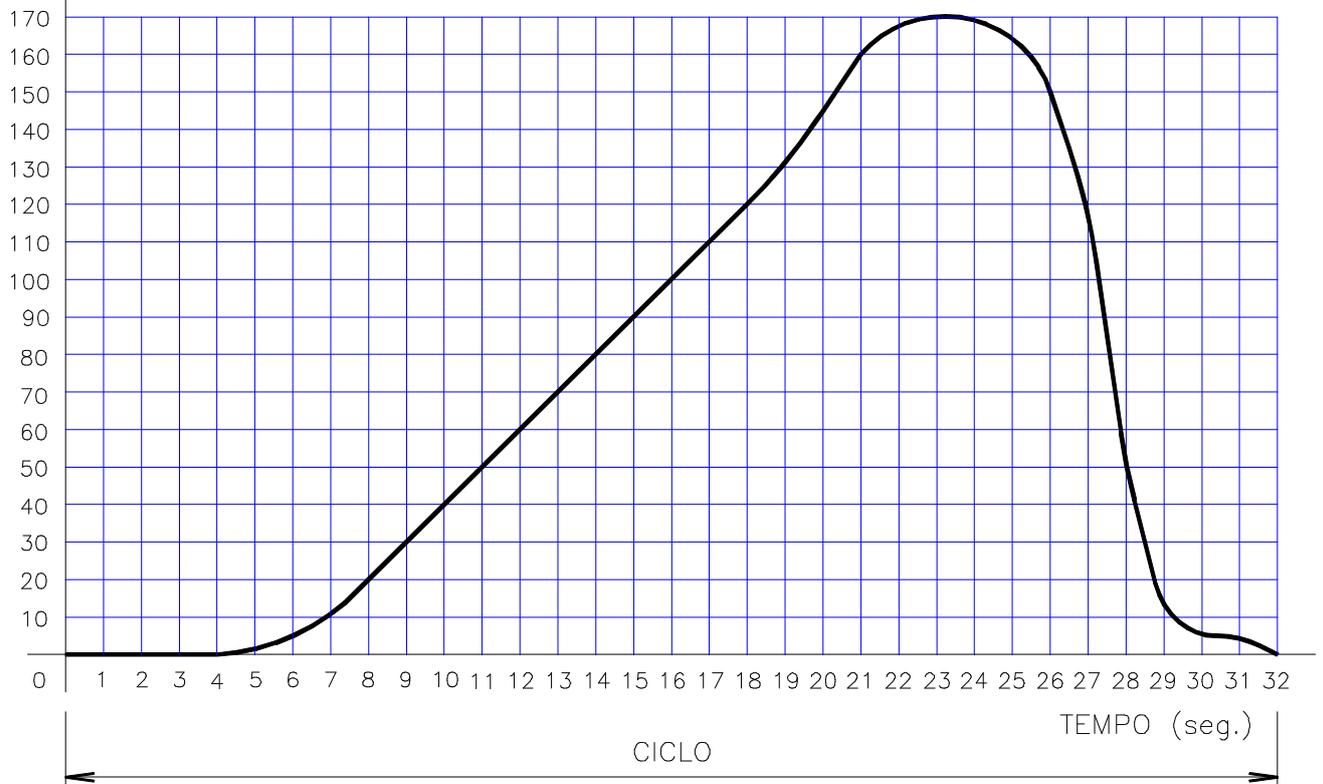
ciclo
32 segundos

espessura
25 mm



ALTURA (mm)

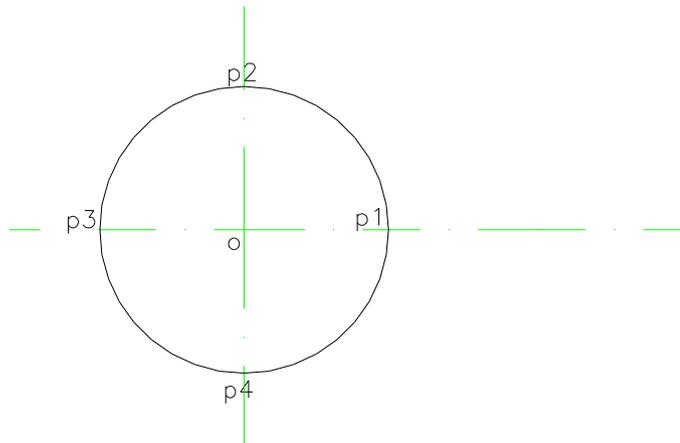
DIAGRAMA DO CAMO ROTATIVO



Traçado de um came oval

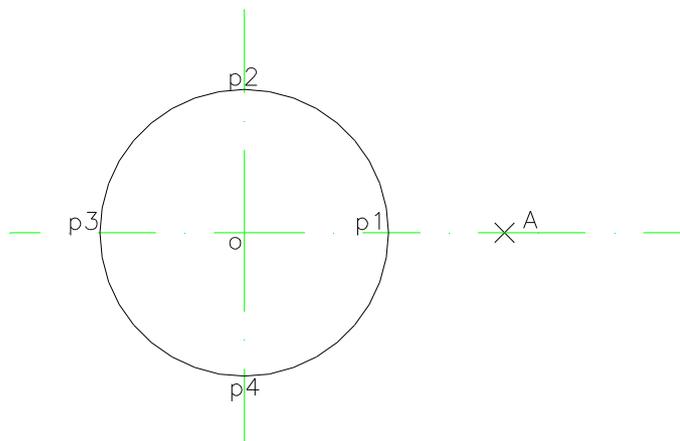
Passo 1:

Traçar uma circunferência de centro “o” e as linhas de centro.



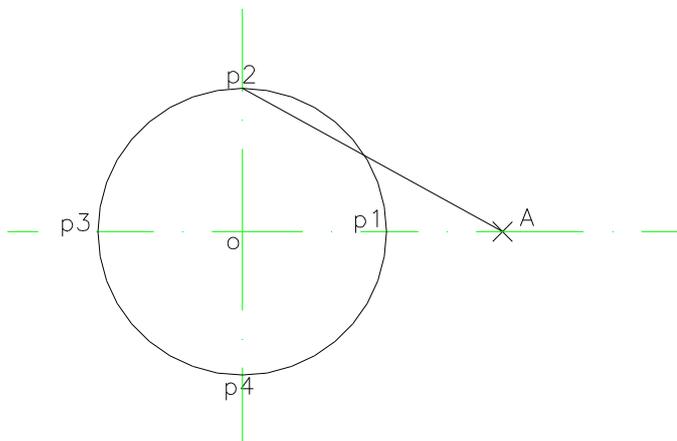
Passo 2:

Marcar o ponto “A” na linha de centro sabendo que “p3A” é a distância máxima da oval.



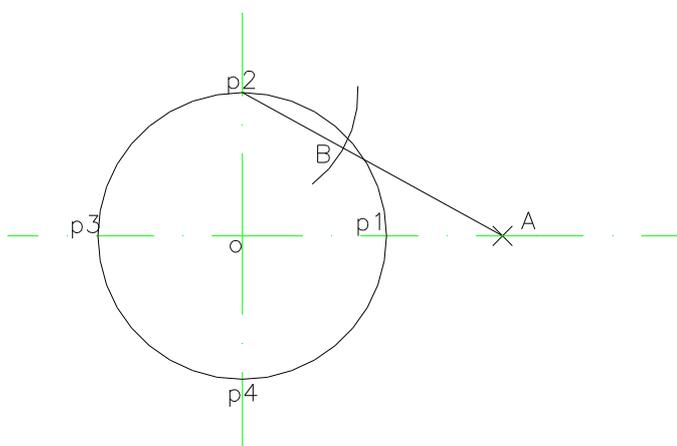
Passo 3:

Traçar um segmento de reta ligando os pontos "A" e "p2".



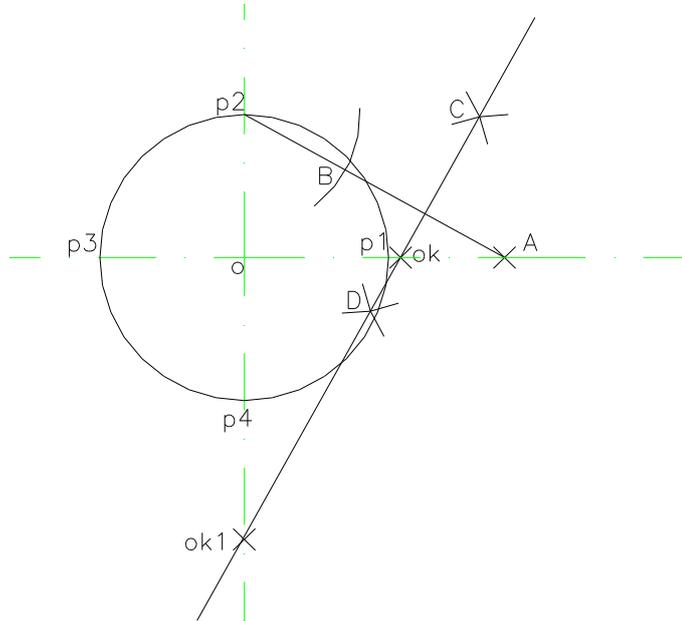
Passo 4:

Abrir o compasso com a medida "p1A", centrar em p2 e traçar um arco dividindo o segmento de reta "p2A" no ponto "B".



Passo 5:

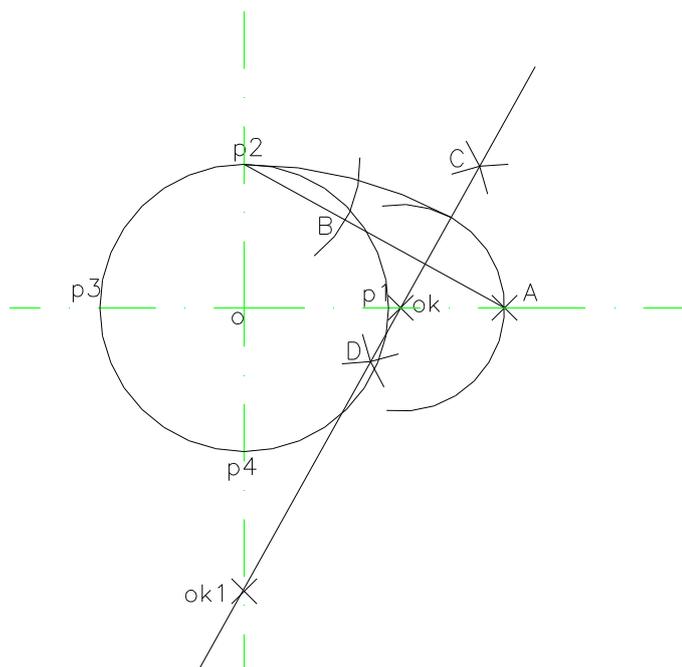
Traçar a mediatriz do seguimento de reta “AB” de forma que intercepte as linhas de centro dando origem aos pontos “ok” e “ok1”.



Passo 6:

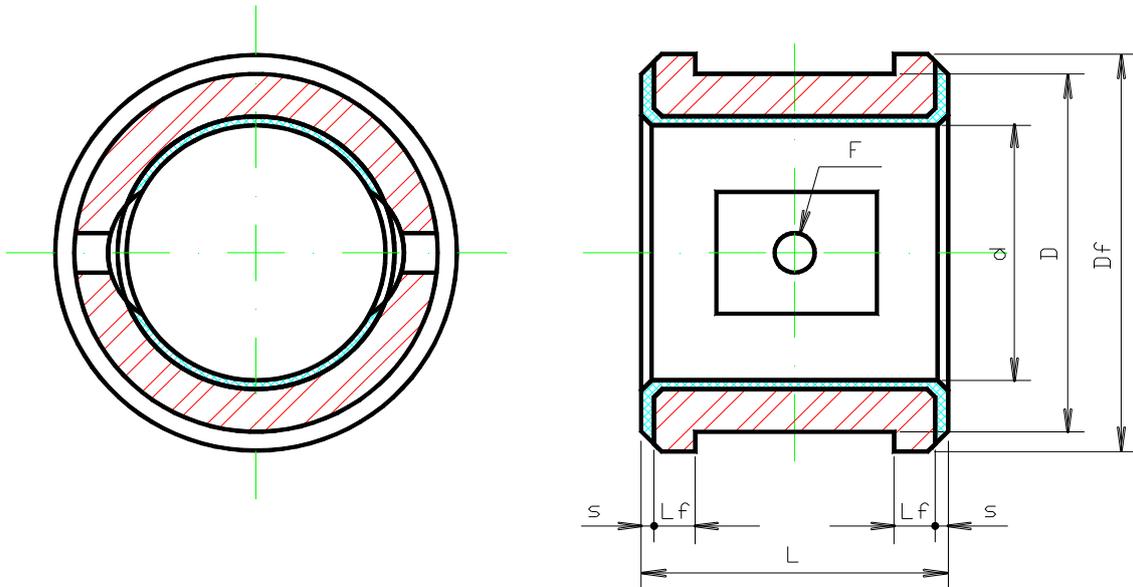
Com centro em “ok”, traçar uma semicircunferência que passe pelo ponto “A” e intercepte a mediatriz do seguimento de reta “AB”.

Com centro em “ok1”, traçar um arco a partir de “p2” tangente à semicircunferência de centro “ok”.



Mancais

Mancais de Deslizamento

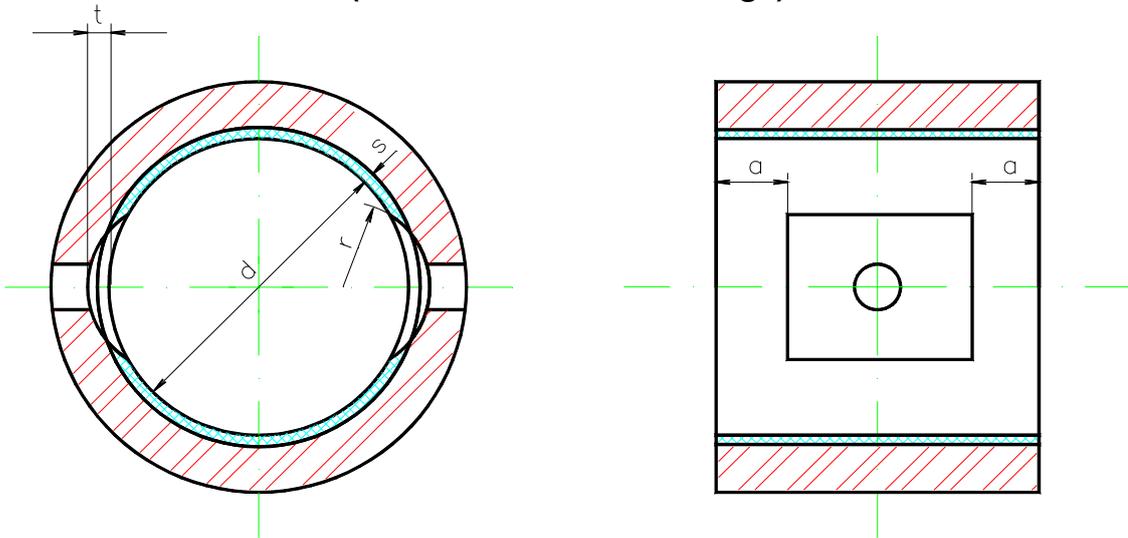


DESCRIÇÃO	FÓRMULAS	DESCRIÇÃO	FÓRMULAS
diâmetro interno	dado $d =$	diâm. furo lubrificação	$F = 0,15 \cdot d$
diâmetro externo	$D = 1,38 \cdot d$	largura do mancal	dado $L =$
diâmetro do flange	$D_f = 1,54 \cdot d$	largura do flange	$L_f = 0,14 \cdot L$

Tarefas:

1. Desenhar as vistas frontal e lateral (ambas em corte) de um mancal radial com flange de um lado e sem flange do outro;
2. Desenhar as vistas frontal e lateral (ambas em corte) de um mancal axial com flange;
3. Dimensionar as bolsas de lubrificação;
4. Cotar;
5. Determinar os sinais de acabamento superficial;
6. Elaborar a lista de materiais.

**Tabela de dimensionamento das
bolsas de lubrificação de mancais de deslizamento
(Mancais radiais sem flange)**

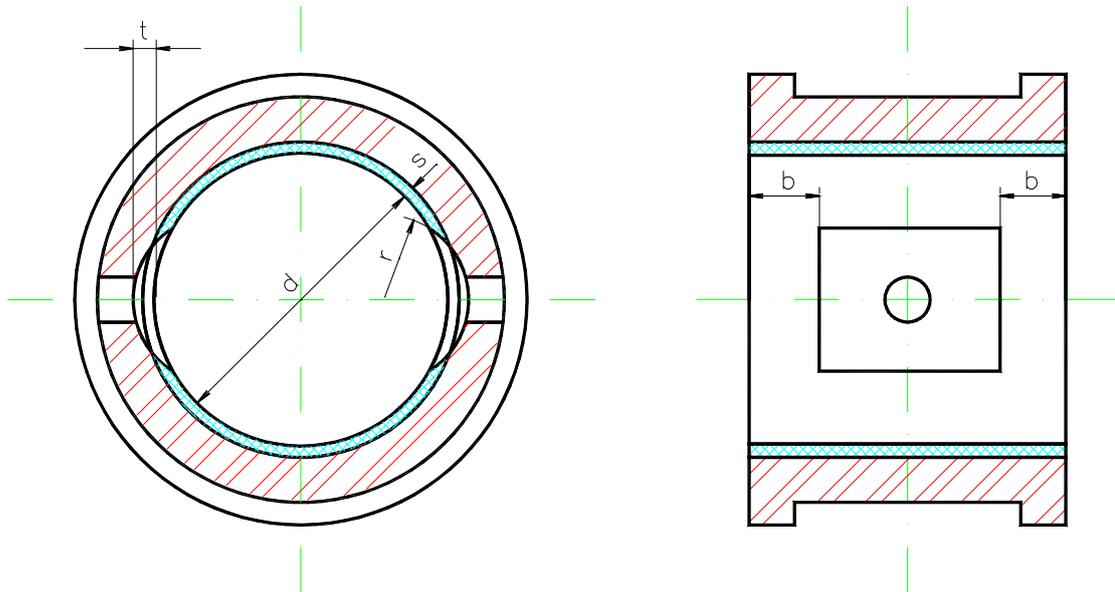


d	a	r	s	T
50	3	18	1	1,5
52	3	18	1	1,5
55	3	20	1	1,5
56	3	20	1	1,5
58	3	22	1	1,5
60	3	22	1	1,5
63	3	24	1	1,5
65	3	26	1	1,5
68	3	26	1	1,5
70	3	28	1	1,5
72	3	28	1	1,5
75	3	30	1	1,5
80	3	32	1	1,5
85	4,5	35	1	1,5
90	4,5	35	1	1,5
95	4,5	38	1	1,5
100	4,5	40	1,5	2
105	4,5	40	1,5	2
110	4,5	45	1,5	2
120	4,5	50	1,5	2
125	6	50	1,5	2
130	6	55	1,5	2
140	6	55	1,5	2
150	6	60	1,5	2
160	6	70	1,5	2

**Tabela de dimensionamento das
bolsas de lubrificação de mancais de deslizamento
(Mancais radiais sem flange)**

d	a	r	s	t
170	8	70	1,5	2
180	8	80	1,5	2
190	8	85	1,5	2
200	8	90	1,5	2
210	10	90	2	2,8
225	10	100	2	2,8
235	10	100	2	2,8
250	12,5	110	2	2,8
265	12,5	115	2	2,8
280	12,5	125	2	2,8
300	12,5	135	2,5	3,5
315	15	140	2,5	3,5
335	15	145	2,5	3,5
355	15	155	2,5	3,5
375	15	165	2,5	3,5
400	15	180	2,5	3,5
425	20	190	3	4,2
450	20	200	3	4,2
475	20	215	3	4,2
500	20	225	3	4,2
530	25	240	3	4,2
560	25	255	3	4,2
600	25	275	3	4,2
630	30	290	3,5	5
670	30	305	3,5	5
710	30	325	3,5	5

**Tabela de dimensionamento das
bolsas de lubrificação de mancais de deslizamento
(Mancais radiais com flange)**

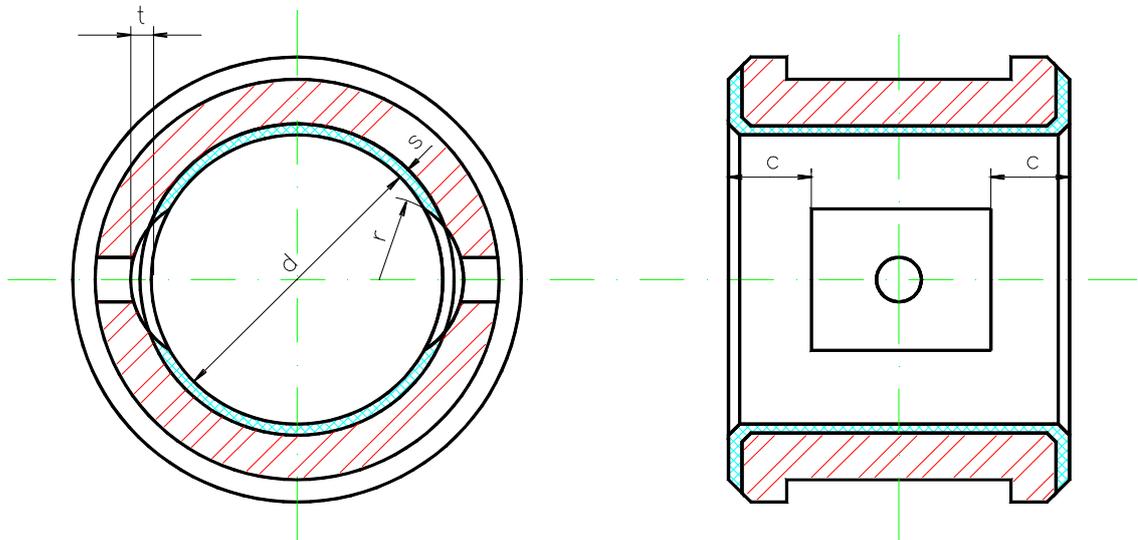


d	b	R	s	t
50	3	18	1	1,5
52	3	18	1	1,5
55	3	20	1	1,5
56	3	20	1	1,5
58	3	22	1	1,5
60	3	22	1	1,5
63	3	24	1	1,5
65	3	26	1	1,5
68	3	26	1	1,5
70	3	28	1	1,5
72	3	28	1	1,5
75	3	30	1	1,5
80	3	32	1	1,5
85	4,5	35	1	1,5
90	4,5	35	1	1,5
95	4,5	38	1	1,5
100	4,5	40	1,5	2
105	4,5	40	1,5	2
110	4,5	45	1,5	2
120	4,5	50	1,5	2
125	6	50	1,5	2
130	6	55	1,5	2
140	6	55	1,5	2
150	6	60	1,5	2

**Tabela de dimensionamento das
bolsas de lubrificação de mancais de deslizamento
(Mancais radiais com flange)**

d	b	R	s	t
160	6	70	1,5	2
170	8	70	1,5	2
180	8	80	1,5	2
190	8	85	1,5	2
200	8	90	1,5	2
210	10	90	2	2,8
225	10	100	2	2,8
235	10	100	2	2,8
250	12,5	110	2	2,8
265	12,5	115	2	2,8
280	12,5	125	2	2,8
300	12,5	135	2,5	3,5
315	15	140	2,5	3,5
335	15	145	2,5	3,5
355	15	155	2,5	3,5
375	15	165	2,5	3,5
400	15	180	2,5	3,5
425	20	190	3	4,2
450	20	200	3	4,2
475	20	215	3	4,2
500	20	225	3	4,2
530	25	240	3	4,2
560	25	255	3	4,2
600	25	275	3	4,2
630	30	290	3,5	5
670	30	305	3,5	5
710	30	325	3,5	5

**Tabela de dimensionamento das
bolsas de lubrificação de mancais de deslizamento
(Mancais axiais com flange)**



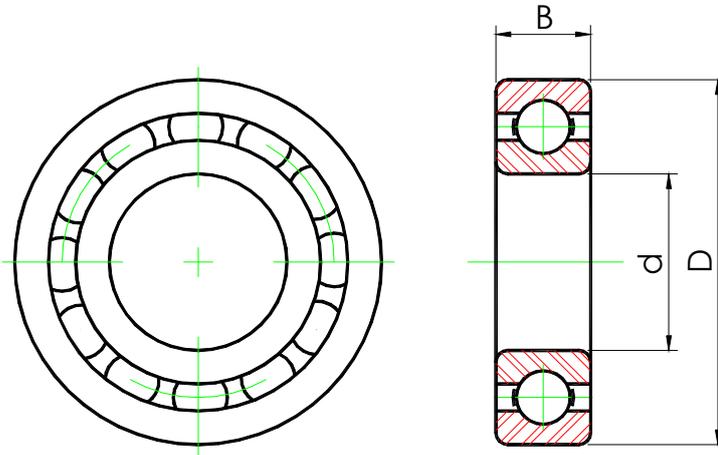
d	c	r	s	t
50	5	18	1	1,5
52	5	18	1	1,5
55	5	20	1	1,5
56	5	20	1	1,5
58	5	22	1	1,5
60	5	22	1	1,5
63	5	24	1	1,5
65	5	26	1	1,5
68	5	26	1	1,5
70	5	28	1	1,5
72	5	28	1	1,5
75	5	30	1	1,5
80	5	32	1	1,5
85	7	35	1	1,5
90	7	35	1	1,5
95	7	38	1	1,5
100	7	40	1,5	2
105	7	40	1,5	2
110	7	45	1,5	2
120	7	50	1,5	2
125	9	50	1,5	2
130	9	55	1,5	2
140	9	55	1,5	2
150	9	60	1,5	2

**Tabela de dimensionamento das
bolsas de lubrificação de mancais de deslizamento
(Mancais axiais com flange)**

d	c	r	s	t
160	9	70	1,5	2
170	12	70	1,5	2
180	12	80	1,5	2
190	12	85	1,5	2
200	12	90	1,5	2
210	16	90	2	2,8
225	16	100	2	2,8
235	16	100	2	2,8
250	20	110	2	2,8
265	20	115	2	2,8
280	20	125	2	2,8
300	20	135	2,5	3,5
315	25	140	2,5	3,5
335	25	145	2,5	3,5
355	25	155	2,5	3,5
375	25	165	2,5	3,5
400	25	180	2,5	3,5
425	33	190	3	4,2
450	33	200	3	4,2
475	33	215	3	4,2
500	33	225	3	4,2
530	40	240	3	4,2
560	40	255	3	4,2
600	40	275	3	4,2
630	48	290	3,5	5
670	48	305	3,5	5
710	50	325	3,5	5

Mancais de Rolamentos

ROLAMENTOS RÍGIDOS DE ESFERAS



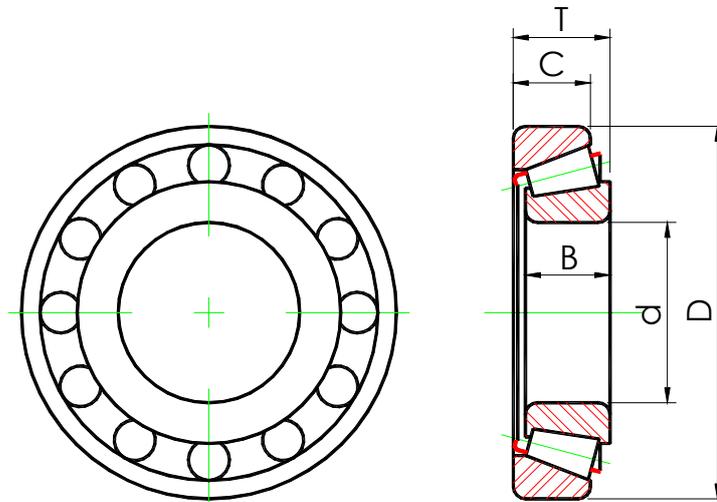
Dimensões Principais Rolamentos de Esferas			Capacidade de Carga (N) 1 N = 0,102 kgf	Limite de Rotação (rpm)	Referência
d (mm)	D (mm)	B (mm)			
3	10	4	488	40.000	623
4	13	5	884	38.000	634
	16	5	1.110	34.000	625
5	16	5	1.110	34.000	625
	19	6	1.720	32.000	635
6	19	6	1.720	32.000	626
7	19	6	1.720	34.000	607
	22	7	3.250	30.000	627
8	22	7	3.250	32.000	608
9	24	7	3.710	30.000	609
	26	8	4.620	26.000	629
10	26	8	4.620	28.000	6000
	30	9	5.070	24.000	6200
	35	11	8.060	20.000	6300
12	22	8	5.070	26.000	6001
	32	10	6.890	22.000	6201
	37	12	9.750	19.000	6301

Dimensões Principais Rolamentos de Esferas			Capacidade de Carga (N) 1 N = 0,102 kgf	Limite de Rotação (rpm)	Referência
d (mm)	D (mm)	B (mm)			
15	32	9	5.590	22.000	6002
	35	11	7.800	19.000	6202
	42	13	11.40	17.000	6302
17	35	10	6.050	19.000	6003
	40	12	9.560	17.000	6203
	47	14	13.500	16.000	6303
	62	17	22.900	12.000	6403
20	42	12	9.360	17.000	6004
	47	14	12.700	15.000	6204
	52	15	15.900	13.000	6304
	72	19	30.700	10.000	6404
25	47	12	11.200	15.000	6005
	52	15	14.000	12.000	6205
	62	17	22.500	11.000	6305
	80	21	35.800	9.000	6405
30	55	13	13.300	12.000	6006
	62	16	19.500	10.000	6206
	72	19	28.100	9.000	6306
	90	23	43.600	8.500	6406
35	62	14	15.900	10.000	6007
	72	17	25.500	9.000	6207
	80	21	33.200	8.500	6307
	100	25	55.300	7.000	6407
40	68	15	16.800	9.500	6008
	80	18	30.700	8.500	6208
	90	23	41.000	7.500	6308
	110	27	63.700	6.700	6408
45	75	16	20.800	9.000	6009
	85	19	33.200	7.500	6209
	100	25	52.700	6.700	6309
	120	29	76.100	6.000	6409
50	80	16	21.600	8.500	6010
	90	20	35.100	7.000	6210
	110	27	61.800	6.300	6310
	130	31	87.100	5.300	6410
55	90	18	28.100	7.500	6011
	100	21	43.600	6.300	6211
	120	29	71.500	5.600	6311
	140	33	99.500	5.000	6411

Dimensões Principais Rolamentos de Esferas			Capacidade de Carga (N)	Limite de Rotação (rpm)	Referência
d (mm)	D (mm)	B (mm)	1 N = 0,102 kgf		
60	95	18	29.600	6.700	6012
	110	22	47.500	6.000	6212
	130	31	81.900	5.000	6312
	150	35	108.000	4.800	6412
65	100	18	30.700	6.300	6013
	120	23	55.900	5.300	6213
	140	33	92.300	4.800	6313
	160	37	119.000	4.500	6413
70	110	20	37.700	6.000	6014
	125	24	60.500	5.000	6214
	150	35	104.000	4.500	6314
	180	42	143.000	3.800	6414
75	115	20	39.700	5.600	6015
	130	25	66.300	4.800	6215
	160	37	114.000	4.300	6315
	190	45	153.000	3.600	6415
80	125	22	47.500	5.300	6016
	140	26	70.200	4.500	6216
	170	39	124.000	3.800	6316
	200	48	163.000	3.400	6416
85	130	22	49.400	5.000	6017
	150	28	83.200	4.300	6217
	180	41	133.000	3.600	6317
	210	52	174.000	3.200	6417
90	140	24	58.500	4.800	6018
	160	30	95.600	3.800	6218
	190	43	143.000	3.800	6318
	225	54	186.000	3.000	6418
95	145	24	60.500	4.500	6019
	170	32	108.000	3.600	6219
	200	45	153.000	3.200	6319
100	150	24	60.500	4.300	6020
	180	34	124.000	3.400	6220
	215	47	174.000	3.000	6320
105	160	26	72.800	4.000	6021
	190	36	133.000	3.200	6221
	225	49	182.000	2.800	6321
110	170	28	81.900	3.800	6022
	200	38	143.000	3.000	6222
	240	50	203.000	2.600	6322

Dimensões Principais Rolamentos de Esferas			Capacidade de Carga (N) 1 N = 0,102 kgf	Limite de Rotação (rpm)	Referência
d (mm)	D (mm)	B (mm)			
120	180	28	85.200	3.400	6024
	215	40	146.000	2.800	6224
	260	55	208.000	2.400	6324
130	200	33	106.000	3.200	6026
	230	40	156.000	2.600	6226
	280	58	229.000	2.200	6326
140	210	33	111.000	3.000	6028
	250	42	165.000	2.400	6228
	300	62	251.000	2.000	6328
150	225	35	125.000	2.600	6030
	270	45	174.000	2.000	6230
	320	65	276.000	1.900	6330
160	240	38	143.000	2.400	6032
	290	48	186.000	1.900	6232
170	260	42	168.000	2.200	6034
	310	52	210.000	1.900	6234
180	280	46	190.000	2.000	6036
	320	52	229.000	1.800	6236
190	290	46	195.000	2.000	6038
	340	55	255.000	1.700	6238
200	310	51	216.000	1.900	6040
	360	58	270.000	1.700	6240
220	340	56	247.000	1.800	6044
	400	65	296.000	1.500	6244
240	360	56	255.000	1.700	6048
260	400	65	291.000	1.500	6052
280	420	65	302.000	1.400	6056
300	460	74	358.000	1.200	6060

ROLAMENTOS DE ROLOS CÔNICOS



Dimensões Principais Rolamentos de Rolos Cônicos					Capacidade de Carga (N) 1 N = 0,102 kgf	Limite de Rotação (rpm)	Referência
D (mm)	D (mm)	B (mm)	C (mm)	T (mm)			
15	42	13	11	14,25	21.200	9.000	30302
20	42	15	12	15	22.900	8.500	32004 X
	47	14	12	15,25	26.000	8.000	30204
	52	15	13	16,25	31.900	8.000	30304
	52	21	18	22,25	41.300	7.500	32304
25	47	15	11,5	15	25.500	8.000	32005 X
	52	15	13	16,25	29.200	7.500	30205
	52	18	15	29,25	34.100	7.000	32205 B
	52	21	18	22	44.000	6.700	33205
	62	17	15	18,25	41.800	6.700	30305
	62	17	13	18,25	35.800	5.600	31305
	62	24	20	25,25	56.100	6.000	32305
30	55	17	13	17	36.600	6.700	32006 X
	62	16	14	17,25	38.000	6.300	30206
	62	20	17	21,25	47.300	6.300	32206
	62	25	19,5	25	60.500	5.600	33206
	72	19	16	20,75	52.800	5.600	30306
	72	19	14	20,75	44.600	5.000	31306
	72	27	23	28,75	72.100	5.300	32306
35	62	18	14	18	40.200	6.000	32007 X
	72	17	15	18,25	48.400	5.300	30207
	72	23	19	24,25	61.600	5.300	32207
	72	28	22	28	79.200	4.800	33207
	80	21	18	22,65	68.200	5.000	30307
	80	21	15	22,75	57.200	4.500	31307
	80	25	25	32,75	89.700	4.800	32307
	80	25	25	32,75	88.000	4.500	32307 B

Dimensões Principais Rolamentos de Rolos Cônicos					Capacidade de Carga (N)	Limite de Rotação (rpm)	Referência
D (mm)	D (mm)	B (mm)	C (mm)	T (mm)	1 N = 0,102 kgf		
40	68	19	14,5	19	49.500	5.300	32008 X
	75	26	20,5	26	74.800	5.000	33108
	80	18	16	19,75	58.300	4.80	30208
	80	23	19	24,75	70.400	4.800	32208
	80	32	25	32	96.800	4.300	33208
	90	23	20	25,25	80.900	4.500	30308
	90	23	17	25,25	69.300	4.000	31308
	90	32	27	35,25	110.000	4.000	32308
45	75	20	15,5	20	55.000	4.800	32009 X
	80	26	20,5	26	79.200	4.500	33.109
	85	19	16	20,75	62.700	4.500	30.209
	85	23	19	24,75	74.800	4.500	32.209
	85	32	25	32	101.000	4.000	33.209
	100	25	22	27,25	101.000	4.000	30.309
	100	25	18	27,25	85.800	3.400	31.309
	100	36	30	38,25	132.000	3.600	32309
	100	36	30	38,25	128.000	3.600	32309 B
50	80	20	15,5	20	57.200	4.500	32010 X
	80	24	19	24	64.400	4.50	33010
	85	26	20	26	80.900	4.300	33110
	90	20	17	21,75	70.400	4.300	30210
	90	23	19	24,75	76.500	4.300	32210
	90	32	24,5	32	108.000	3.800	33210
	110	27	23	29,25	117.000	3.600	30310
	110	27	19	29,25	99.000	3.200	31310
	110	40	33	42,25	161.000	3.200	32310
	110	40	33	42,25	151.000	3.200	32310 B
55	90	23	17,5	23	76.500	4.000	32011 X
	90	27	21	27	84.200	4.000	33011
	95	30	23	30	105.000	3.800	33111
	100	21	18	22,75	84.200	3.800	30211
	100	25	21	26,75	99.000	3.800	32211
	100	35	27	35	130.000	3.400	33211
	120	29	25	31,5	134.000	3.200	30311
	120	29	21	31,5	114.000	2.800	31311
	120	43	35	45,5	187.000	3.000	32311
	120	43	35	45,5	179.000	3.000	32311 B
60	95	23	17,5	23	76.500	3.800	32012 X
	95	27	21	27	85.800	3.800	33012
	100	30	23	30	110.000	3.600	33112
	110	22	19	23,75	91.300	3.400	30212
	110	28	24	29,75	119.000	3.400	32212
	110	38	29	38	157.000	3.000	33212
	130	31	26	33,5	161.000	3.000	30312
	130	31	22	33,5	134.000	2.600	31312
	130	46	37	48,5	216.000	2.600	32312
	130	46	37	48,5	205.000	2.600	32312 B

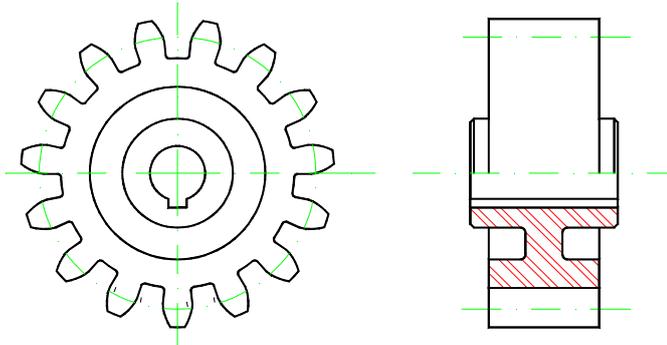
Dimensões Principais Rolamentos de Rolos Cônicos					Capacidade de Carga (N)	Limite de Rotação (rpm)	Referência
D (mm)	D (mm)	B (mm)	C (mm)	T (mm)	1 N = 0,102 kgf		
65	100	23	17,5	23	78.100	3.400	32013 X
	100	27	21	27	91.300	3.400	33013
	110	34	26,5	34	134.000	3.200	33113
	120	23	20	24,75	108.000	3.000	30213
	120	31	27	32,75	141.000	3.000	32213
	120	41	32	41	183.000	2.800	33213
	140	33	28	36	183.000	2.600	30313
	140	33	23	36	154.000	2.200	31313
	140	48	39	51	246.000	2.400	32313
	140	48	39	51	233.000	2.200	32313 B
70	110	25	19	25	95.200	3.200	32014 X
	110	31	25,5	31	121.000	3.200	33014
	120	37	29	37	161.000	3.000	33114
	125	24	21	26,25	119.000	3.000	30214
	125	31	27	33,25	147.000	2.800	32214
	125	41	32	41	190.000	2.600	33214
	150	35	30	38	209.000	2.400	30314
	150	35	25	38	176.000	2.000	31314
	150	51	42	54	275.000	2.200	32314
	150	51	42	54	264.000	2.000	32314 B
75	115	25	19	25	99.000	3.000	32015 X
	115	31	25,5	31	128.000	3.000	33015
	125	37	29	37	165.000	2.800	33115
	130	25	22	27,25	135.000	2.800	30215
	130	31	27	33,25	151.000	2.600	32215
	130	41	31	41	194.000	2.400	33215
	160	37	31	40	229.000	2.200	30315
	160	37	26	40	194.000	1.900	31315
	160	55	45	58	319.000	2.000	32315
	160	55	45	58	314.000	1.900	32315 B
80	125	29	22	29	128.000	2.600	32016 X
	125	36	29,5	36	157.000	2.600	33016
	130	37	29	37	168.000	2.600	33116
	140	26	22	28,25	140.000	2.400	30216
	140	33	28	35,25	176.000	2.400	32216
	140	46	35	46	233.000	2.200	33216
	170	39	33	42,5	255.000	2.000	30316
	170	39	27	42,5	212.000	1.900	31316
	170	58	48	61,5	358.000	1.900	32316
	170	58	48	61,5	336.000	1.800	32316 B
85	130	29	22	29	160.000	2.400	32017 X
	130	36	29,5	36	172.000	2.600	33017
	140	41	32	41	205.000	2.400	33117
	150	28	24	30,5	165.000	2.200	30217
	150	36	30	38,5	201.000	2.200	32217
	150	49	37	49	270.000	2.000	33217
	180	41	34	44,5	286.000	1.900	30317
	180	41	28	44,5	229.000	1.800	31317
	180	60	49	63,5	380.000	1.800	32217
	180	60	49	63,5	369.000	1.800	32317 B

Dimensões Principais Rolamentos de Rolos Cônicos					Capacidade de Carga (N)	Limite de Rotação (rpm)	Referência
d (mm)	D (mm)	B (mm)	C (mm)	T (mm)	1 N = 0,102 kgf		
90	140	32	34	32	157.000	2.200	32018 X
	140	39	32,5	39	205.000	2.200	33018
	150	45	35	45	238.000	2.000	33118
	160	30	26	32,5	183.000	2.000	30218
	160	40	34	42,5	238.000	2.000	32218
	190	43	36	46,5	308.000	1.800	30318
	190	43	30	46,5	251.000	1.700	31318
	190	64	53	67,5	429.000	1.700	32318
95	145	32	24	32	157.000	2.200	32019 X
	145	39	32,5	39	209.000	2.200	33019
	170	32	27	34,5	205.000	1.900	30219
	170	43	37	45,5	264.000	1.900	32219
	200	45	38	49,5	341.000	1.800	30319
	200	45	32	49,5	275.000	1.700	31319
	200	67	55	71,5	468.000	1.700	32319
	100	150	32	24	32	161.000	2.000
150		39	32,5	39	212.000	2.000	33020
180		34	29	37	233.000	1.900	30220
180		46	39	49	297.000	1.800	32220
215		47	39	51,5	380.000	1.700	30320
215		51	35	56,5	352.000	1.600	31320 X
215		73	60	77,5	539.000	1.600	32320
105		160	35	26	35	190.000	1.900
	190	36	30	39	255.000	1.800	30221
	190	50	43	53	341.000	1.800	32221
	225	49	41	53,5	402.000	1600	30321
	225	53	36	58	374.000	1.500	31321 X
	225	77	63	81,5	561.000	1.500	32321
110	170	38	29	38	220.000	1.800	32022 X
	170	47	37	47	264.000	1.800	33022
	180	56	43	56	347.000	1.800	3122
	200	38	32	41	286.000	1.700	30222
	200	53	46	56	374.000	1.700	32222
	240	50	42	54,5	446.000	1.600	30322
	240	57	38	63	429.000	1.400	31322 X
	240	80	65	84,5	594.000	1.400	32322
120	180	38	29	38	229.000	1.700	32024 X
	180	48	38	48	270.000	1.800	33024
	215	40	34	43,5	319.000	1.600	30224
	215	58	50	61,5	440.000	1.600	32224
	260	55	46	59,5	528.000	1.500	30324
	260	62	42	68	512.000	1.200	31324 X
	260	86	69	90,5	748.000	1.300	32324

Dimensões Principais Rolamentos de Rolos Cônicos					Capacidade de Carga (N)	Limite de Rotação (rpm)	Referência
d (mm)	D (mm)	B (mm)	C (mm)	T (mm)	1 N = 0,102 kgf		
130	180	32	25	32	187.000	1.700	32926
	200	45	34	45	297.000	1.600	32026 X
	230	40	34	43,75	347.000	1.500	30226
	230	64	54	67,75	523.000	1.500	32226
	280	58	49	63,75	594.000	1.300	30326
	280	66	49	72	572.000	1.100	31326 X
140	210	45	34	45	308.000	1.600	32028 X
	250	42	36	45,75	396.000	1.400	30228
	250	68	58	71,75	605.000	1.400	32228
	300	62	53	67,75	693.000	1.200	30328
	300	70	47	77	644.000	1.000	31328 X
150	225	48	36	48	347.000	1.500	32030 X
	270	45	38	49	402.000	1.300	30230
	270	73	60	77	682.000	1.200	32230
	320	65	55	72	765.000	1.100	30330
	320	75	50	82	737.000	950	31330 X
160	240	51	38	51	402.000	1.300	32032 X
	290	48	40	52	495.000	1.100	30232
	290	80	67	84	825.000	1.100	32232
	340	68	58	75	858.000	1.000	30332
170	230	38	30	38	270.000	1.400	32934
	260	57	43	57	473.000	1.20	32034 X
	310	52	43	57	572.000	1.000	30234
	310	86	71	91	952.000	1.000	32234
	360	72	62	80	968.000	950	30334
180	250	45	36	45	330.000	1.200	32936
	280	64	48	64	605.000	1.100	32036 X
	320	52	43	57	664.000	1.000	30236
	320	86	71	91	935.000	950	32236
190	260	45	34	45	341.000	1.100	32938
	290	64	48	64	616.000	1.000	32038 X
	340	55	46	60	671.000	950	30238
200	280	51	39	51	446.000	1.000	32940
	310	70	53	70	704.000	950	32040 X
	360	58	48	64	37.000	900	30240
	360	98	82	104	1.140.000	900	32240
220	340	76	57	76	842.000	900	32044 X
240	360	76	57	76	858.000	850	32048 X
260	400	87	65	87	1.100.000	800	32052 X
280	420	87	65	87	1.120.000	750	32056 X
300	420	76	57	76	990.000	700	32960 X

Engrenagem Cilíndrica

sistema módulo



Procedimento para o traçado do projeto

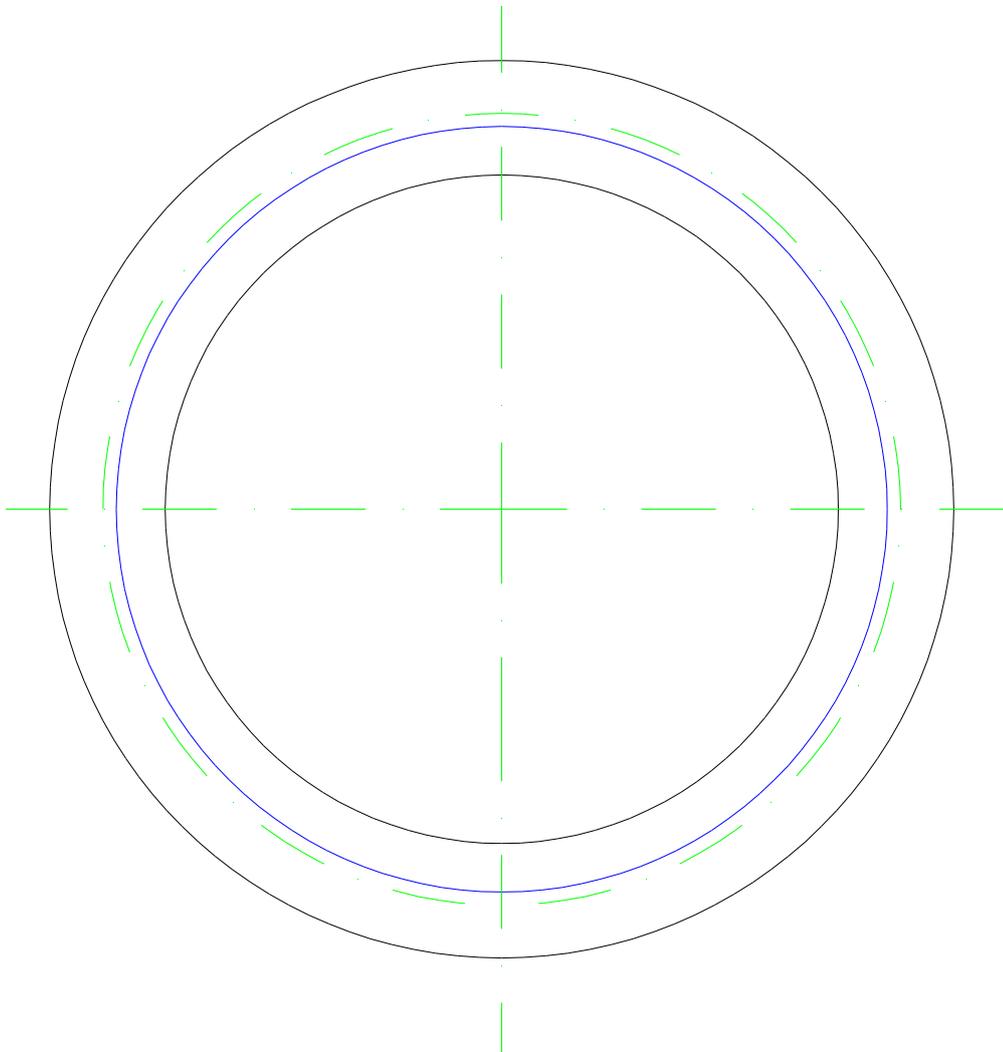
Os desenhos da coroa e do pinhão do deverão ser elaborado em **ESC 1:1** apresentando a **vista lateral em meio corte**. Dados:

Descrição	Coroa	Pinhão
furo	$F_1 = 45$	$F_2 = 30$
número de dentes	$Z_1 = 24$	$Z_2 = 16$
módulo	$m = 10$	
classe de rugosidade geral	N10	
classe de rugosidade do furo	N6	
classe de rugosidade dos flancos dos dentes	N5	

DESCRIÇÃO	FÓRMULAS	DESCRIÇÃO	FÓRMULAS
diâmetro de construção	$d = \frac{29 \cdot D_p}{30}$	módulo	$m = \frac{D_e}{Z + 2}$
diâmetro primitivo	$D_p = m \cdot Z$	passo	$P = \pi \cdot m$
diâmetro externo	$D_e = m (Z + 2)$	espessura do dente	$e = P / 2$
diâmetro interno	$D_i = m (Z - 2,34)$	vão do dente	$v = P / 2$
diâmetro da coroa do dente	$G = D_i - P$	cabeça do dente	$s = m$
largura da engrenagem	$L = 6 \text{ a } 20 \cdot m$	pé do dente	$t = 1,17 \cdot m$
alma	$L_o = L / 3$	altura do dente	$h = 2,17 \cdot m$
diâmetro do cubo	$K = 2 \cdot F$	raio da cabeça do dente	$R = A \cdot m$
largura do cubo	$I \geq L$	raio do pé do dente	$r = B \cdot m$
		raio da raiz	$r_1 = 0,17 \cdot m$

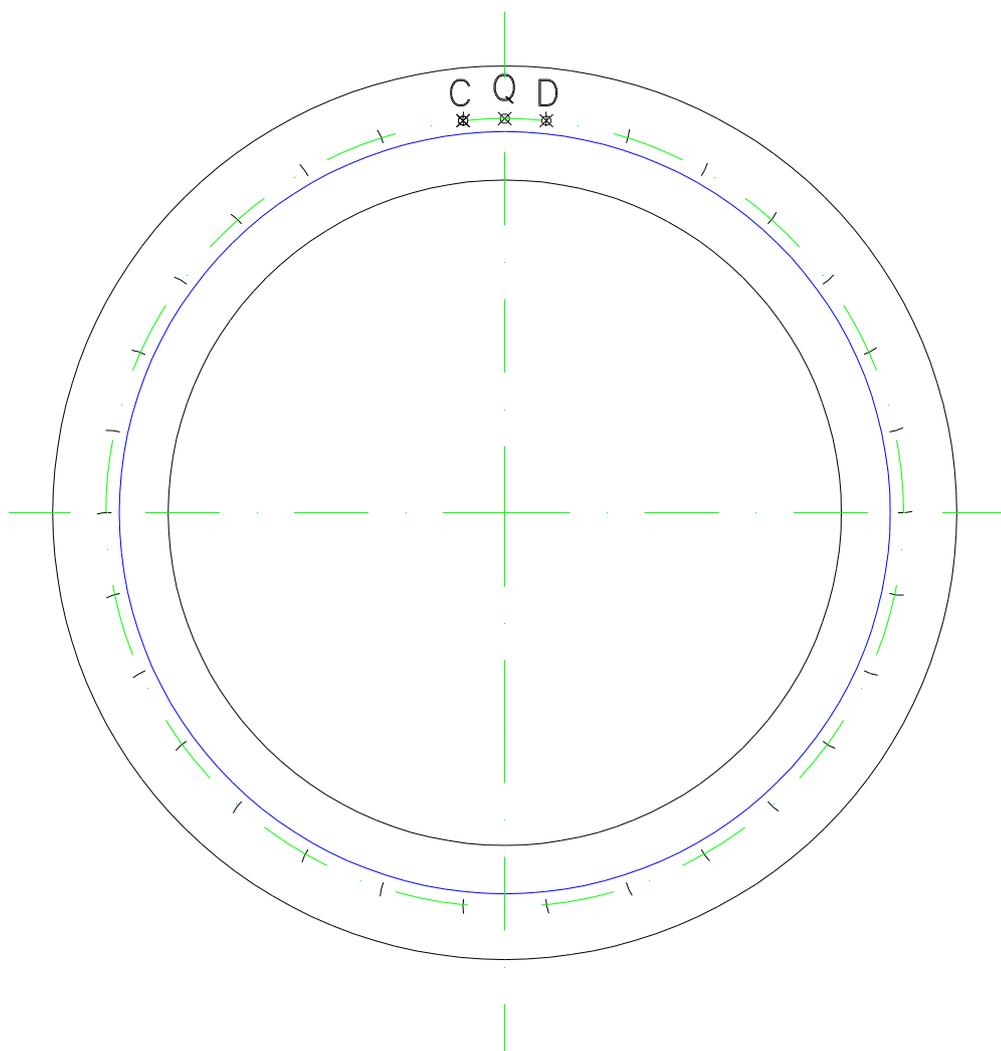
1ª etapa

- Desenhar as linhas de centro da engrenagem;
- calcular e traçar o diâmetro primitivo;
- calcular os diâmetros externo, interno e de base;
- traçar as linhas de construção dos diâmetros externo, interno e de base.



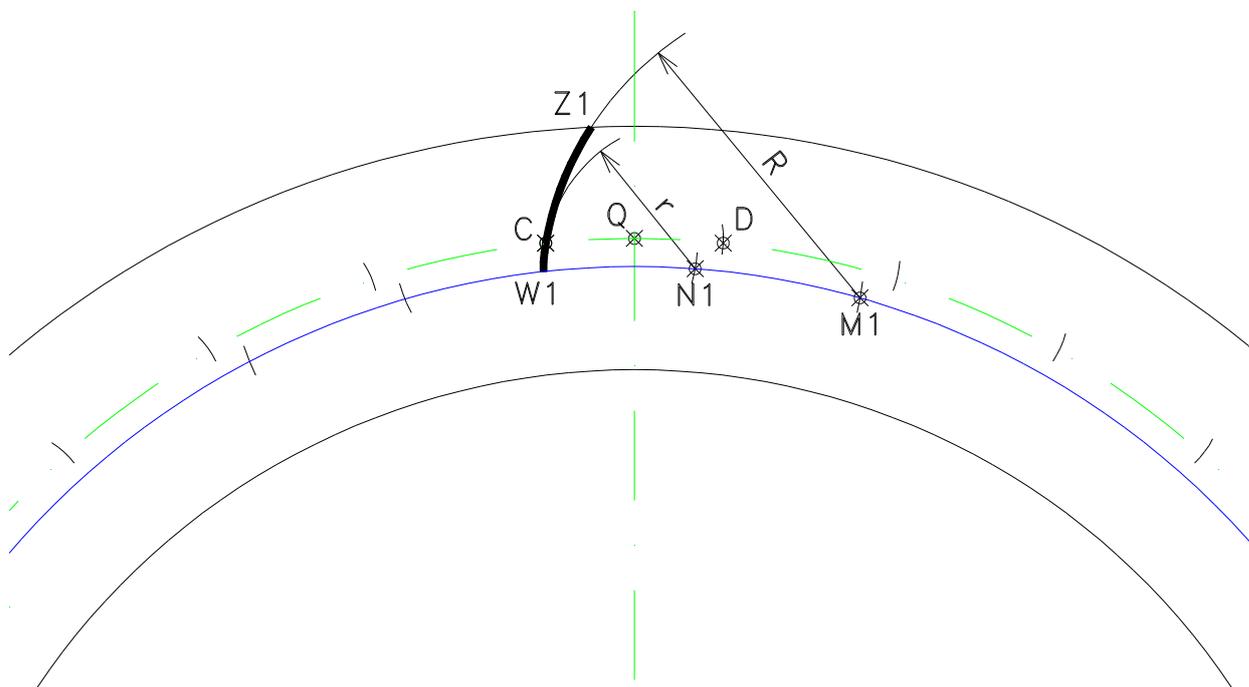
2ª etapa

- Na intersecção do diâmetro primitivo com a linha de centro vertical, marcar o ponto **Q**;
- calcular o vão do dente;
- tomar o compasso com abertura igual a metade do vão, centro em **Q** e marcar no diâmetro primitivo os pontos **C** e **D**;
- calcular o passo;
- tomar o compasso com abertura igual ao vão e marcar uma seqüência de pontos no diâmetro primitivo com centro inicial em **C** para os pontos à esquerda e **D** para os pontos à direita.



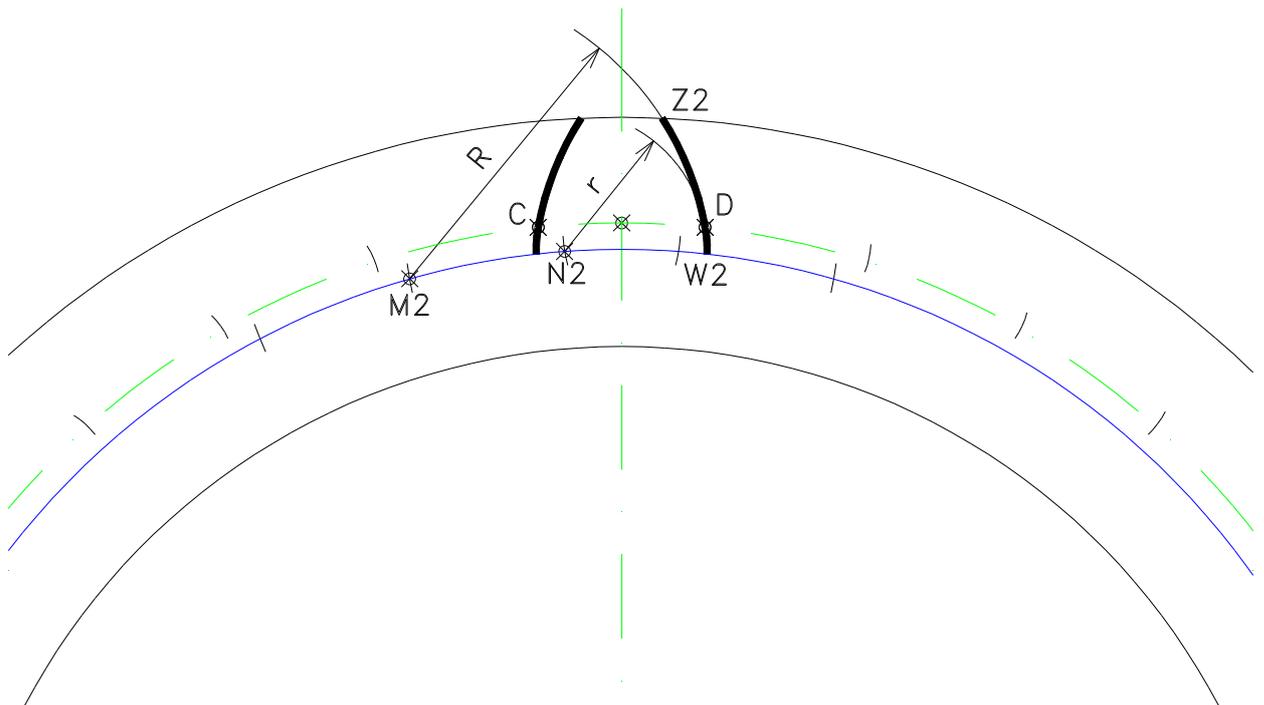
3ª etapa

- Com o auxílio do odontógrafo de Grant (tabela 9), calcular o raio da cabeça do dente (**R**) e o raio do pé do dente (**r**);
- tomar o compasso com abertura igual a **R**, centro em **C** e marcar o ponto **M1** no diâmetro de base;
- tomar o compasso com a mesma abertura, agora centro em **M1** e traçar o arco **CZ1**;
- tomar o compasso com abertura igual a **r**, centro em **C** e marcar o ponto **N1** no diâmetro de base;
- tomar o compasso com a mesma abertura, agora centro em **N1** e traçar o arco **CW1**.



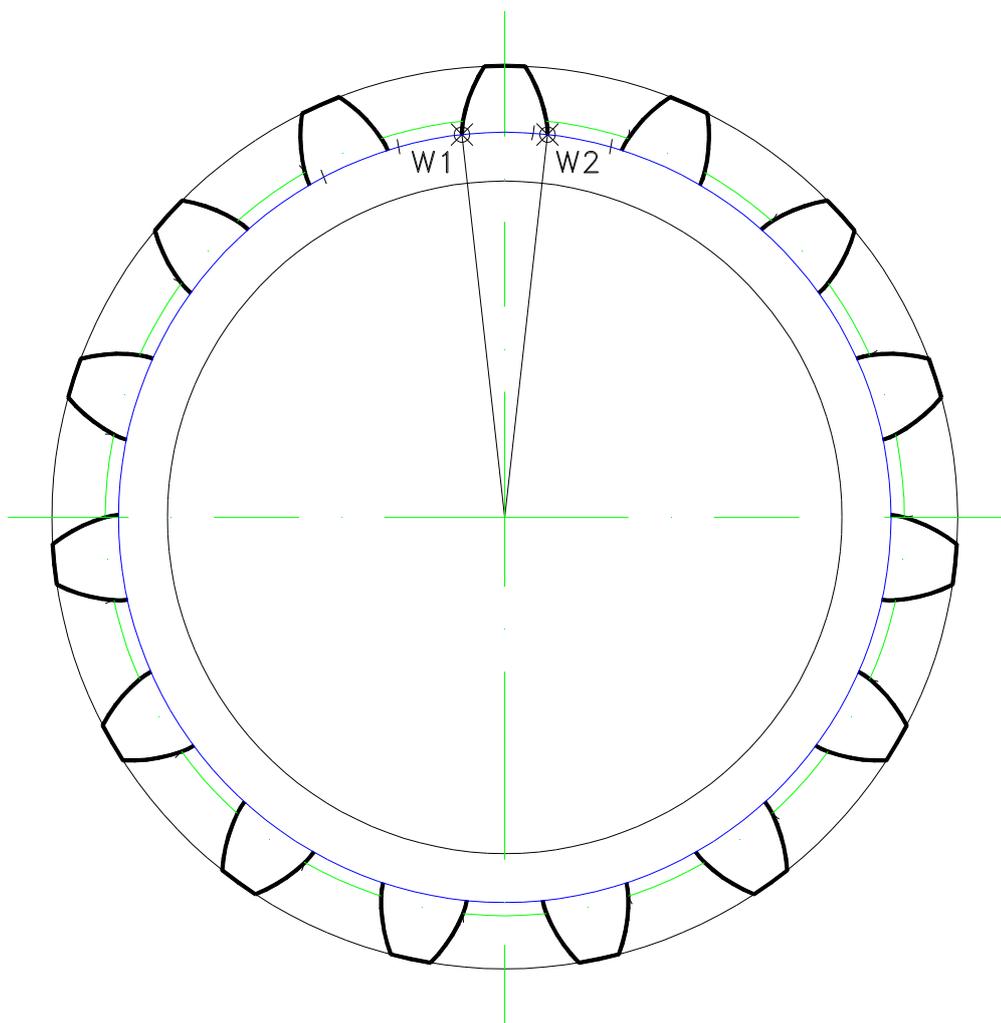
4ª etapa

- Tomar o compasso com abertura igual a **R**, centro em **D** e marcar o ponto **M2** no diâmetro de base;
- tomar o compasso com a mesma abertura, agora centro em **M2** e traçar o arco **DZ2**;
- tomar o compasso com abertura igual a **r**, centro em **D** e marcar o ponto **N2** no diâmetro de base;
- tomar o compasso com a mesma abertura, agora centro em **N2** e traçar o arco **DW2**.



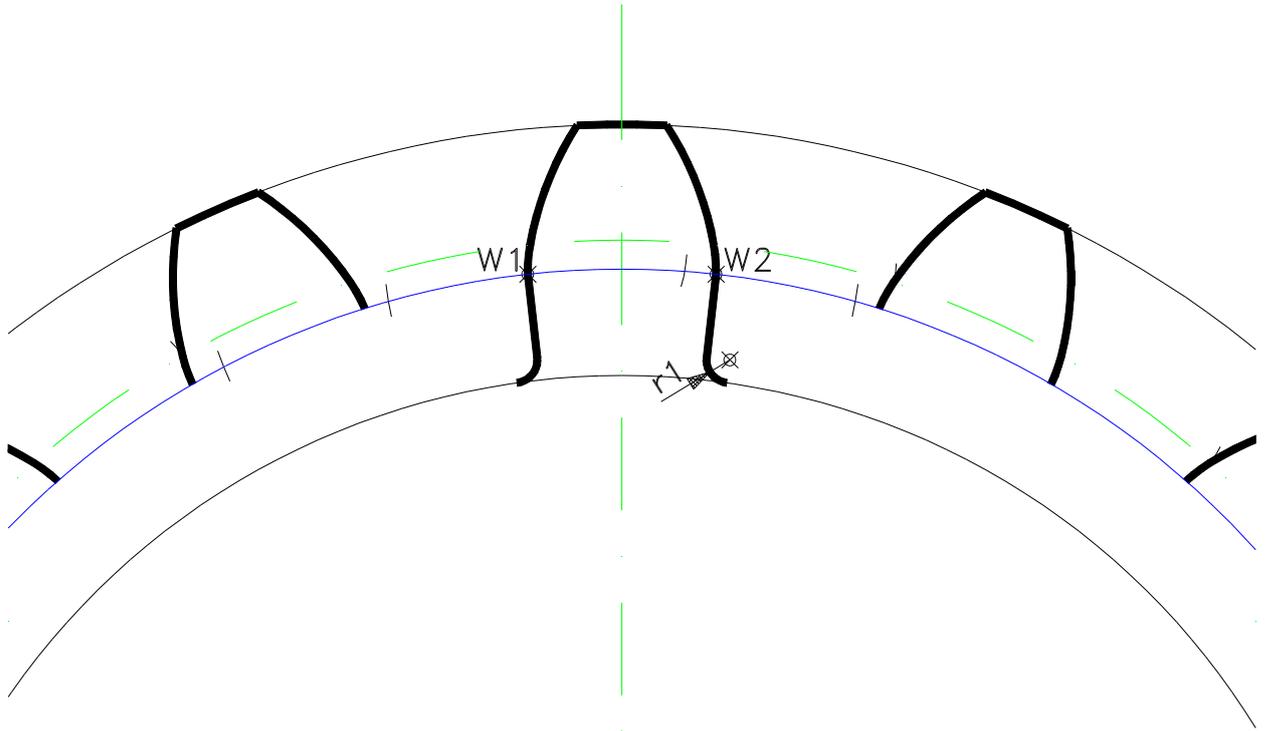
5ª etapa

- Traçar **retas radiais** a partir dos pontos **W1** e **W2** até interceptar a linha do diâmetro interno;
- repetir o procedimento para os outros dentes da engrenagem.



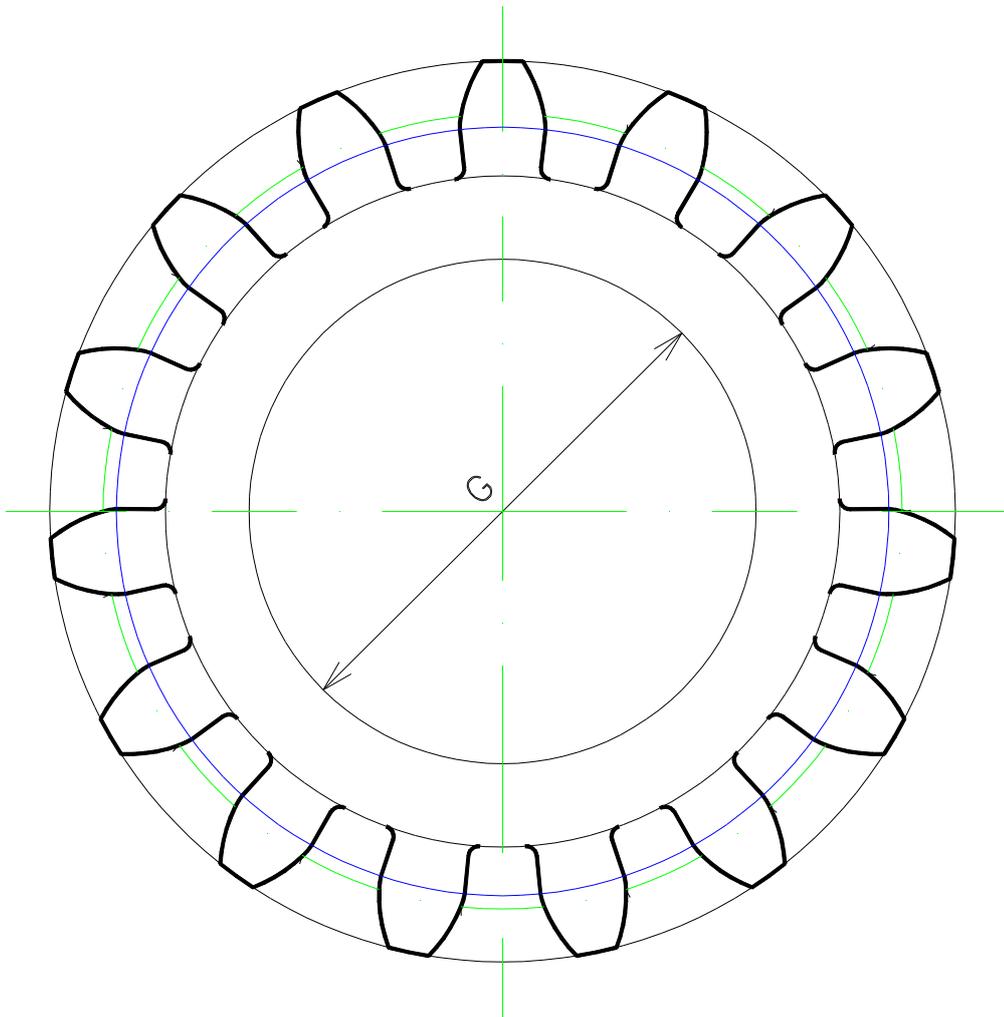
6ª etapa

- Calcular e traçar o raio da raiz (r_1).



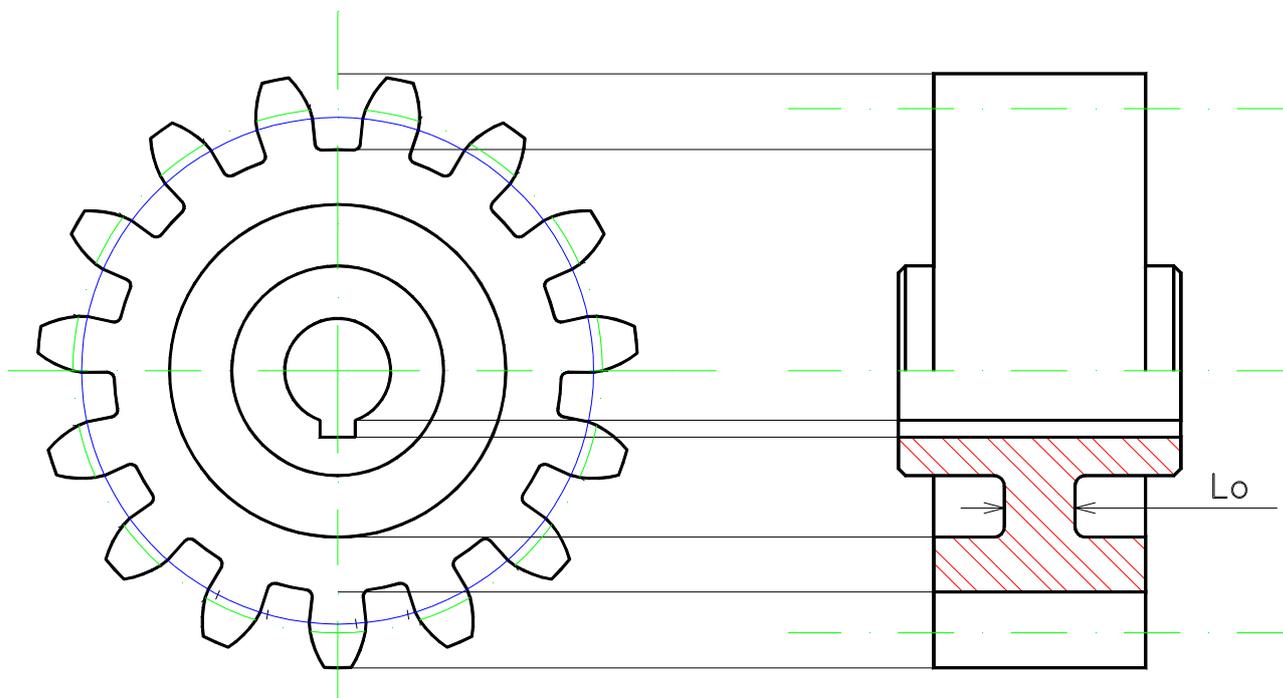
7ª etapa

- Calcular e traçar o diâmetro da coroa;
- definir com linhas largas, as arestas e contornos visíveis da engrenagem.

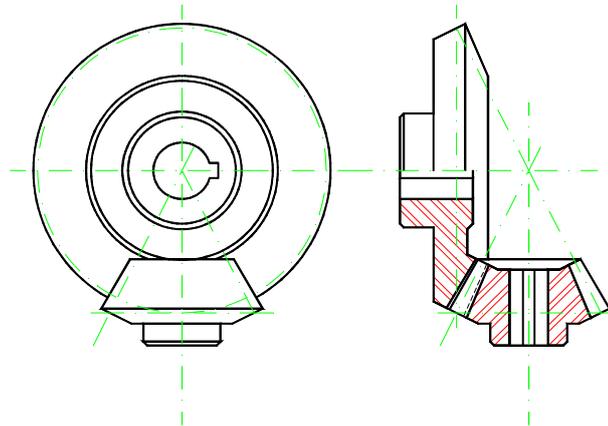


8ª etapa

- Dimensionar e desenhar o rasgo para a chave (tabela 6, 7 ou 8);
- calcular e desenhar: a largura da engrenagem, o diâmetro e a largura do cubo e a alma;
- desenhar a vista lateral da engrenagem com o auxílio das linhas de chamada e de acordo com os cálculos efetuados.



Engrenagens Cônicas a 90° sistema módulo



Procedimento para o traçado do projeto

O desenho deverá ser elaborado em **ESC 1:1** apresentando na **vista lateral, a coroa em meio corte e o pinhão em corte total.**

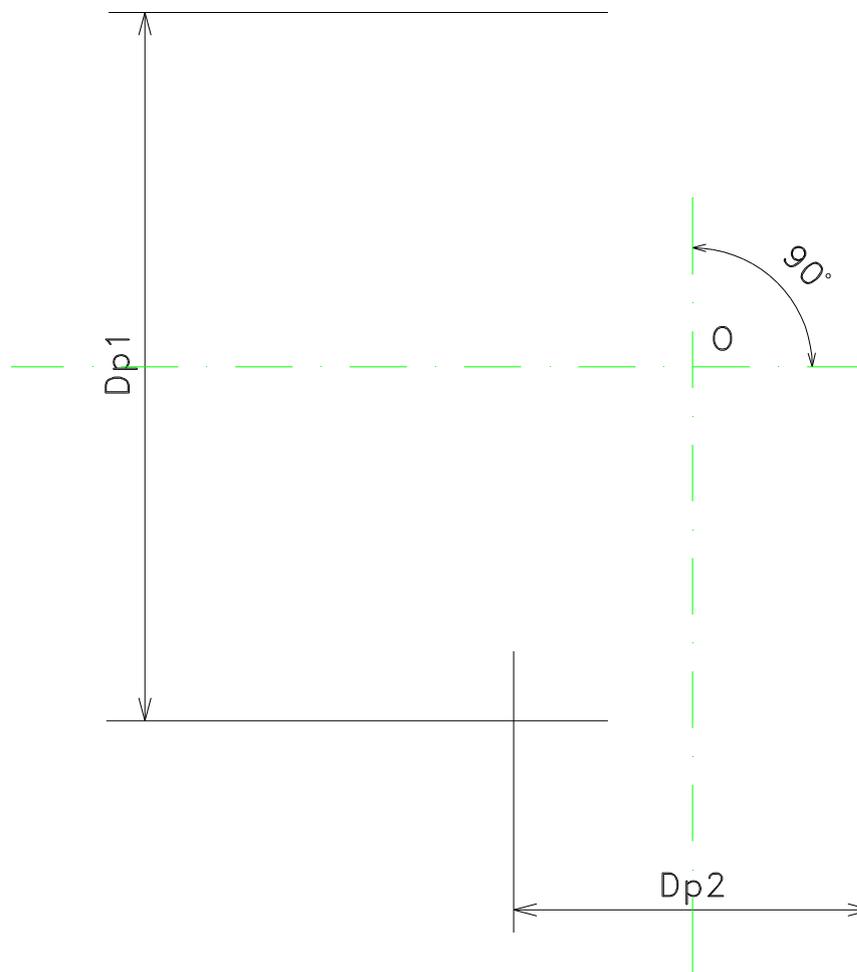
Dados:

Descrição	Coroa	Pinhão
furo	$F_1 = 30$	$F_2 = 15$
número de dentes	$Z_1 = 30$	$Z_2 = 15$
módulo	$m = 5$	
ângulo entre eixos	90°	
classe de rugosidade geral	N10	
classe de rugosidade do furo	N6	
classe de rugosidade dos flancos dos dentes	N7	

DESCRIÇÃO	FÓRMULAS	DESCRIÇÃO	FÓRMULAS
módulo	$m = \frac{D_e}{Z + 2}$	cabeça do dente	$s = m$
passo	$P = \pi \cdot m$	pé do dente	$t = 1,17 \cdot m$
diâmetro primitivo	$D_p = m \cdot Z$	altura do dente	$h = 2,17 \cdot m$
largura do dente	$L = 5 \text{ a } 12 \cdot m$	diâmetro do cubo	$K = 2 \cdot F$
coroa do dente	$G = P / 2$	largura do cubo	$l \geq L$

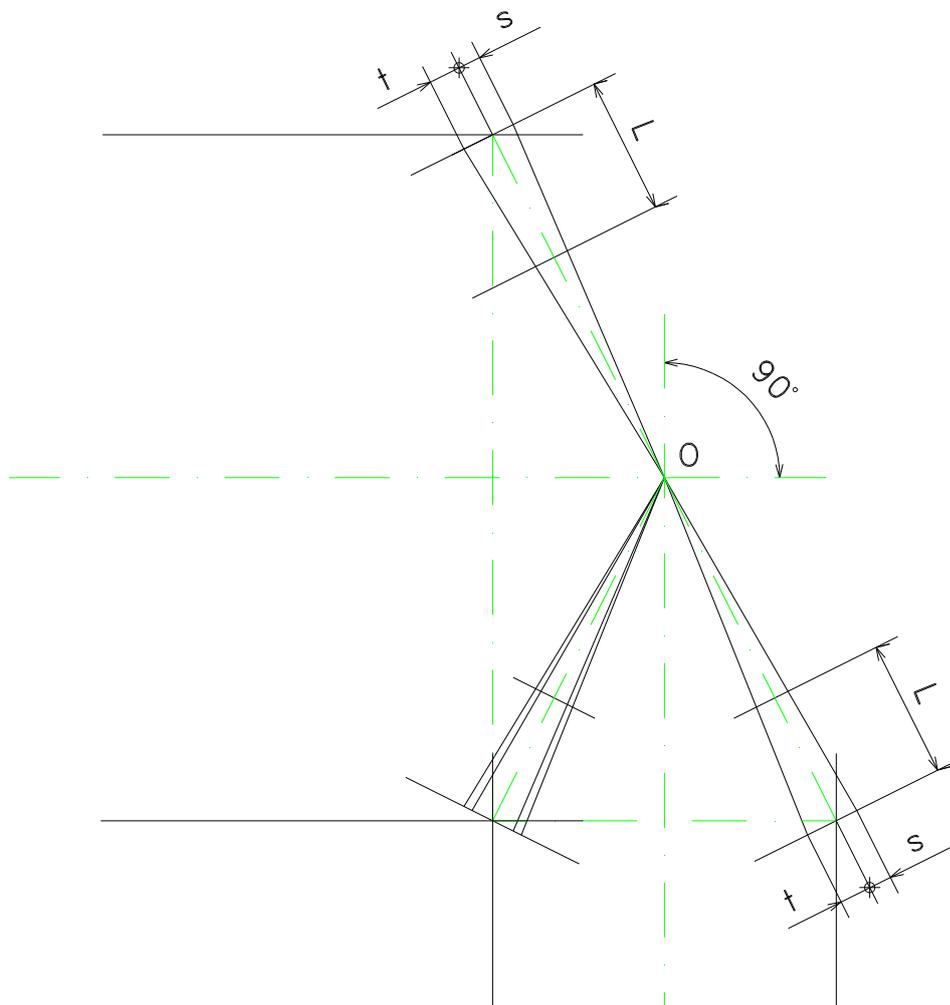
1ª etapa

- Traçar as linhas de centro da coroa e do pinhão;
- calcular os diâmetros primitivos da coroa e do pinhão;
- traçar as posições geométricas dos diâmetros primitivos da coroa e do pinhão.



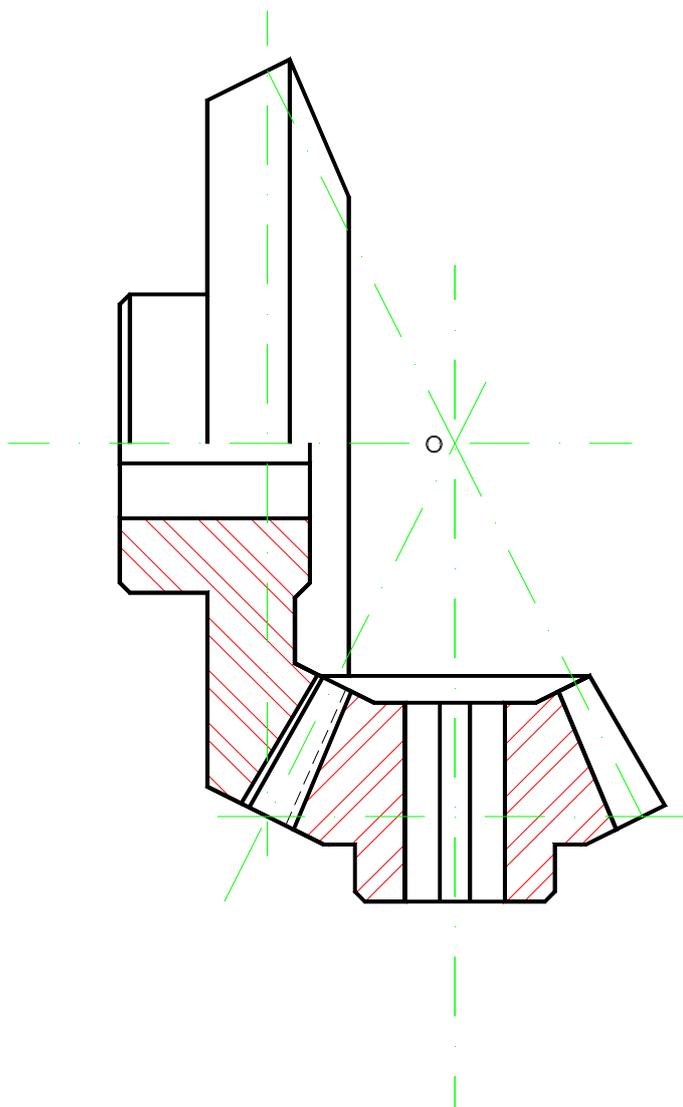
4ª etapa

- Calcular as dimensões da cabeça do dente e do pé do dente;
- marcar as posições geométricas da cabeça do dente e do pé do dente.



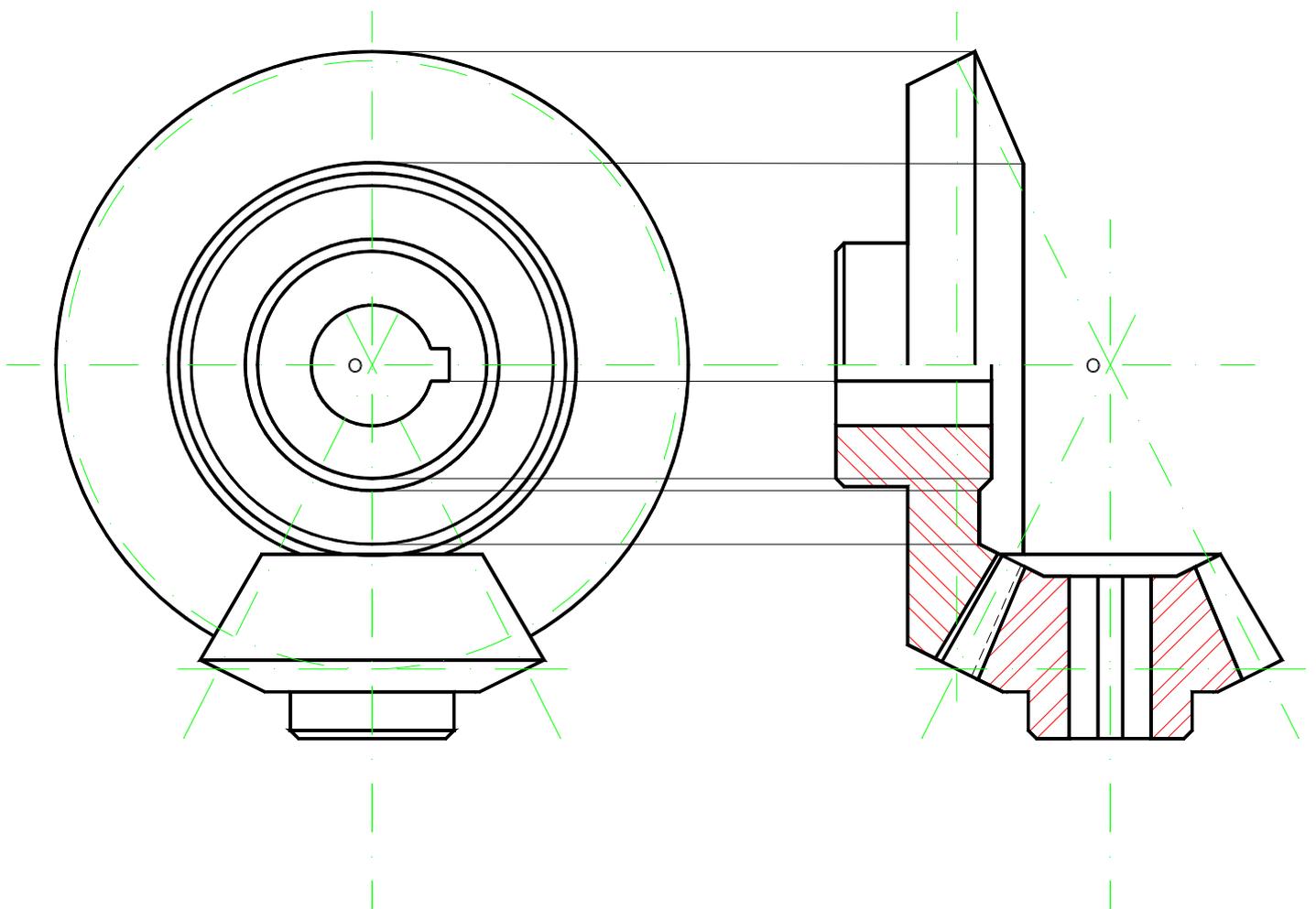
6ª etapa

- Calcular e desenhar o diâmetro do cubo;
- calcular e desenhar a largura do cubo;
- dimensionar e desenhar o rasgo para a chave (tabela 6, 7 ou 8);
- definir com linhas largas, as arestas e contornos visíveis da coroa e do pinhão.



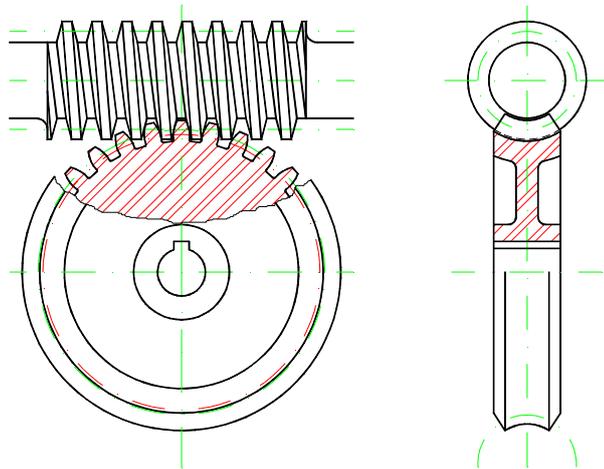
7ª etapa

- Desenhar a vista frontal da engrenagem com o auxílio das linhas de chamada e de acordo com os cálculos efetuados.



Engrenagem e Parafuso Sem-Fim

sistema módulo



Procedimento para o traçado do projeto

O desenho deverá ser elaborado em **ESC 3:1** apresentando **a engrenagem em meia-vista**.

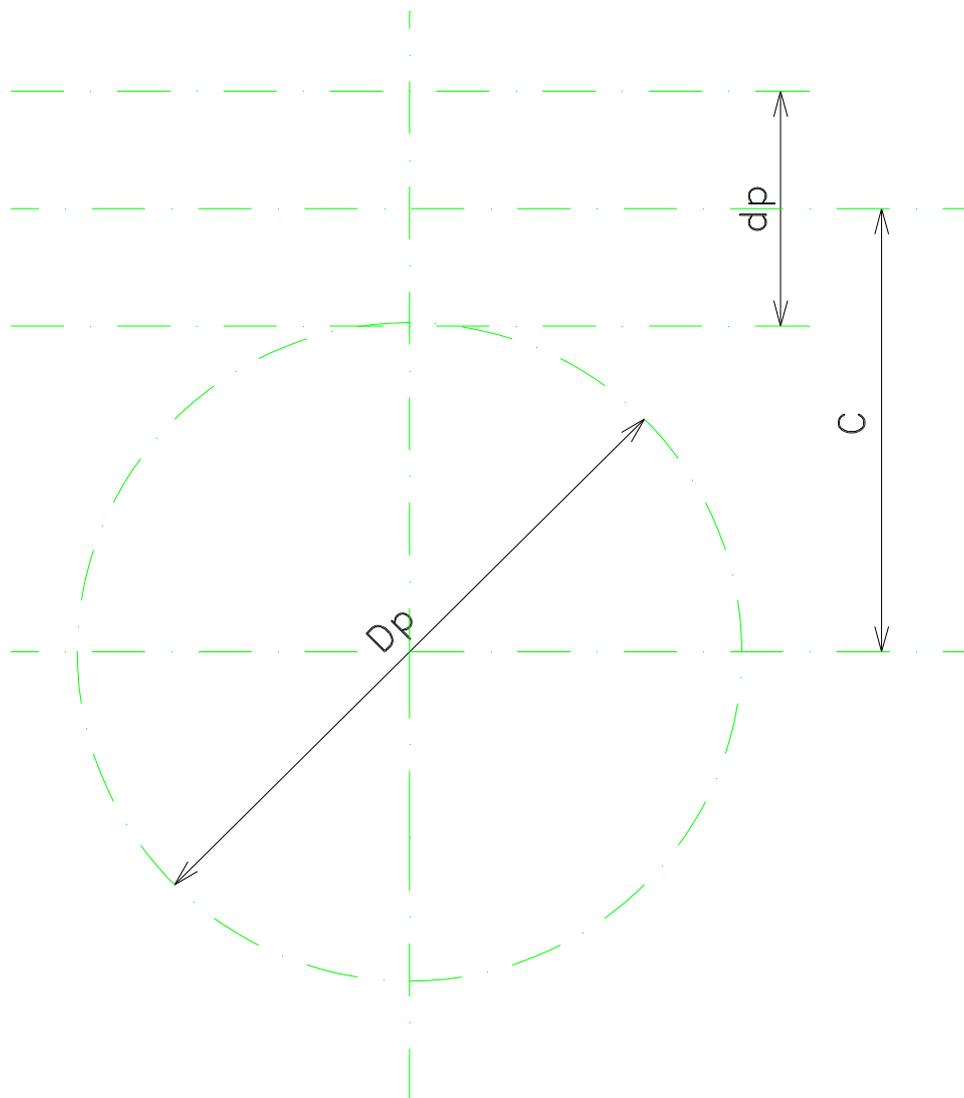
Dados:

Dados da Engrenagem	Dados do Parafuso
módulo; $m = 2,5$	diâmetro interno; $d_i = 20$
número de dentes; $Z = 25$	número de filetes; $z = 6$
classe de rugosidade geral; N10	classe de rugosidade geral; N10
classe de rugosidade dos flancos dos dentes; N7	classe de rugosidade dos flancos dos filetes; N7
diâmetro do furo; $F = 10$	perfil da hélice; trapezoidal
classe de rugosidade do furo; N6	sentido da hélice; direito
	número de entradas; 1

	FÓRMULAS	
DESCRIÇÃO	ENGRENAGEM	PARAFUSO
diâmetro primitivo	$D_p = m \cdot Z$	$dp = di + 2 (1,167.m)$
diâmetro externo	$D_e = m (Z + 2)$	$de = dp + 2.m$
diâmetro interno	$D_i = m (Z - 2,34)$	$di = dp - 2 (1,167.m)$
diâmetro de construção	$d = \frac{29 \cdot D_p}{30}$	
diâmetro da coroa	$G = D_i - P$	
largura da engrenagem	$L = 6 \text{ a } 8 \cdot m$	
alma	$L_o = L / 3$	
diâmetro do cubo	$K = 2 \cdot F$	
largura do cubo	$I \geq L$	
distância entre eixos	$C = \frac{D_p + dp}{2}$	
passo	$P = \pi \cdot m$	
espessura do dente e do filete	$e = P / 2$	
vão do dente e do filete	$v = P / 2$	
cabeça do dente e do filete	$s = m$	
pé do dente e do filete	$t = 1,17 \cdot m$	
altura do dente	$h = 2,17 \cdot m$	
raio da cabeça do dente	$R = A \cdot m$	
raio do pé do dente	$r = B \cdot m$	
raio da raiz	$r1 = 0,17 \cdot m$	

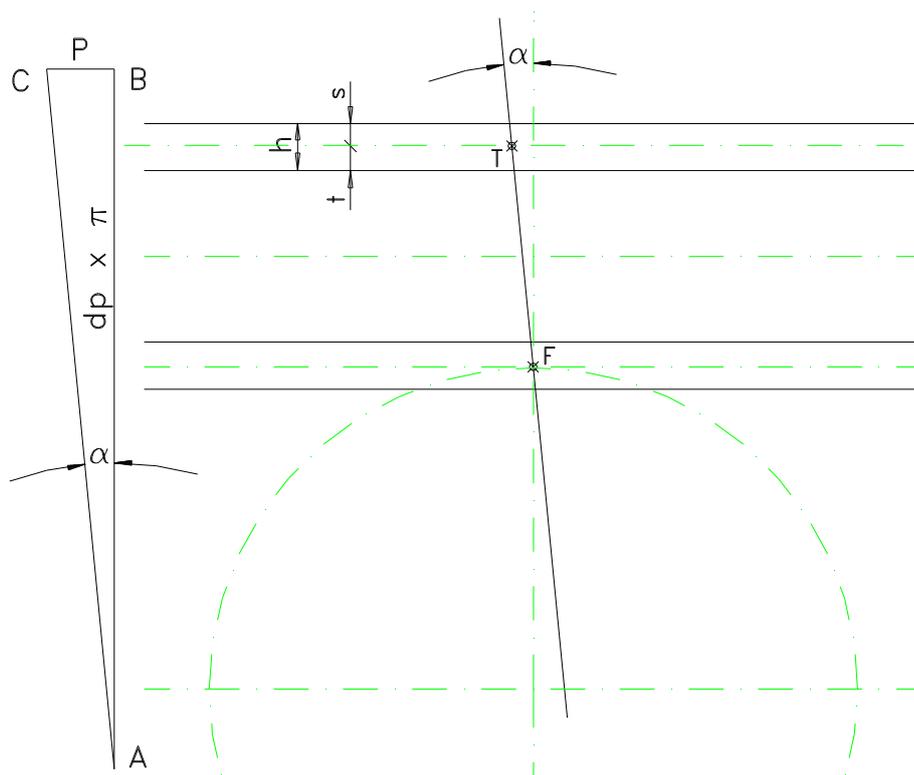
1ª etapa

- Calcular o diâmetro primitivo da engrenagem;
- calcular o diâmetro primitivo do parafuso;
- calcular a distância entre os eixos da engrenagem e do parafuso;
- traçar as linhas de centro da engrenagem e do parafuso.



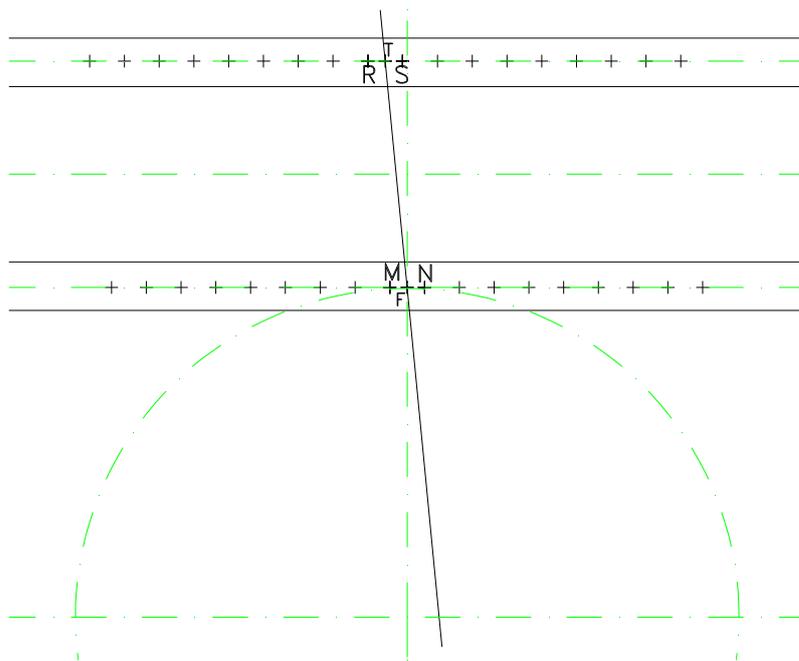
2ª etapa

- Traçar as linhas de construção dos diâmetros interno e externo do parafuso;
- calcular o passo;
- traçar, ao lado do desenho, o triângulo retângulo **ABC** que determina o ângulo de inclinação da hélice α : o cateto adjacente é uma linha vertical de comprimento **AB = $\pi \cdot dp$** ; e o cateto oposto, uma linha horizontal de comprimento **BC = P**;
- traçar uma reta com inclinação α em relação à vertical, que passe pelo ponto de intersecção dos diâmetros primitivos da coroa e do parafuso e marcar os pontos **F** e **T** onde esta reta interceptar o diâmetro primitivo do parafuso.



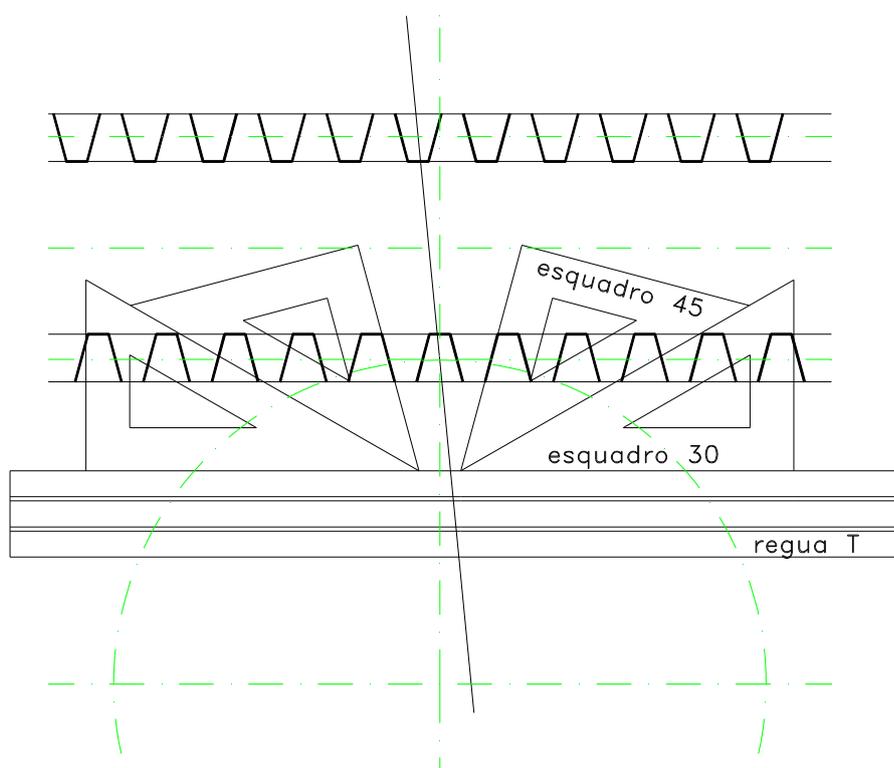
3ª etapa

- Calcular o vão e a espessura do dente da coroa;
- tomar o compasso com abertura igual a metade do vão, centro em **F** e marcar os pontos **M** e **N** no diâmetro primitivo do parafuso;
- tomar o compasso com a mesma abertura, agora centro em **T** e marcar os pontos **R** e **S** no diâmetro primitivo do parafuso;
- tomar o compasso com abertura igual ao vão e marcar uma seqüência de pontos no diâmetro primitivo do parafuso com centro inicial em **M** para os pontos à esquerda e **N** para os pontos à direita;
- repetir o procedimento, desta vez com centros iniciais em **R** e **S**.



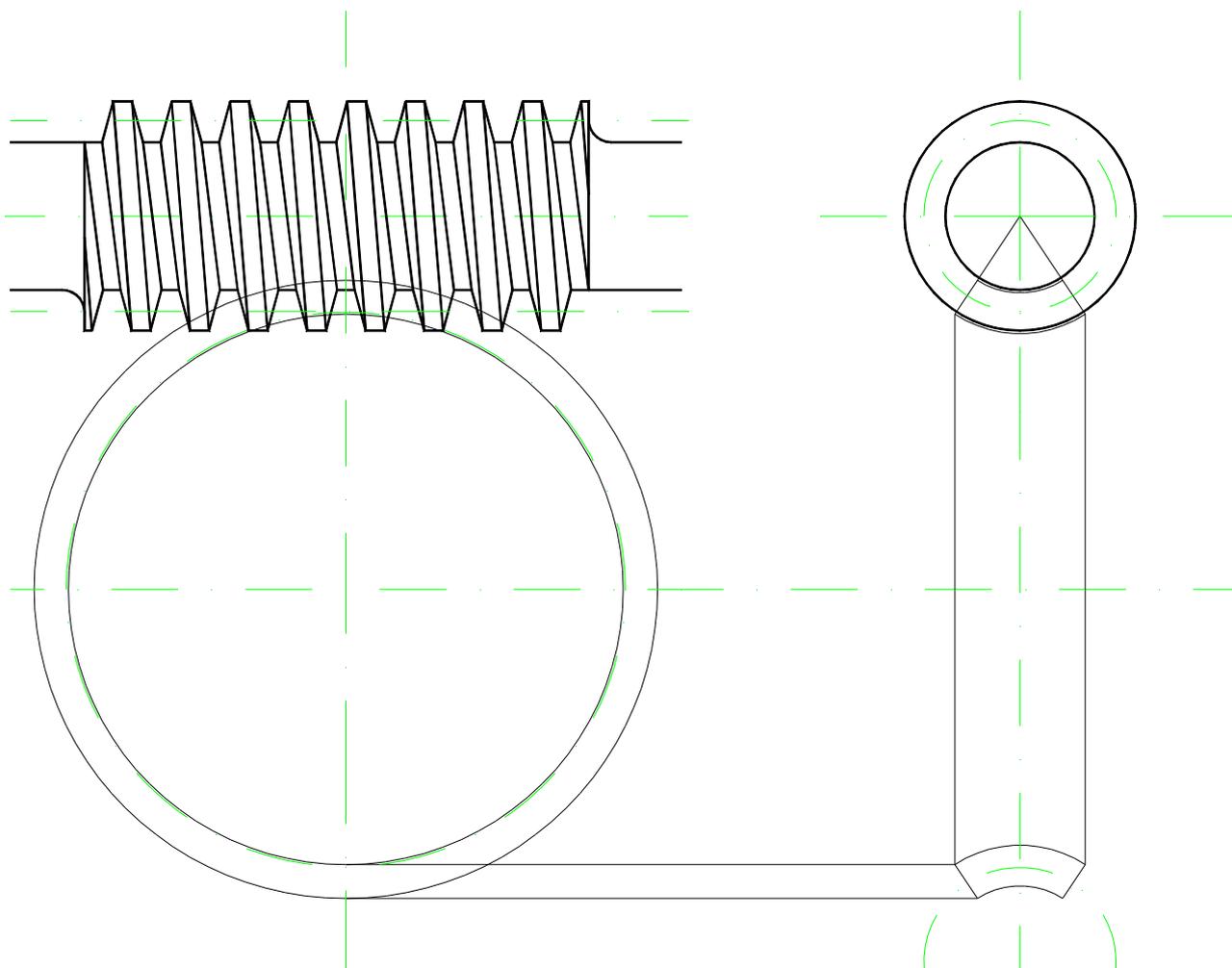
4ª etapa

- Com auxílio da **régua T** (ou régua paralela) e dos **esquadros de 30° e 45°**, traçar os flancos dos filetes do parafuso.



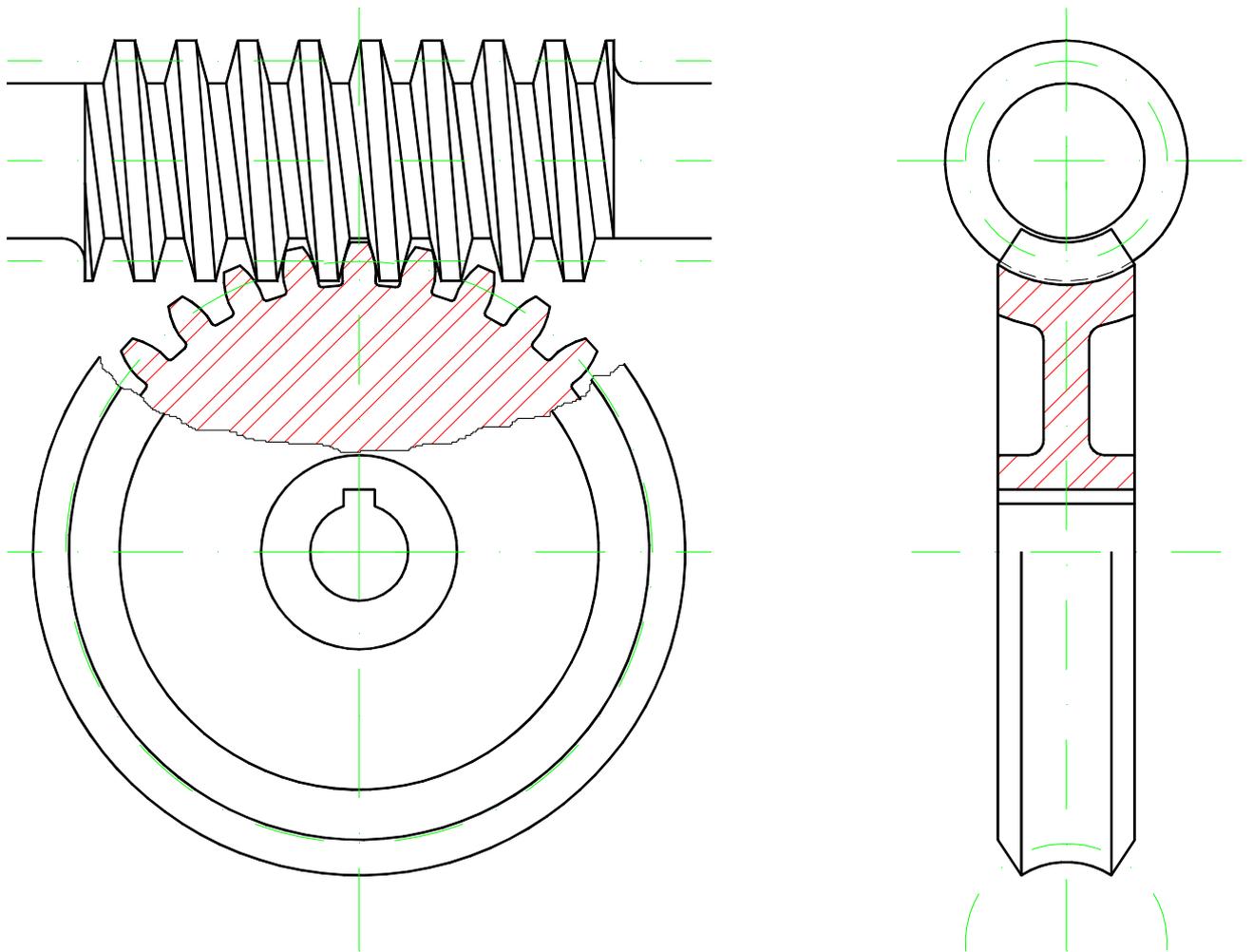
5ª etapa

- Desenhar a vista lateral do parafuso;
- definir com linhas largas as arestas visíveis do parafuso;
- traçar as linhas de construção das duas vistas da engrenagem.



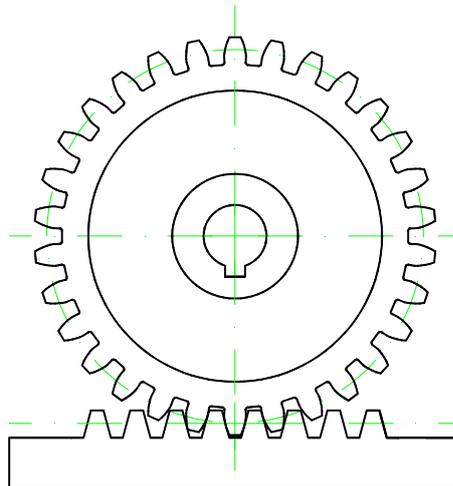
6ª etapa

- Fazer uma ruptura na vista frontal da engrenagem com o objetivo de mostrar o engrenamento e desenhar o perfil dos dentes com o auxílio do odontógrafo de Grant (tabela 9);
- dimensionar e desenhar o **furo F** e o **cubo K**;
- dimensionar e desenhar o **rasgo para a chaveta** (tabela 6, 7 ou 8);
- definir as linhas visíveis da engrenagem.



Engrenagem e Cremalheira

sistema módulo



Procedimento para o traçado do projeto

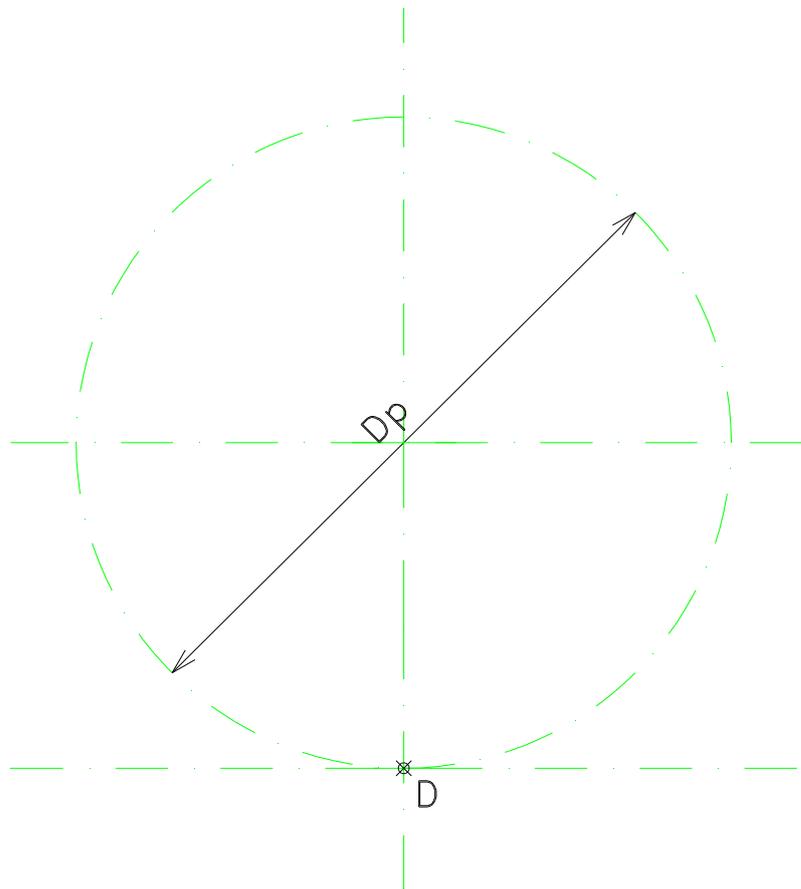
O desenho deverá ser elaborado em **ESC 2:1** apresentando **o conjunto em uma única vista**. Dados:

Dados da Engrenagem	Dados da Cremalheira
módulo; $m = 2,5$	
número de dentes; $Z = 30$	número de dentes; $z = 8$
classe de rugosidade geral; N12	classe de rugosidade geral; N11
classe de rugosidade dos flancos dos dentes; N8	classe de rugosidade dos flancos dos dentes; N8
diâmetro do furo; $F = 14$	perfil do dente; trapezoidal
classe de rugosidade do furo; N5	altura da base; $H = 15$

	FÓRMULAS	
DESCRIÇÃO	ENGRENAGEM	CREMALHEIRA
diâmetro primitivo	$D_p = m \cdot Z$	
diâmetro externo	$D_e = m (Z + 2)$	
diâmetro interno	$D_i = m (Z - 2,34)$	
diâmetro de construção	$d = \frac{29 \cdot D_p}{30}$	
diâmetro da coroa	$G = D_i - P$	
largura da engrenagem	$L = 6 \text{ a } 8 \cdot m$	
alma	$L_o = L / 3$	
diâmetro do cubo	$K = 2 \cdot F$	
largura do cubo	$l \geq L$	
passo	$P = \pi \cdot m$	
espessura do dente	$e = P / 2$	
vão do dente	$v = P / 2$	
cabeça do dente	$s = m$	
pé do dente	$t = 1,17 \cdot m$	
altura do dente	$h = 2,17 \cdot m$	
raio da cabeça do dente	$R = A \cdot m$	
raio do pé do dente	$r = B \cdot m$	
raio da raiz	$r_1 = 0,17 \cdot m$	

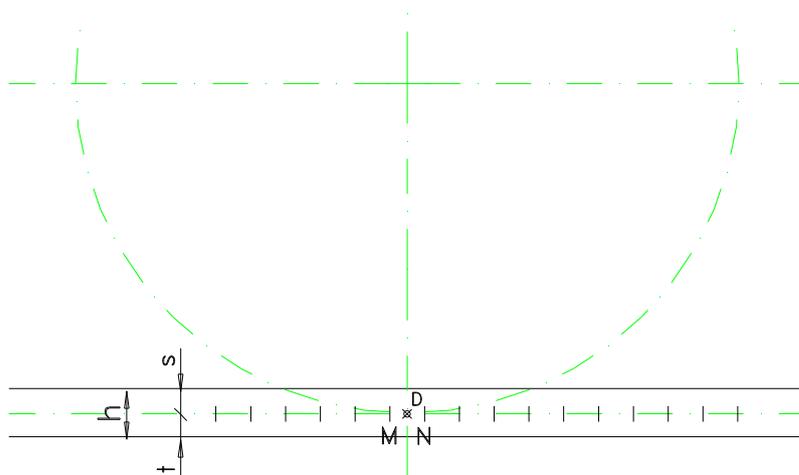
1ª etapa

- Calcular o diâmetro primitivo da engrenagem;
- traçar a linha de centro da engrenagem;
- traçar a linha do plano primitivo da cremalheira passando pelo ponto **D**.



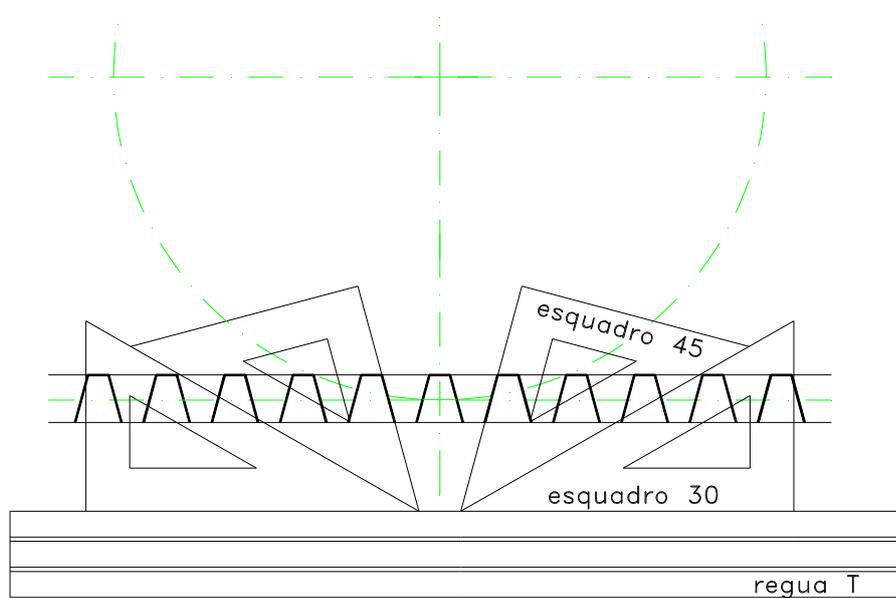
2ª etapa

- Traçar as linhas de construção dos dentes da cremalheira;
- calcular o passo;
- calcular o vão e a espessura dos dentes da engrenagem e da cremalheira;
- tomar o compasso com abertura igual a metade do vão, centro em **D** e marcar os pontos **M** e **N** no plano primitivo da cremalheira;
- tomar o compasso com abertura igual ao vão e marcar uma seqüência de pontos no plano primitivo da cremalheira com centro inicial em **M**, para os pontos à esquerda e **N**, para os pontos à direita.



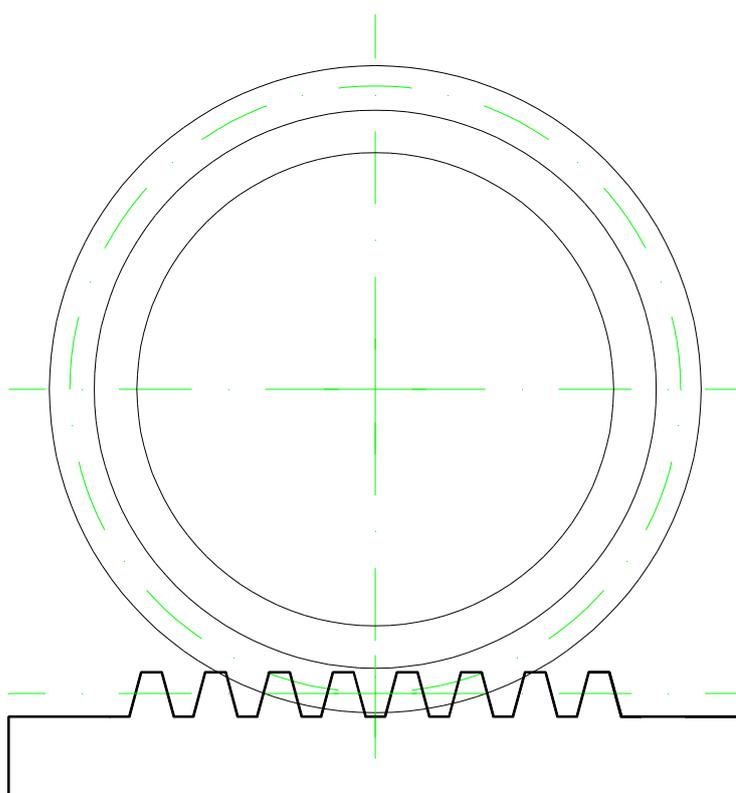
3ª etapa

- Com auxílio da **régua T** (ou régua paralela) e dos **esquadros de 30° e 45°**, traçar os flancos dos dentes da cremalheira.



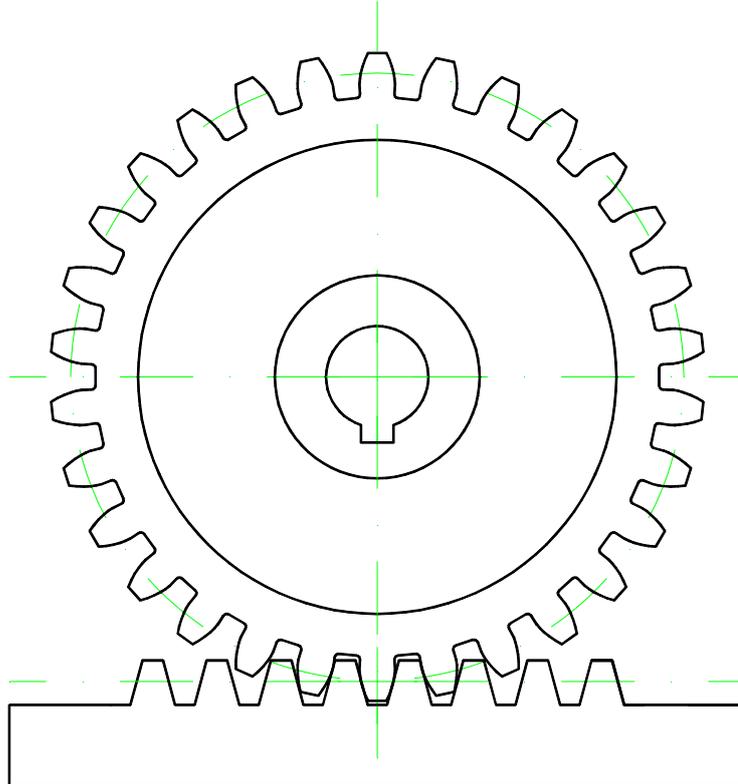
4ª etapa

- Definir, com linhas largas, as arestas visíveis da cremalheira;
- traçar as linhas de construção da engrenagem.



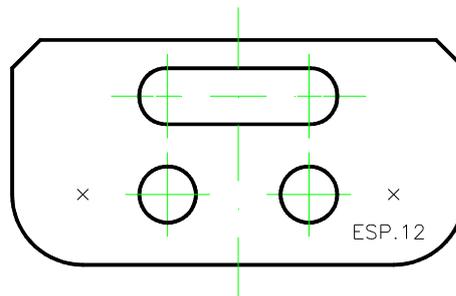
5ª etapa

- Dimensionar e desenhar o **furo F**, o **cubo K** e o **rasgo para a chave**.

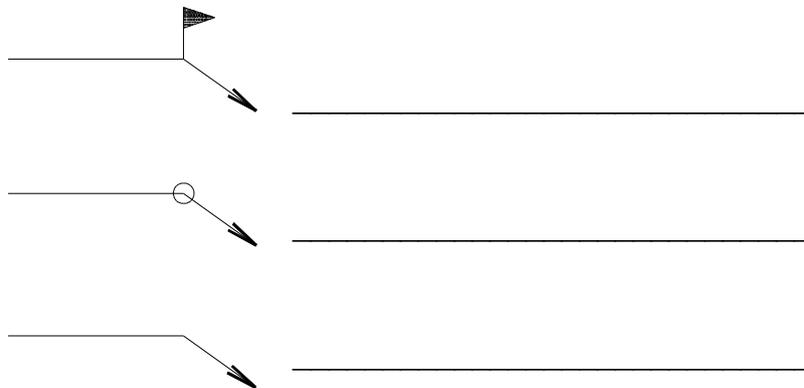


Exercícios Fundamentais

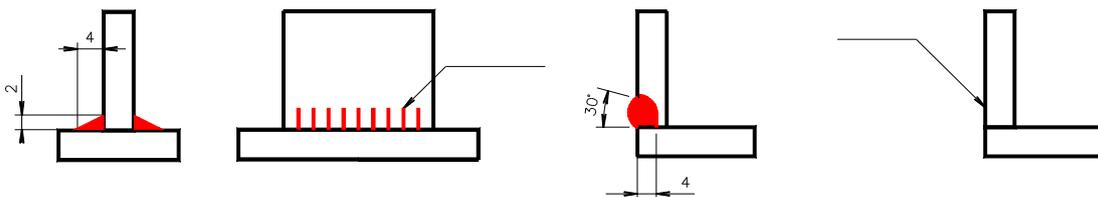
Exercício 1. Faça a cotação do desenho abaixo de acordo com a norma técnica sabendo que ele foi elaborado em **escala 1:3**.



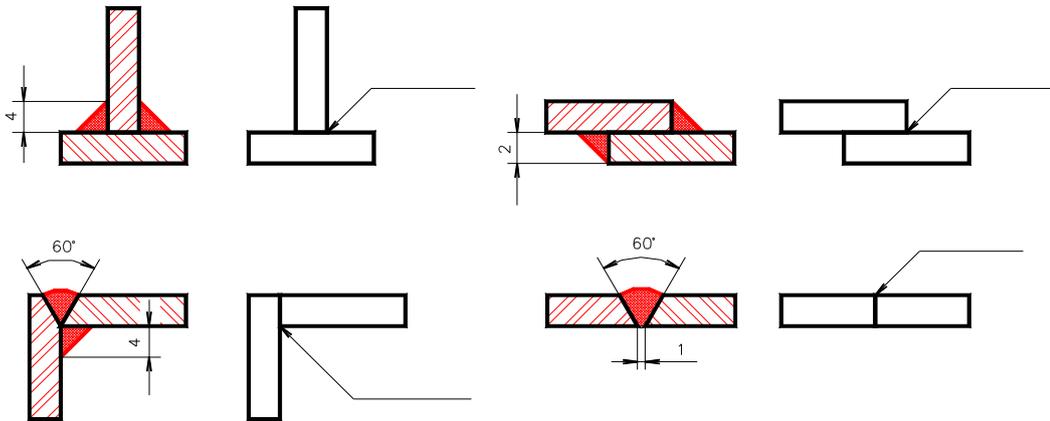
Exercício 2. Coloque os significados das seta indicativas de solda.



Exercício 3. Coloque os símbolos de soldas das juntas soldadas.

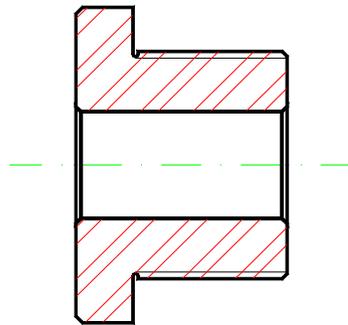


Exercício 4. Coloque os símbolos de soldas das juntas soldadas.



Exercício 5. Coloque os sinais de acabamento superficial sabendo que:

- a. a peça é a componente número 2 de um conjunto mecânico;
- b. a classe de rugosidade do furo é N8;
- c. a classe de rugosidade geral é N10;
- d. o diâmetro externo maior é retificado;
- e. as usinagens são permitidas.



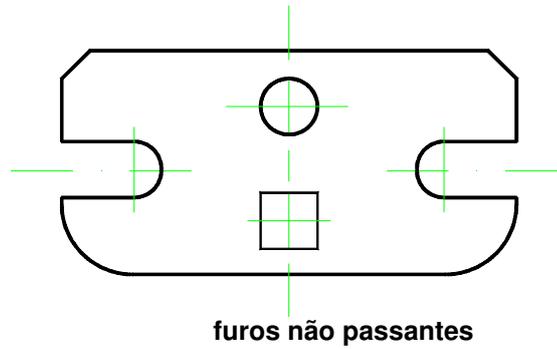
Exercício 6. Indicar os sinais de acabamento superficiais na peça abaixo.

- Rugosidade geral; não permitida
- Rugosidade do diâmetro maior = N10 (usinagem permitida)
- Rugosidade do diâmetro menor = N8 (usinagem exigida)
- Rugosidade do diâmetro intermediário = N6 (usinagem exigida)

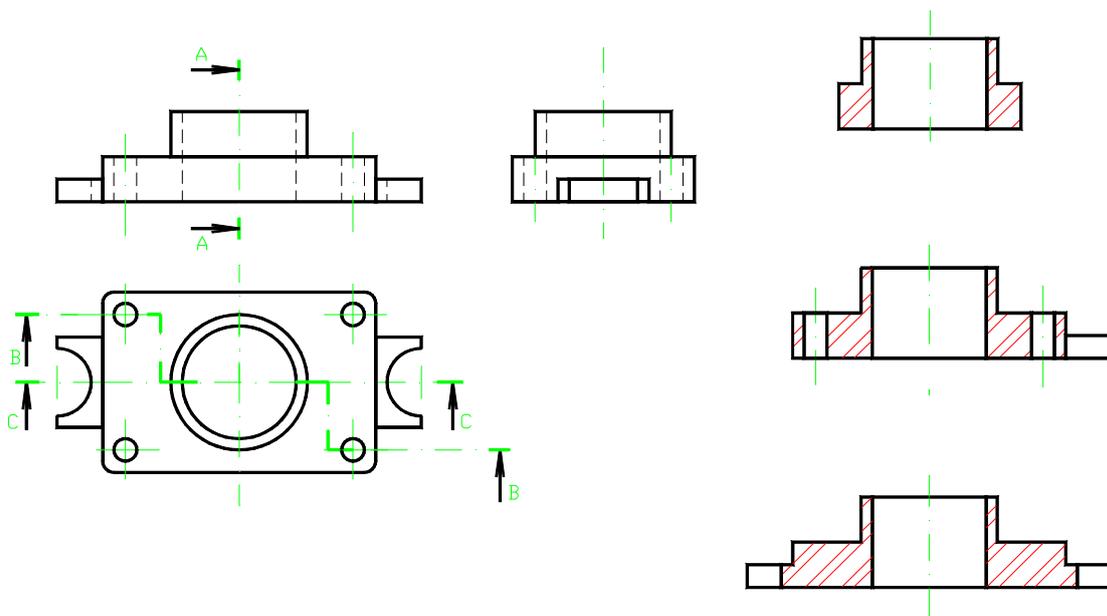


Exercício 7. Desenhe os seguintes cortes:

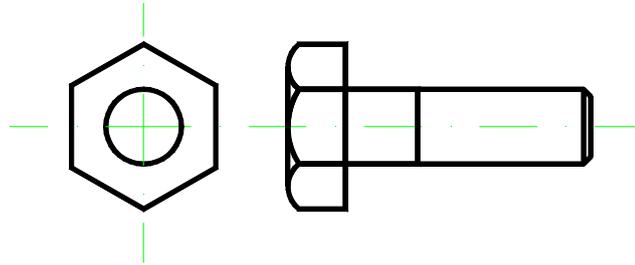
- a) CORTE AA que visualiza os dois rasgos e o furo redondo;
- b) CORTE BB que visualiza os dois rasgos e o furo quadrado;
- c) CORTE CC que visualiza os furos redondo e quadrado;
- d) CORTE DD que visualiza todos os elementos.



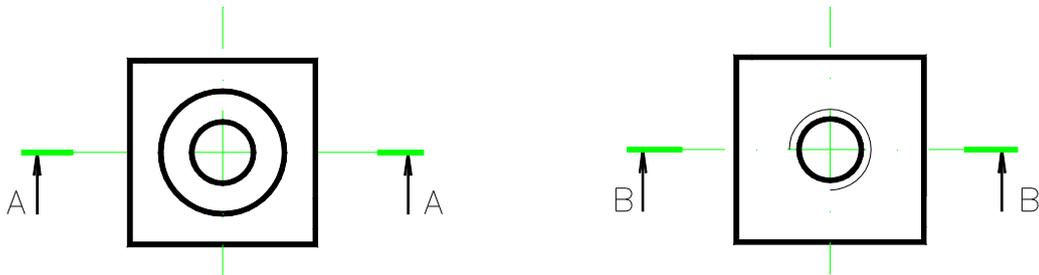
Exercício 8. As vistas abaixo apresentam as linhas de corte AA, BB e CC. Pede-se colocar os nomes dos respectivos cortes posicionados à direita das vistas.



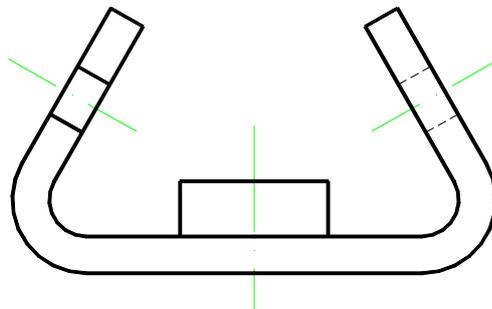
Exercício 9. Complete o desenho do parafuso.



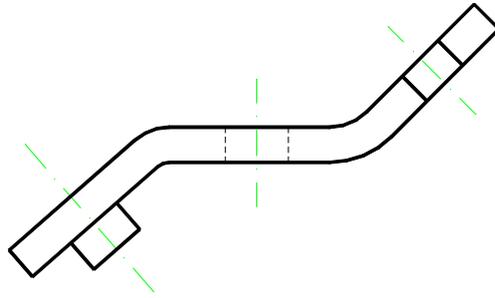
Exercício 10. Dada duas vistas frontais em que aparecem respectivamente um furo com rebaixo e um furo roscado, desenhe as vistas superiores e os cortes de acordo com as linhas de corte AA e BB.



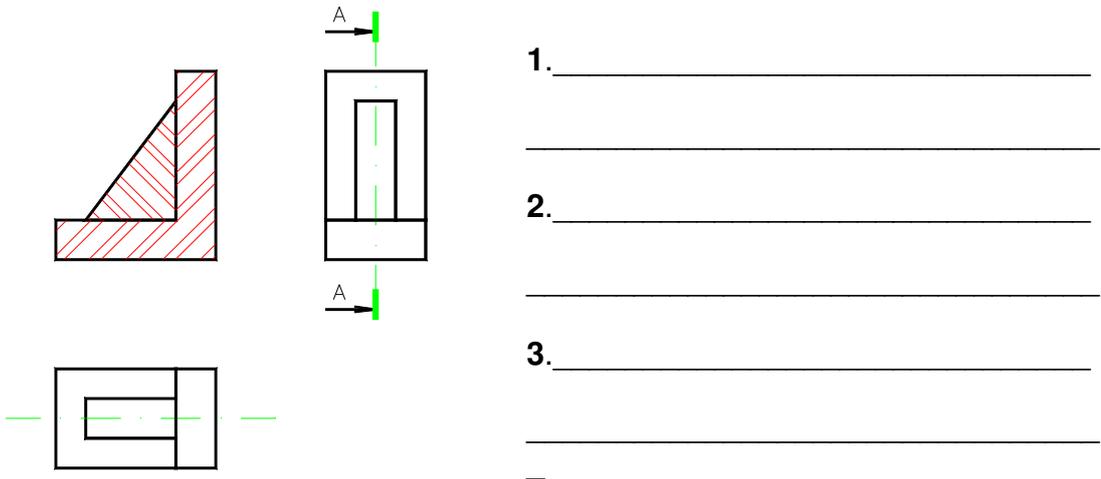
Exercício 11. Faça um corte parcial na vista frontal, desenhe a vista superior e duas vistas auxiliares.



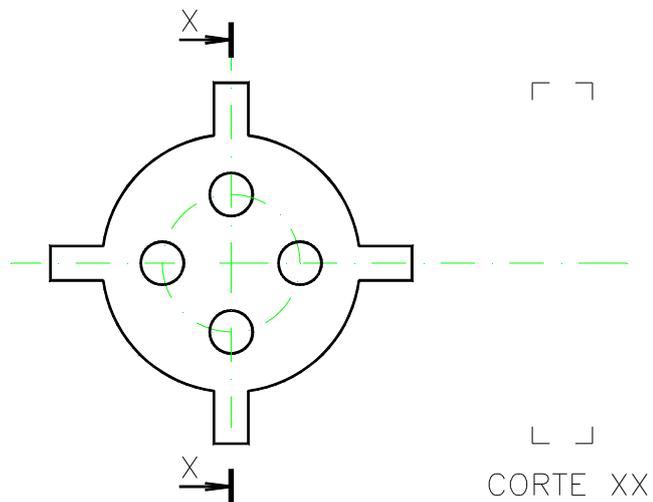
Exercício 12. Faça um corte parcial na vista frontal, desenhe a vista superior e duas vistas auxiliares.



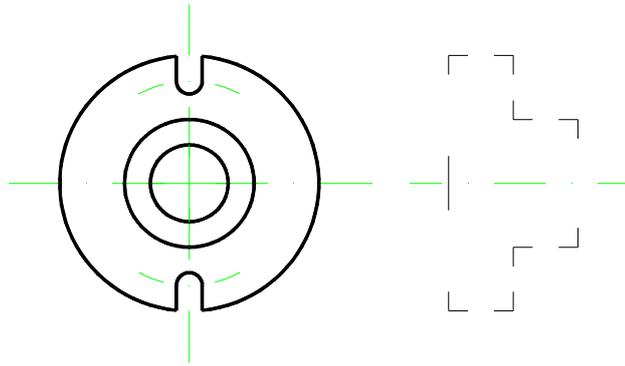
Exercício 13. Descubra os três erros existentes no desenho abaixo:



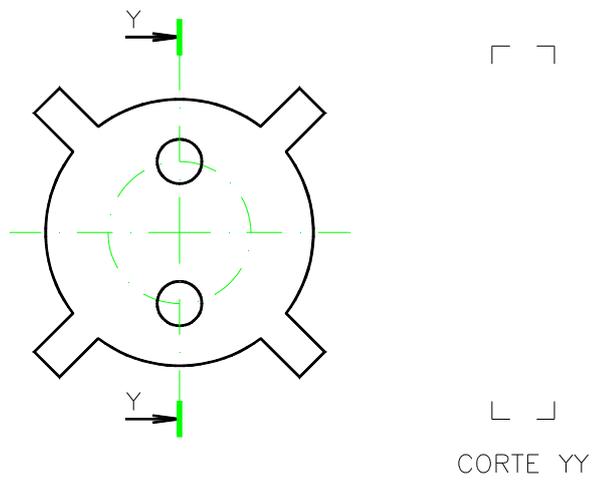
Exercício 14. Desenhe o Corte XX.



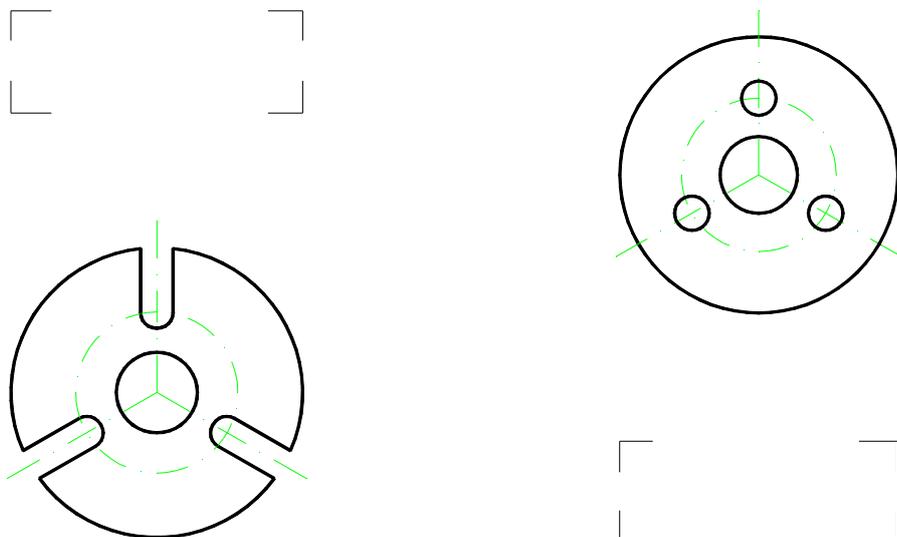
Exercício 15. Desenhe a vista lateral em meio-corte.



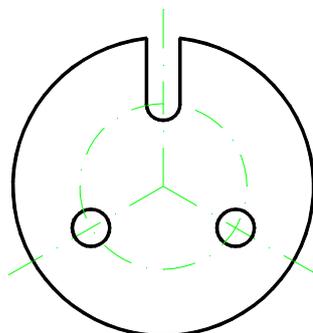
Exercício 16. Desenhe o Corte YY.



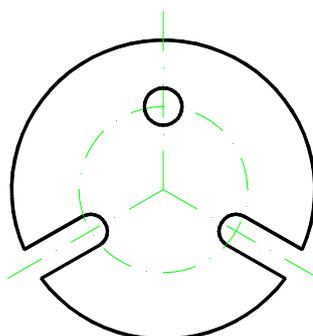
Exercício 17. Desenhe um corte rebatido para cada peça.



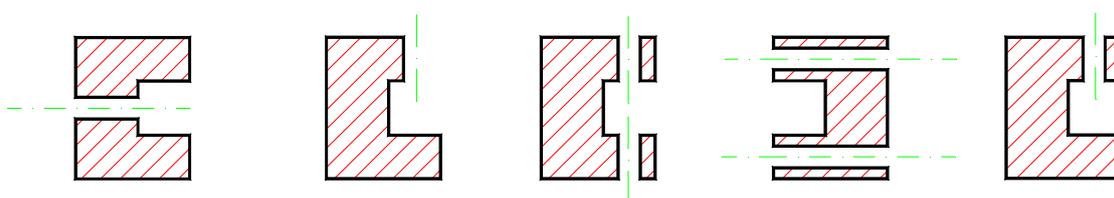
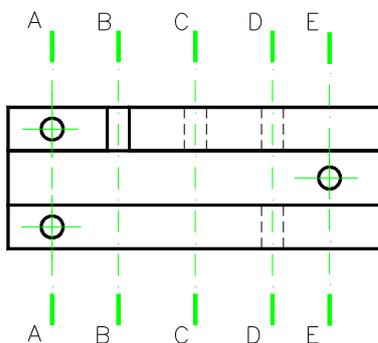
Exercício 18. Desenhe um corte rebatido de forma que sejam visualizados um furo e o rasgo.



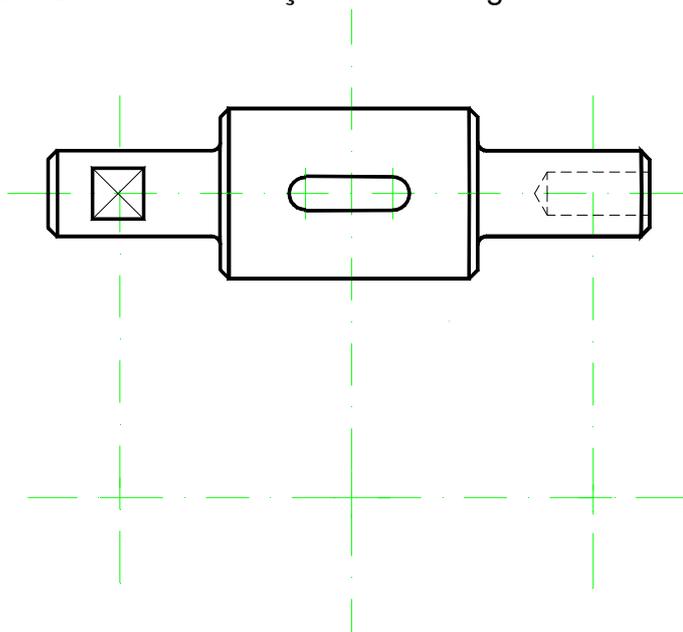
Exercício 19. Desenhe um corte rebatido de forma que sejam visualizados um rasgo e o furo.



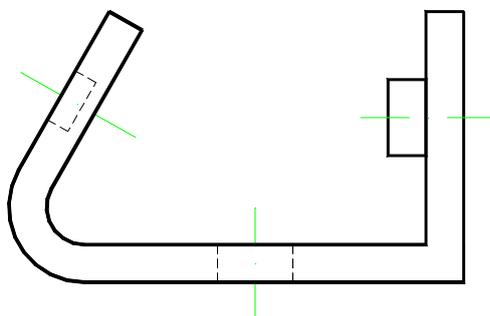
Exercício 20. Coloque os sentidos de observações e os nomes das respectivas secções.



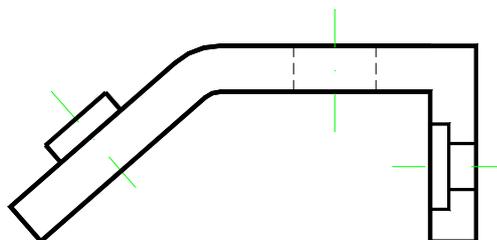
Exercício 21. Desenhe as secções do eixo ligadas à linha de centro.



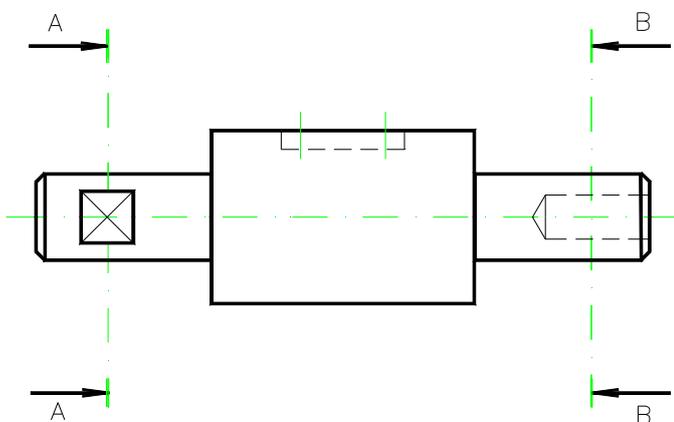
Exercício 22. Desenhe a vista superior e duas vistas especiais.



Exercício 23. Desenhe a vista superior e duas vistas especiais.

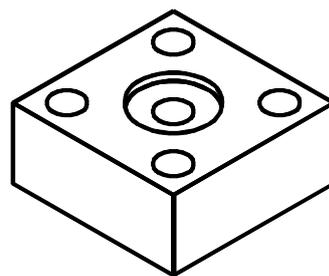
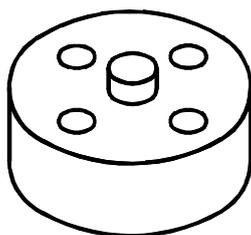
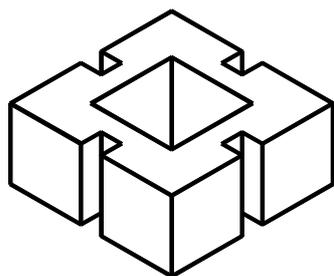


Exercício 24. Desenhe as secções AA e BB próximas à vista do eixo e uma vista localizada do rasgo para chaveta.



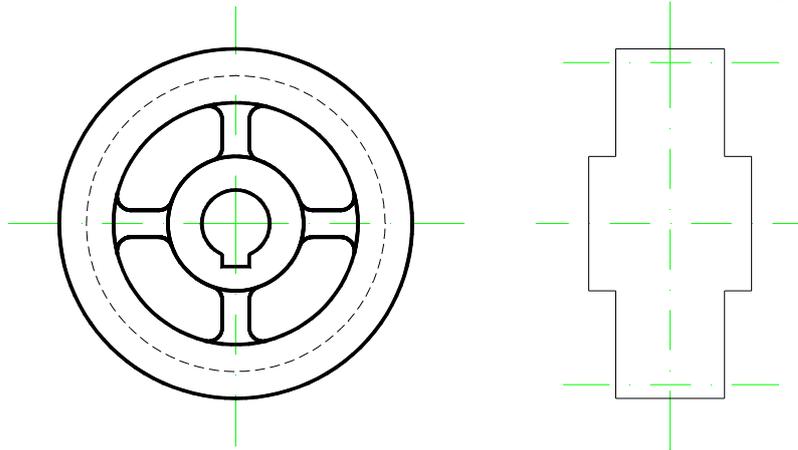
Exercício 25. Desenhe:

- vista frontal e meia-vista superior das peças 1;
- vista frontal em corte e meia-vista superior das peças 2;
- vista frontal em meio-corte e meia-vista superior das peças 3;
- meia vista frontal e um quarto de vista superior da peça 1;
- meia vista frontal em corte e um quarto de vista superior da peça 3.

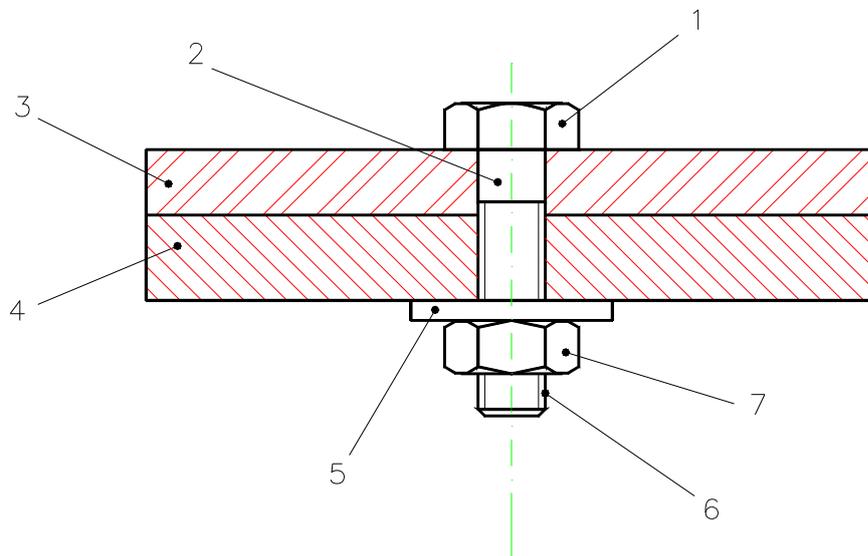


Exercícios Complementares

Exercício 26. Dada a vista frontal da polia abaixo, desenhar a vista lateral esquerda em meio corte sabendo que ela possui apenas um canal (gorne).

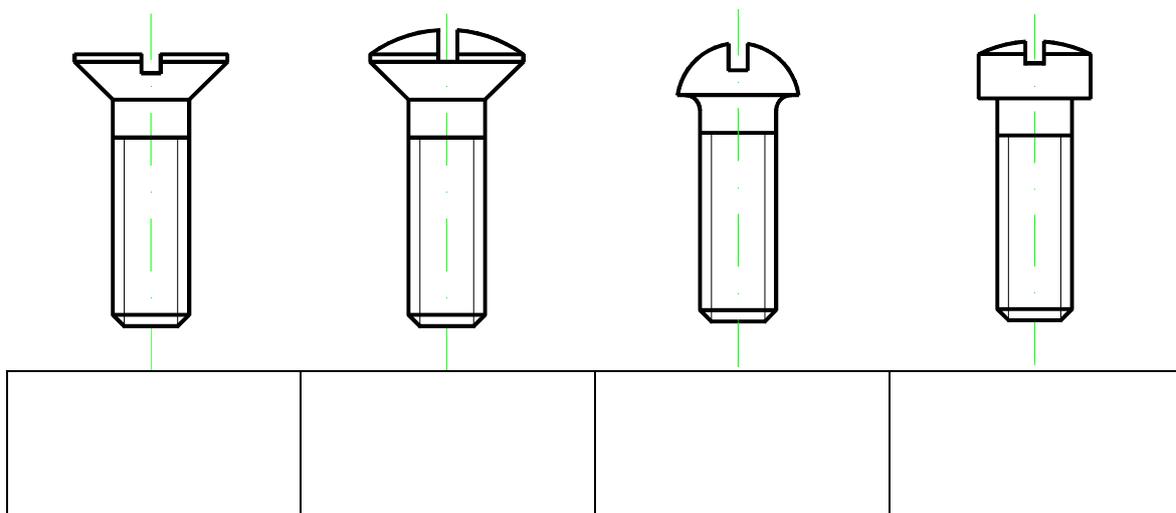


Exercício 27. Preencher os parênteses que antecedem os nomes da peça ou parte da peça com os números correspondentes.

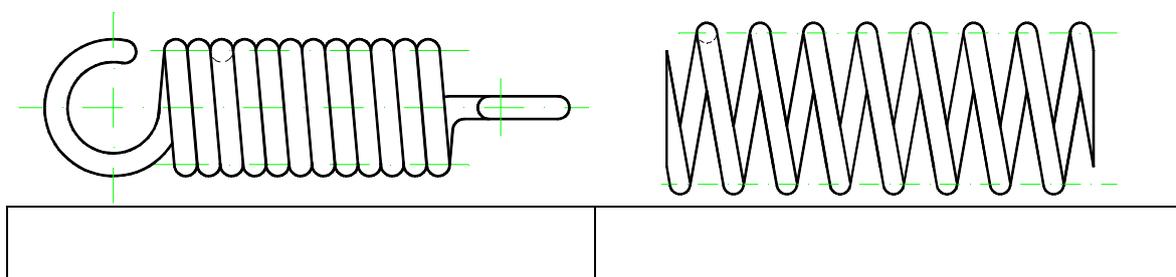


- () Rosca do parafuso
- () Arruela
- () Chapa de aço
- () Cabeça do parafuso
- () Porca
- () Chapa de ferro fundido
- () Corpo do parafuso

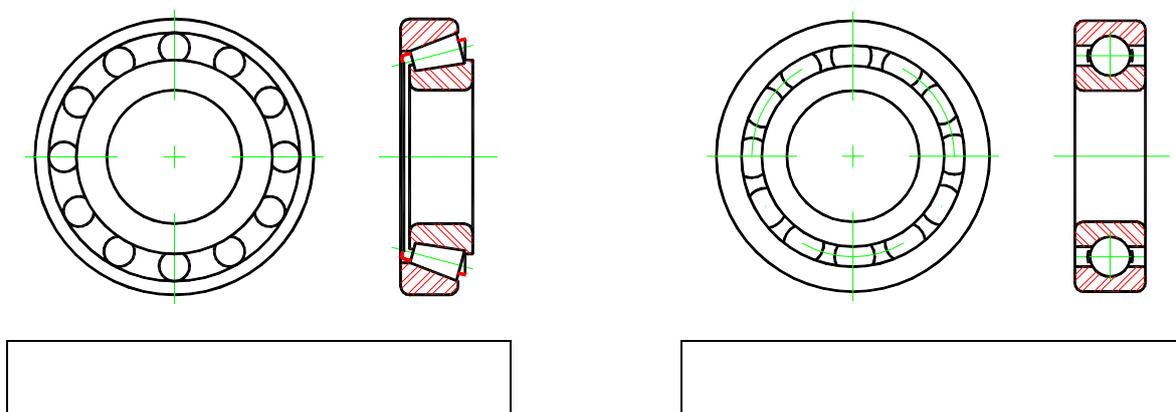
Exercício 30. Quais os nomes dos parafusos abaixo?



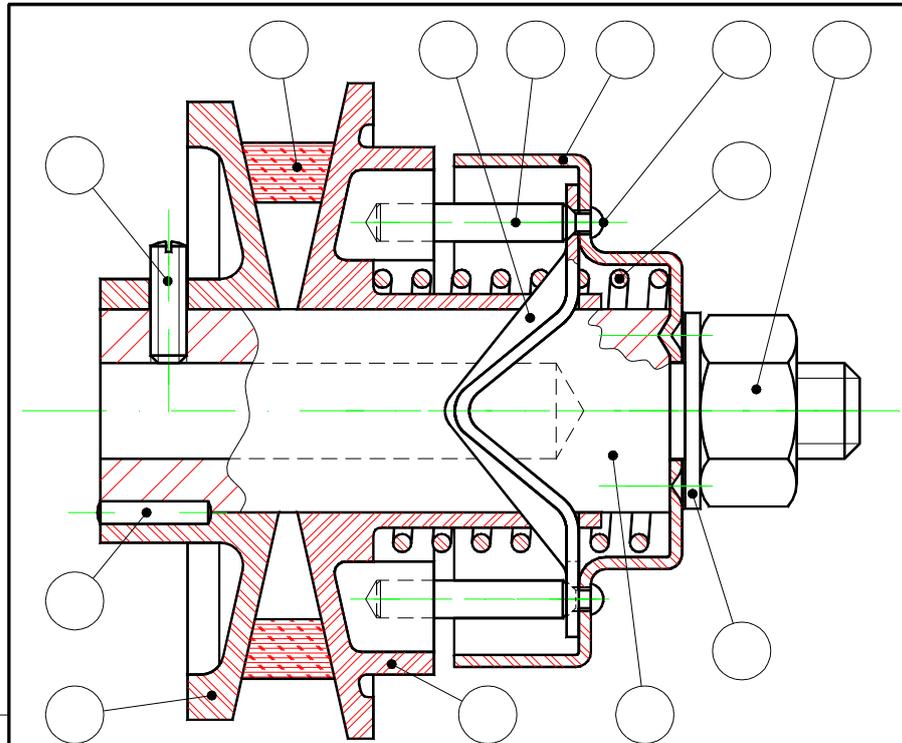
Exercício 31. Quais os nomes das molas abaixo?



Exercício 32. Quais os nomes dos rolamentos abaixo?



Exercício 33. Analise o desenho mecânico abaixo; complete a lista de materiais e preencha os números de referência das peças.



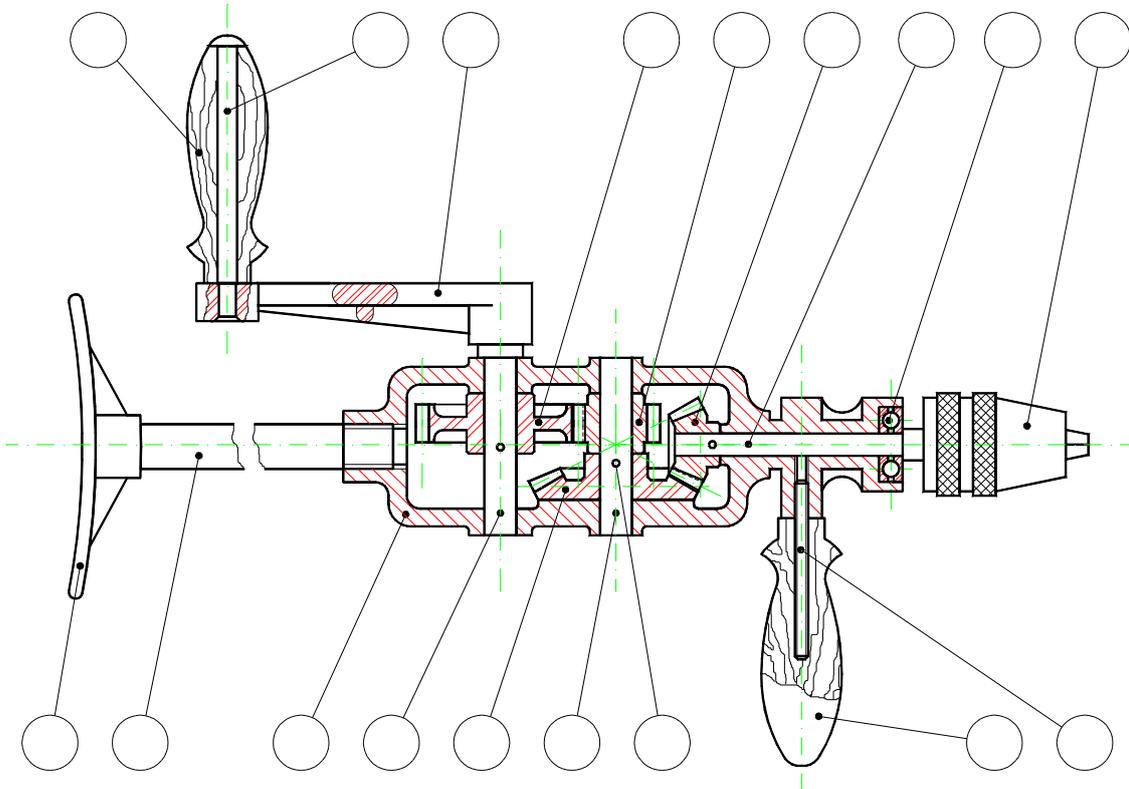
13	MOLA	01	AÇO
12	ARRUELA	01	AÇO
11	CAMO	01	
10	EIXO	01	AÇO
09	POLIA (FACE MAIOR)	01	
08	POLIA (FACE MENOR)	01	
07	PARAFUSO SEM CABEÇA	01	AÇO
06	CHAVETA REDONDA	01	AÇO
05	PONTEIRA		MADEIRA
04	PORCA	01	AÇO
03	PROTEÇÃO	01	
02	REBITE	02	AÇO
01	CORREIA		

ITEM	DESCRIÇÃO	QUANT	MATERIAL
ETFPE	Projeto Mecânico N. 004/10	Data: 9/4/98	
	SISTEMA DE POLIA VARIÁVEL	ESC. 1:1	
Título		Conjunto Mecânico do Sistema	Folha N. 01
Eng. Resp.			
Rubrica:	Eng.Aux.	André do Couto	

Exercício 34. Responda as perguntas a seguir se referentes ao desenho do sistema de polia variável.

- a) Quais as peças que sofreram omissão de corte?
- b) Que tipo de corte foi aplicado à mola?
- c) Que tipo de corte foi aplicado ao eixo?
- d) Que tipo de corte foi aplicado ao came?
- e) Qual é o tipo de mola que o desenho apresenta?
- f) Qual o tipo de came que o desenho apresenta?
- g) Qual a função do parafuso sem cabeça neste projeto?
- h) Qual o elemento de união que fixa o came ao protetor?
- i) Qual o tipo de perfil que possui a correia?
- j) Qual das duas faces da polia é móvel?
- k) Qual a função da porca sextavada neste sistema?

Exercício 35. Analise o desenho de conjunto da **furadeira manual**, preencha os círculos referentes aos itens e complete a lista de materiais;



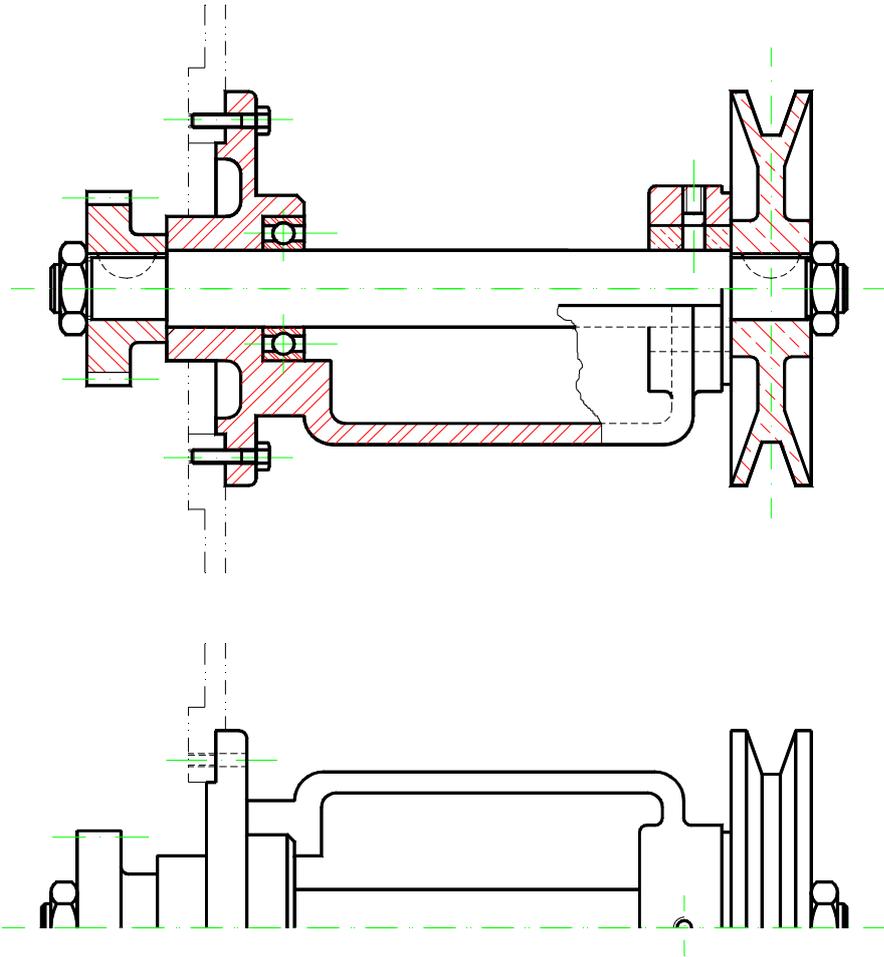
18	Rolamento	01	
17	Mandril	01	Aço
16	Pino do Punho		Aço
15	Pino de Fixação		Aço
14	Manivela		
13	Parafuso sem Cabeça		Aço
12	Punho Fixo	01	
11	Punho Móvel	01	
10	Eixo Inferior	01	Aço
9	Eixo Superior	01	Aço
8	Eixo Principal	01	Aço
7	Pinhão Cônico	01	
6	Pinhão Cilíndrico	01	
5	Coroa Cônica	01	
4	Coroa Cilíndrica	01	
3	Carcaça	01	
2	Haste do Encosto	01	Aço
1	Encosto	01	Aço
Item	Descrição	Quant.	Material

Exercício 36. Responda as perguntas a seguir se referentes ao desenho da furadeira manual.

- a) Que tipo de corte foi aplicado:
- na coroa cilíndrica?
 - no pinhão cilíndrico?
 - no punho fixo?
 - no punho móvel?
 - no parafuso sem cabeça?
 - na coroa cônica?
 - no pinhão cônico?
 - no eixo principal?
 - no pino do punho?
 - na manivela?
- b) Em que peça do desenho foi feito recartilhagem?
- c) Analisando o desenho, é possível saber se coroa cilíndrica possui braços ? Por que?
- d) De que forma as engrenagens estão fixadas nos eixos?
- e) O rolamento que aparece no desenho é radial ou axial? Porque?
- f) Qual dos dois conjuntos de engrenagens faz a transmissão de movimento com mudança de direção?
- g) De que forma as engrenagens estão fixadas nos eixos?
- h) Qual foi o procedimento usado para diminuir (no desenho) o comprimento da haste do encosto?
- i) Qual a peça que apresenta a secção rebatida na própria vista?
- j) Analisando o desenho, é possível saber se o sistema de engrenagens da furadeira manual reduz ou aumenta a velocidade? Explique.

Exercício 37. Dado o desenho de uma **polia motora**. Pede-se:

- Completar a lista de materiais;
- Colocar os números correspondentes às peças de acordo com a lista.



09		Chaveta	Aço NB 1060
08		Polia	
07		Engrenagem	
06		Mancal de rolamento	Aço NB 1060
05		Mancal de deslizamento	
04		Porca	Aço NB 1060
03		Parafuso	Aço NB 1060
02		Eixo	Aço NB 1045
01		Carcaça	
Item	Quant.	Descrição	Material

Exercício 38. Responda as perguntas a seguir se referentes ao desenho da polia motora.

- a) Qual o tipo de chaveta existe no desenho?

- b) Para que serve o furo vazado posicionado acima do mancal de deslizamento?

- c) Que nome é dado à representação feita na vista superior na qual é visualizada apenas metade dela?

- d) Qual a função das porcas neste desenho?

- e) Quais as peças e elementos que sofreram omissão de corte?

- f) Quais os tipos de corte que foram apresentados no desenho?

- g) Em que vista foi apresentado esses cortes?

- h) Com que tipo de linha está sendo representado os contornos da parte adjacente à polia?

- i) Qual o elemento de união que prende o sistema de polia motora à parte adjacente?

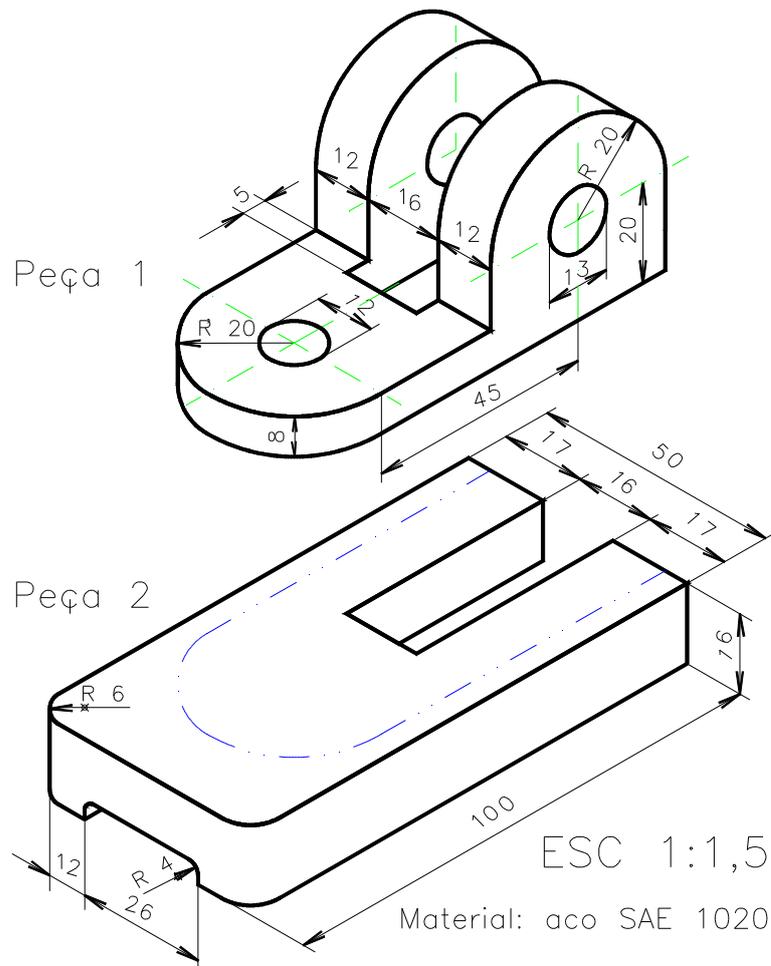
- j) Qual o tipo de mancal de rolamento aparece no desenho?

- k) Qual o tipo de engrenagem que aparece no desenho?

Tarefa 1

Assuntos: simbologia de soldagem e simbologia de acabamento superficial

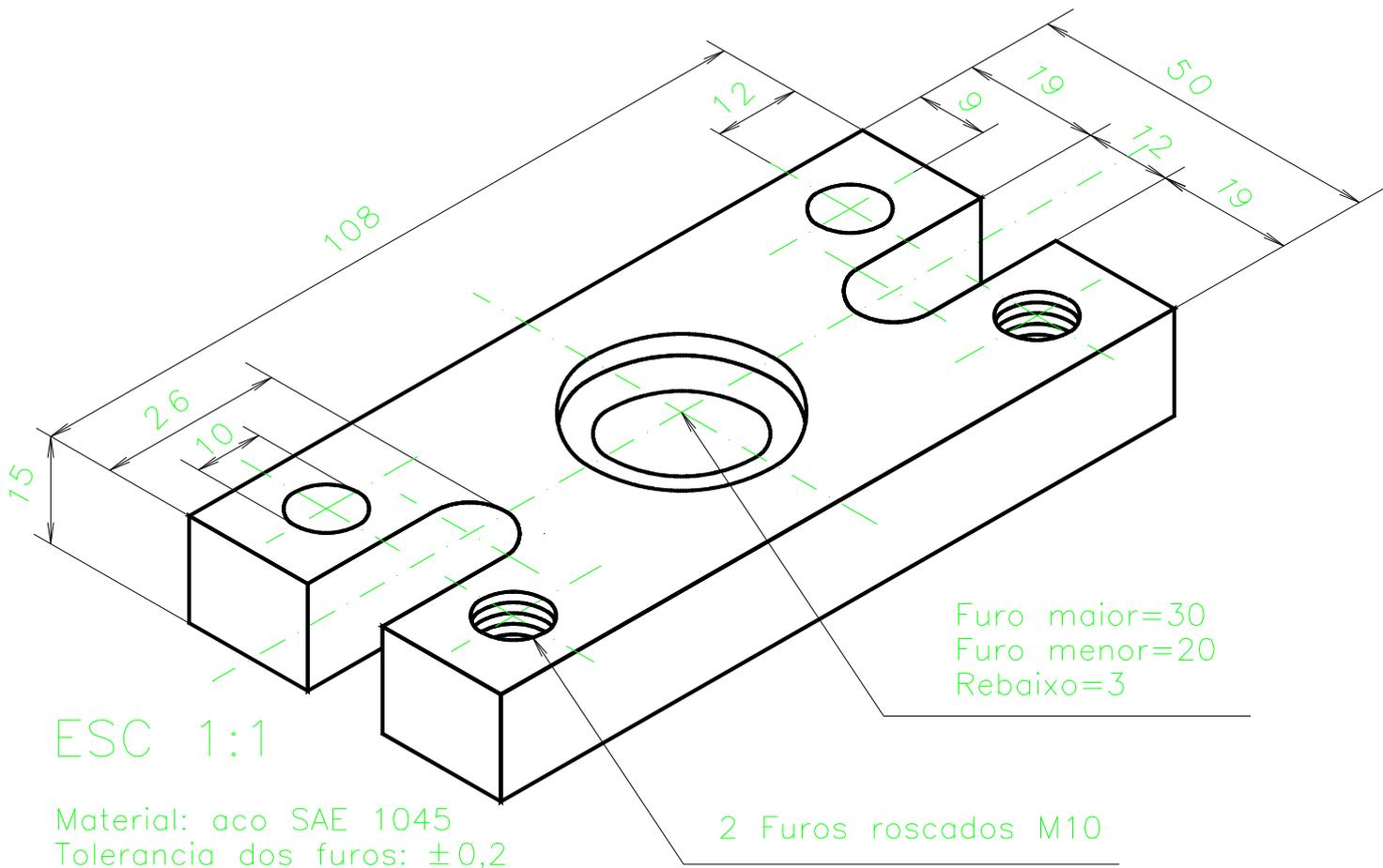
1. Desenhar as 3 vistas principais da peça 1 e cotar;
2. Desenhar as 3 vistas principais da peça 2 e cotar;
3. Desenhar as vistas frontal e superior do conjunto soldado;
4. Desenhar um corte longitudinal total do conjunto soldado;
5. Colocar as indicações de soldas
6. Colocar as indicações de estado de superfície sabendo que:
 - a) as usinagens são exigidas;
 - b) a classe de rugosidade geral é N12;
 - c) a classe de rugosidade dos furos é N9.



Tarefa 2

Assuntos: corte total e corte em desvio

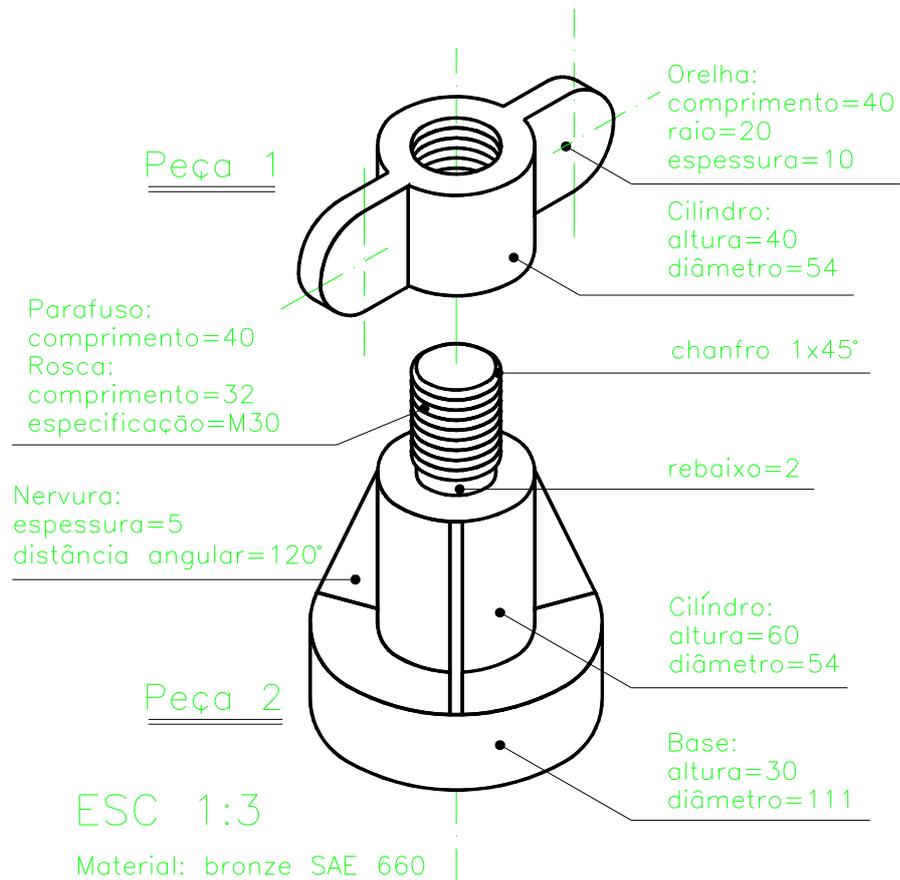
1. Desenhar as três vistas principais da peça;
2. Desenhar um corte total longitudinal;
3. Desenhar um corte em desvio de forma que seja visualizado um furo brocado, um furo roscado e o furo com rebaixo;
4. Cotar;
5. Colocar as indicações de estado de superfície sabendo que:
 - a) a peça é a componente número 1 de um conjunto mecânico;
 - b) a classe de rugosidade geral é N10;
 - c) a classe de rugosidade dos rasgos é N5.



Tarefa 4

Assuntos: meio-corte, omissão de corte e vista rebatida

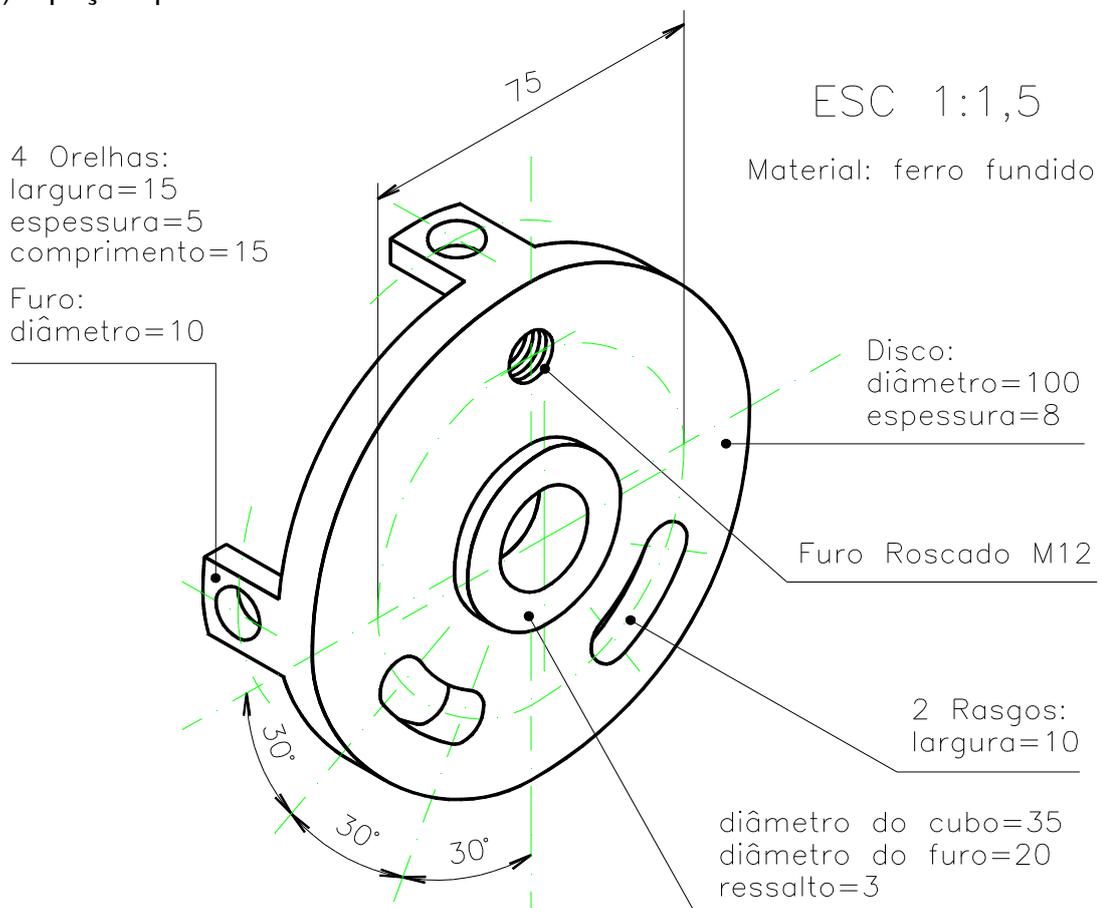
1. Desenhar as vistas frontal e superior da peça 2;
2. Desenhar a vista frontal (em meio corte) e a vista superior da peça 1;
3. Cotar
4. Colocar as indicações de estado de superfície sabendo que:
 - a) a operação de rosqueamento é uma usinagem exigida;
 - b) a classe de rugosidade das roscas é N11;
 - c) o método de fabricação das roscas é o torneamento;
 - d) a usinagem no restante da peça não é permitida.



Tarefa 5

Assunto: corte rebatido

1. Desenhar as vistas frontal e lateral esquerda (em corte) da peça;
2. Cotar;
3. Colocar as indicações de estado de superfície sabendo que:
 - a) as usinagens são exigidas;
 - b) a peça é a componente número 5 de um conjunto mecânico;
 - c) a classe de rugosidade geral é N11;
 - d) a classe de rugosidade do furo central é N6
 - e) a peça é pintada.



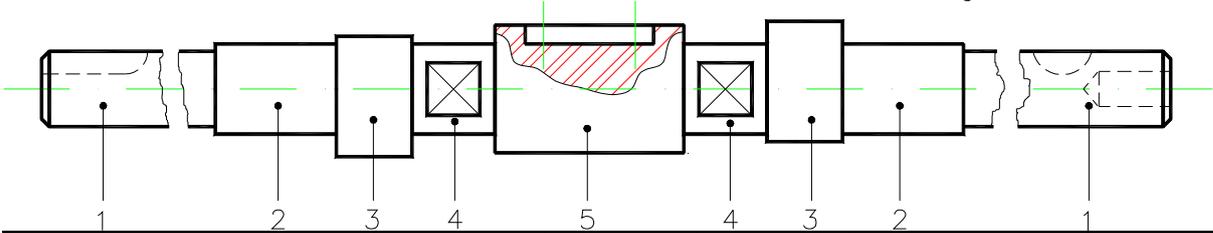
Tarefa 6

Assunto: secções, encurtamento e vista localizada

0. Desenhar a vista frontal do eixo;
1. (Item 1): Desenhar secções próximas à vista dos rasgos para chavetas e do furo;
2. (Item 2): Desenhar uma secção interrompendo a vista e outra rebatida sobre a vista;
3. (Item 3): Desenhar duas secções ligadas à vista pela linha de centro;
4. (Item 4): Desenhar uma secção próxima à vista para ambos os rebaixos;
5. (Item 5): Desenhar uma vista localizada do rasgo para chaveta;
6. Cotar;
7. Colocar as indicações de estado de superfície sabendo que:
 - a) a peça é a componente número 1 de um conjunto mecânico;
 - b) a classe de rugosidade geral é N8;
 - c) a classe de rugosidade do colo dos mancais é N5;
 - d) a classe de rugosidade do camus é N6.

ESC 1:2

Material: aço NB 1060



Item	1. Ponta do Eixo	2. Colo do Mancal	3. Camus	4. Apoio de Torção	5. Colo da Transmissão
Descrição					
Diâm. x Comp. Chanfro	Ø20 x 250 2 x 2	Ø23 x 32	— x 20	Ø23 x 22	Ø34 x 50
Rasgo chaveta paralela (comp. x larg. x prof.)	R=8 22 x 6 x 6				34 x 10 x 5
Rasgo chaveta meia-lua (larg. x prof.)	R=8 5 x 6				
Furo (diâm. x prof.)	Ø9 x 23				
Rebaixo Plano				Ø14	
Eixos maior x menor			32 x 28		

Tarefa 7

Assunto: meia-vista e vista especial

1. Desenhar a vista frontal (em corte);
2. Desenhar a meia-vista superior;
3. Desenhar uma vista especial para a espiga 1 ou espiga 2;
4. Colocar as indicações de estado de superfície sabendo que:
 - a) a peça é componente número 9 de um conjunto mecânico;
 - b) a classe de rugosidade geral é N11;
 - c) a classe de rugosidade dos furos redondos é N6;
 - d) a classe de rugosidade dos furos quadrados é N5;
 - e) as usinagens são exigidas.

Rebaixo:

furo maior= 30

furo menor= 12

rebaixo= 6

posição= centro da espiga

Resalto:

diâmetro= 36

ressalto= 9

furo= 18

posição= centro da espiga

Espiga 1:

altura= 60

largura= 48

espessura= 21

chanfro= 12 x 12

Espiga 2:

altura= 60

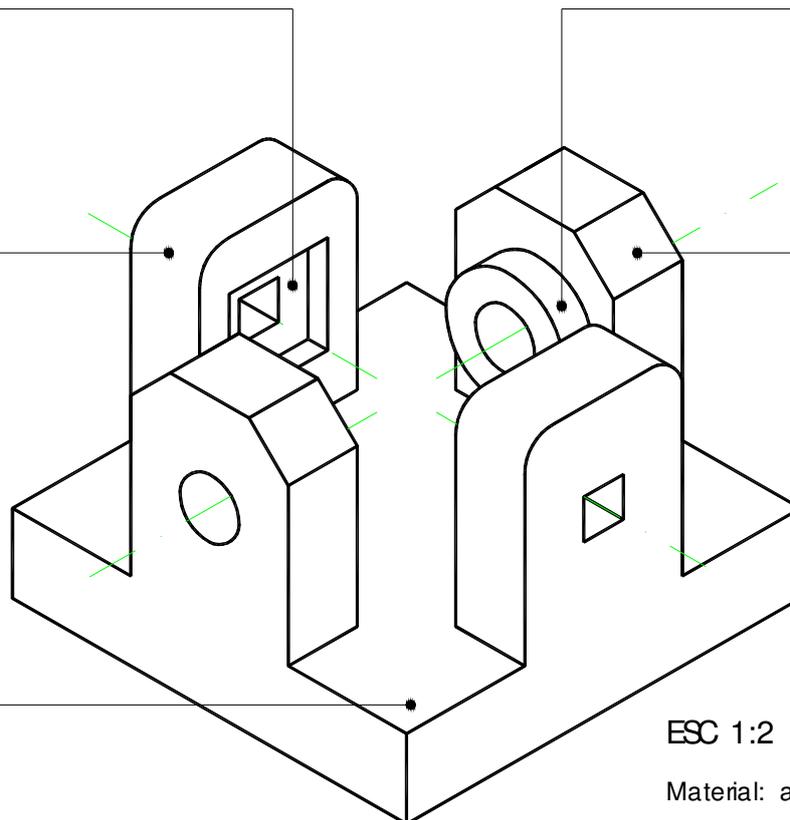
largura= 48

espessura= 21

Base:

quadrada= 120

espessura= 24



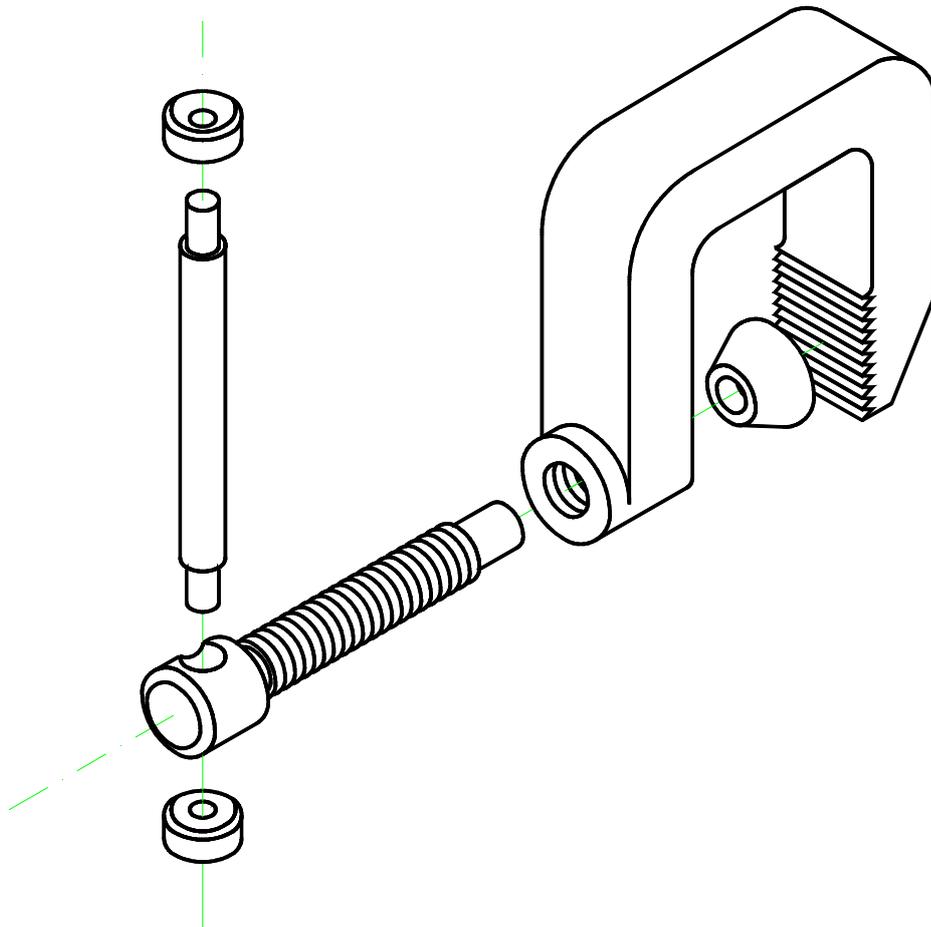
ESC 1:2

Material: aço SAE 1060

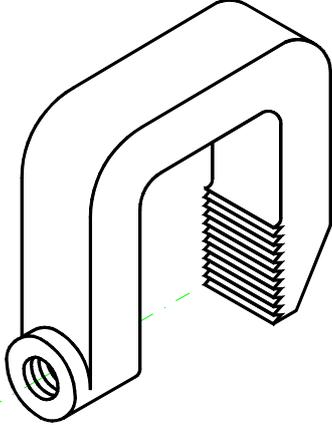
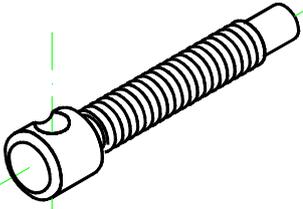
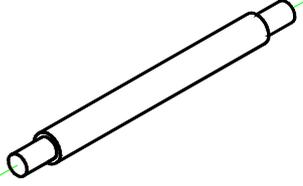
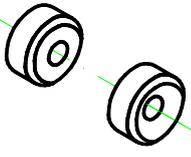
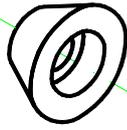
Tarefa 8

Assunto: projeto mecânico

1. Dimensionar as peças do Grampo Fixo de acordo com as matérias primas contidas na lista de materiais;
2. Estabelecer o processo de fabricação para indicar o acabamento superficial;
3. Desenhar uma única vista do conjunto mecânico montado, sem cotas e apresentar lista de materiais;
4. Desenhar as peças isoladas de acordo com a tabela fornecida ao lado.



05	ENCOSTO MÓVEL	01	AÇO NB 1060 Ø 1 1/4" x 30
04	BATEDOR	02	AÇO NB 1020 Ø 3/4" x 10
03	MANÍPULO	01	AÇO NB 1020 Ø 3/8" x 120
02	PARAFUSO	01	AÇO NB 1060 Ø 7/8" x 95 – M14
01	CORPO	01	AÇO NB 1060 # 7/8" x 100 x 90
ITEM	DESCRIÇÃO	QUANT	MATERIAL E DIMENSÕES

PEÇAS	TAREFAS
<p data-bbox="391 331 502 376">Corpo</p> 	<ol data-bbox="670 414 1356 705" style="list-style-type: none"> 1. Desenhar a vista frontal; 2. Desenhar uma secção rebatida na vista para mostrar a espessura; 3. Desenhar uma vista especial para as estrias; 4. Desenhar uma vista especial para o ressalto circular; 5. Cotar; 6. Colocar os sinais de acabamento superficial.
<p data-bbox="363 828 529 869">Parafuso</p> 	<ol data-bbox="670 913 1380 1093" style="list-style-type: none"> 1. Desenhar a vista frontal; 2. Desenhar uma secção da cabeça fora da vista; 3. Desenhar uma vista especial do pé; 4. Cotar; 5. Colocar os sinais de acabamento superficial.
<p data-bbox="363 1153 529 1193">Manípulo</p> 	<ol data-bbox="670 1198 1348 1377" style="list-style-type: none"> 1. Desenhar a vista frontal; 2. Desenhar uma secção do diâmetro maior alinhada à linha de centro; 3. Cotar; 4. Colocar os sinais de acabamento superficial.
<p data-bbox="375 1433 518 1473">Batedor</p> 	<ol data-bbox="670 1512 1348 1624" style="list-style-type: none"> 1. Desenhar a vista frontal em corte; 2. Cotar; 3. Colocar os sinais de acabamento superficial.
<p data-bbox="311 1680 582 1720">Encosto Móvel</p> 	<ol data-bbox="670 1713 1348 1825" style="list-style-type: none"> 1. Desenhar a vista frontal em meio-corte; 2. Cotar; 3. Colocar os sinais de acabamento superficial.

Tabelas

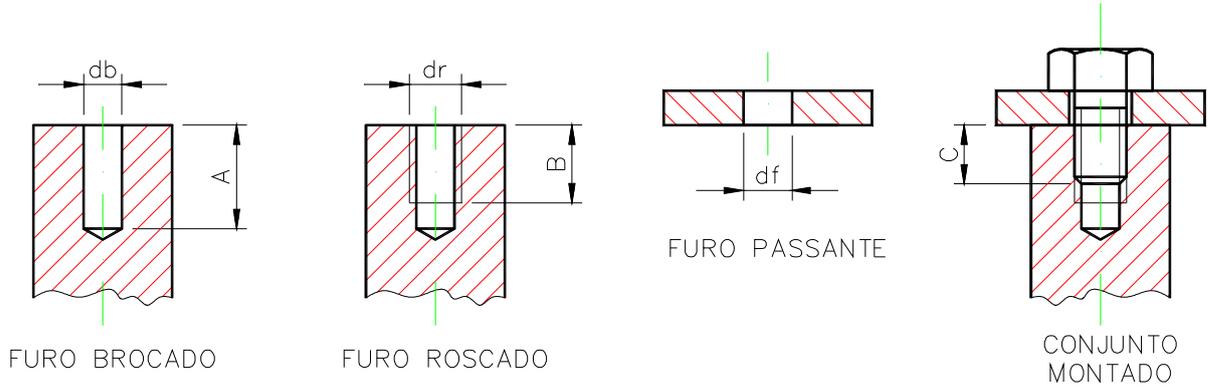
Tabela 1

Conversão Polegada / Milímetro

Polegadas	Polegadas Decimais	Milímetros	Polegadas	Polegadas Decimais	Milímetros
1/64	0,015625	0,397	33/64	0,515625	13,097
1/32	0,03125	0,794	17/32	0,52125	13,494
3/64	0,046875	1,191	35/64	0,546875	13,891
1/16	0,0625	1,588	9/16	0,5625	14,287
5/64	0,078125	1,985	37/64	0,578125	14,684
3/32	0,09375	2,381	19/32	0,59375	15,081
7/64	0,109375	2,778	39/64	0,609375	15,478
1/8	0,125	3,175	5/8	0,625	15,875
9/64	0,140625	3,572	41/64	0,640625	16,272
5/32	0,15625	3,969	21/32	0,65625	16,669
11/64	0,171875	4,366	43/64	0,671875	17,065
3/16	0,1875	4,762	11/16	0,6875	17,462
13/64	0,203125	5,159	45/64	0,703125	17,859
7/32	0,21875	5,556	23/32	0,71875	18,256
15/64	0,234375	5,953	47/64	0,734375	18,653
1/4	0,25	6,350	3/4	0,75	19,050
17/64	0,265625	6,747	49/64	0,765625	19,447
9/32	0,28125	7,144	25/32	0,78125	19,843
19/64	0,296875	7,541	51/64	0,796875	20,240
5/16	0,3125	7,937	13/16	0,8125	20,637
21/64	0,328125	8,334	53/64	0,828125	21,034
11/32	0,34375	8,731	27/32	0,84375	21,430
23/64	0,359375	9,128	55/64	0,859375	21,827
3/8	0,375	9,525	7/8	0,875	22,225
25/64	0,390625	9,922	57/64	0,890625	22,621
13/32	0,40625	10,319	29/32	0,90625	23,018
27/64	0,421875	10,716	59/64	0,921875	23,415
7/16	0,4375	11,113	15/16	0,9375	23,812
29/64	0,453125	11,510	61/64	0,953125	24,209
15/32	0,46875	11,906	31/32	0,96875	24,606
31/64	0,484375	12,303	63/64	0,984375	25,003
1/2	0,5	12,700	1	1,0	25,400

Tabela 2

Uniões com Parafusos



FATORES A CONSIDERAR EM UNIÕES DE PEÇAS COM PARAFUSOS

material	Profundidade do furo brocado A	profundidade da rosca B	penetração do parafuso C	diâmetro do furo passante df
aço	2,0.d	1,5.d	1,0.d	1,06.d
ferro fundido	2,5.d	2,0.d	1,5.d	1,06.d
bronze e latão	2,5.d	2,0.d	1,5.d	1,06.d
alumínio	3,0.d	2,5.d	2,0.d	1,06.d

db – diâmetro do furo brocado

dr – diâmetro do furo roscado

Tabela 3

Ajustes Recomendados

sistema furo-base

Dimensão Nominal mm	FURO af. inf. af. sup.	EIXO afastamento superior (μm) afastamento inferior (μm)								
		f7 livre normal	g6 livre justo	h6 deslizante	j6 aderente	k6 fixo leve	m6 fixo normal	n6 Fixo duro	p6 fixo prensado	r6 fixo prensado
> 0 a 3	0 +10	-6 -16	-2 -8	0 -6	+4 -2	+6 0	—	+10 +4	+12 +6	+16 +10
> 3 a 6	0 +12	-10 -22	-4 -12	0 -8	+6 -2	+9 +1	+12 +4	+16 +8	+20 +12	+23 +15
> 6 a 10	0 +15	-13 -28	-5 -14	0 -9	+7 -2	+10 +1	+15 +6	+19 +10	+24 +15	+28 +19
> 10 a 18	0 +18	-16 -34	-6 -17	0 -11	+8 -3	+12 +1	+18 +7	+23 +12	+29 +18	+34 +23
> 18 a 30	0 +21	-20 -41	-7 -20	0 -13	+9 -4	+15 +2	+21 +8	+28 +15	+35 +22	+41 +28
> 30 a 50	0 +25	-25 -50	-9 -25	0 -16	+11 -5	+18 +2	+25 +9	+33 +17	+42 +26	+50 +34
> 50 a 65	0 +30	-30 -60	-10 -29	0 -19	+12 -7	+21 +2	+30 +1	+39 +20	+51 +32	+60 +41
> 65 a 80	0 +30	-30 -60	-10 -29	0 -19	+12 -7	+21 +2	+30 +1	+39 +20	+51 +32	+62 +43
> 80 a 100	0 +35	-36 -71	-12 -34	0 -22	+13 -9	+25 +3	+35 +13	+45 +23	+59 +37	+73 +51
> 100 a 120	0 +35	-36 -71	-12 -34	0 -22	+13 -9	+25 +3	+35 +13	+45 +23	+59 +37	+76 +54
> 120 a 140	0 +40	-43 -83	-14 -39	0 -25	+14 -11	+28 +3	+40 +15	+52 +27	+68 +43	+88 +63
> 140 a 160	0 +40	-43 -83	-14 -39	0 -25	+14 -11	+28 +3	+40 +15	+52 +27	+68 +43	+90 +65
> 160 a 180	0 +40	-43 -83	-14 -39	0 -25	+14 -11	+28 +3	+40 +15	+52 +27	+68 +43	+93 +68
> 180 a 200	0 +46	-50 -96	-15 -44	0 -29	+16 -13	+33 +4	+46 +17	+60 +31	+79 +50	+106 +77
> 200 a 225	0 +46	-50 -96	-15 -44	0 -29	+16 -13	+33 +4	+46 +17	+60 +31	+79 +50	+109 +80
> 225 a 250	0 +46	-50 -96	-15 -44	0 -29	+16 -13	+33 +4	+46 +17	+60 +31	+79 +50	+113 +84
> 250 a 280	0 +52	-56 -108	-17 -49	0 -32	+16 -16	+36 +4	+52 +20	+66 +34	+88 +56	+126 +94
> 280 a 315	0 +52	-56 -108	-17 -49	0 -32	+16 -16	+36 +4	+52 +20	+66 +34	+88 +56	+130 +98
> 315 a 355	0 +57	-62 -119	-18 -54	0 -36	+18 -18	+40 +4	+57 +21	+73 +37	+98 +62	+144 +108
> 355 a 400	0 +57	-62 -119	-18 -54	0 -36	+18 -18	+40 +4	+57 +21	+73 +37	+98 +62	+150 +114
> 400 a 450	0 +63	-68 -131	-20 -60	0 -40	+20 -20	+45 +5	+63 +23	+80 +40	+108 +68	+166 +126
> 450 a 500	0 +63	-68 -131	-20 -60	0 -40	+20 -20	+45 +5	+63 +23	+80 +40	+108 +68	+172 +132

Tabela 4

Ajustes Recomendados

sistema eixo-base

dimensão nominal mm	EIXO af. sup. af. inf.	FURO								
		afastamento inferior (μm)					afastamento superior (μm)			
	h6 preciso	F6 livre normal	G7 livre justo	H7 deslizante	J7 aderente	K7 fixo leve	M7 fixo normal	N7 Fixo duro	P7 fixo prensado	R7 fixo prensado
> 0 a 3	0 -6	+6 -12	+2 +12	0 +10	-6 +4	-10 0	— —	— —	-16 -6	-20 -10
> 3 a 6	0 -8	+10 +18	+4 +16	0 +12	-6 +6	-9 +3	-12 0	-16 -4	-20 -8	-23 -11
> 6 a 10	0 -9	+13 +22	+5 +20	0 +15	-7 +8	-10 +5	-15 0	-19 -4	-24 -9	-28 -13
> 10 a 18	0 -11	+16 +27	+6 +24	0 +18	-8 +10	-12 +6	-18 0	-23 -5	-29 -11	-34 -16
> 18 a 30	0 -13	+20 +33	+7 +28	0 +21	-9 +12	-15 +6	-21 0	-28 -7	-35 -14	-41 -20
> 30 a 50	0 -16	+25 +41	+9 +34	0 +25	-11 +14	-18 +7	-25 0	-33 -8	-42 -17	-50 -25
> 50 a 65	0 -19	+30 +49	+10 +40	0 +30	-12 +18	-21 +9	-30 0	-39 -9	-51 -21	-60 -30
> 65 a 80	0 -19	+30 +49	+10 +40	0 +30	-12 +18	-21 +9	-30 0	-39 -9	-51 -21	-62 32
> 80 a 100	0 -22	+36 +58	+12 +47	0 +35	-13 +22	-25 +10	-35 0	-45 -10	-59 -24	-73 -38
> 100 a 120	0 -22	+36 +58	+12 +47	0 +35	-13 +22	-25 +10	-35 0	-45 -10	-59 -24	-78 -41
> 120 a 140	0 -25	+43 68	+14 +54	0 +40	-14 +26	-28 +12	-40 0	-52 -12	-68 -28	-88 -48
> 140 a 160	0 -25	+43 68	+14 +54	0 +40	-14 +26	-28 +12	-40 0	-52 -12	-68 -28	-90 -50
> 160 a 180	0 -25	+43 68	+14 +54	0 +40	-14 +26	-28 +12	-40 0	-52 -12	-68 -28	-93 -53
> 180 a 200	0 -29	+50 +79	+15 +61	0 +46	-6 +30	-33 +13	-46 0	-60 -14	-79 -33	-106 -60
> 200 a 225	0 -29	+50 +79	+15 +61	0 +46	-6 +30	-33 +13	-46 0	-60 -14	-79 -33	-109 -63
> 225 a 250	0 -29	+50 +79	+15 +61	0 +46	-6 +30	-33 +13	-46 0	-60 -14	-79 -33	-113 -67
> 250 a 280	0 -32	+56 +88	+17 +69	0 +52	-16 +36	-36 +16	-52 0	-66 -14	-88 -36	-126 -74
> 280 a 315	0 -32	+56 +88	+17 +69	0 +52	-16 +36	-36 +16	-52 0	-66 -14	-88 -36	-130 -78
> 315 a 355	0 -36	+62 +98	+18 +75	0 +57	-18 +39	-40 +17	-57 0	-73 -16	-98 -41	-144 -87
> 355 a 400	0 -36	+62 +98	+18 +75	0 +57	-18 +39	-40 +17	-57 0	-73 -16	-98 -41	-150 -93
> 400 a 450	0 -40	+68 +108	+20 +83	0 +63	-20 +43	-45 +18	-63 0	-80 -17	-108 -45	-166 -103
> 450 a 500	0 -40	+68 +108	+20 +83	0 +63	-20 +43	-45 +18	-63 0	-80 -17	-108 -45	-172 -109

Tabela 5

Ajustes para Peças Móveis e Fixas

Qualidade de Trabalho	PEÇAS MÓVEIS		
	Tipos de Ajustes		
	Livre	Rotativo	Deslizante
Mecânica extra-precisa	H6 / e7	H6 / f6	H6 / g5
Mecânica precisa	H7 / e7 H7 / e8	H7 / f7	H7 / g6
Mecânica média	H8 / e9	H8 / f8	H8 / g8 H8 / h8
Mecânica grosseira	H11 / a11	H10 / d10 H11 / d11	H10 / h10 H11 / h11

Montagem	montagem à mão com facilidade.	montagem à mão podendo girar sem esforço.	Montagem à mão com leve pressão.
-----------------	--------------------------------	-------------------------------------------	----------------------------------

Aplicação	peças cujo funcionamento necessitam de folga devido à dilatação ou mau alinhamento.	peças que giram ou deslizam com boa lubrificação; ex.: eixos e mancais.	peças que deslizam ou giram com grande precisão; ex.: anéis de rolamentos.
------------------	-------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------

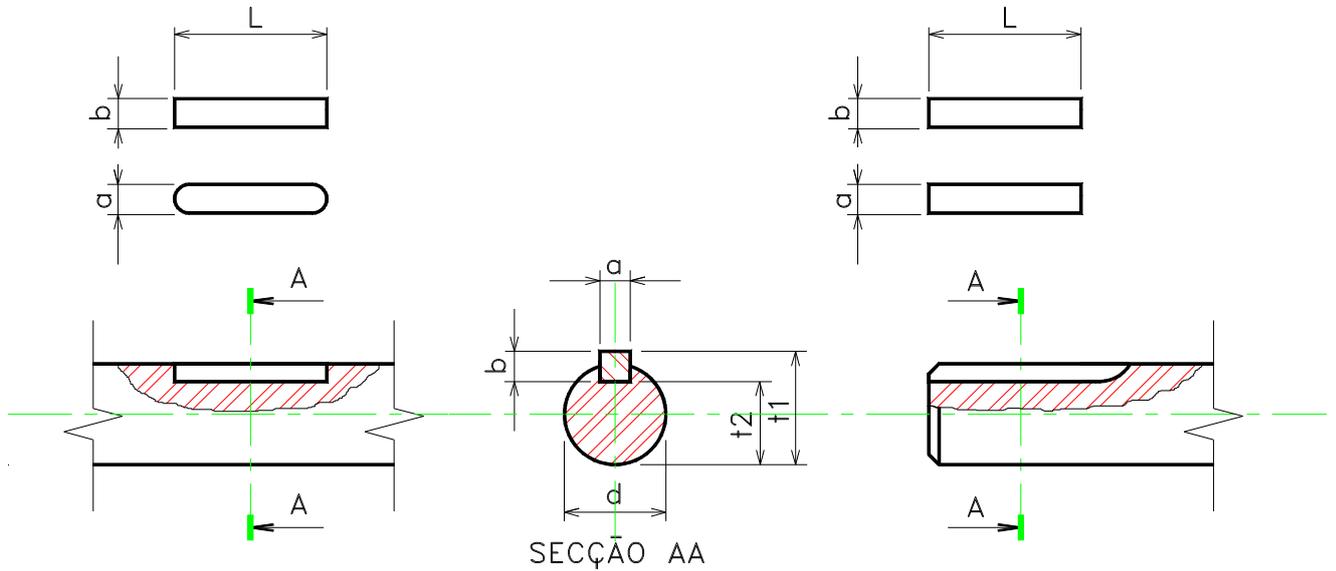
Qualidade de Trabalho	PEÇAS FIXAS			
	Tipos de Ajustes			
	Deslizante justo	Aderente forçado leve	Forçado duro	À pressão com esforço
Mecânica extra-precisa	H6 / h5	H6 / j5	H6 / m5	H6 / p5
Mecânica precisa	H7 / h6	H7 / j6	H7 / m6	H7 / p6

Montagem	montagem à mão, porém precisando de algum esforço.	montagem com auxílio de martelo.	montagem com auxílio de martelo pesado.	montagem com o auxílio de prensa ou por dilatação.
-----------------	----------------------------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------------	----------------------------------------------------

Aplicação	encaixes fixos de precisão e peças deslocáveis à mão; ex.: punções e guias.	peças que são desmontadas com frequência; ex.: polias, engrenagens e rolamentos.	peças possíveis de serem montadas e desmontadas sem deterioração.	peças impossíveis de serem desmontadas sem deterioração; ex.: buchas à pressão.
------------------	-----------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------

Tabela 6

Chavetas Paralelas

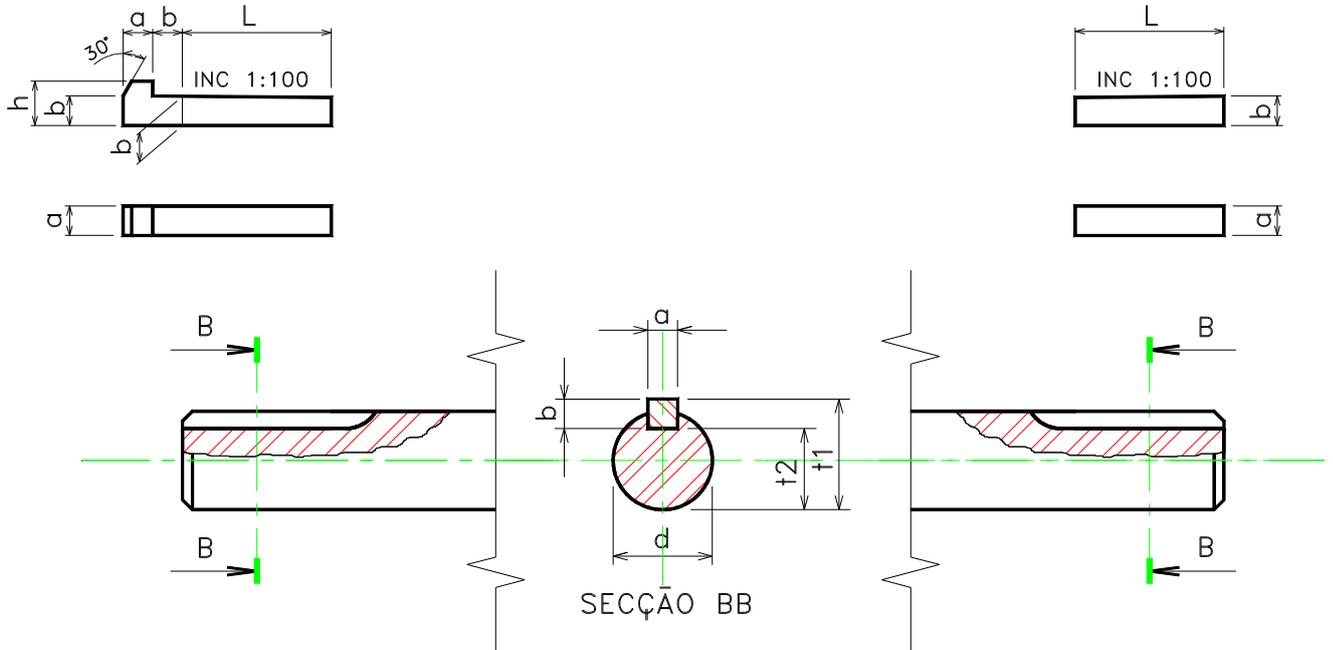


CHAVETAS PARALELAS RETANGULARES E QUADRADAS

d	a	b	L mín máx	t2	t1	d	a	b	L mín máx	t2	t1
6 - 8	2	2	6 - 20	d-1,2	d + 1	85 - 95	25	14	70 - 280	d-9,0	d+5,4
8 - 10	3	3	6 - 36	d-1,8	d + 1,4	95 - 110	28	16	80 - 320	d-10,0	d+6,4
10 - 12	4	4	8 - 45	d-2,5	d + 1,8	110 - 130	32	18	90 - 360	d-11,0	d+7,4
12 - 17	5	5	10 - 56	d-3,0	d + 2,3	130 - 150	36	20	100 - 400	d-12,0	d+8,4
17 - 22	6	6	14 - 70	d-3,5	d + 2,8	150 - 170	40	22	-	d-13,0	d+9,4
22 - 30	8	7	18 - 90	d-4,0	d + 3,3	170 - 200	45	25	-	d-15,0	d+10,5
30 - 38	10	8	22 - 110	d-5,0	d + 3,3	200 - 230	50	28	-	d-17,0	d+11,4
38 - 44	12	8	28 - 140	d-5,0	d + 3,3	230 - 260	56	32	-	d-20,0	d+12,4
44 - 50	14	9	36 - 160	d-5,5	d + 3,8	260 - 290	63	32	-	d-20,0	d+12,4
50 - 58	16	10	45 - 180	d-6,0	d + 4,3	290 - 330	70	36	-	d-22,0	d+14,4
58 - 65	18	11	50 - 200	d-7,0	d + 4,4	330 - 380	80	40	-	d-25,0	d+15,4
65 - 75	20	12	56 - 220	d-7,5	d + 4,9	380 - 440	90	45	-	d-28,0	d+17,4
75 - 85	22	14	63 - 250	d-9,0	d + 5,4	440 - 500	100	50	-	d-31,0	d+19,5

Tabela 7

Chavetas Inclinadas

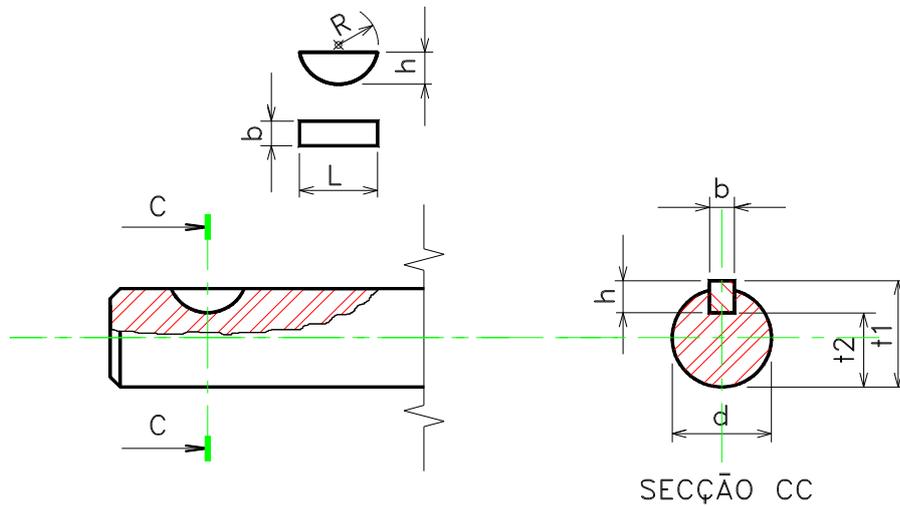


CHAVETAS INCLINADAS COM CABEÇA E SEM CABEÇA

d	a	b	L mín máx	t2	t1	d	a	b	L mín máx	t2	t1
6 - 8	2	2	6 - 20	d-1,2	d+0,5	85 - 95	25	14	70 - 280	d-9,0	d+4,4
8 - 10	3	3	6 - 36	d-1,8	d+0,9	95 - 110	28	16	80 - 320	d-10,0	d+5,4
10 - 12	4	4	8 - 45	d-2,5	d+1,2	110 - 130	32	18	90 - 360	d-11,0	d+6,4
12 - 17	5	5	10 - 56	d-3,0	d+1,7	130 - 150	36	20	100 - 400	d-12,0	d+7,1
17 - 22	6	6	14 - 70	d-3,5	d+2,2	150 - 170	40	22	-	d-13,0	d+8,1
22 - 30	8	7	18 - 90	d-4,0	d+2,4	170 - 200	45	25	-	d-15,0	d+9,1
30 - 38	10	8	22 - 110	d-5,0	d+2,4	200 - 230	50	28	-	d-17,0	d+10,1
38 - 44	12	8	28 - 140	d-5,0	d+2,4	230 - 260	56	32	-	d-20,0	d+11,1
44 - 50	14	9	36 - 160	d-5,5	d+2,9	260 - 290	63	32	-	d-20,0	d+11,1
50 - 58	16	10	45 - 180	d-6,0	d+3,4	290 - 330	70	36	-	d-22,0	d+13,1
58 - 65	18	11	50 - 200	d-7,0	d+3,4	330 - 380	80	40	-	d-25,0	d+14,1
65 - 75	20	12	56 - 220	d-7,5	d+3,9	380 - 440	90	45	-	d-28,0	d+16,1
75 - 85	22	14	63 - 250	d-9,0	d+4,4	440 - 500	100	50	-	d-31,0	d+18,1

Tabela 8

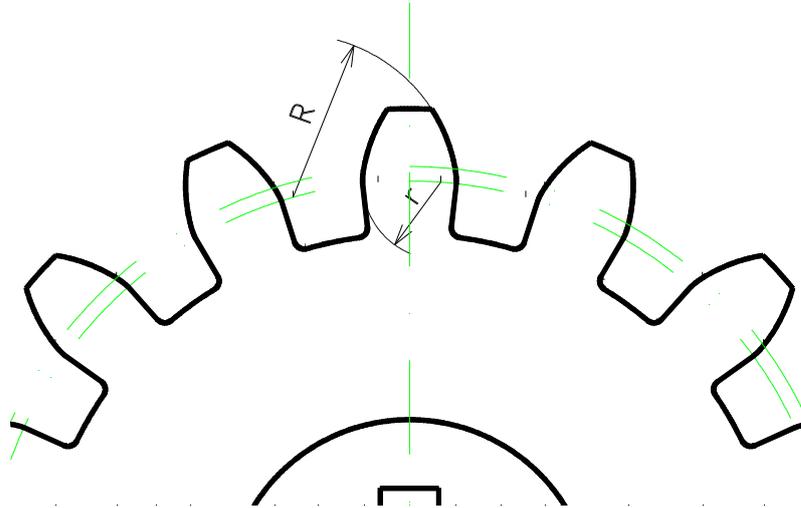
Chavetas Woodruff



CHAVETAS MEIA-LUA WOODRUFF						
d	b	h	R	L	t2	t1
3 - 4	1,0	1,4	2,0	3,82	d-1,0	d+0,5
4 - 6	1,5	2,6	3,5	6,76	d-2,0	d+0,7
6 - 8	2,0	2,6	3,5	6,76	d-1,8	d+0,9
	2,0	3,7	5,0	9,66	d-2,9	d+0,9
8 - 10	2,5	3,7	5,0	9,66	d-2,9	d+0,9
	3,0	3,7	5,0	9,66	d-2,5	d+1,3
	3,0	5,0	6,5	12,65	d-3,8	d+1,3
	3,0	6,5	8,0	15,72	d-5,3	d+1,3
10 - 12	4,0	5,0	6,5	12,65	d-3,5	d+1,6
	4,0	6,5	8,0	15,72	d-5,0	d+1,6
	4,0	7,5	9,5	18,57	d-6,0	d+1,6
12 - 17	5,0	6,5	8,0	15,72	d-4,5	d+2,1
	5,0	7,5	9,5	18,57	d-5,5	d+2,1
	5,0	9,0	11,0	21,63	d-7,0	d+2,1
17 - 22	6,0	7,5	9,5	18,57	d-5,1	d+2,5
	6,0	9,0	11,0	21,63	d-6,6	d+2,5
	6,0	10,0	12,5	24,49	d-7,6	d+2,5
	6,0	11,0	14,0	27,35	d-8,6	d+2,5
22 - 30	8,0	9,0	11,0	21,63	d-6,2	d+2,9
	8,0	11,0	14,0	27,35	d-8,2	d+2,9
	8,0	13,0	16,0	31,43	d-10,2	d+2,9
30 - 38	10,0	11,0	14,0	27,35	d-7,8	d+3,3
	10,0	13,0	16,0	31,43	d-9,8	d+3,3
	10,0	16,0	22,5	43,08	d-12,8	d+3,3

Tabela 9

Odontógrafo de Grant



$$R = A \times m$$

$$r = B \times m$$

Odontógrafo de Grant

Nº de dentes	A	B	Nº de dentes	A	B	Nº de dentes	A	B
10	2,28	0,69	22	3,49	2,06	34	4,33	3,09
11	2,40	0,83	23	3,57	2,15	35	4,39	3,16
12	2,51	0,96	24	3,64	2,24	36	4,45	3,23
13	2,62	1,09	25	3,71	2,33	37 a 40	-	4,20
14	2,72	1,22	26	3,78	2,42	41 a 45	-	4,63
15	2,82	1,34	27	3,85	2,50	46 a 51	-	5,06
16	2,92	1,46	28	3,92	2,59	52 a 60	-	5,74
17	3,02	1,58	29	3,99	2,69	61 a 70	-	6,52
18	3,12	1,69	30	4,06	2,76	71 a 90	-	7,72
19	3,22	1,79	31	4,13	2,85	91 a 120	-	9,78
20	3,32	1,89	32	4,20	2,93	121 a 180	-	13,38
21	3,41	1,98	33	4,27	3,01	181 a 360	-	21,62

Tabela 10

Peso de Aço em Barra Redonda

PESO DE AÇO EM BARRA POR METRO LINEAR					
 BARRA REDONDA					
Diâmetro polegada	Peso kg	Diâmetro polegada	Peso kg	Diâmetro polegada	Peso kg
1/4"	0,25	2 3/8"	22,42	7"	194,70
5/16"	0,39	2 7/16"	23,61	7 1/4"	209,70
3/8"	0,56	2 1/2"	24,84	7 1/2"	223,80
7/16"	0,76	2 9/16"	26,10	7 3/4"	238,90
1/2"	0,99	2 5/8"	27,38	8"	254,60
9/16"	1,26	2 11/16"	28,70	8 1/4"	270,70
5/8"	1,55	2 3/4"	30,05	8 1/2"	287,40
11/16"	1,88	2 13/16"	31,44	8 3/4"	304,60
3/4"	2,24	2 7/8"	32,85	9"	322,10
13/16"	2,62	2 15/16"	34,29	9 1/4"	340,30
7/8"	3,04	3"	35,77	9 1/2"	359,00
15/16"	3,49	3 1/8"	38,81	9 3/4"	378,10
1"	3,97	3 1/4"	41,88	10"	397,80
1 1/16"	4,49	3 3/8"	45,27	10 1/4"	417,90
1 1/8"	5,03	3 1/2"	48,68	10 1/2"	438,50
1 3/16"	5,60	3 5/8"	52,22	10 3/4"	459,70
1 1/4"	6,21	3 3/4"	55,88	11"	481,20
1 5/16"	6,85	3 7/8"	60,67	11 1/4"	503,40
1 3/8"	7,51	4"	63,58	11 1/2"	526,00
1 7/16"	8,21	4 1/8"	67,62	11 3/4"	549,10
1 1/2"	8,94	4 1/4"	71,78	12"	572,70
1 9/16"	9,70	4 3/8"	76,06	12 1/2"	620,90
1 5/8"	10,49	4 1/2"	80,47	13"	672,60
1 11/16"	11,32	4 5/8"	85,01	13 1/2"	724,30
1 3/4"	12,17	4 3/4"	89,66	14"	779,70
1 13/16"	13,06	4 7/8"	94,44	14 1/2"	835,50
1 7/8"	13,97	5"	99,80	15"	894,90
1 15/16"	14,92	5 1/4"	109,50	15 1/2"	954,70
2"	15,90	5 1/2"	120,20	16"	1017,30
2 1/16"	16,91	5 3/4"	131,40	16 1/2"	1082,90
2 1/8"	17,95	6"	143,10	17"	1148,50
2 3/16"	19,02	6 1/4"	155,20	18"	1287,60
2 1/4"	20,12	6 1/2"	167,90	19"	1434,60
2 5/16"	21,25	6 3/4"	181,10	20"	1589,50

Tabela 11

Peso de Aço em Barra Quadrada

PESO DE AÇO EM BARRA POR METRO LINEAR					
 BARRA QUADRADA					
Diâmetro polegada	Peso kg	Diâmetro polegada	Peso kg	Diâmetro polegada	Peso kg
1/4"	0,32	2 3/8"	28,54	7"	248,10
5/16"	0,49	2 7/16"	30,06	7 1/4"	266,20
3/8"	0,71	2 1/2"	31,62	7 1/2"	285,00
7/16"	0,97	2 9/16"	33,22	7 3/4"	304,00
1/2"	1,22	2 5/8"	34,87	8"	324,00
9/16"	1,60	2 11/16"	36,55	8 1/4"	345,00
5/8"	1,98	2 3/4"	38,27	8 1/2"	365,90
11/16"	2,39	2 13/16"	40,02	8 3/4"	388,50
3/4"	2,85	2 7/8"	41,82	9"	410,20
13/16"	3,34	2 15/16"	43,66	9 1/4"	433,50
7/8"	3,87	3"	45,54	9 1/2"	457,10
15/16"	4,45	3 1/8"	49,41	9 3/4"	481,40
1"	5,06	3 1/4"	53,44	10"	506,50
1 1/16"	5,71	3 3/8"	57,63	10 1/4"	532,00
1 1/8"	6,40	3 1/2"	61,98	10 1/2"	558,40
1 3/16"	7,14	3 5/8"	66,49	10 3/4"	585,30
1 1/4"	7,91	3 3/4"	71,15	11"	612,80
1 5/16"	8,72	3 7/8"	75,98	11 1/4"	641,00
1 3/8"	9,57	4"	80,96	11 1/2"	669,80
1 7/16"	10,46	4 1/8"	86,10	11 3/4"	699,20
1 1/2"	11,39	4 1/4"	91,39	12"	729,30
1 9/16"	12,35	4 3/8"	96,86	12 1/2"	790,60
1 5/8"	13,36	4 1/2"	102,46	13"	855,80
1 11/16"	14,41	4 5/8"	108,23	13 1/2"	922,20
1 3/4"	15,50	4 3/4"	114,16	14"	992,60
1 13/16"	16,62	4 7/8"	120,25	14 1/2"	1063,80
1 7/8"	17,79	5"	126,50	15"	1139,50
1 15/16"	18,99	5 1/4"	139,50	15 1/2"	1215,60
2"	20,24	5 1/2"	153,10	16"	1295,30
2 1/16"	21,52	5 3/4"	167,20	16 1/2"	1378,80
2 1/8"	22,85	6"	182,50	17"	1462,30
2 3/16"	24,21	6 1/4"	197,80	18"	1639,40
2 1/4"	25,62	6 1/2"	213,50	19"	1826,60
2 5/16"	27,06	6 3/4"	231,00	20"	2023,90

Tabela 12

Peso de Aço em Barra Sextavada

PESO DE AÇO EM BARRA POR METRO LINEAR  BARRA SEXTAVADA			
Diâmetro polegada	Peso kg	Diâmetro polegada	Peso kg
1/4"	0,27	1 7/8"	15,41
5/16"	0,43	1 15/16"	16,45
3/8"	0,62	2"	17,53
7/16"	0,84	2 1/16"	18,64
1/2"	1,10	2 1/8"	19,79
9/16"	1,39	2 3/16"	20,97
5/8"	1,71	2 1/4"	22,19
11/16"	2,07	2 5/16"	23,44
3/4"	2,46	2 3/8"	24,72
13/16"	2,89	2 7/16"	26,03
7/8"	3,35	2 1/2"	27,38
15/16"	3,85	2 9/16"	28,78
1"	4,38	2 5/8"	30,19
1 1/16"	4,95	2 11/16"	31,67
1 1/8"	5,55	2 3/4"	33,14
1 3/16"	6,18	2 13/16"	34,22
1 1/4"	6,85	2 7/8"	36,22
1 5/16"	7,55	2 15/16"	37,81
1 3/8"	8,29	3"	39,43
1 7/16"	9,06	3 1/8"	42,79
1 1/2"	9,86	3 1/4"	46,34
1 9/16"	10,70	3 3/8"	49,34
1 5/8"	11,57	3 1/2"	53,74
1 11/16"	12,48	3 5/8"	57,66
1 3/4"	13,42	3 3/4"	61,69
1 13/16"	14,40	3 7/8"	65,88

Tabela 13

Peso de Aço em Barra Retangular

PESO DE AÇO EM BARRA RETANGULAR POR METRO LINEAR											
		ESPESSURA									
		1/8"	3/16"	1/4"	5/16"	3/8"	1/2 "	5/8"	3/4"	7/8"	1"
LARGURA	1/2"	0,31	0,47	0,63							
	5/8"	0,39	0,59	0,79							
	3/4"	0,47	0,71	0,94	1,20	1,42	1,90				
	7/8"	0,55	0,83	1,10	1,40	1,66	2,20				
	1"	0,63	0,94	1,26	1,58	1,89	2,53	3,16	3,80		
	1 1/4"	0,79	1,18	1,58	1,97	2,37	3,16	3,95	4,75		
	1 1/2"	0,94	1,42	1,89	2,37	2,84	3,79	4,74	5,70		
	1 3/4"	1,10	1,66	2,21	2,80	3,35	4,42	5,53	6,35		
	2"	1,26	1,89	2,35	3,16	3,79	5,06	6,32	7,59	8,86	10,12
	2 1/4"	1,42	2,13	2,85	3,57	4,30	5,7	7,12	8,85	9,96	11,39
	2 1/2"	1,58	2,37	3,16	4,00	4,74	6,32	7,90	9,48	11,07	12,65
	2 3/4"	1,64	2,61	3,48	4,35	5,22	6,96	8,70	10,44	12,18	13,92
	3"	1,90	2,85	3,79	4,80	5,69	7,59	9,48	11,38	13,28	15,18
	3 1/4"	2,05	3,08	4,11	5,14	6,17	8,22	10,28	12,33	14,39	16,44
	3 1/2"	2,21	3,32	4,42	5,53	6,65	8,85	11,07	13,28	15,50	17,71
	4"	2,54	3,80	5,06	6,33	7,60	10,10	12,65	15,18	17,71	20,24
5"	3,17	4,75	6,33	7,91	9,49	12,65	15,81	18,97	22,14	25,30	
6"	3,79	5,69	7,59	9,49	11,39	15,18	18,97	22,77	26,56	30,36	

Tabela 14

Peso de Aço em Chapa

CHAPAS GROSSAS			
ESPESSURA	PESO	ESPESSURA	PESO
1/16"	12,4	9/16"	112,0
1/8"	24,9	5/8"	124,5
3/16"	37,3	11/16"	136,9
1/4"	49,8	3/4"	149,4
5/16"	62,2	13/16"	161,8
3/8"	74,7	7/8"	174,3
7/16"	87,1	15/16"	186,7
1/2"	99,6	1"	199,2

Tabela 15

Pesos Específicos

material	peso específico Kg/m³	material	peso específico Kg/m³
água destilada (4º)	1.000	Gasolina (15º)	800 - 850
água do mar (0º)	1.026	Gesso calcinado	1.810
álcool etílico (15º)	790	Gêlo	880 - 920
álcool metílico (4º)	810	Grafite	1.900 - 2.300
alumínio puro	2.600	Granito	2.510 - 3.050
alumínio fundido	2.560 - 2.640	Graxa	920 - 940
alumínio laminado	2.700 - 2.750	Hidrogênio	0,089
amianto (asbesto)	2.100 - 2.800	Latão	8.400 - 8.700
amianto (papelão)	1.200	madeira Ipê	1.030 - 960
ar (0º; atm)	1,29	madeira Jatobá	1.020 - 850
areia fina seca	1.400 - 1.650	madeira Jacarandá	910 - 720
areia fina úmida	1.900 - 2.050	madeira Peroba	870 - 720
areia grossa	1.400 - 1.500	madeira Pinho	610 - 520
argamassa	2.100 - 2.500	madeira Cedro	580 - 420
argila seca	2.000 - 2.250	madeira Jequitibá	540
argila úmida	2.600	marfim	1.800 - 1.900
Asfalto	1.100 - 1.330	mámore comum	2.520 - 2.850
barro	1.700 - 2.800	mámore carrara	2.720
bronze (3% a 10% Al)	8.400 - 8.900	metal branco	7.100
bronze (8% a 14% Sn)	7.400 - 8.900	níquel	8.400 - 8.650
bronze	8.800	ouro puro	19.330
borracha	920 - 960	ouro fundido	19.250
cal virgem	900 - 1.300	ouro laminado	19.300 - 19.350
cimento em pó	1.450 - 1.750	oxigênio (0º; atm)	1.430
cobre fundido	8.800	papel	700 - 1.150
cobre laminado	8.900 - 9.000	platina	21.300
cobre trefilado	8.900 - 9.000	porcelana	2.150 - 2.490
chumbo	11.250 - 11.360	prata fundida	10.420 - 10.530
chumbo fundido	10.370	prata laminada	10.500 - 10.600
cromo puro	6.200 - 6.800	rebôlo	1.250 - 1.600
estanho fundido	7.200	tijolo comum	1.400 - 1.550
estanho laminado	7.300 - 7.500	tungstênio	19.300 - 19.800
ferro puro	7.880	vapor d'água (100º; atm)	0,606
ferro comum	7.800	vidro cristal	2.900 - 3.400
ferro fundido	7.850	vidro verde	2.640
ferro gusa branco	7.000 - 7.800	zinco fundido	6.860
ferro gusa cinza	6.700 - 7.600	zinco laminado	7.130 - 7.200

Tabela 16
Rosca Métrica

ROSCA MÉTRICA											
ROSCA GROSSA			ROSCA FINA								
d mm	P mm	BROCA mm									
M 1	0,25	0,75	MF 1	0,2	0,8	MF 18	1	17	MF 40	1,5	38,5
M 1,1	0,25	0,85	MF 1,1	0,2	0,9	MF 18	1,5	16,5	MF 40	2	38
M 1,2	0,25	0,95	MF 1,2	0,2	1	MF 20	1	19	MF 40	3	37
M 1,4	0,3	1,10	MF 1,4	0,2	1,2	MF 20	1,5	18,5	MF 42	1,5	40,5
M 1,6	0,35	1,25	MF 1,6	0,2	1,4	MF 20	2	18	MF 42	2	40
M 1,7*	0,35	1,3	MF 1,8	0,2	1,6	MF 22	1	21	MF 42	3	39
M 1,8	0,35	1,45	MF 2	0,25	1,75	MF 22	1,5	20,5	MF 42	4	38
M 2	0,4	1,6	MF 2,2	0,25	1,95	MF 22	2	20	MF 45	1,5	43,5
M 2,2	0,45	1,75	MF 2,5	0,35	2,15	MF 24	1	23	MF 45	2	43
M 2,3*	0,4	1,9	MF 3	0,35	2,65	MF 24	1,5	22,5	MF 45	3	42
M 2,5	0,45	2,05	MF 3,5	0,35	3,15	MF 24	2	22	MF 45	4	41
M 2,6*	0,45	2,1	MF 4	0,5	3,5	MF 25	1	24	MF 48	1,5	46,5
M 3	0,5	2,5	MF 4,5	0,5	4	MF 25	2	23	MF 48	2	46
M 3,5	0,6	2,9	MF 5	0,5	4,5	MF 25	1,5	23,5	MF 48	3	45
M 4	0,7	3,3	MF 5,5	0,5	5	MF 26	1,5	24,5	MF 48	4	44
M 4,5	0,75	3,7	MF 6	0,75	5,2	MF 27	1	26	MF 50	1,5	48,5
M 5	0,8	4,2	MF 7	0,75	6,2	MF 27	1,5	25,5	MF 50	2	48
M 6	1	5	MF 8	0,75	7,2	MF 27	2	25	MF 50	3	47
M 7	1	6	MF 8	1	7	MF 28	1	27	MF 52	1,5	50,5
M 8	1,25	6,8	MF 9	0,75	8,2	MF 28	1,5	26,6	MF 52	2	50
M 9	1,25	7,8	MF 9	1	8	MF 28	2	26	MF 52	3	49
M 10	1,5	8,5	MF 10	0,75	9,2	MF 30	1	29			
M 11	1,5	9,5	MF 10	1	9	MF 30	1,5	28,5			
M 12	1,75	10,2	MF 10	1,25	8,8	MF 30	2	28			
M 14	2	12	MF 11	0,75	10,2	MF 30	3	27			
M 16	2	14	MF 11	1	10	MF 32	1,5	30,5			
M 18	2,5	15,5	MF 12	1	11	MF 32	2	30			
M 20	2,5	17,5	MF 12	1,25	10,8	MF 33	1,5	31,5			
M 22	2,5	19,5	MF 12	1,5	10,5	MF 33	2	31			
M 24	3	21	MF 14	1	13	MF 33	3	30			
M 27	3	24	MF 14	1,25	12,8	MF 35	1,5	33,5			
M 30	3,5	26,5	MF 14	1,5	12,5	MF 36	1,5	34,5			
M 33	3,5	29,5	MF 15	1	14	MF 36	2	34			
M 36	4	32	MF 15	1,5	13,5	MF 36	3	33			
M 39	4	35	MF 16	1	15	MF 38	1,5	36,5			
M 42	4,5	37,5	MF 16	1,5	14,5	MF 39	1,5	37,5			
M 45	4,5	40,5	MF 17	1	16	MF 39	2	37			
M 48	5	43	MF 17	1,5	15,5	MF 39	3	36			

* Perfil DIN

Tabela 17

Rosca Whitworth

ROSCA WHITWORTH - SISTEMA INGLÊS								
BSW rosca Whitworth grossa			BSF rosca Whitworth fina			R (BSP) rosca Whitworth p/ tubo		
diâmetro in	fios por polegada	broca mm	diâmetro in	fios por polegada	broca mm	diâmetro in	fios por polegada	broca mm
W1/16	60	1,15	WF1/4	26	5,4	R1/8	28	8,8
W3/32	48	1,8	WF5/16	22	6,8	R1/4	19	11,8
W1/8	40	2,6	WF3/8	20	8,3	R3/8	19	15,3
W5/32	32	3,1	WF7/16	18	9,75	R1/2	14	19
W3/16	24	3,6	WF1/2	16	11	R5/8	14	21
W7/32	24	4,4	WF9/16	16	13	R3/4	14	24,5
W1/4	20	5,1	WF5/8	14	14	R7/8	14	28,3
W5/16	18	6,5	WF11/16	14	15,5	R1	11	30,8
W3/8	16	7,9	WF3/4	12	17	R1 1/4	11	39,3
W7/16	14	9,3	WF7/8	11	20	R1 1/2	11	45,2
W1/2	12	10,5	WF1	10	23	R1 3/4	11	51,1
W9/16	12	12	WF1 1/8	9	26	R2	11	57
W5/8	11	13,5	WF1 1/4	9	29	R2 1/4	11	63,1
W3/4	10	16,5	WF1 3/8	8	32	R2 1/2	11	72,6
W7/8	9	19,3	WF1 1/2	8	35	R2 3/4	11	78,9
W1	8	22				R3	11	85,3
W1 1/8	7	24,7				R3 1/4	11	91,5
W1 1/4	7	27,8				R3 1/2	11	97,7
W1 3/8	6	30,2				R3 3/4	11	104
W1 1/2	6	33,5				R4	11	110,4
W1 5/8	5	35,5						
W1 3/4	5	38,5						
W1 7/8	4,5	41,5						
W2	4,5	44,5						

Tabela 18

Abreviaturas de Elementos Químicos

Elemento Químico	Símbolo	Elemento Químico	Símbolo
Alumínio	Al	Magnésio	Mg
Antimônio	Sb	Manganês	Mn
Bário	Ba	Mercúrio	Hg
Belírio	Be	Molibdênio	Mo
Bismuto	Bi	Neônio	Ne
Boro	B	Níquel	Ni
Bromo	Br	Nitrogênio	N
Cádmio	Cd	Ouro	Au
Cálcio	Ca	Oxigênio	O
Carbono	C	Platina	Pt
Chumbo	Pb	Potássio	K
Cloro	Cl	Prata	Ag
Cobalto	Co	Rádio	Ra
Cobre	Cu	Rutênio	Ru
Cromo	Cr	Selênio	Se
Enxofre	S	Sílica	Si
Estanho	Sn	Sódio	Na
Estrôncio	Sr	Strôncio	Sr
Ferro	Fe	Tálio	Tl
Flúor	F	Tântalo	Ta
Fósforo	P	Telúrio	Te
Hélio	He	Titânio	Ti
Hidrogênio	H	Tungstênio	W
Índio	In	Urânio	U
Iodo	I	Vanádio	V
Írídio	Ir	Zinco	Zn