

D i s c i p l i n a

DESENHO DE MÁQUINAS

2 0 0 6 / 0 1

P r o f . F r e d e r i c o A . M . d o V a l e



Aluno: _____ Mat. _____

SUMÁRIO

Lista de tabelas

IV

0 Introdução

1 Normas gerais do Desenho Técnico de Mecânico

1.1	Formatos, legenda, lista de peças, tipos de linha, letreiros, números, dobragem de folha	1.1
1.4	Dimensões normalizadas	1.4
1.5	Normas ABNT para o desenho técnico mecânico	1.5
1.6	Escala normalizadas	1.6
1.7	Concordâncias	1.8
1.8	Projeções	1.10
1.8.1	Vistas ortogonais	
1.8.1.1	Projeção no 1º diedro	1.12
1.8.1.2	Projeção no 3º diedro	1.13
1.8.2	Vistas auxiliares	1.14
1.8.3	Vistas com rebatimento	1.16
1.8.4	Sugestões para seleção de vistas	1.18
1.8.5	Exercícios	1.22
1.9	Corte e seção	
1.9.1	Mecanismo do corte	1.33
1.9.2	Normas e recomendações	1.34
1.9.3	Diferença entre corte e seção	1.36
1.9.4	Tipos de corte	1.37
1.9.5	Tipos de seção	1.39
1.9.6	Tipos de hachuras	1.41
1.9.7	Exercícios	1.44
1.10	Cotagem	
1.10.1	Tipos de seta e de linha de cota	1.46
1.10.2	Formas de cotagem em função do tipo de linha	1.46
1.10.3	Posição das cotas/linha de chamada	1.47
1.10.4	Distâncias na cotagem	1.47
1.10.5	Cotas de forma e de posição	1.47
1.10.6	Formas de cotagem:	
- Paralela		1.48
- Série		1.48
- Mista		1.48
- Coordenadas polares		1.49
- Coordenadas		1.49
- Aditiva		1.49
1.10.7	Simbologia na cotagem	1.50
1.10.8	Cotagem de, furo, eixo, arco de círculo,....	
1.10.8.1	Cotas de furo	1.50
1.10.8.2	Cotas de eixo	1.50
1.10.8.3	Cotas de arco de círculo	1.51
1.10.8.4	Cotas de chanfro	1.52
1.10.8.5	Cotas em meia-vista	1.52
1.10.8.6	Cotas em furos concêntricos	1.53
1.10.8.7	Cotas em pequenos detalhes	1.53
1.10.8.8	Cotas de superfícies esféricas	1.54
1.10.8.9	Cota de ângulo	1.55
1.10.8.10	Cotagem de treliças e de Tubulações Industriais	1.55
1.10.8.11	Erros mais comuns na cotagem	1.55
1.10.8.12	Ruptura no desenho Técnico	1.57
1.10.9	Exercícios	1.59

2 O desenho e os processos de fabricação

2.1	Perspectiva explodida	2.1
2.2	Desenho de conjunto e de detalhes	

2.2.1 Desenho de conjunto	2.2
2.2.2 Desenho de detalhes	2.3
2.3 Plano de usinagem	2.7
2.4 Exercícios	2.10

3 Indicações

3.1 Indicação de rugosidade superficial	3.1
3.2 Indicação de tolerância dimensional	3.4
3.3 Indicação de recartilhado	3.5
3.4 Indicação de tolerância geométrica	3.6
3.5 Exemplos de indicação	3.12
3.6 Exercícios	3.14

4 Elementos de união

4.1 Hélice	4.1
4.2 Rosca	
4.2.1 Elementos da rosca	4.2
4.2.3 Desenho da rosca “exata”	4.3
4.2.4 Sentido da rosca	4.3
4.2.5 Rosca múltipla	4.4
4.2.6 Desenho da rosca simples, múltipla, esquerda ou direita	4.5
4.2.7 Formas de representação da rosca	4.6
4.2.8 Cotagem de rosca	4.7
4.2.9 Desenho de roscas	
4.2.9.1 Desenho da rosca Quadrada	4.9
4.2.9.2 Desenho da rosca Triangular Métrica	4.10
4.2.9.3 Desenho da rosca Trapezoidal externa	4.11
4.2.9.4 Desenho da rosca Dente de Serra	4.13
4.2.9.5 Exercícios	4.15
4.2.10 Perfis de roscas	
4.2.10.1 Rosca quadrada	4.17
4.2.10.2 Rosca triangular Métrica	4.18
4.2.10.3 Rosca Whitworth	4.19
4.2.10.4 Rosca NF, UNC,...	4.20
4.2.10.5 Rosca trapezoidal	4.21
4.2.10.6 Rosca dente de serra	4.22
4.3 Representação convencional de rosca	
4.3.1 Rosca externa	4.23
4.3.2 Rosca interna	4.23
4.3.3 Desenho de conjunto: rosca externa/rosca interna	4.24
4.3.4 Seqüência para desenhar junta parafusada de diversos tipos (passante, cego, prisioneiro)	4.25
4.3.5 Desenho de detalhes de junta parafusada	4.26
4.4 Elementos de fixação	
4.4.1 Desenho do parafuso de cabeça sextavada	4.27
4.4.2 Outros tipos de parafusos, porcas, arruelas e dispositivos de travamento	4.28
4.4.3 Desenho de conjunto de junta parafusada	4.33
4.4.4 Desenho de detalhes da junta parafusada	4.34
4.4.5 Exercícios	4.38
4.5 Rebites	4.42
4.6 Molas	4.43
4.7 Simbologia para junta soldada	4.46
4.7.4 Desenho de conjunto de junta soldada	4.51
4.7.5 Desenho de detalhes de junta soldada	4.52
4.7.6 Exercícios	4.53
4.8 União eixo cubo	
4.8.1 Conicidade e inclinação	4.57
4.8.2 Lingueta	4.59
4.8.3 Chaveta meia-lua	4.60
4.8.4 Eixo frezado	4.61
4.8.5 Pino, presilha, contra-pino e anel elástico	4.62

5 Elementos de transmissão

5.1	Roda denteada para corrente de rolos	5.1
5.1.4	Desenho de conjunto	5.4
5.1.5	Desenho de detalhes	5.5
5.2	Polia para correia trapezoidal	5.6
5.2.1	Desenho da polia	5.6
5.2.2	Especificação da polia e da correia	5.6
5.2.3	Equações	5.6
5.2.4	Desenho de conjunto de uma transmissão por correia trapezoidal	5.8
5.2.5	Desenho de detalhes de uma transmissão por correia trapezoidal	5.9
5.2.6	Exercícios sobre polia e roda dentada	5.10
5.3	Engrenagens	
5.3.1	Principais tipos de engrenagens e suas representações	5.11
5.3.2	Perfil dos dentes de engrenagens	5.14
5.3.3	Principais elementos das engrenagens de perfil evolvente	5.15
5.3.4	Desenho de dentes de engrenagem	
5.3.4.1	Método da evolvente	5.16
5.3.4.2	Método do Odontógrafo de Grant	5.17
5.3.4.3	Espessura das linhas na representação convencional de engrenagens	5.17
5.3.4.4	Módulos e passos diametrais padronizados	5.18
5.3.5	Elementos e desenho da engrenagem cilíndrica de dentes retos	
5.3.5.1	Elementos	5.19
5.3.5.2	Desenho de conjunto	5.20
5.3.5.3	Desenho de detalhes	5.21
5.3.6	Elementos e desenho da cremalheira	
5.3.6.1	Elementos	5.22
5.3.6.2	Desenho de conjunto	5.22
5.3.6.3	Desenho de detalhes	5.23
5.3.7	Elementos e desenho da engrenagem cônica reta	
5.3.7.1	Elementos	5.24
5.3.7.2	Como desenhar uma engrenagem cônica reta	5.25
5.3.7.3	Desenho de conjunto	5.26
5.3.7.4	Desenho de detalhes	5.27
5.3.8	Elementos e desenho das engrenagens cilíndricas de dentes helicoidais	
5.3.8.1	Descrição	5.28
5.3.8.2	Elementos	5.28
5.3.8.3	Desenho de conjunto, eixos paralelos	5.29
5.3.8.4	Desenho de detalhes, eixos paralelos	5.30
5.3.8.5	Desenho de conjunto, eixos ortogonais	5.31
5.3.8.5	Desenho de detalhes, eixos ortogonais	5.32
5.3.8.6	Desenho de conjunto, eixos reversos	5.33
5.3.8.7	Desenho de detalhes, eixos reversos	5.34
5.3.9	Elementos e desenho do parafuso sem-fim	
5.3.9.1	Elementos	5.35
5.3.9.2	Desenho de conjunto	5.36
5.3.9.4	Desenho de detalhes	5.37
5.4	Representação simplificada de rolamentos	5.38
5.5	Buchas cilíndricas	5.40
5.6	Retentor	5.41
5.7	Desenho completo de um redutor	
5.7.1	Desenho de conjunto	5.42
5.7.2	Desenho de detalhes	5.43
5.8	Exercícios	5.46

Lista de tabelas

Tabela 1.1	Dimensões normalizadas	1.4
Tabela 3.2	A rugosidade e os processos de fabricação	3.3
Tabela 3.3	Passos padronizados de recartilhado	3.5
Tabela 3.4	Tipos de tolerância geométrica	3.6
Tabela 4.1	Comprimento padronizado de parafusos	4.29
Tabela 4.3	Diâmetros de furos de preparação para rosca triangular métrica	4.35
Tabela 4.4	Diâmetros de furos de preparação para rosca Whitworth	4.36
Tabela 4.5	Diâmetros de furos de preparação para rosca NC. UNC, UNF	4.36
Tabela 4.6	Diâmetro de furos sem rosca, para parafusos com rosca triangular Métrica, Whitowrth, NC...	4.37
Tabela 4.7	Dimensões padronizadas de rebites	4.42
Tabela 4.8	Dimensões da lingüeta	4.59
Tabela 4.9	Chaveta meia-lua	4.60
Tabela 4.10	Ranhuras para eixo	4.61
Tabela 4.11	Dimensões de pino cônico	4.62
Tabela 4.12	Dimensões de pino cilíndrico	4.62
Tabela 4.13	Dimensões de pino elástico	4.62
Tabela 4.14	Anel elástico externo	4.63
Tabela 4.15	Anel elástico interno	4.64
Tabela 4.16	Presilha	4.65
Tabela 4.17	Contra-pino	4.66
Tabela 5.1	Dimensões da garganta para polia V	5.7
Tabela 5.2	Módulos e passos diametrais normalizados	5.18
Tabela 5.3	Buchas	5.40
Tabela 5.4	Retentores	5.41

INTRODUÇÃO

A expressão gráfica, talvez seja uma das mais antigas e universais atividades desenvolvidas pelo homem, na tentativa descrever as suas aventuras e contar a sua história. A expressão gráfica foi para o homem antigo uma necessidade como a caça, suas crenças e a guerra. Através de seus desenhos representou o que vivenciava, utilizando as paredes das cavernas, o couro dos animais, o papiro e muitos outros materiais.

Em todos os tipos de expressão gráfica seja na pintura, na escrita ou nos desenhos, existe uma característica que é comum a todas elas: a necessidade de que aquela representação seja entendida por outras pessoas, mesmo aquelas artes mais abstratas. Este deve ser o nosso principal objetivo quando se redige um desenho: **ele deve ser entendido por outras pessoas**.

O desenho técnico é a linguagem dos Engenheiros e Técnicos, ele está para estes profissionais como o nosso idioma está para as pessoas em geral. Não existe projeto mecânico nas áreas de fabricação, montagem e manutenção, em que o engenheiro e o técnico, não utilizem a linguagem gráfica.

Um desenho pode ser compreendido apenas pela sua forma, como mostrado na *Figura 1*, pela aplicação de uma norma (lei) como mostrado na *Figura 2*, ou na maioria das vezes é interpretado utilizando as duas formas anteriores, como mostrado nas *Figuras 3, 4 e 5*.

Deste modo, ao se redigir um desenho técnico, deve-se verificar, se as vistas, os cortes, as cotas e as indicações, são suficientes para que desenho alcance a finalidade a que se destina.

Deve-se ter sempre em mente ao se redigir um desenho técnico, seja com instrumento convencional (esquadros, compasso, etc.), esboço a mão livre ou com o auxílio do computador, que será apenas através da leitura e interpretação **correta** do desenho, que o elemento mecânico ou máquina será construído, daí a necessidade de se ter conhecimento e o domínio das normas técnicas para que se possa redigir e interpretar os desenhos corretamente.

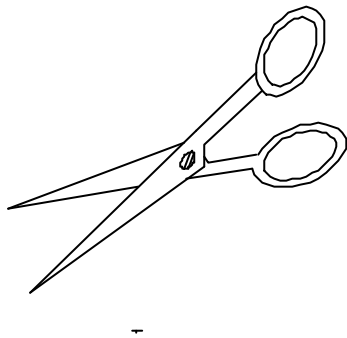


Figura 1 - Tesoura

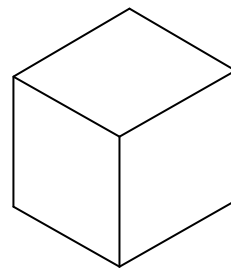


Figura 2 - Cubo

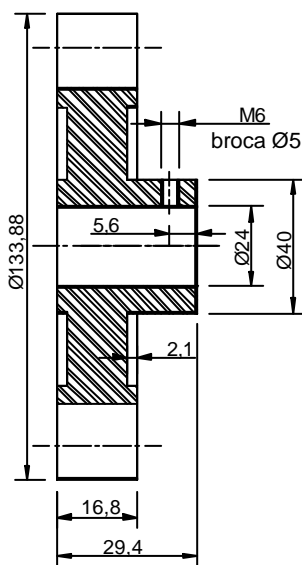


Figura 3 - Engrenagem

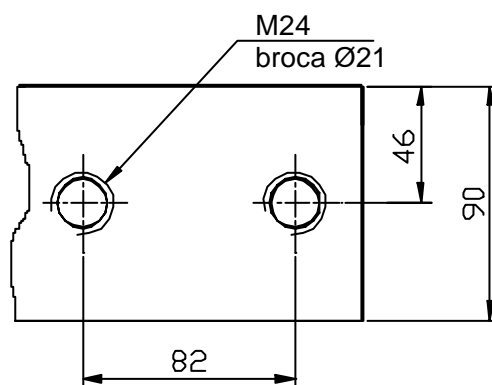


Figura 4 - Rosca interna

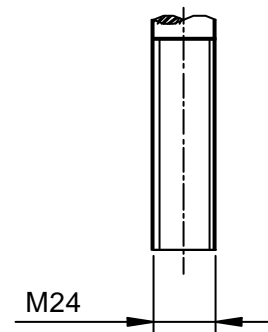


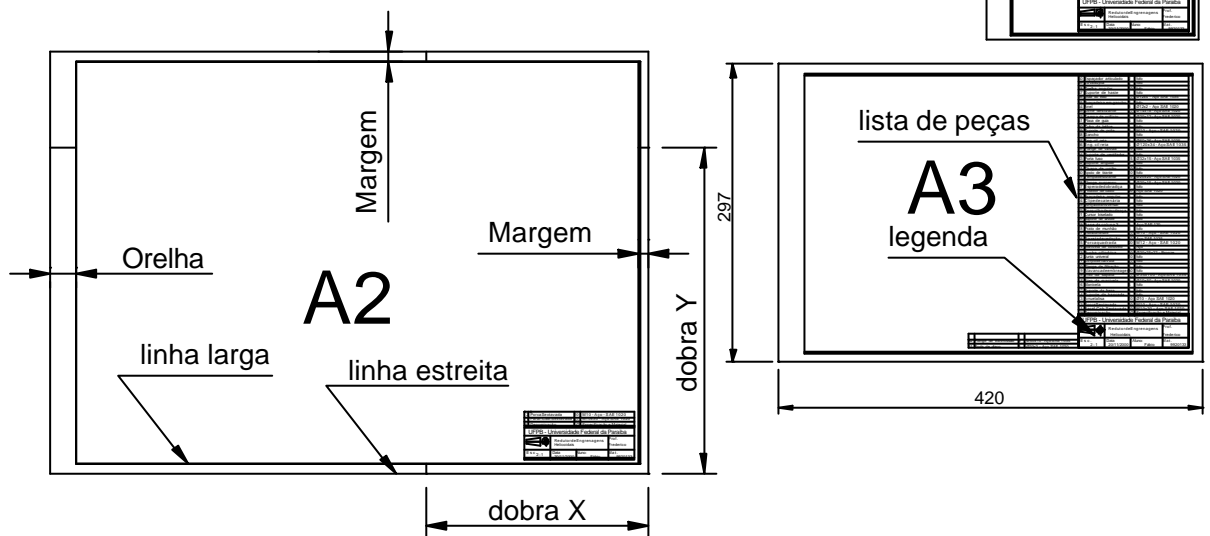
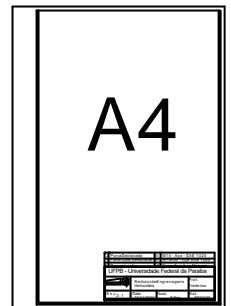
Figura 5 - Rosca externa

1 NORMAS GERAIS DO DESENHO TÉCNICO MECÂNICO

1.1 Formatos, legenda, tipos de linha, letreiros

- A unidade de dimensionamento utilizada no desenho Técnico Mecânico é o milímetro.
- Os formatos devem ser representados com sua maior dimensão na horizontal, com exceção do formato A4.
- A legenda deve vir sempre no canto inferior direito do formato.
- A lista de peças deve vir ou acima da legenda, ou à sua esquerda.
- Todos os formatos com exceção dos menores que o A4 (A5, A6), devem ser dobrados como indicado na tabela abaixo (dobra X e dobra Y), ficando com as dimensões do formato A4 após dobrados; com exceção do formato A2 que é permitido ficar um pouco maior.
- Desenhos em papel vegetal não são dobrados, mas sim enrolados.

Formato	Dimensões	Margem	Orelha	dobra		Dimensões da legenda		
				X	Y			
A0	841x1.189	10	25	185	297	Formato	L	H
A1	594x841	10	25	185	297		A0, A1 e A2	175
A2	420x594	10	25	192	297	A2, A3 e A4	120	35
A3	297x420	10	25	185				
A4	210x297	5	25			A4 e A5	90	25



letras maiúsculas:

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

letras minúsculas:

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

números:

0123456789

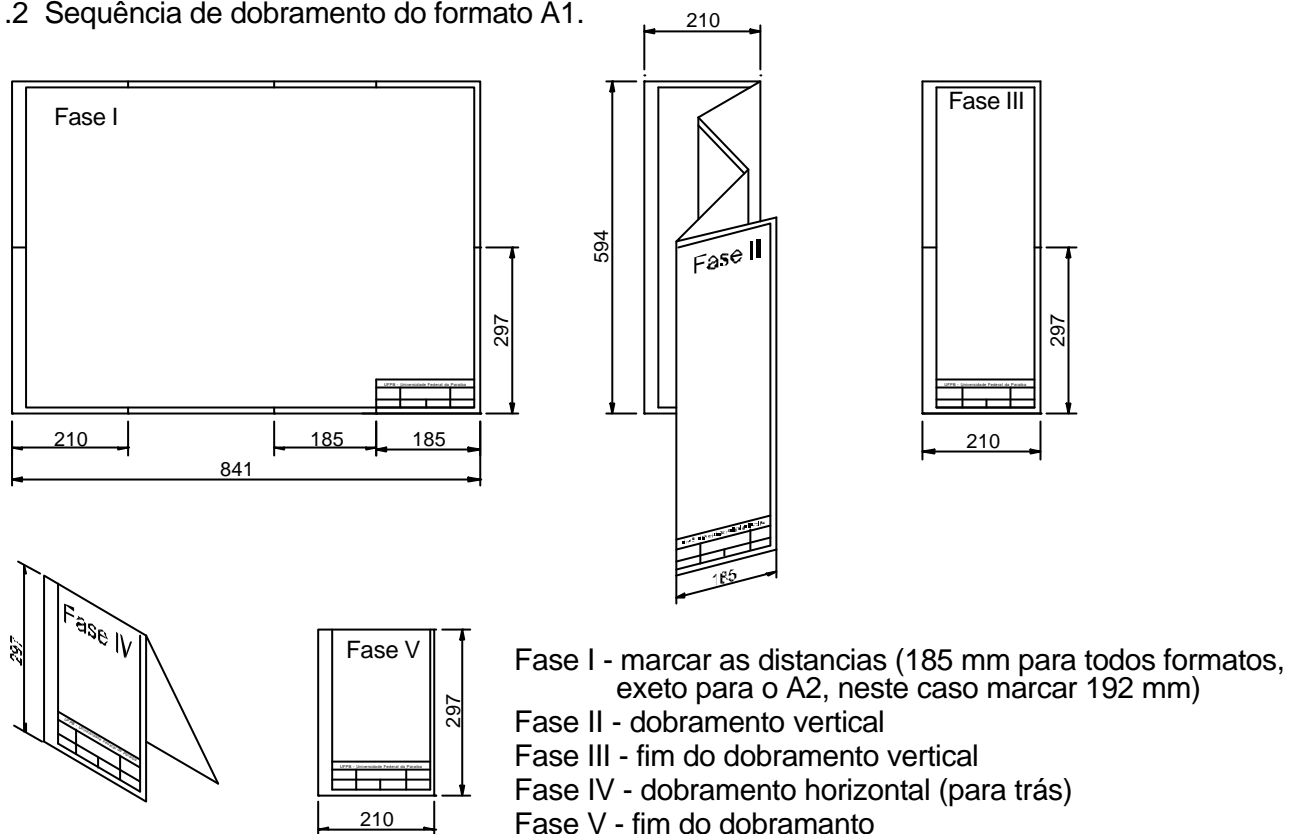
frações ordinárias e mistas

$\frac{1}{2}$ ou $1/2$ $1\frac{1}{2}$ ou $1\frac{1}{2}$ $R\frac{1}{2}$ ou $R1/2$ $\varnothing 1\frac{1}{2}$ ou $\varnothing 1\frac{1}{2}$

<div><div></div><div>57</div><div></div></div>			<div><div></div><div>6</div><div></div></div>		
2	Porca Sextavada	10	M10 - Aço - SAE 1020		
1	Paraf. Cab. Sextavada	10	M10x30 - Aço SAE 1020		
N	Denominação	Q	Especificação e Material		
UFPB - Universidade Federal da Paraíba					
		Redutor de Engrenagens Helicoidais		Prof. Frederico	
Esc. 2:1	Data 20/11/2000	Aluno: Fábio	Mat. 9920133		
30		30	30		
120					
L					
		12	15	36	H

Nota: a altura das letras e números indicados nesta folha, é apenas uma sugestão razoável para ser utilizada em desenhos redigidos em formatos A3, A4 e até A2. A altura da letra é função da dimensão gráfica do desenho. Portanto mesmo num formato A3, pode-se utilizar números e letras com alturas maiores.

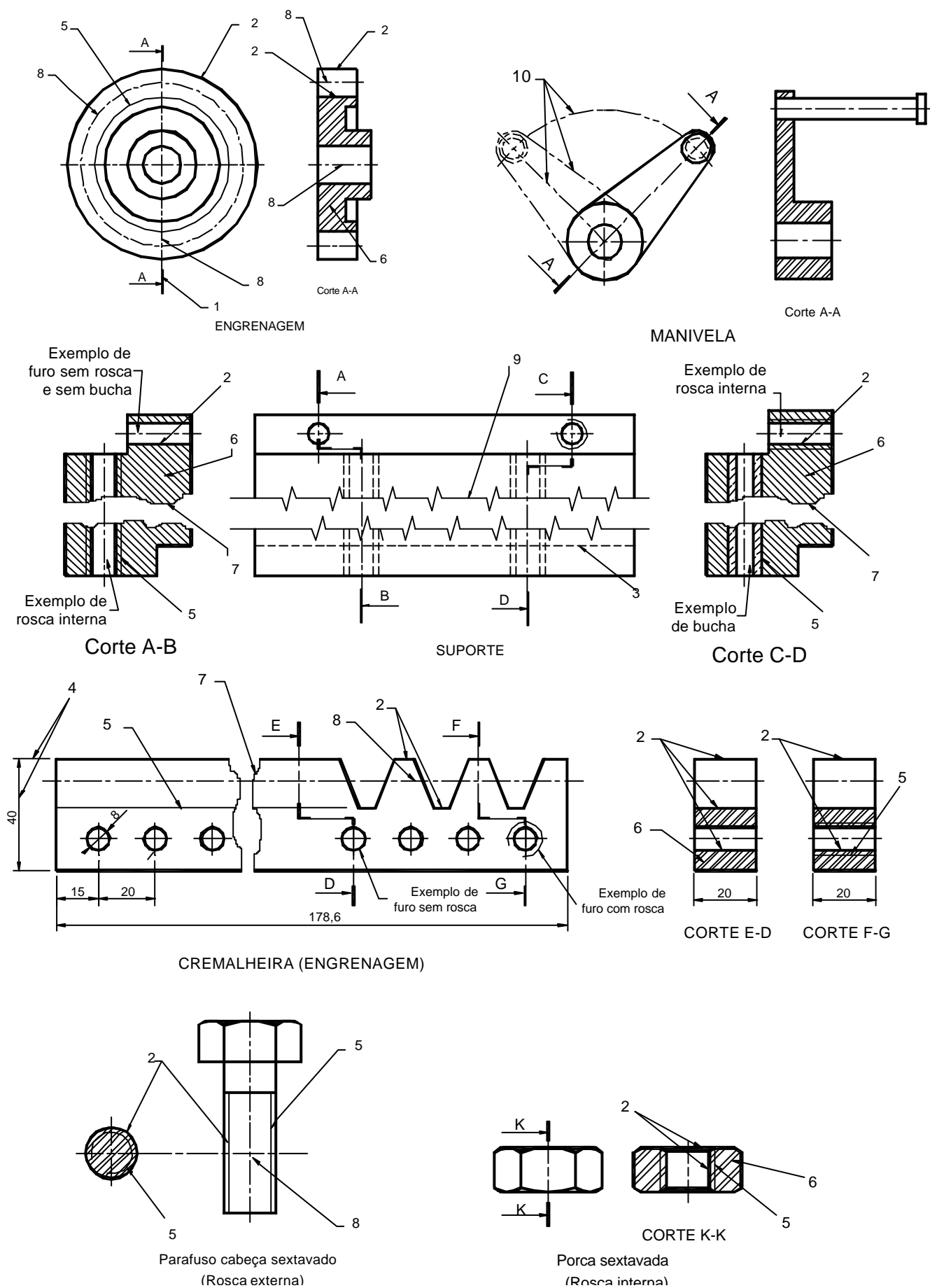
1.2 Sequência de dobramento do formato A1.



TIPOS DE LINHA (ver exemplos na página 3)					
	TIPO	COR	sugestão p/ espessura	exemplos aplicação	UTILIZAÇÃO
LARGA		10	0,30	1	traço do plano de corte
		PRETO	0,30	2	aresta e contornos visíveis
ESTREITA		170	0,15	3	arestas e contornos invisíveis
		32	0,15	4	linha de cota
		8	0,15	5	diâmetro interno de rosca externa diâmetro maior da rosca interna diâmetro do pé do dente de engrenagens diâmetro do pé do dente de rodas dentadas
		101	0,15	6	hachuras
		210	0,15	7	linha de ruptura curta
		21	0,15	8	linha de simetria
					linha de centro
					linha de eixo
					linhas primitivas
		210	0,15	9	linha de ruptura longa
		213	0,15	10	linha fantasma

Nota: A espessura da linha larga é o dobro da linha estreita

1.3 Exemplos de aplicação dos tipos de linha



1.4 – Dimensões normalizadas utilizadas no Desenho Técnico Mecânico

Tabela 1.1 – Dimensões normalizadas

DIMENSÕES NORMALIZADAS - <i>NBR 6404/92</i> - (milímetro)								
0,1	1	10	100					370
			105					375
	1,1	11	110				38	380
			115					390
0,12	1,2	12	120		0,4	4	40	400
			125					410
		13	130				42	420
			135					430
	1,4	14	140				44	440
			145			4,5	45	450
	1,5	15	150				46	460
			155					470
0,16	1,6	16	160				48	480
			165					490
		17	170		0,5	5	50	500
			175				52	520
	1,8	18	180				53	530
			185			5,5	55	550
		19	190				56	560
			195				58	580
0,2	2	20	200		0,6	6	60	600
		21	210				62	
	2,2	22	220				63	630
		23	230				65	650
		24	240				67	670
0,25	2,5	25	250				68	
		26	260				70	700
			270				71	710
	2,8	28	280				72	
			290				75	750
0,3	3	30	300				78	
			310		0,8	8	80	800
			315				82	
	3,2	32	320				85	850
			330				88	
		34	340			9	90	900
	3,5	35	350				92	
			355				95	950
		36	360				98	

As dimensões na tabela acima estão apresentadas de quatro maneiras diferentes, altura grande, altura pequena, negrito e claro, de forma a estabelecer um critério de seleção. Quanto **maior** (em altura) e em **negrito** a dimensão se apresentar, mais esta dimensão terá prioridade sobre uma outra.

Ex.: Entre 35 mm e 36 mm, deve-se escolher 36 mm.
 Entre 78 mm e 80 mm, deve-se escolher 80 mm.
 Entre 13 mm e 14 mm, deve-se escolher 14 mm.
 Entre 16 mm e 14 mm, deve-se escolher 16 mm

1.5 Relação de algumas normas utilizadas no Desenho Técnico Mecânico, fornecidas pela: ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas - **www.abntdigital.com**

NBR 8403	Aplicação de linhas em desenhos técnicos
NBR 10067	Princípios Gerais de representação em desenho técnico
NBR 8402	Execução de caracter para escrita em desenhos técnicos
NBR 10126	Cotagem em desenhos técnicos
NBR 8196	Emprego de escala
NBR 11534	Representação de engrenagens em desenho técnico
NBR 10582	Apresentação de folha para desenho técnico
NBR 11145	Representação de molas em desenho técnico
NBR 12298	Representação de área de corte por meio de hachuras em desenho técnico
NBR 8993	Representação de partes roscadas em desenho técnico
NBR 10647	Desenho técnico
NBR 10068	Folhas de desenho, leiaute e dimensões
NBR 12288	Representação simplificada de furo de centro em desenho técnico
NBR 7165	Símbolos gráficos de solda
NBR 14220-2	Mancais de deslizamento
NBR 1414611	Representação simplificada de estruturas metálicas
NBR 14957	Representação de recartilhado

1.6 – Escalas

1.6.1 Escalas padronizadas

Definição de escala

$$\text{Escala} = \frac{d_G}{d_R}$$

d_R - Dimensão real (cota)**d_G** - Dimensão gráfica (dimensão em escala **natural** de qualquer linha representada em uma folha)**Escalas padronizadas** para o desenho Técnico Mecânico

Redução	Natural	Ampliação
1:2	1:1	2:1
1:5		5:1
1:10		10:1
1:20		20:1
1:100		100:1
1:200		200:1
1:500		500:1
1:1000		1.000:1

1.6.2 Utilização do escalímetro:

Para ler ou redigir desenhos com auxílio de um escalímetro, é necessário saber que:

1ª – Identificar visualmente se o desenho foi reduzido, ampliado ou está representado na escala natural

2ª – As indicações de escala existentes nos escalímetros vendidos no comércio só contêm escala de **redução**, 1:2; 1:2,5; 1:50; 1:100; 1:1000; 1:75; 1:125, etc,

3ª – Todos os escalímetros existentes no sistema ISO são baseados no **metro**.

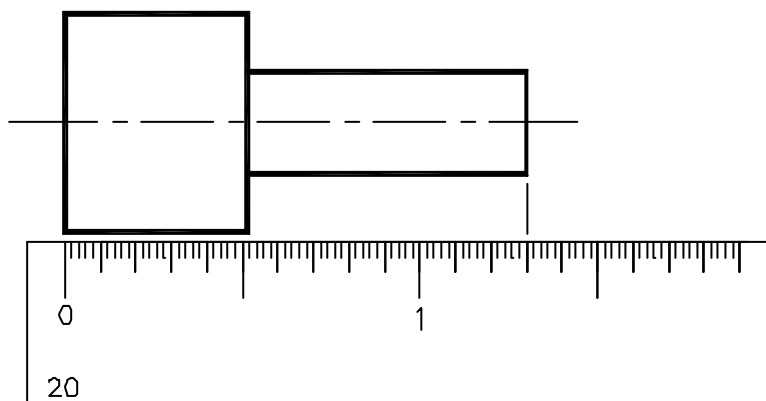
1.6.2.1 Leitura com Escalas de redução.

Tome como exemplo a peça abaixo, *Figura 1.6.1*, que foi redigida numa escala de **1:20**, significa que a peça foi desenhada vinte vezes menor do que ela realmente é, uma leitura com um escalímetro 1:20 deve ser realizada da seguinte forma:

1ª Determinar quanto vale a menor divisão do escalímetro: verifique quantas divisões existem de **0** a **1 m** (existe escalímetro indicando de 0 a 10m, e de 0 a 100m, deve-se proceder da mesma forma), neste caso existem **50** divisões, logo cada divisão vale **0,02** metros, (no de 0 a 10 valerá 0,2 m e no de 0 a 100 valerá 2m),

2ª Contamos quantas divisões existem de zero até o final da peça, no exemplo abaixo são **65** divisões,

3ª A dimensão real da peça é **1,3 metros** que é resultado do produto de 65 (número de divisões no escalímetro do início ao final da peça) vezes 0,02 metros (valor da menor divisão deste escalímetro).

**Figura 1.6.1** – Escala de redução

Nota: A leitura das outras escalas existente no escalímetro, deve ser realizada de forma idêntica ao apresentado neste parágrafo.

1.6.2.2- Leitura com escala de ampliação:

Como ler ou redigir desenhos ampliados com o auxílio de escalímetros? Foi visto no exemplo anterior que é fácil ler e redigir desenhos diretamente sem qualquer artifício utilizando o escalímetro, desde que as escalas sejam de redução, mas com um pequeno artifício podemos utiliza-lo em desenhos ampliados.

Seja um desenho redigido numa escala de **5:1**, que é uma das escalas de ampliação padronizadas, vamos re-escrevê-la da seguinte forma: $\frac{5}{1} = \frac{100}{20} = 100 \frac{1}{20}$, isto quer dizer que podemos ler ou redigir desenhos na escala de **5:1**, utilizando o escalímetro de **1:20**, desde que ao fazermos a leitura se tenha em mente que a dimensão real da peça é **100 vezes** menor do que o valor apresentado no escalímetro. Como cada divisão da escala de **1:20** vale **0,02 metros**, Item 1.6.2.1, isto quer dizer, que cada divisão na nova escala de **5:1** passará a valer **100 vezes menos.!!!, isto é valerá 0,0002 metros**.

O desenho abaixo foi redigido na escala de **5:1**, a leitura do escalímetro deve ser realizada da seguinte forma: na escala de **1:20**, a dimensão indicada vale **1,3m**, como já foi visto no item 1.6.2.1, mas como a escala no qual foi redigido é **5:1**, teremos que dividir este valor por **100**, para encontrarmos a dimensão real da peça. Realizando esta simples operação encontramos para dimensão real **13 mm**

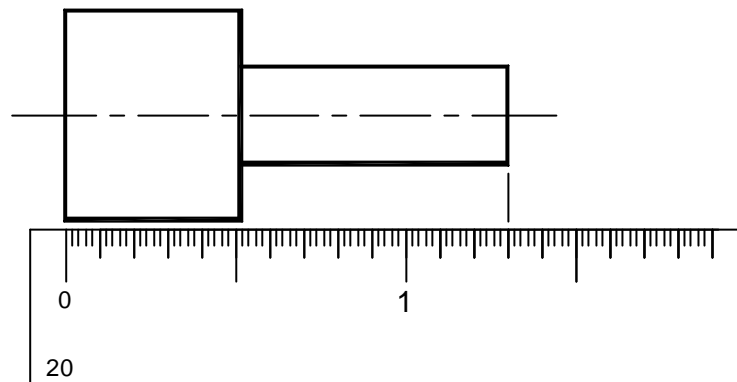
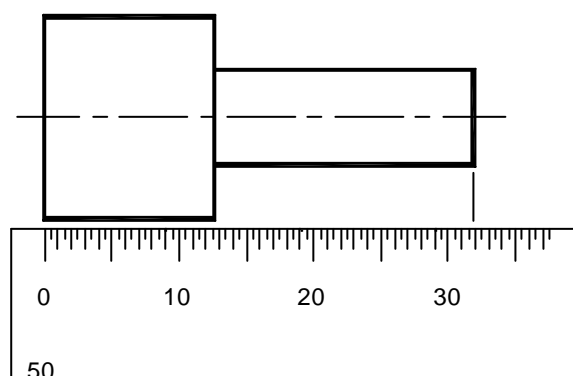


Figura 1.6.2 – Escala de ampliação

Nota: Utilizando este mesmo procedimento, verifica-se que para ler ou redigir desenhos na escala de **2:1**; ou **20:1**; o escalímetro a ser utilizado deve ser o de **1:50**, isto é: $\frac{2}{1} = \frac{100}{50} = 100 \frac{1}{50}$ ou $\frac{20}{1} = \frac{1000}{50} = 1000 \frac{1}{50}$, ou seja, o valor lido será **100** ou **1000** vezes menor do que quando lido na escala de **1:2**, desta forma na escala de 2:1 ou 20:1, cada divisão da escala valem respectivamente **0,0005 m** ou **0,00005 m**.

O desenho abaixo foi redigido na escala de **2:1**, a leitura do escalímetro deve ser realizada da seguinte forma: na escala de **1:5**, a dimensão indicada vale **3,2m**, se a escala do desenho fosse de **1:50**, a leitura seria **32m**, como a escala no qual foi redigido é **5:1**, teremos que dividir a dimensão 3,2m por **100**, o que resultará numa dimensão de **32m** para peça

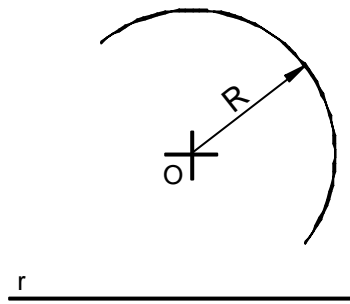


1.7 - Concordância

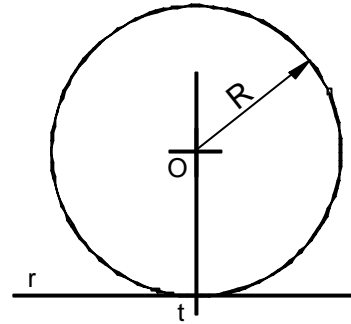
1.7.1 Princípios do desenho geométrico

Para que dois arcos de circunferência concordem ou um arco e uma reta concordem, é necessário que se conheça, o **ponto de tangência**, o **raio** e o **centro do arco**. Em diversos problemas, alguns destes elementos não são conhecidos e para a sua determinação são utilizados dois princípios da geometria.

1º Princípio: Determinação do ponto de tangência entre uma reta e um arco de circunferência: o ponto de tangência (**t**) entre um arco e uma dada reta, encontra-se na reta que é perpendicular à reta dada e passa pelo centro da circunferência.

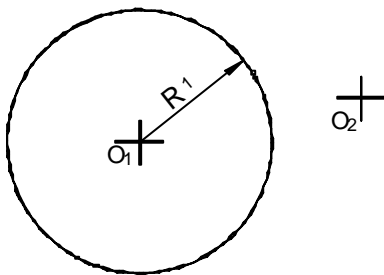


- São dados uma reta **r**, o centro **O** e o raio do arco **R** falta determinar o ponto de tangência.

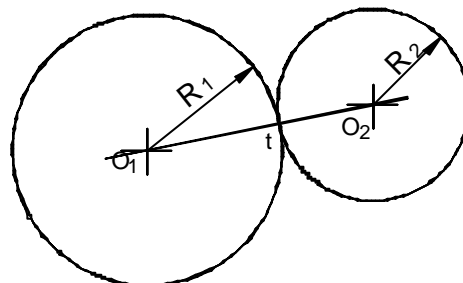


O ponto de tangência **t**, fica na reta que é perpendicular a reta dada e passa pelo centro do arco (**O**).

2º Princípio: Determinação do ponto de tangência entre dois arcos de circunferência: o ponto de tangência (**t**) entre dois arcos, encontra-se na reta que liga o centro dos dois arcos.



- São conhecidos os centros das duas circunferências **O₁** e **O₂** e o raio da primeira (**R₁**) faltam determinar o ponto de tangência, e o raio da Segunda circunferência



- O ponto de tangência **t**, encontra-se na reta que passa pelos centros das circunferências, **O₁** e **O₂** e **R₂** é igual a **O₂ t**

1.7.2 - Determinação do centro (Circuncentro) e do raio de um arco que passa por três pontos não colineares.

1-Dados os pontos **P₁**, **P₂** e **P₃**, *Figura 1.7.1*, trace segmentos de reta ligando os pontos **P₁**, **P₂** e **P₃**, como mostrado na *Figura 1.7.2*

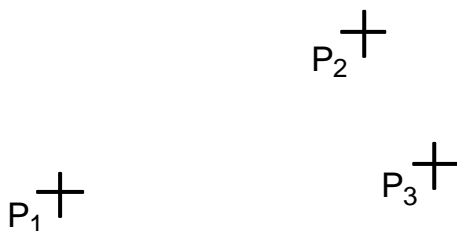


Figura 1.7.1

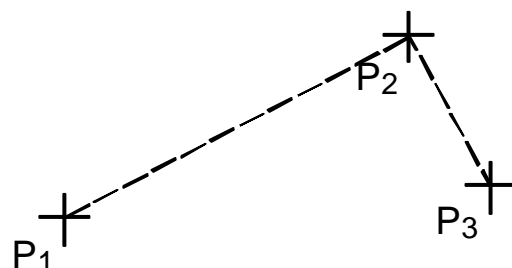


Figura 1.7.2

3- Determine as mediatrizes, pontos **B** e **C** dos segmentos P_1P_2 e P_2P_3 , por estas mediatrizes levante perpendiculares a cada segmentos de reta, *Figura 1.7.3*.

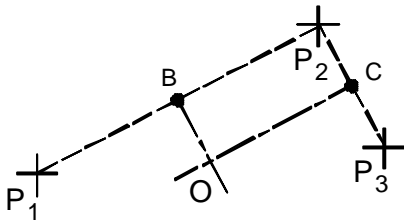


Figura 1.7.2

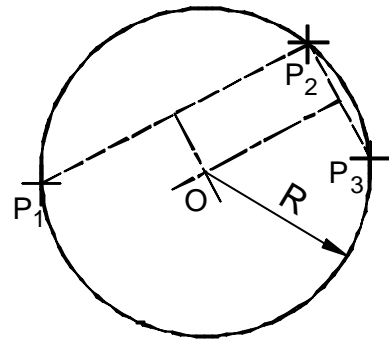


Figura 1.7.3

4- O ponto de intercessão determinado pelas perpendiculares, determina o centro do arco (**O**). Para determinar o raio basta medir a distância do centro determinado a qualquer dos pontos dados.

Nota: O processo pode ser o inverso, ser dado um arco qualquer de uma circunferência e se determinar o seu raio e centro. Para isto basta marcar sobre este arco ou circunferência, três pontos quaisquer e o problema será resolvido da forma idêntica à anterior, *Figura 1.7.3*.

1.7.3 Traçar uma curva reversa (curva em forma de S), de raios iguais ou diferentes

1 - Dados a reta r_2 , a semi-reta r_1 e os raios dos arcos R_1 e R_2 da curva reversa, levantar uma perpendicular pelo ponto **A**, sobre esta perpendicular marcar uma distância igual a R_1 determinando o ponto O_1 *Figura 1.7.4*.

2 - Levantar uma perpendicular à reta r_2 por qualquer ponto desta. Marcar sobre esta perpendicular a distância R_2 . Trace uma reta auxiliar paralela à reta r_2 por este ponto, *Figura 1.7.4*.

3- Trace uma circunferência com centro em O_1 e raio igual a $R=R_1+R_2$, este arco irá interceptar a reta auxiliar paralela a r_2 no ponto O_2 , *Figura 1.7.5*.

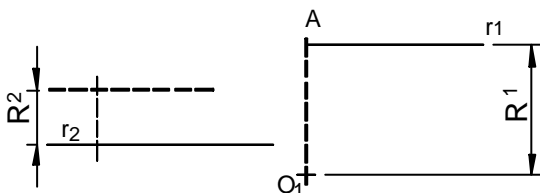


Figura 1.7.4

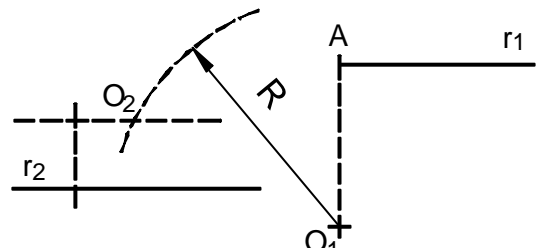


Figura 1.7.5

4- Levantar uma perpendicular a r_2 que passe por O_2 para determinar o ponto de tangência **B**, *Figura 1.7.6*.

5- Ligue O_1 a O_2 , *Figura 1.7.6* e trace uma circunferência com centro em O_2 e raio R_2 , esta circunferência irá interceptar o segmento de reta que liga O_1 a O_2 , determinando o ponto de tangência **D**, *Figura 1.7.6*. Trace um arco circunferência com centro em O_1 e raio R_1 , de **A** até **D** completando o processo, *Figura 1.7.7*.

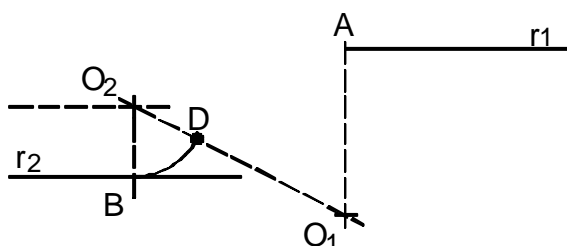


Figura 1.7.6

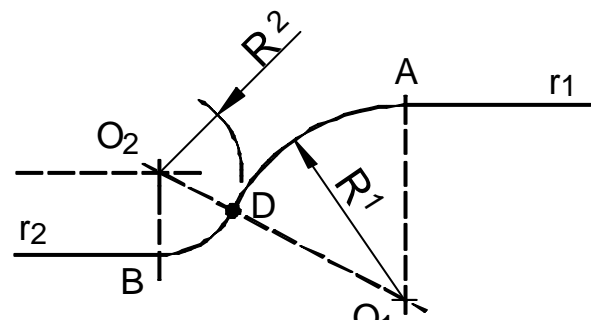


Figura 1.7.7

1.8 Projeções

Existem três tipos de projeções utilizadas pelos engenheiros, arquitetos e técnicos, para representar um objeto tridimensional no plano:

1- Projeção ortogonal

- Nesta forma de projeção, o objeto tem uma de suas faces posicionada paralelamente ao plano de projeção, e os raios luminosos incidentes vindos de uma fonte no infinito se projetam perpendicularmente ao plano e à face do objeto, *Figura 1.8.1*. Neste grupo estão as Vistas ortogonais, os Cortes e as Vistas auxiliares.

2- Projeção axométrica, que se subdivide em:

2.1 – Projeção oblíqua ou cavaleira.

- Nesta forma de projeção, o objeto tem uma de suas faces posicionada paralelamente ao plano de projeção como na projeção ortogonal, mas os raios incidentes vindos da fonte luminosa no infinito, projetam-se obliquamente (ângulo $\neq 90^\circ$) sobre a face e sobre o plano de projeção, *Figura 1.8.2*.

2.2 – Projeção axométrica ortogonal.

- Nesta forma de projeção, os raios luminosos incidem perpendicularmente no plano de projeção como na projeção ortogonal, mas o objeto tem as suas faces posicionadas obliquamente (ângulo $\neq 90^\circ$) em relação a este plano, *Figura 1.8.3*. Neste grupo estão as perspectivas Isométrica, Dimétrica e Trimétrica.

3-Projeção cônica.

- Nesta forma de projeção, os raios luminosos provêm de uma fonte próxima ao objeto, desta forma os raios incidentes sobre este e sobre o plano de projeção não são paralelos, como nos casos anteriores, mas formam um cone de luz. Na *Figura 1.8.4*, está sendo apresentado o retorno da luz aos olhos do observador e não os raios incidentes.

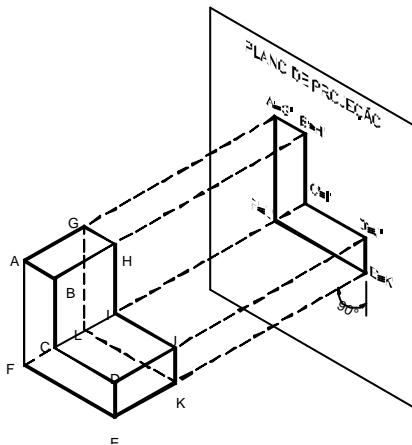


Figura 1.8.1 – Projeção ortogonal

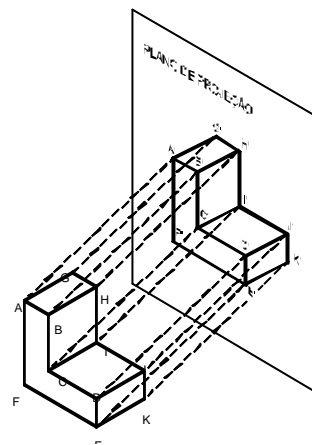


Figura 1.8.2 – Projeção oblíqua

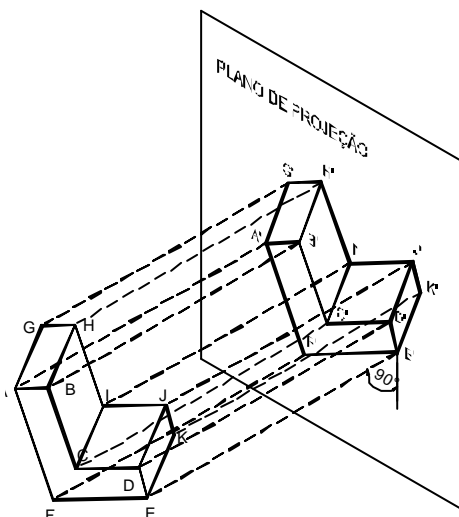


Figura 1.8.3 – Projeção axométrica

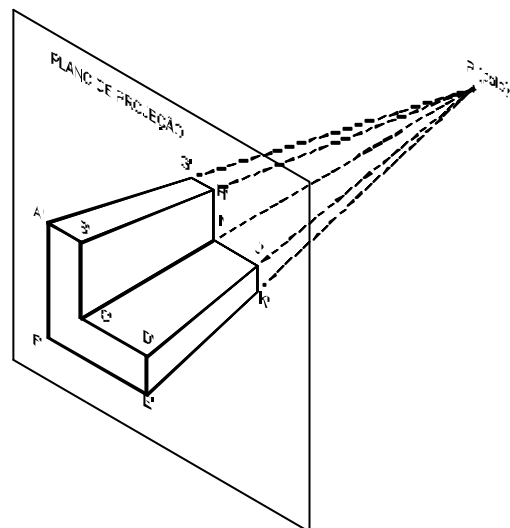


Figura 1.8.4 – Projeção cônica

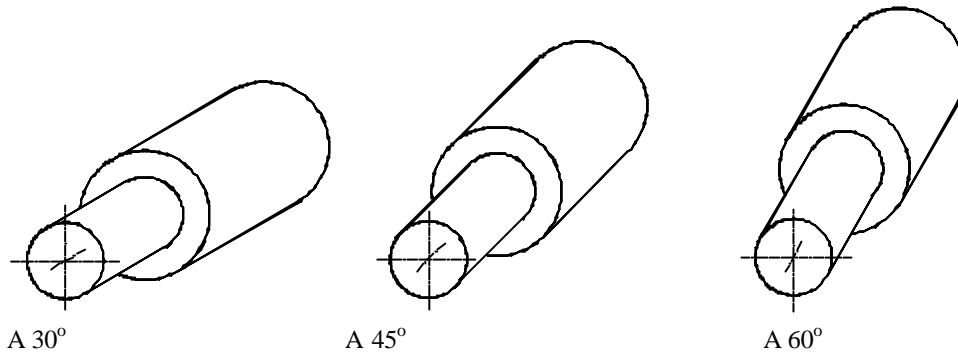
No Desenho Técnico Mecânico é empregado principalmente a **projeção ortogonal** nos desenhos para fabricação de peças e máquinas e, as **projeções axométricas** quando utilizadas têm por objetivo dar um melhor entendimento a respeito do aspecto final da máquina ou da peça. Dentre as projeções axométricas, a perspectiva cavaleira é excelente para esboço a mão livre e a perspectiva isométrica para desenho com instrumento, seja no computador através da computação gráfica seja na tradicional prancheta com esquadros e compasso.

Atualmente com a utilização da computação gráfica na representação de objetos em 3D e no desenho de sólidos, possibilitou a obtenção da perspectiva cônica de forma muito simples, fazendo com que este tipo de desenho deixasse de ser uma atribuição de especialistas.

Nota: As perspectivas **não são cotadas** nos desenhos técnicos, os exemplos existentes nestas apostilhas que se encontram cotados têm por objetivo facilitar o trabalho do aluno, evitando a utilização do escalímetro.

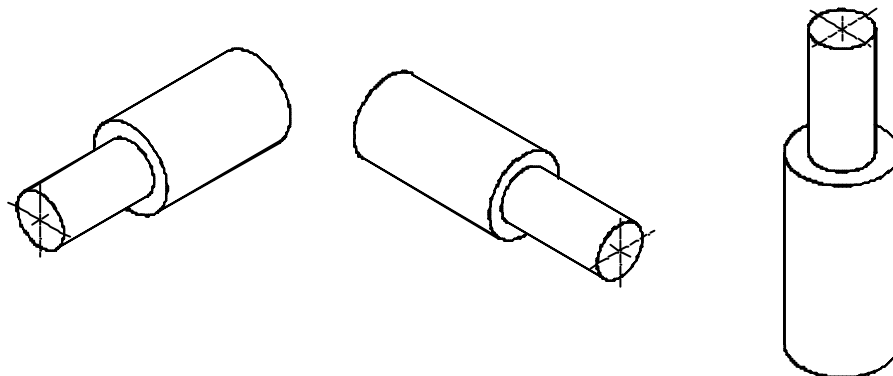
Perspectiva Cavaleira:

- As reduções no eixo de “fuga” (eixo Z), mais utilizadas são respectivamente: 1/3, 1/2 ou 2/3.

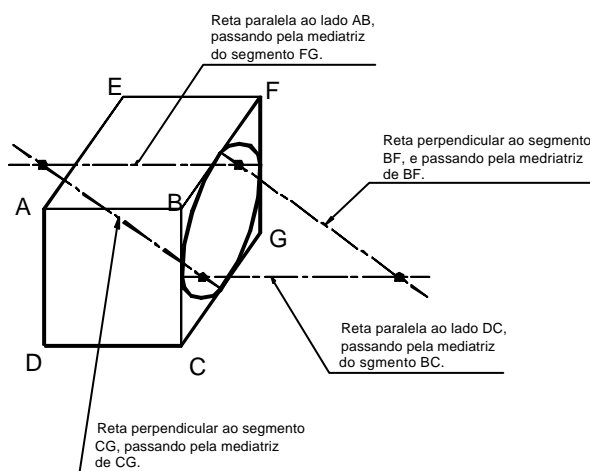


Perspectiva Isométrica:

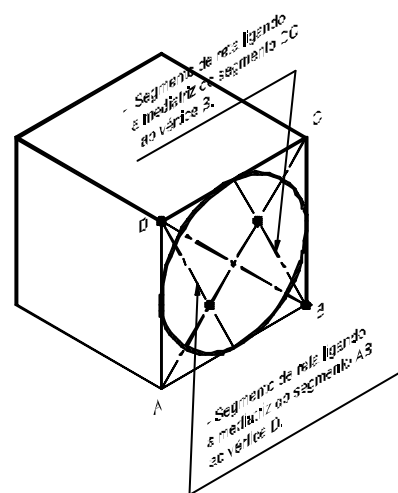
- Não existe redução entre um eixo e outro



Como desenhar círculos em perspectiva:



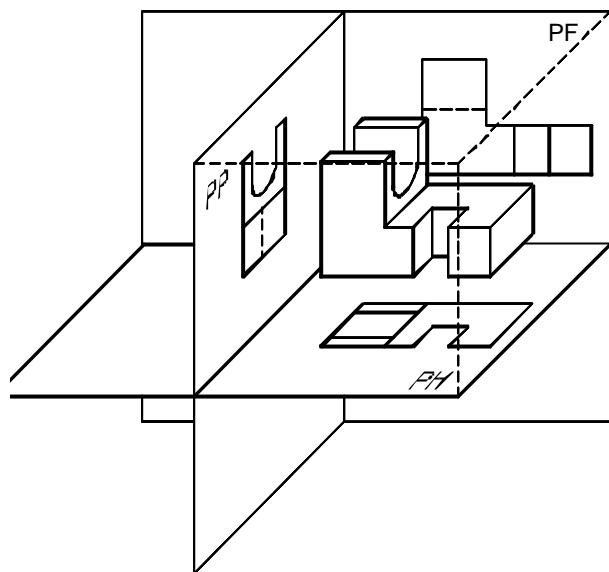
Cavaleira



Isométrica

1.8.1.1 1º Diedro (Sistema SI)

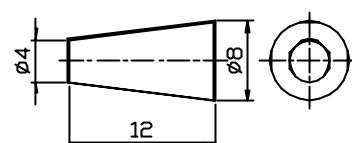
1.8.1 Vistas ortogonais (Projeções ortogonais)



Principais planos de projeção

PF - Plano Frontal
PH - Plano Horizontal
PP - Plano de Perfil

Símbolo do 1º diedro

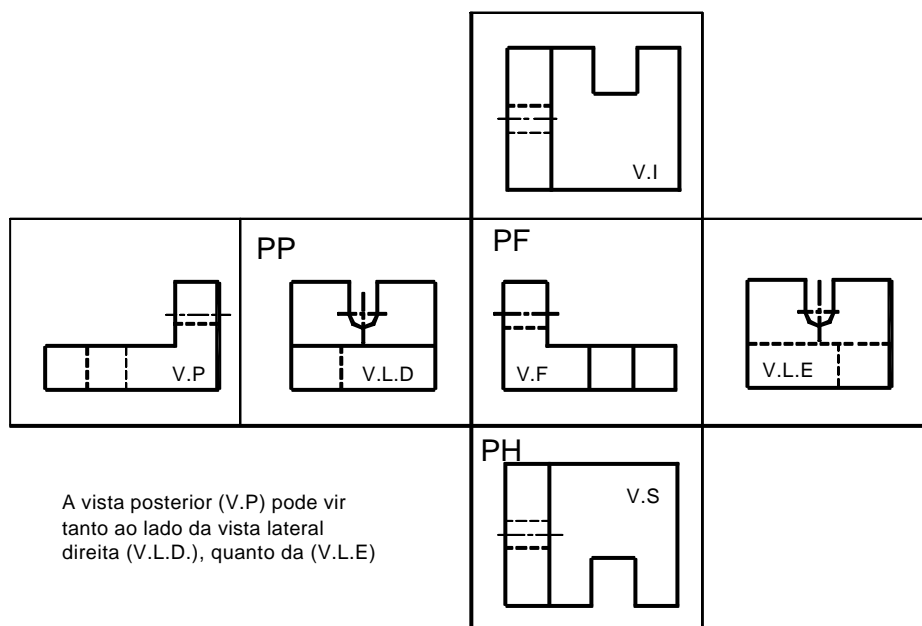
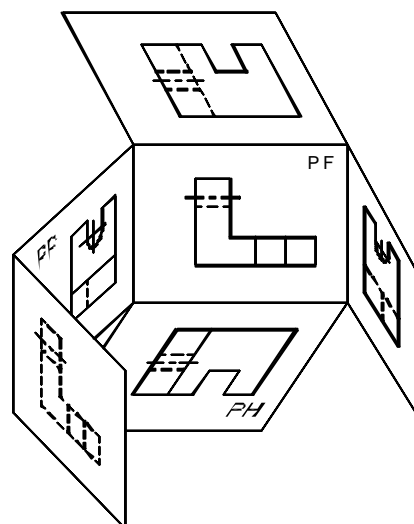


Nota: Uma aresta visível tem preferência sobre qualquer outro tipo de aresta ou linha.

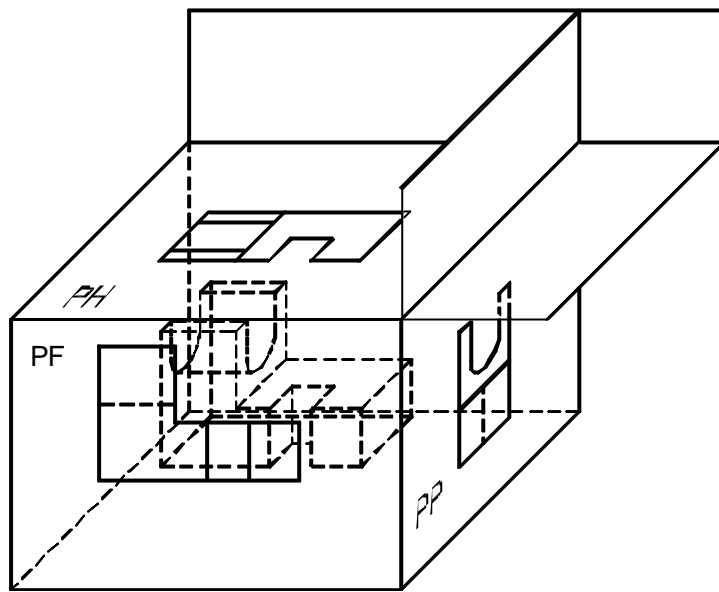
No 1º diedro as projeções se apresentam como se o observador estivesse no interior do diedro juntamente com o objeto, de maneira que o objeto se encontra entre o observador e o plano no qual serão projetadas as vistas da peça.

REBATIMENTO DOS PLANOS

O rebatimento dos planos de projeção no 1º diedro, é realizado mantendo fixo o **Plano Frontal** e girando os planos Horizontal e de Perfil da **frente** para **trás**, como se nos cantos existissem dobradiças.



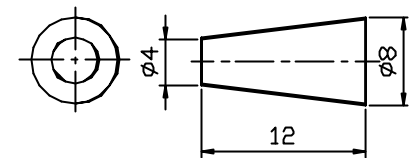
1.8.1.2 3º Diedro (Sistema Norte Americano)



Principais Planos de Projeção

PF - Plano Frontal
PH - Plano Horizontal
PP - Pno de Perfil

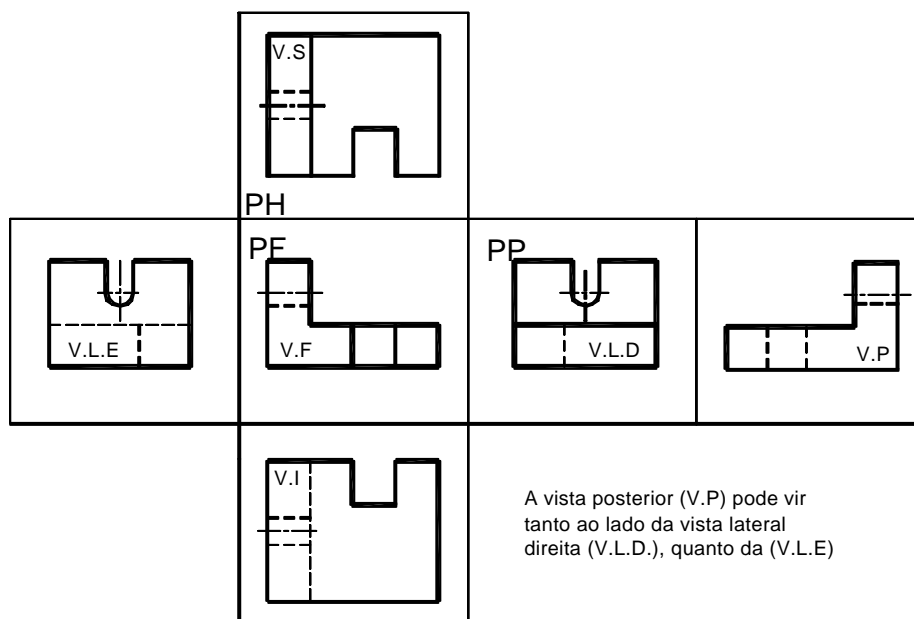
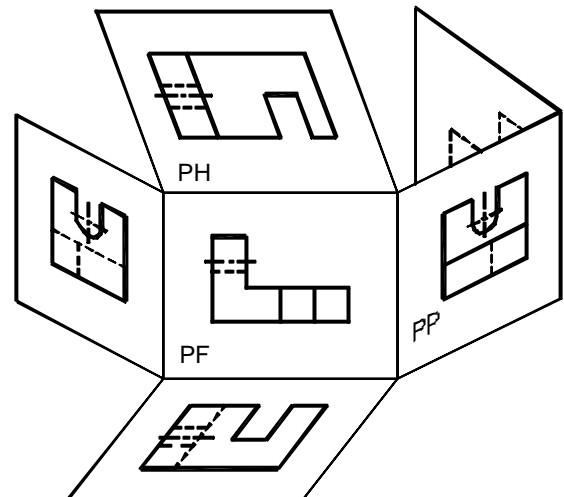
Símbolo do 3º diedro



- No 3º diedro as projeções se apresentam como se o observador estivesse do lado de fora do diedro, e a peça no interior, de forma que existe sempre um plano de projeção entre o observador e o objeto.

REBATIMENTO DOS PLANOS

- O rebatimento dos planos de projeção no 3º diedro: é realizado mantendo o **Plano Frontal** fixo e os girando os planos Horizontal e de Perfil de **trás** para a **frente**, como se nos cantos existissem dobradiças.



A vista posterior (V.P) pode vir tanto ao lado da vista lateral direita (V.L.D.), quanto da (V.L.E)

1.8.2 Vistas auxiliares

1.8.2.1 Planos de projeção: **PF** - Plano Frontal; **PH** - Plano Horizontal; **PP** - Plano de Perfil; **PQA** - Plano Qualquer Auxiliar

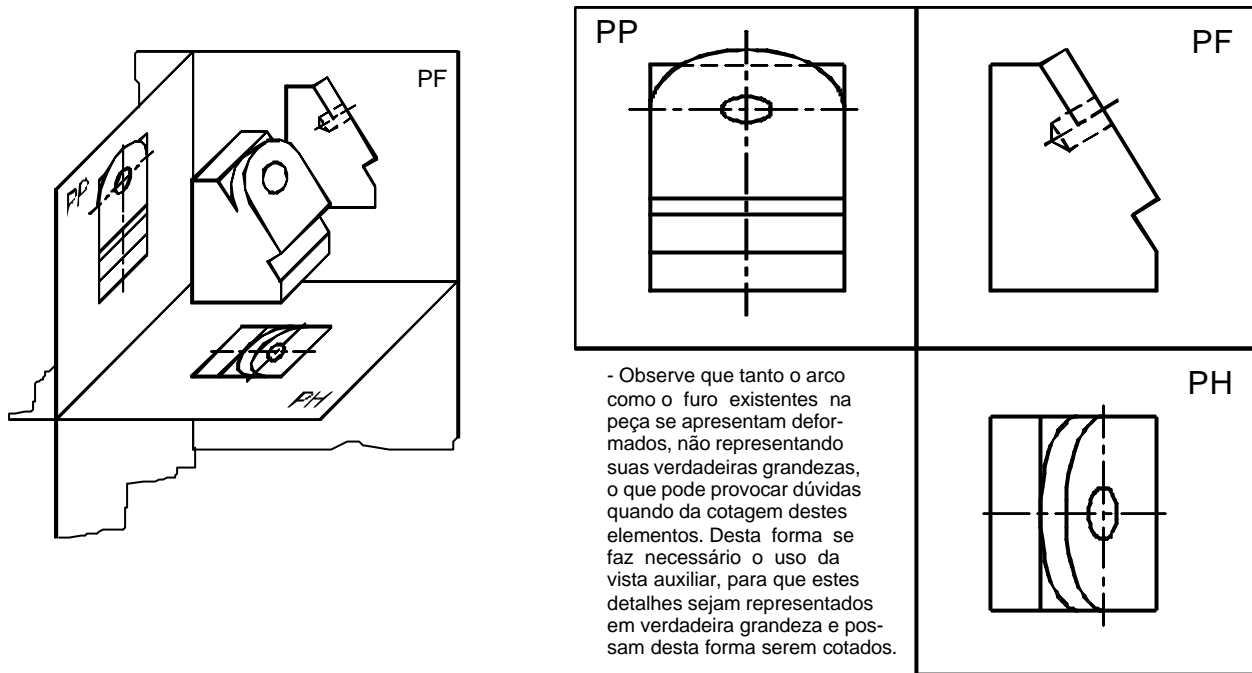


Figura 1.8.5 – Projeção sem plano auxiliar

Seleção de um Plano Qualquer Auxiliar

Para selecionar um Plano Qualquer Auxiliar, deve-se escolher um plano que seja ao mesmo tempo, **perpendicular** a um dos planos principais de projeção e **paralelo** à superfície que se quer visualizar em verdadeira grandeza. Preferencialmente deve-se projetar no plano auxiliar, apenas a superfície da peça que é paralela a este plano, interrompendo a vista com uma linha de **ruptura curta** a partir deste ponto, ver *Figura 1.8.6*. Neste exemplo o plano auxiliar escolhido é perpendicular ao Plano Frontal.

Nota: As vistas auxiliares, podem ser em qualquer número, e podem ser projetadas no 1º ou no 3º diedros. Quando no 3º deve ser indicado claramente no desenho esta condição, através de uma seta perpendicular ao plano auxiliar e com uma letra maiúscula sobre a seta, ver *Figuras 1.8.8 e 1.8.9*.

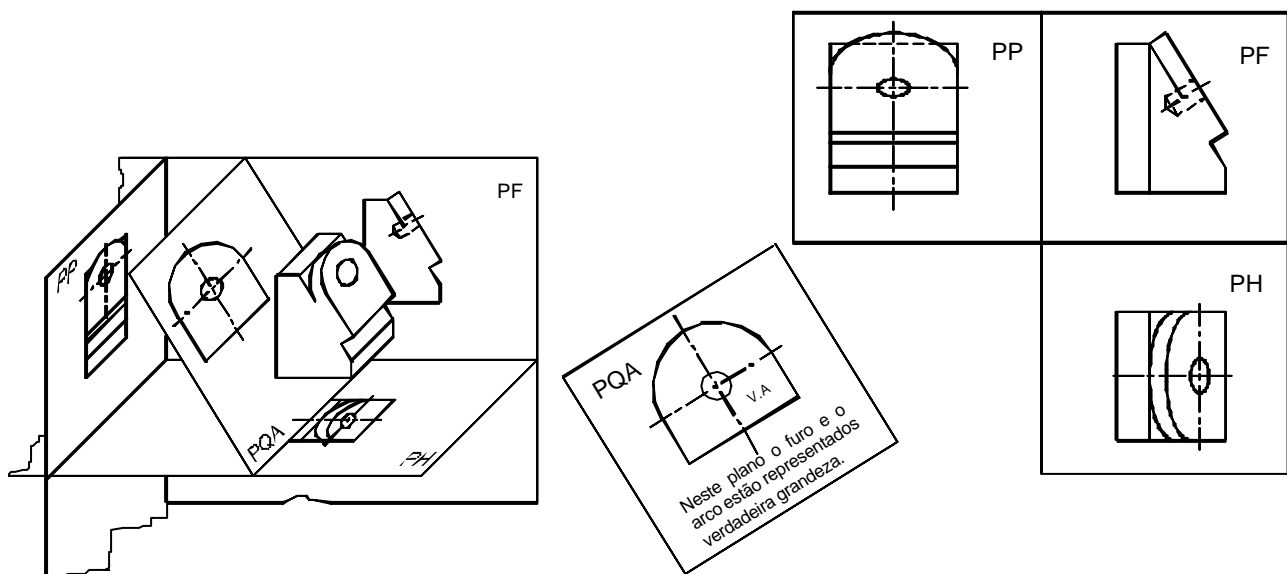


Figura 1.8.6 - Projeção com plano qualquer auxiliar

1.8.2.2 Exemplo de vistas auxiliares

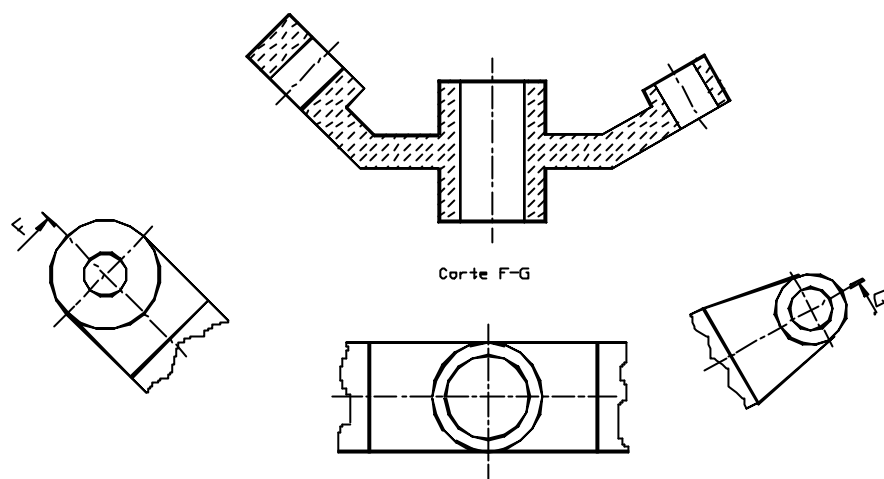


Figura 1.8.7 - Vistas auxiliares no 1º diedro

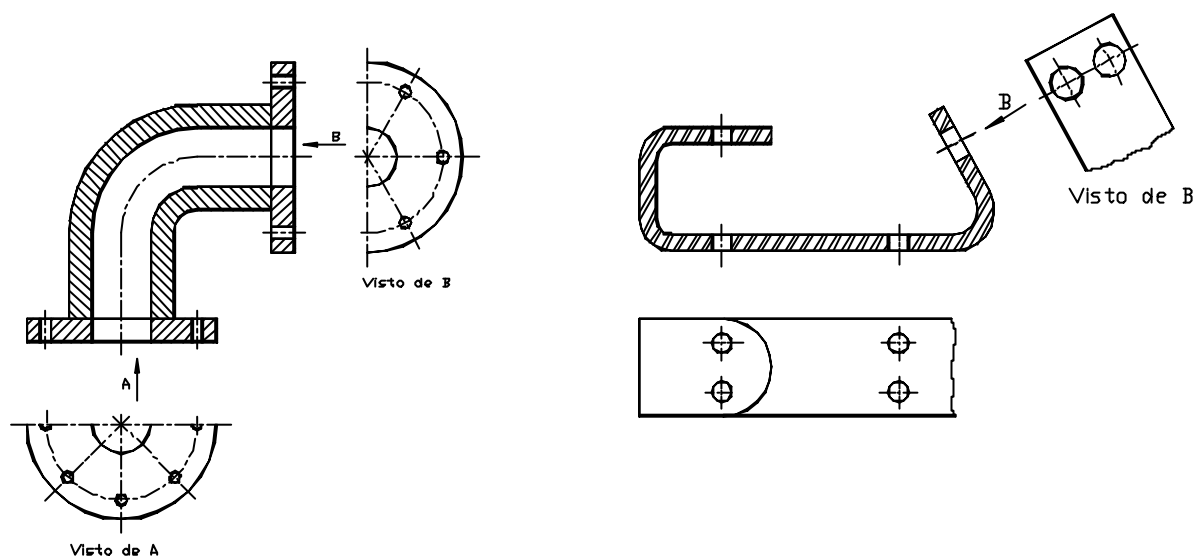


Figura 1.8.8 - Vistas auxiliares no 3º diedro

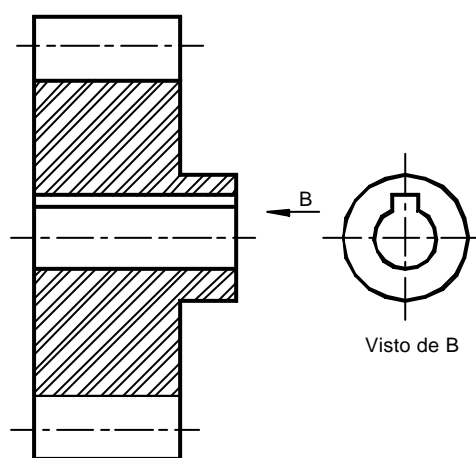


Figura 1.8.9 - Vista auxiliar no 3º diedro

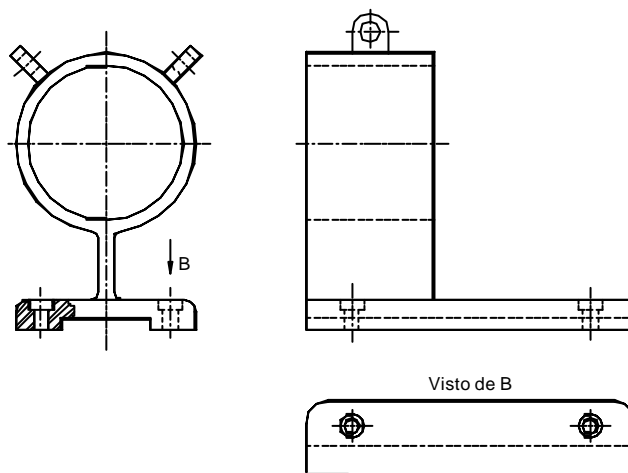


Figura 1.8.10 – Vista auxiliar no 1º diedro

1.8.3 – Vista com rebatimento (rotacionada)

Em algumas situações a representação de peças pode fugir das regras da projeção ortogonal, com a finalidade de facilitar o entendimento e simplificar o desenho.

Quando uma peça pode rotacionar em torno de um centro teórico, e desta forma ser representada em diversas posições sem que este fato altere o entendimento da peça, esta peça pode ser representada com uma vista rotacionada.

Exemplo 1: A peça balancim mostrada abaixo, pode ser representada como mostrado na *Figura 1.8.11* ou como na *Figura 1.8.12*, isto porque ela tem um centro teórico de rotação, podendo girar em torno deste centro.

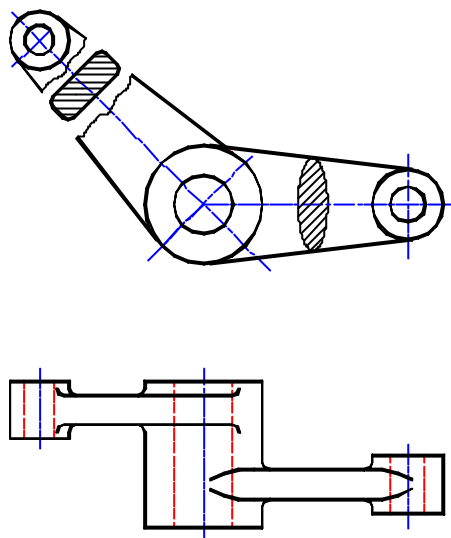


Figura 1.8.11 – Projeção ortogonal

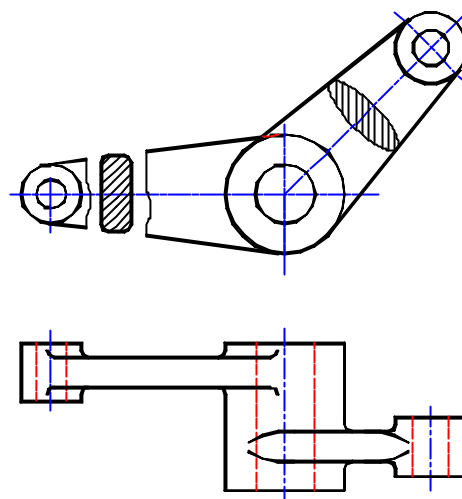


Figura 1.8.12 – Projeção ortogonal

Em peças com esta característica, deve-se escolher a representação por vista rotacionada em vez de vista auxiliar, e no exemplo em questão o desenho deve se apresentar como mostrado na *Figura 1.8.13*, rotacionando a parte inclinada em relação ao centro de rotação da peça.

Nota: não é necessário representar a linha fantasma

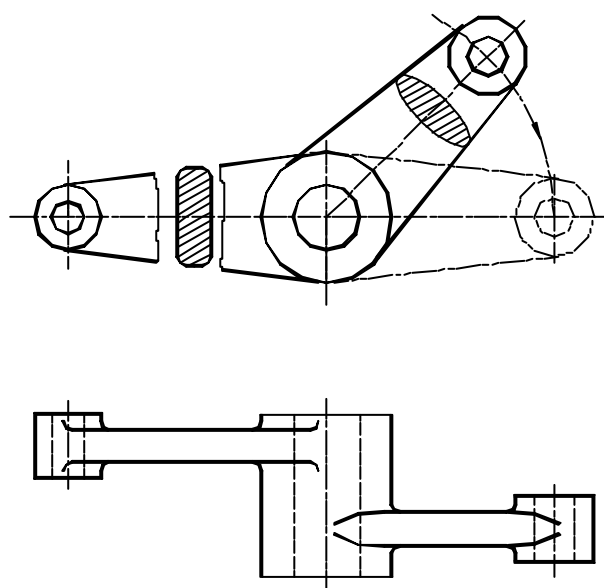


Figura 1.8.13 – Projeção rotacionada

Exemplo 2: O suporte, *Figura 1.8.14*, está representado segundo as leis da projeção ortogonal, *Figura 1.8.15*, observe que esta forma de representação embora correta, não simplifica o entendimento da peça nem a execução de seu desenho.

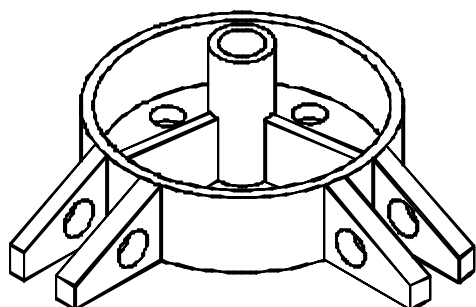


Figura 1.8.14 - perspectiva

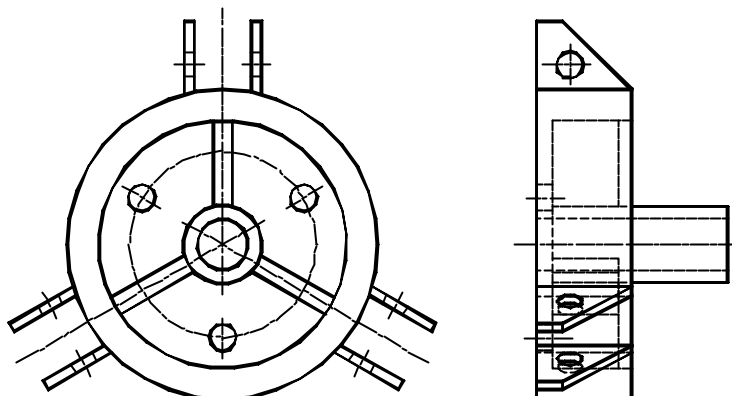


Figura 1.8.15 – Projeção ortogonal

Observando a representação do suporte na *Figura 1.8.15*, pode-se ver que esta tem um centro de rotação, logo podemos representá-lo de forma mais simplificada, utilizando um rebatimento. Nesta nova forma, conforme pode-se observar na *Figura 1.8.16*, o processo é bastante simplificado e de mais fácil interpretação do desenho, não provocando nenhuma dúvida quanto a forma da peça, o fato de que após a rotação, alguns detalhes desta estejam fora de lugar, não compromete o entendimento, uma vez que a vista principal fornece perfeitamente a localização dos furos, das nervuras e das orelhas da peça.

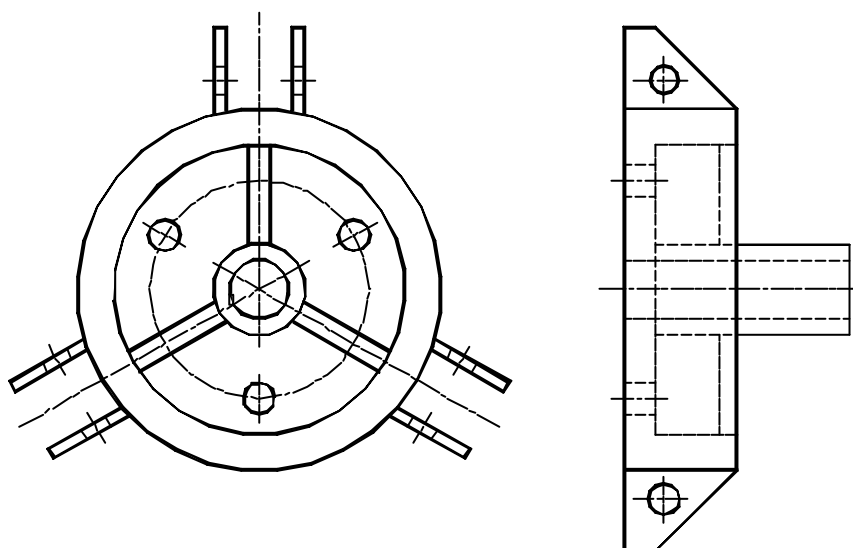


Figura 1.8.16 – Projeção rotacionada

4º Elementos que possuem forma de "**domínio público**" (que todos reconhecem), como por exemplo: tesoura, alicate, chave de fenda e de boca, serrote, etc, devem ter para vista principal, aquela pela qual as pessoas identificam estes objetos.

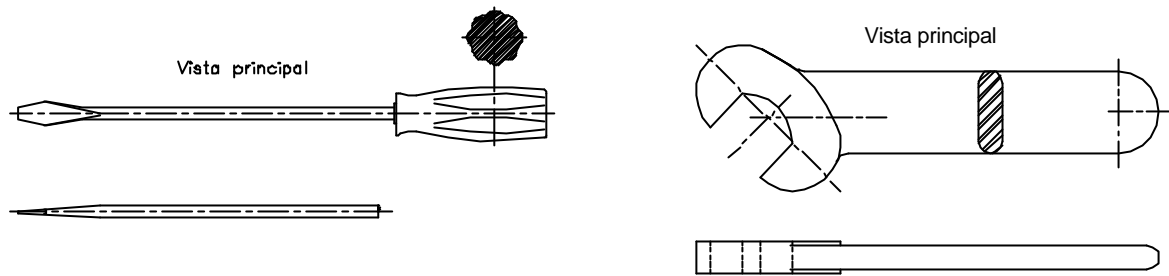


Figura 1.8.20 – Peças com forma de domínio público

5º Elementos em forma de tronco de pirâmide e de parte de tronco de cone: quando uma peça com a forma de um tronco de pirâmide possui as arestas da base superior e as arestas laterais arredondadas Figura 1.8.21 e, peças com a forma de parte de tronco de cone Figura 1.8.23, tem a as arestas da base superior e, as arestas laterais arredondadas, normalmente serão necessárias no mínimo três vistas sendo que uma delas em corte, uma vez que as superfícies superiores de peças com estes formatos não projetam nenhuma aresta, Figuras 1.8.22 e 1.8.24.

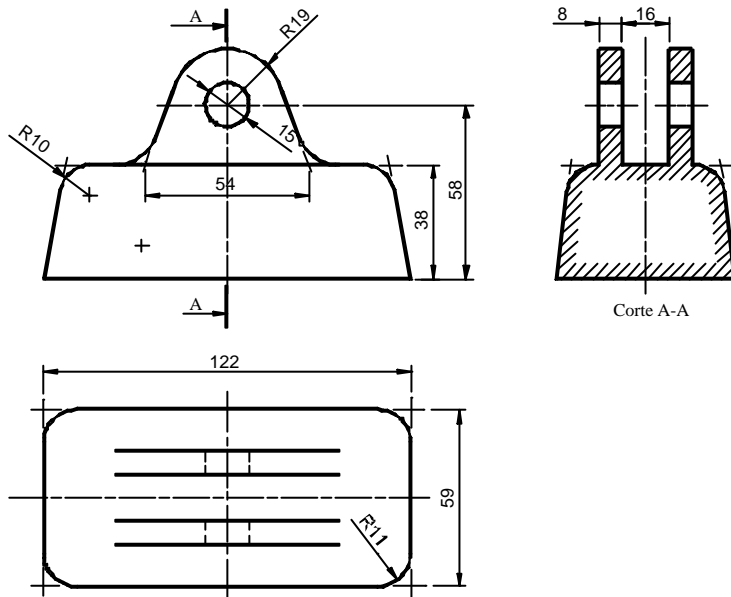


Figura 1.8.21 – Tronco de pirâmide

Figura 1.8.22 – Vistas do tronco de pirâmide

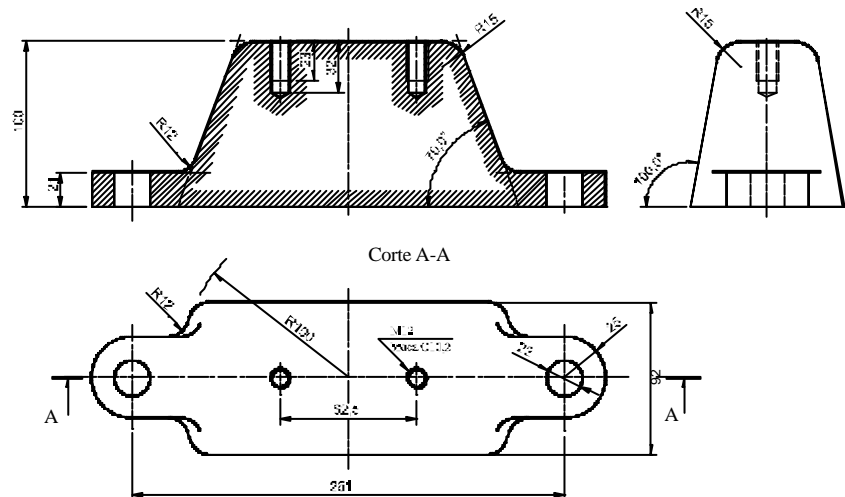


Figura 1.8.23 – Vistas de tronco de pirâmide

Figura 1.8.24 – Vistas de parte do tronco de cone

1.7.4.2 – Escolha das outras vistas

1º Uma vez escolhida a vista principal, a seleção das outras vistas virá da experiência e da observação detalhada da peça. Um opção inicial é, verificar se a peça possui em suas diversas superfícies **arcos de circunferência**, ou qualquer outra curva (parábola, elipse, etc.) que necessite ser visualizada em **verdadeira grandeza**, em caso afirmativo, deve-se representar nos planos principais ou nos planos auxiliares, a superfície da peça que contém este arco ou curva para que possam ser cotadas sem deixar dúvidas quanto à sua verdadeira forma.

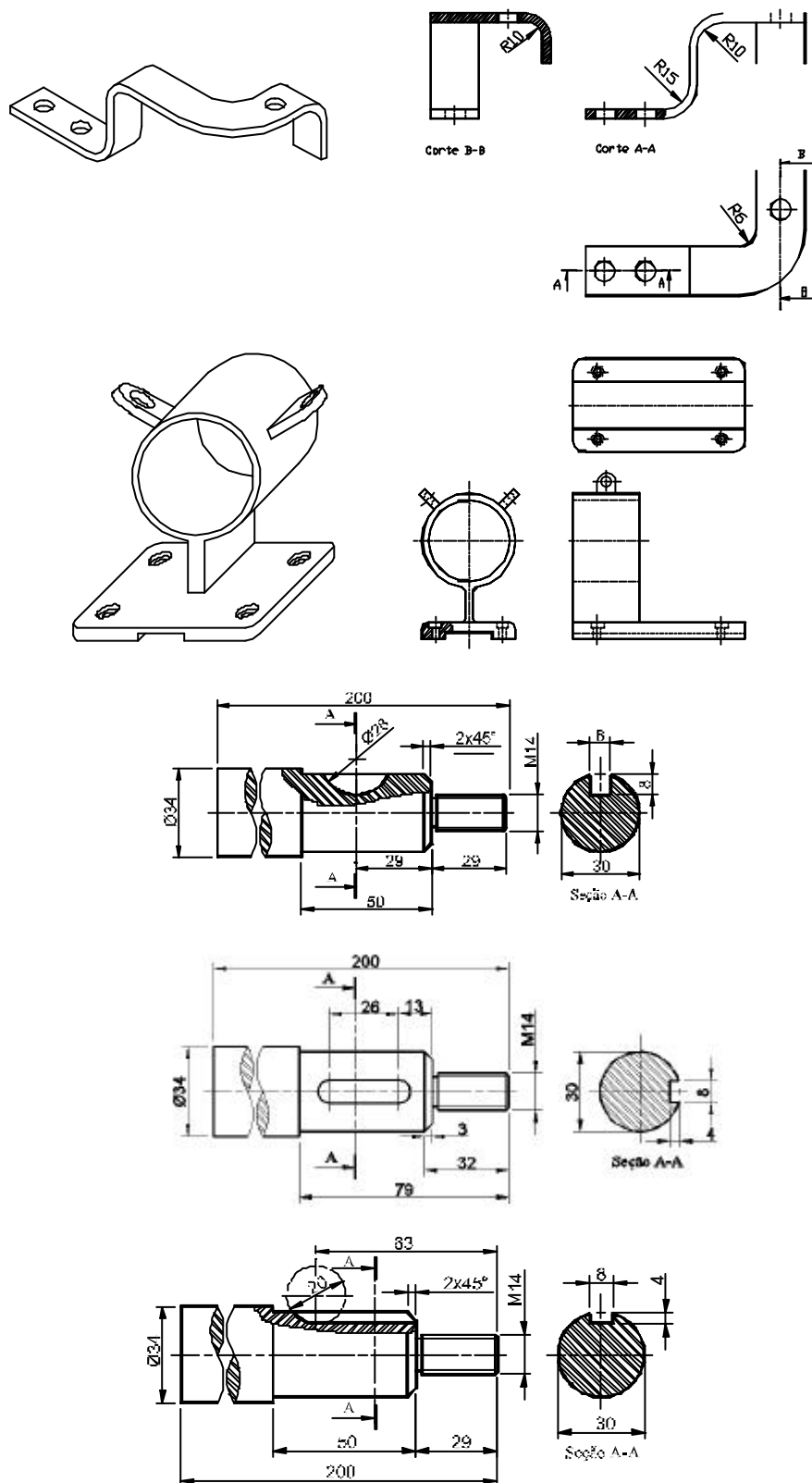


Figura 1.8.25 – Seleção da segunda vista

1.7.4.2 – Escolha do formato e da escala para o desenho.

Após a seleção das vistas, dos cortes e seções necessários para o perfeito entendimento da peça ou do conjunto, através do esboço preliminar e do esboço final, deve-se escolher o formato e a escala na qual o desenho será representado.

Normalmente a preocupação quanto ao formato e/ou escala se dá com relação às maiores dimensões das peças ou conjunto, mas esta é uma preocupação errada, tendo em vista que para dimensões grande sempre existe o recurso de formatos maiores e redução da escala do desenho. Na verdade a maior preocupação do desenhista ou do projetista deve ser dirigida para a visualização dos pequenos detalhes e de peças de pequenas dimensões, estes sim podem desaparecer ao se utilizar uma redução de escala ou podem tornar impossível uma impressão em papel se for utilizada uma escala de ampliação que permita visualizar estes detalhe e peças.

Por exemplo, seja um eixo de comprimento 500mm, e diâmetro 100 mm, este pode perfeitamente ser representado em um formato A4, desde que se utilize uma escala de redução de 1/5, e o eixo não apresente detalhes de pequenas dimensões, Figura 1.8.26, mas se neste eixo existirem por exemplo uma ranhura para um anel elástico interno, ou um canto “filetado” numa mudança de seção, esta redução fará desaparecer os detalhes existentes no eixo, uma das formas de solucionar o problema é utilizar o artifício de ampliação dos detalhes como mostrado na Figura 1.8.27. Outra solução possível que pode inclusive ser utilizada juntamente com a ampliação do detalhe é a ruptura do eixo nos trechos contínuos, Página 1.58.

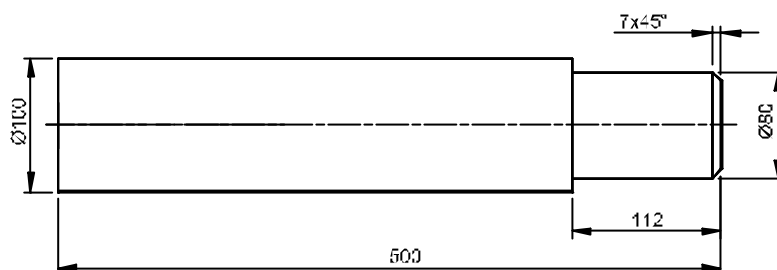


Figura 1.8.26 – Eixo sem detalhes com redução de 1/5

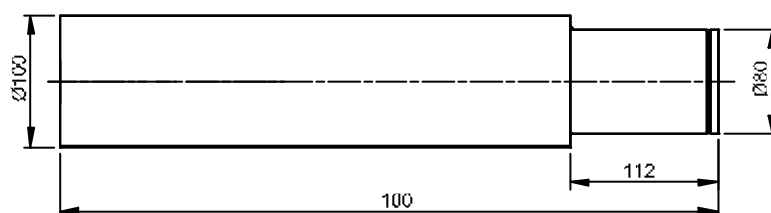


Figura 1.8.27 – Eixo com detalhes, com redução de 1/5, os detalhes praticamente desaparecem

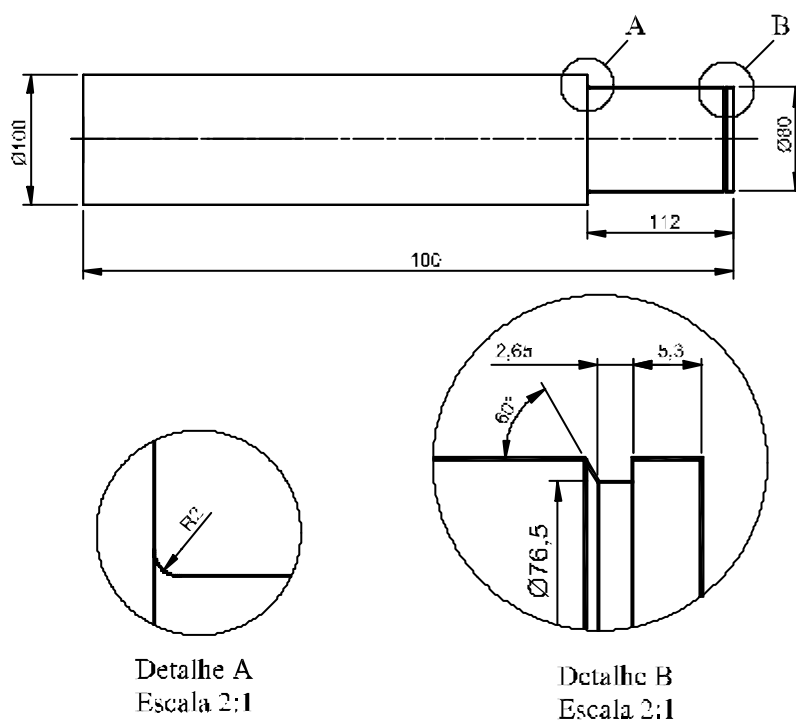


Figura 1.8.28 – Eixo numa escala de 1/5, e detalhes ampliados de 2/1

1.8.5 Exercícios

1.8.5.1 Normas Gerais de Desenho Técnico Mecânico

- 1 – Qual a unidade de dimensão utilizada no Desenho Técnico Mecânico?
- 2 – Como deve-se arquivar os formatos maiores que o A4, quando redigido em papel branco opaco, e quando for redigido em papel vegetal?
- 3 – Qual a posição da legenda e da lista de peças na folha de desenho?
- 4 – O que deve constar na legenda e na lista de peças?
- 5 – Qual o tipo de linha que se deve representar as arestas e contornos visíveis?
- 6 – Qual a relação que deve existir entre uma linha larga e uma linha estreita?
- 7 – Quando deve-se utilizar a linha de ruptura longa?
- 8 – Onde se localiza o ponto de tangência entre duas circunferências?
- 9 – Qual a diferença que existe entre a projeção ortogonal e a projeção oblíqua?
- 10 – Existe alguma diferença no posicionamento das vistas de uma peça representada no primeiro diedro para uma representada no terceiro? Quais?
- 11 – Qual o sistema de representação adotado no Brasil, para ser utilizado nos Desenhos Técnicos? Qual o símbolo?
- 12 – Quando se deve utilizar a projeção auxiliar no Desenho Técnico Mecânico?
- 13 – Quando se deve utilizar o rebatimento na representação de peças mecânicas?
- 14 – Quando se trabalha com peças cilíndricas, qual a vista principal, e a segunda vista?
- 15 – É sempre necessário representar a vista da peça na qual a seção circular de um furo se apresenta?
- 16 – Quando uma peça possui algumas de suas superfícies inclinadas em relação aos planos principais de projeção, qual superfície da peça deve ser escolhida para vista principal?
- 17 – Ao desenhar um alicate de unha, que vista escolheria para principal? E qual seria a segunda vista?
- 18 – Ao desenhar o bagageiro de uma bicicleta, qual vista escolheria para principal, e qual seria a segunda vista?
- 19 – Em que posição deve incidir a luz em um ambiente para desenho?
- 20 – Qual dos desenhos você mandaria para oficina:
() o que é feito em papel branco opaco () em papel vegetal () em cópia heliográfica ou xerográfica
- 21 – Cite algumas escalas padronizadas permitidas no desenho Técnico Mecânico
- 22 – Qual a norma que rege as dimensões no desenho Técnico Mecânico?
- 23 – Determine nas duas peças abaixo, *Figuras 1.8.292 e 1.8.30*, qual o diedro em que foram redigidas.

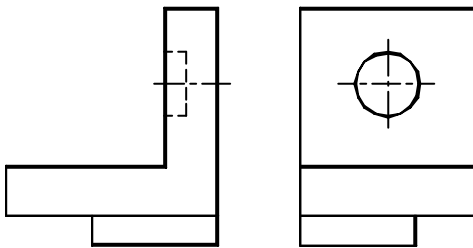


Figura 1.8.29

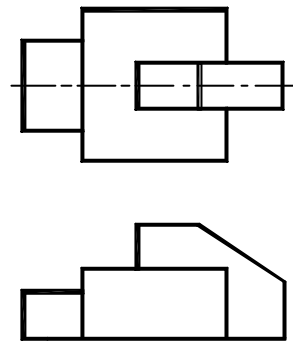
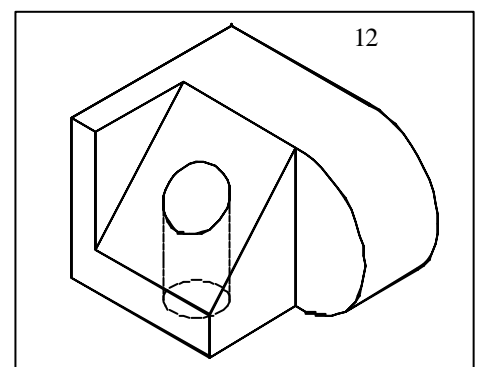
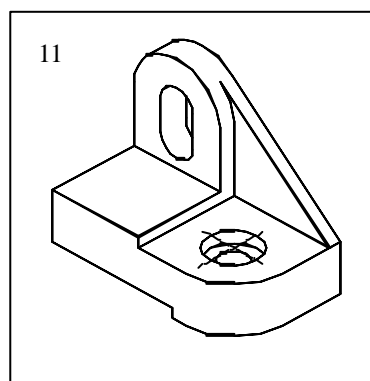
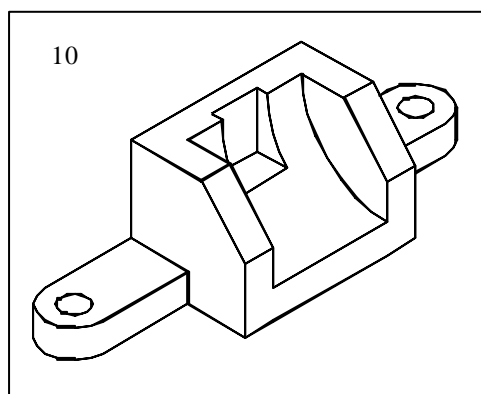
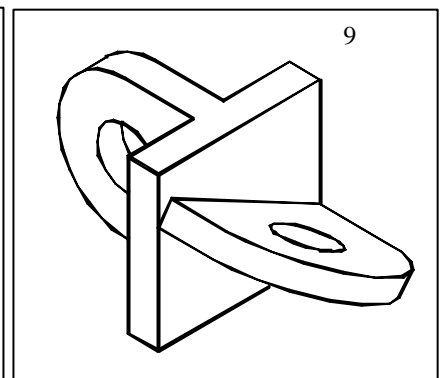
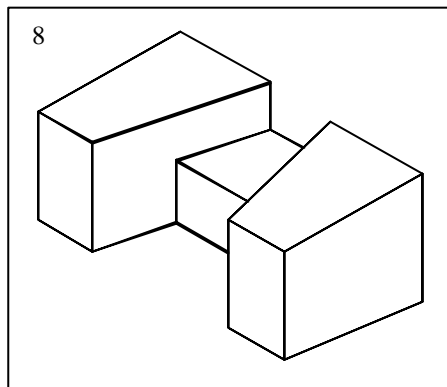
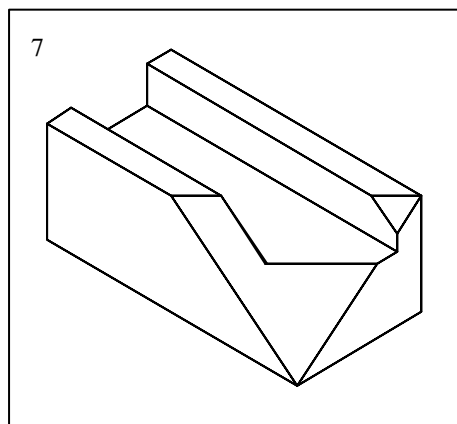
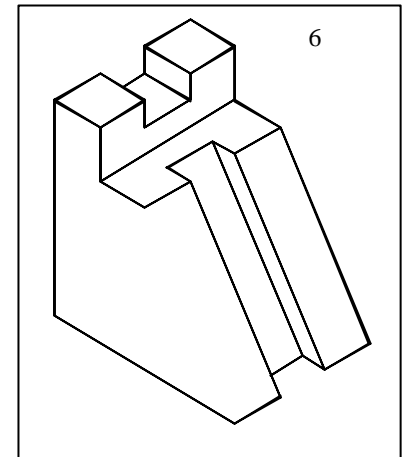
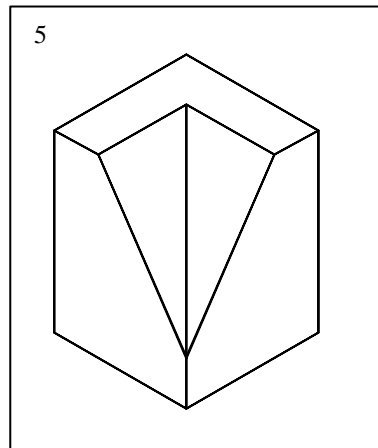
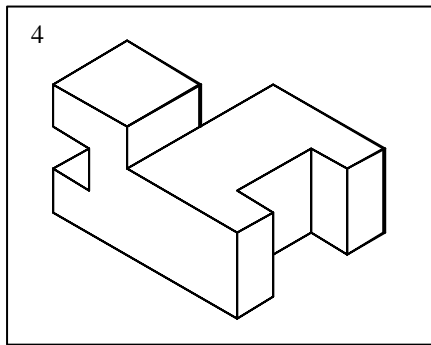
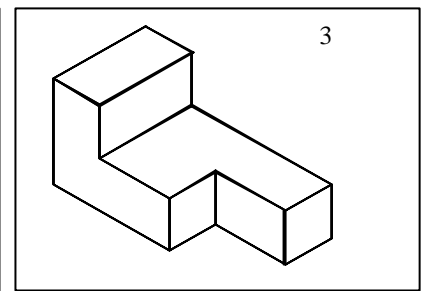
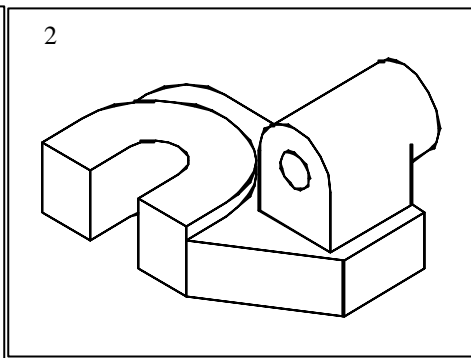
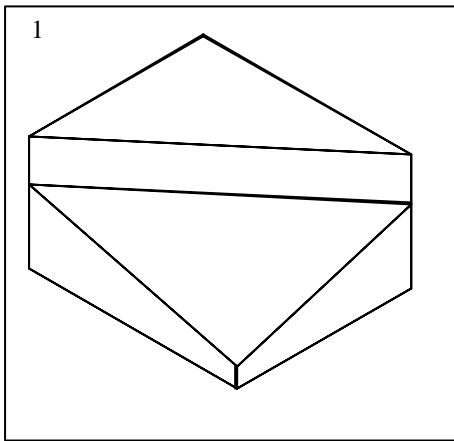


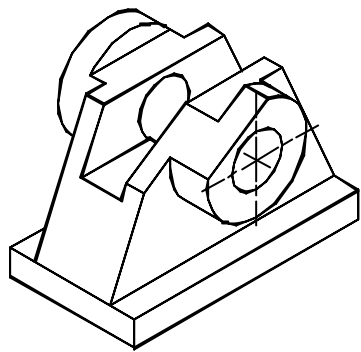
Figura 1.8.30

- 24 – Determine:
 - a) No desenho da *Figura 1.8.292* foram dadas as vistas de frente e a lateral direita. Determine qual é a vista de frente, qual é a vista lateral direita e esboce a vista inferior.
 - b) Na *Figura 1.8.30* foram dadas as vistas de frente e a inferior. Determine qual é a vista frente, qual é a vista inferior e esboce a vista lateral esquerda.
- 25 – Um desenhista esqueceu de indicar a escala original de uma peça. Sabendo-se que uma das dimensões reais da peça é $\phi 20\text{mm}$ e que ele foi fotocopiado duas vezes, respectivamente nas escalas de 1:20 e 2:1, qual a escala original deste desenho, sabendo-se que após a última fotocópia esta apresentou uma dimensão de $\phi 4\text{mm}$?
- 26 – Um desenho foi originalmente redigido numa escala de 5:1, em seguida foi fotocopiado numa escala de 1:10 e posteriormente numa escala de 20:1, nesta última cópia foi medido e encontrou-se uma dimensão de 25mm, qual a dimensão real da peça?

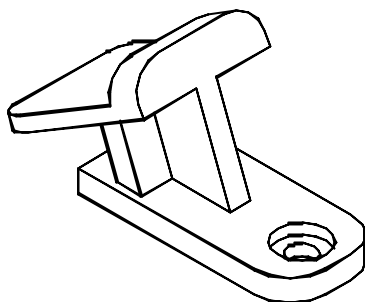
1.8.5.2 Esboçar três vistas de cada peça abaixo:



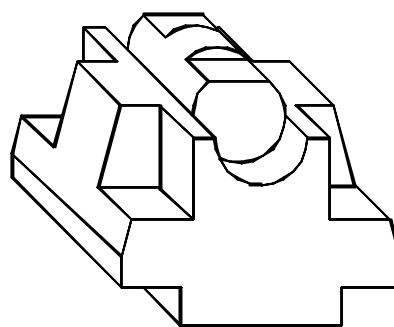
13



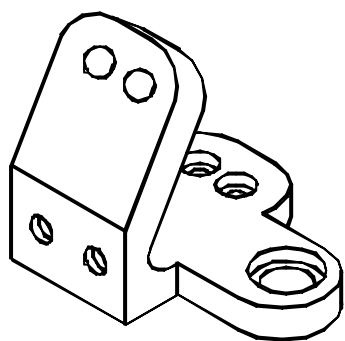
14



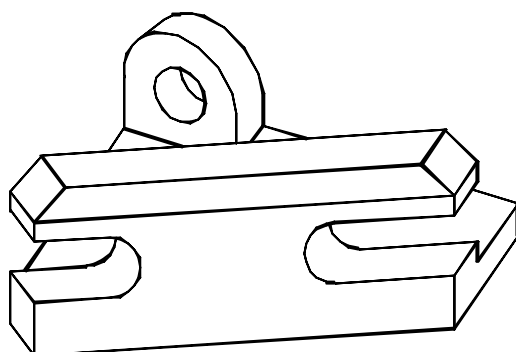
15



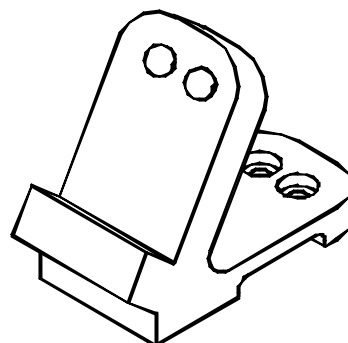
16



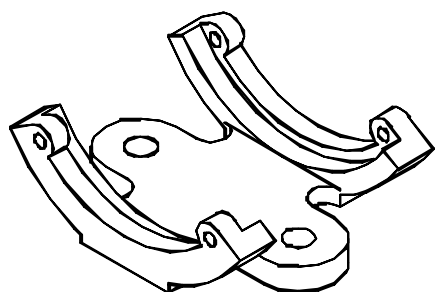
17



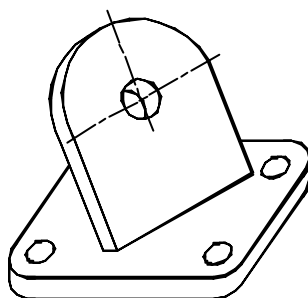
18



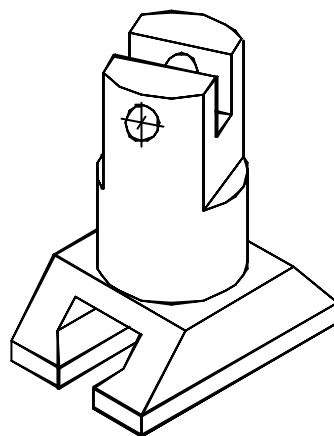
19



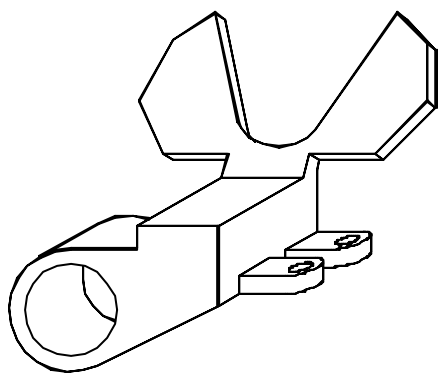
20



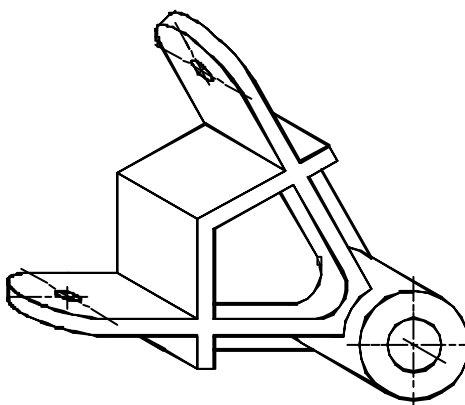
21



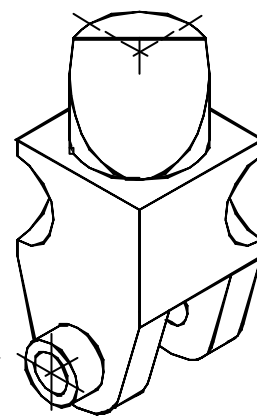
22



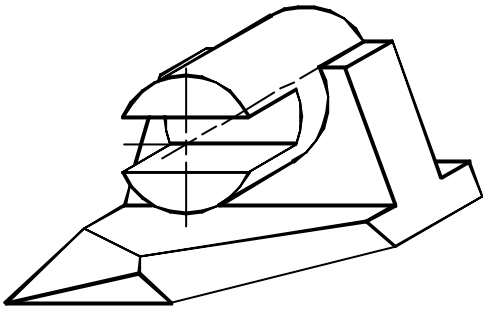
23



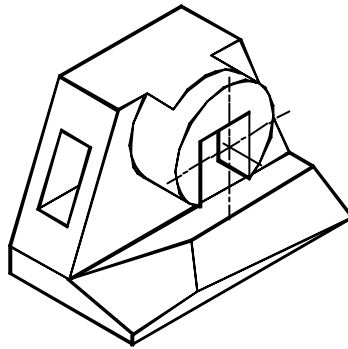
24



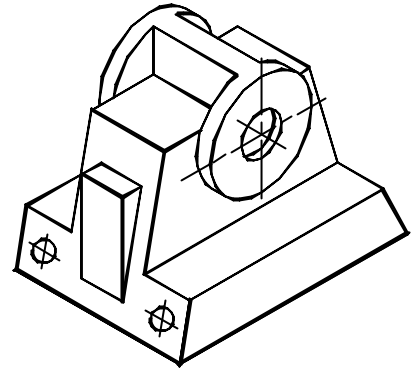
25



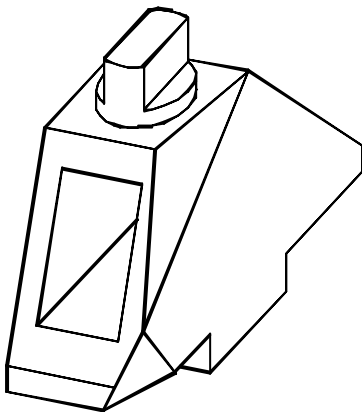
26



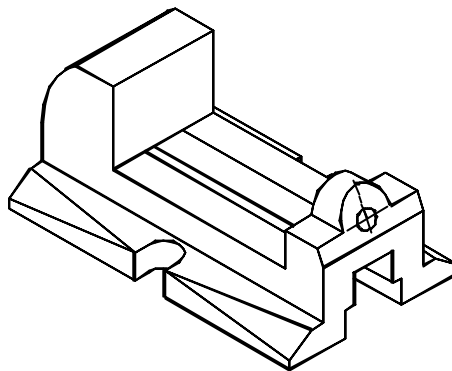
27



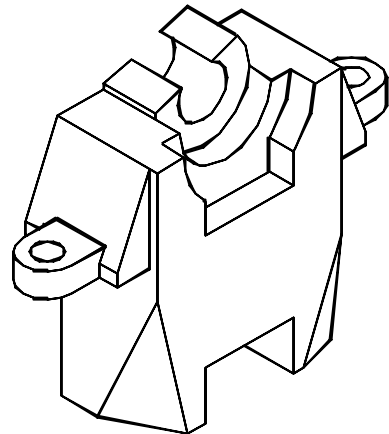
28



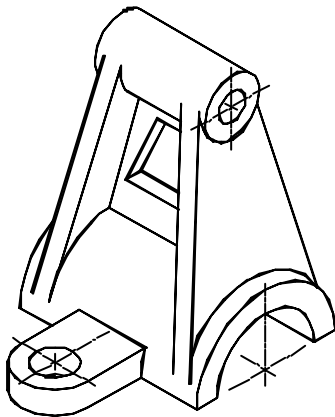
29



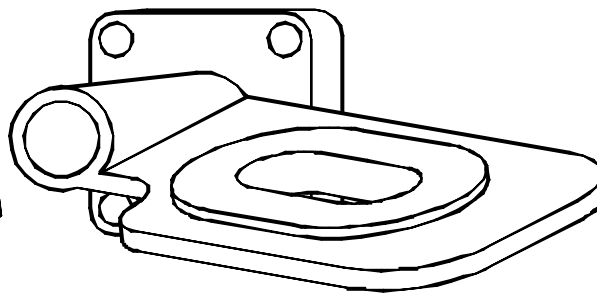
30



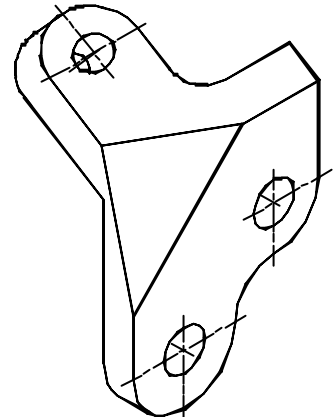
31



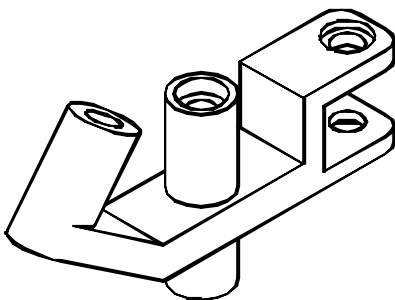
32



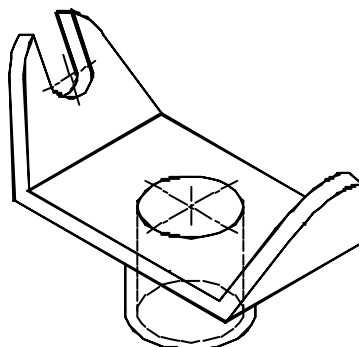
33



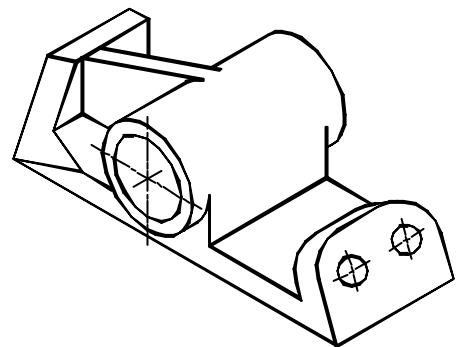
34

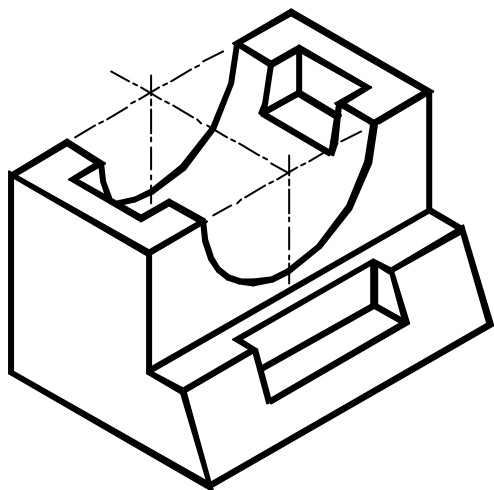


35

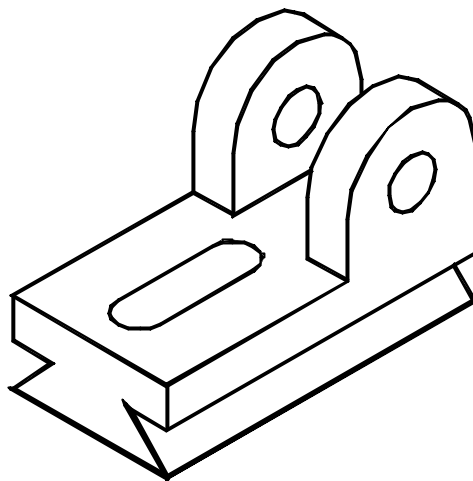


36

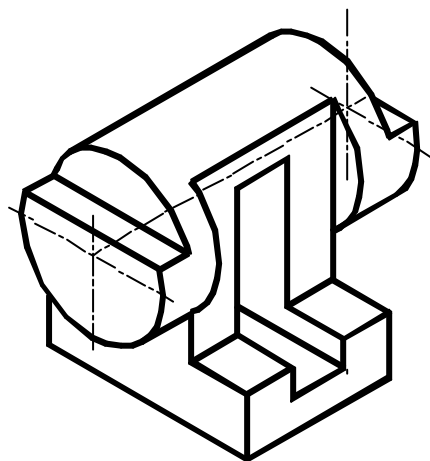




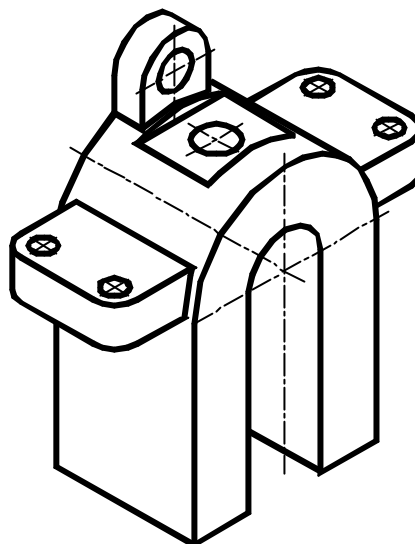
35



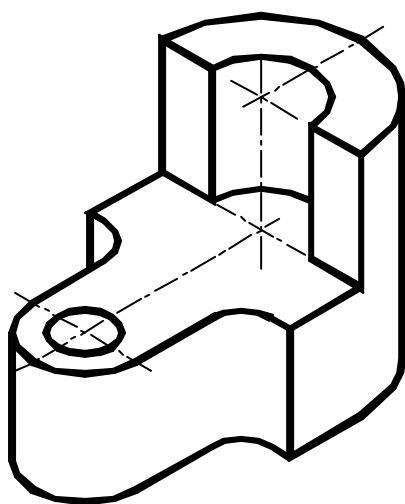
36



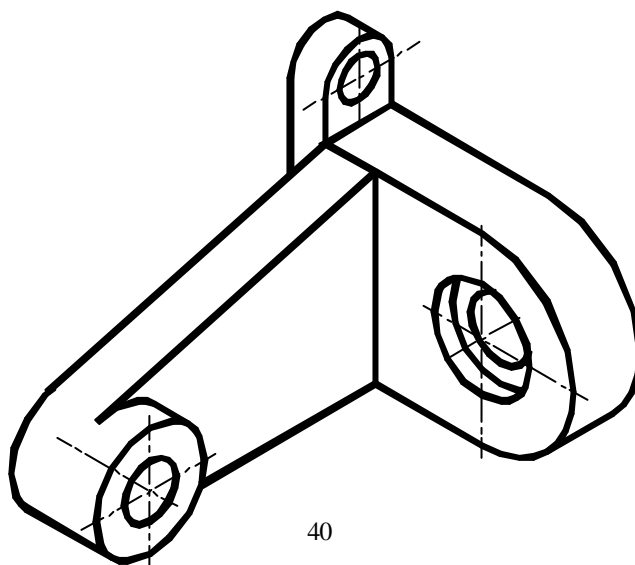
37



38

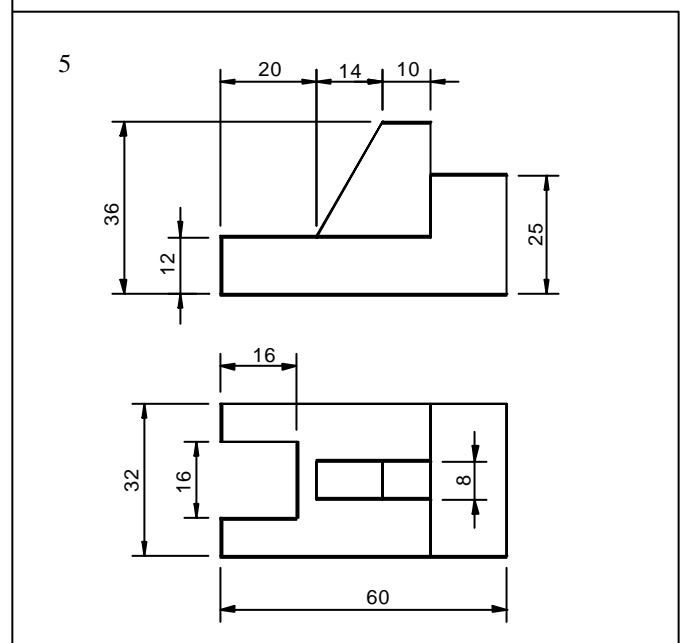
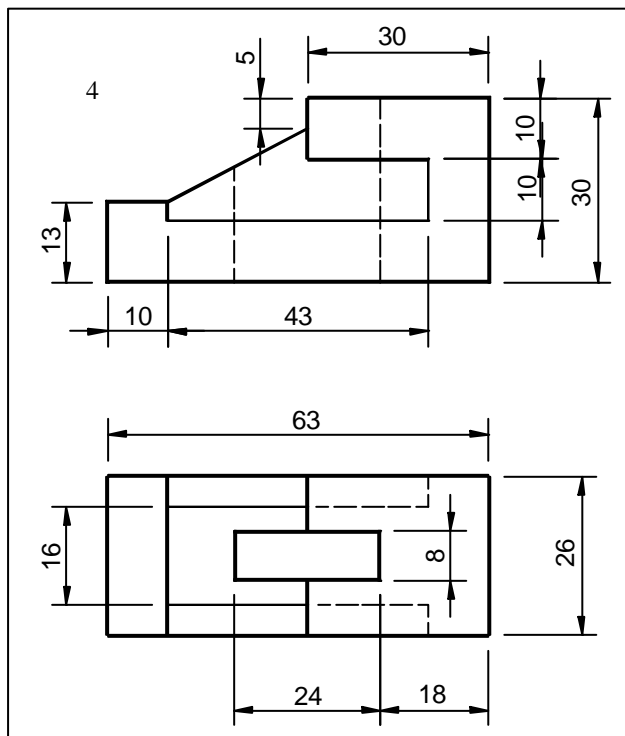
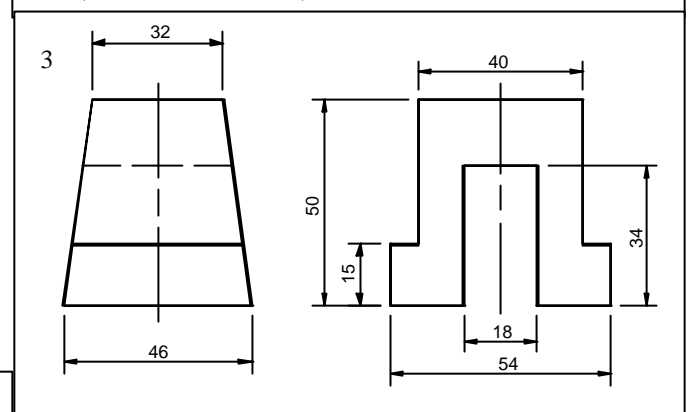
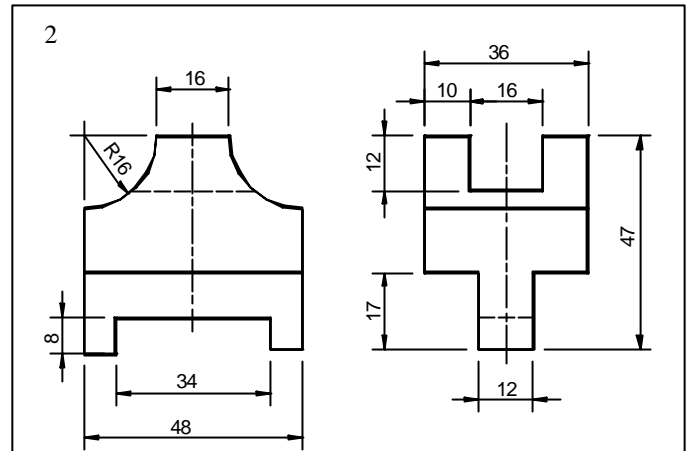
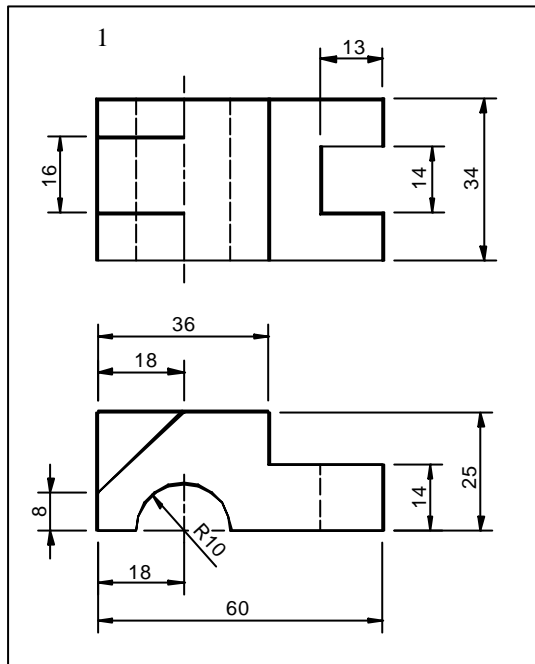


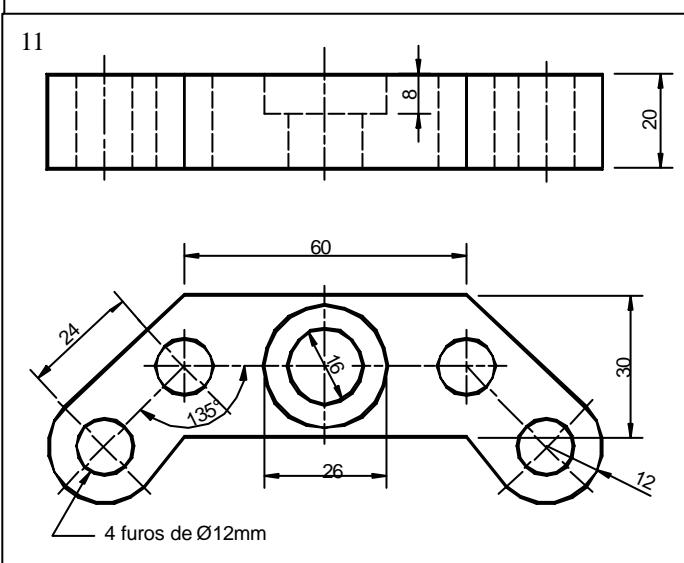
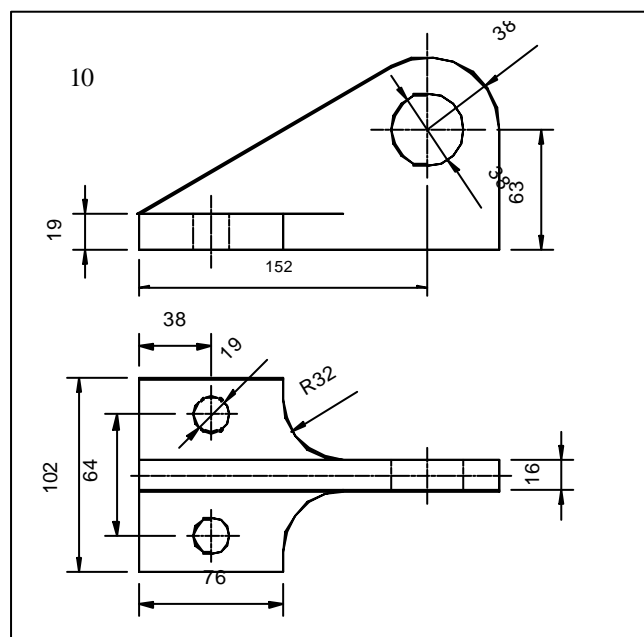
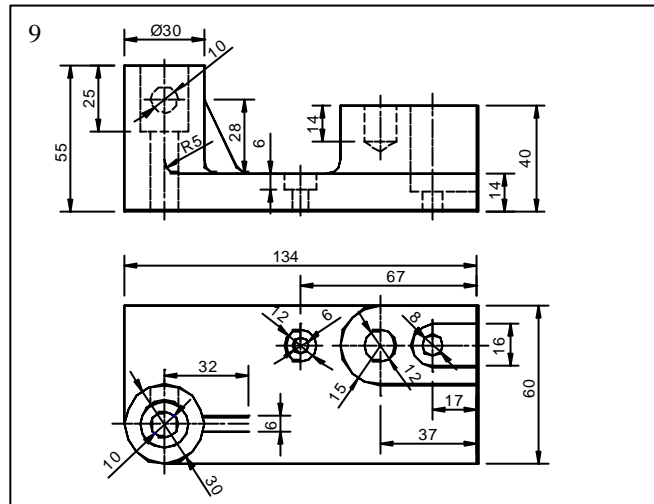
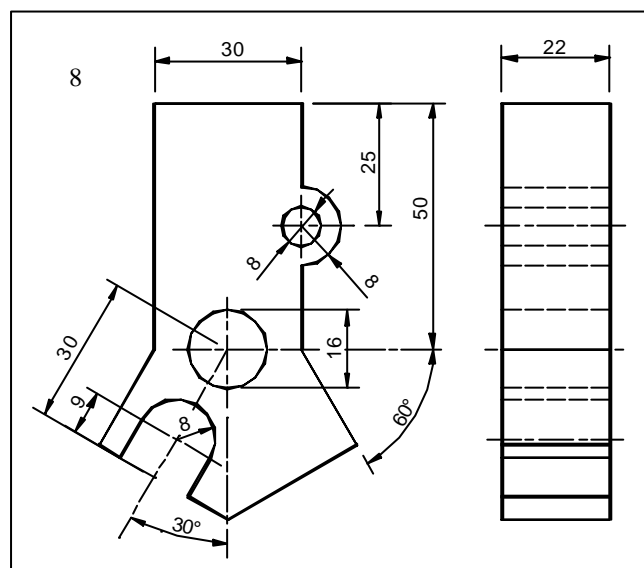
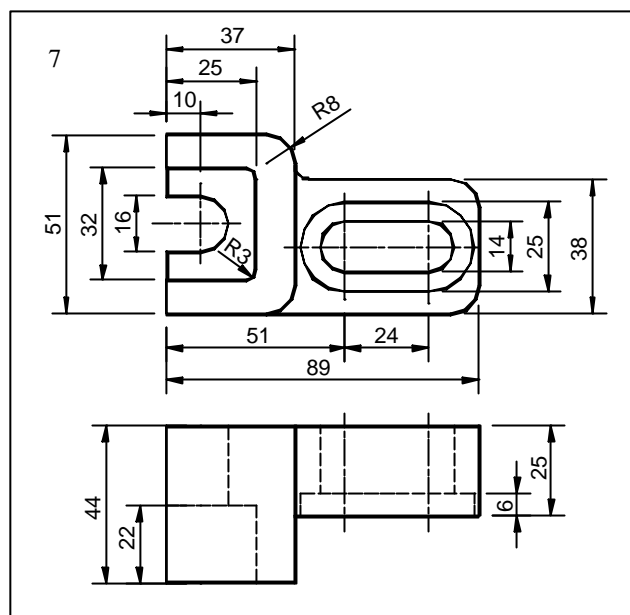
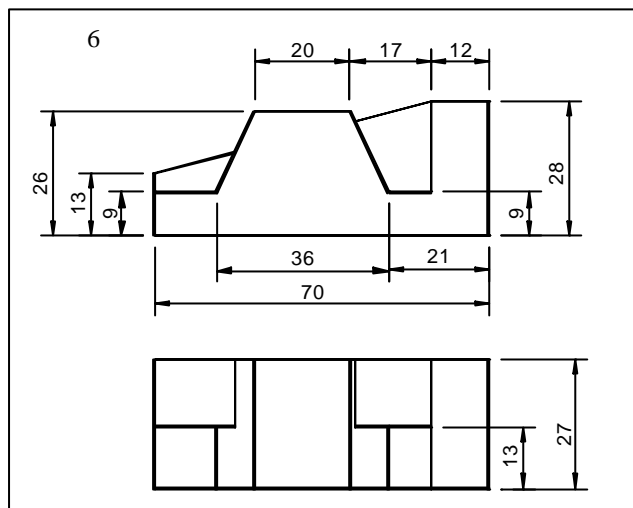
39

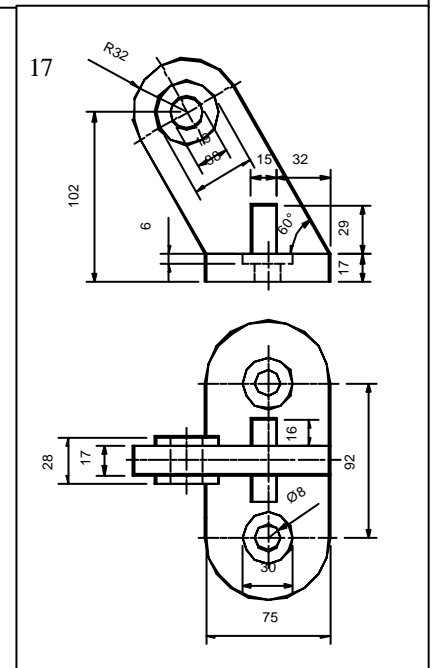
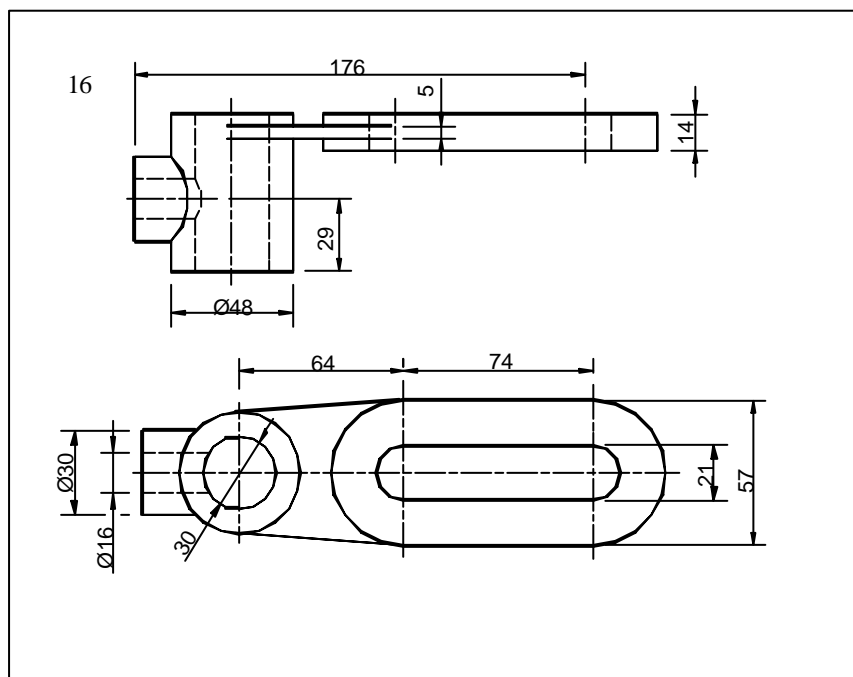
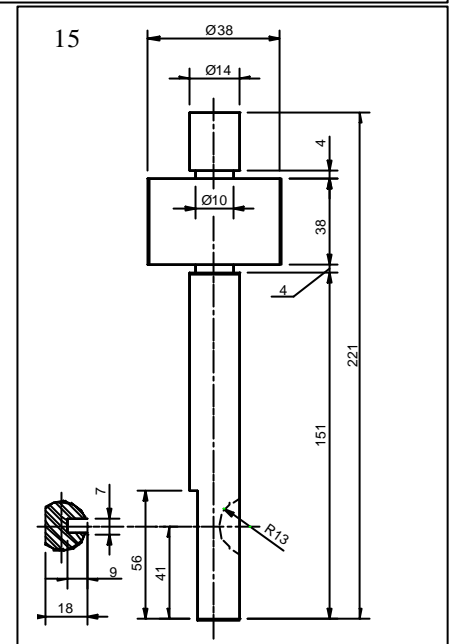
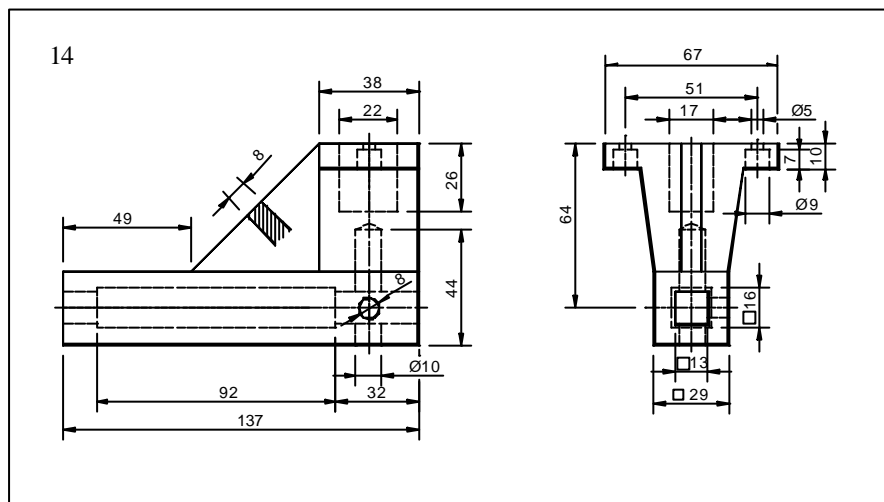
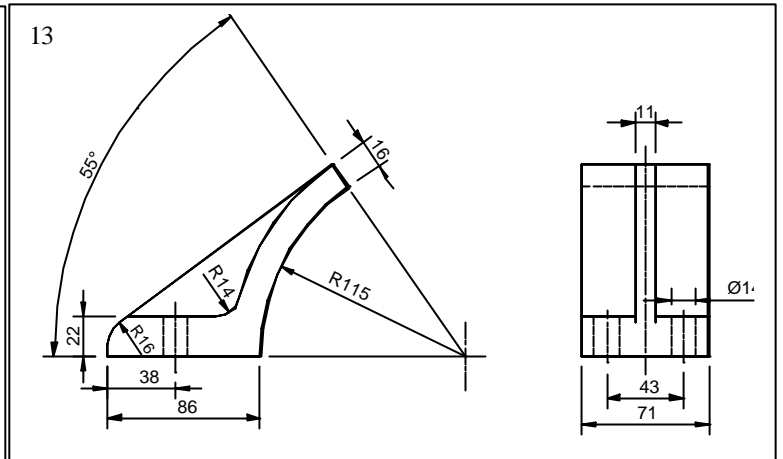
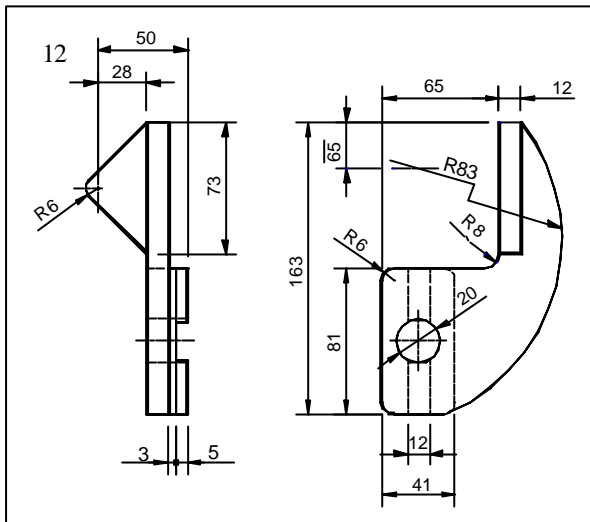


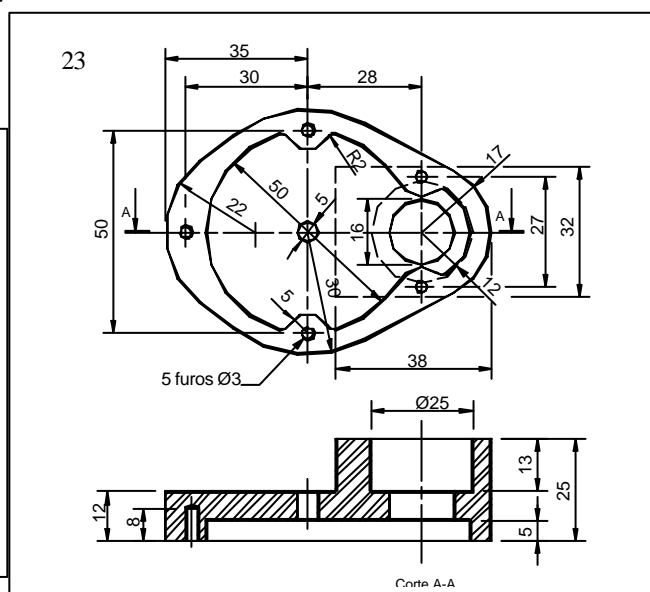
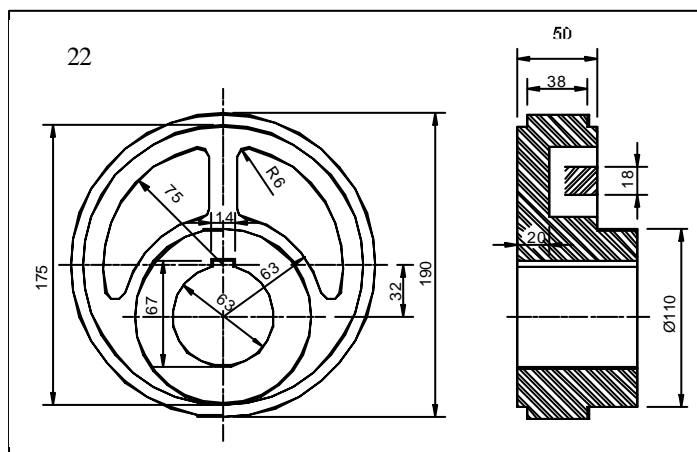
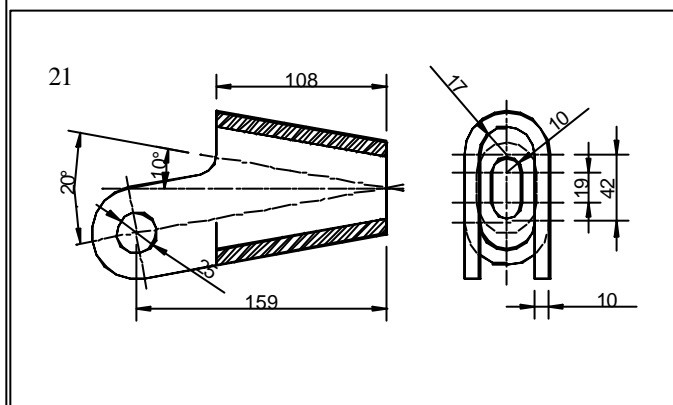
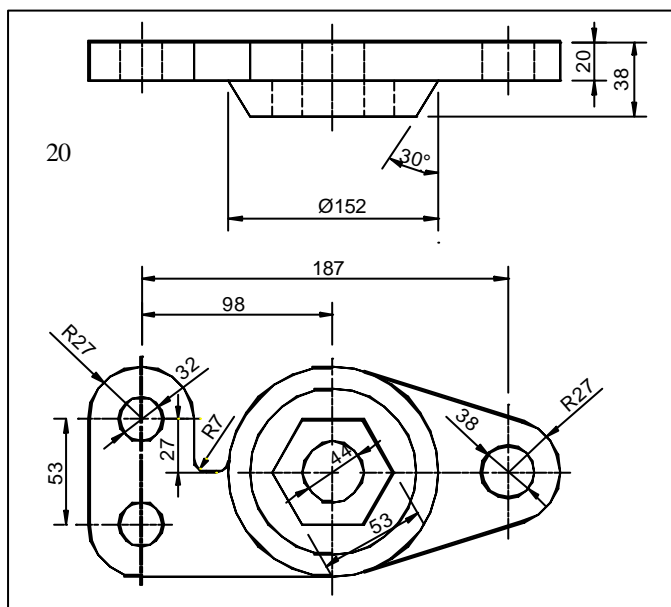
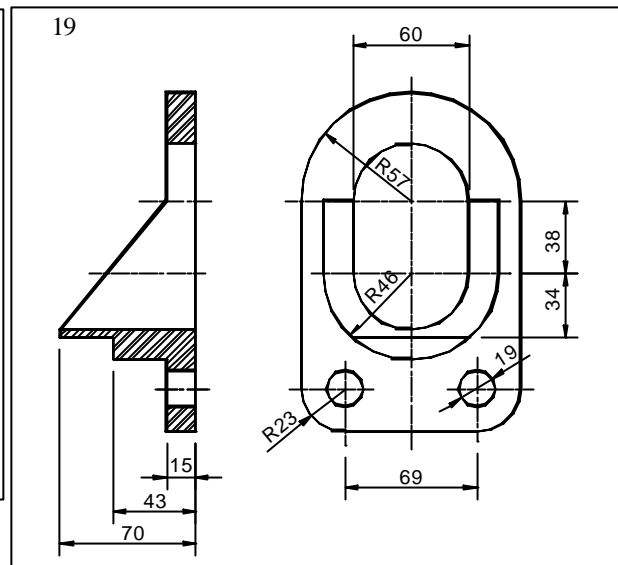
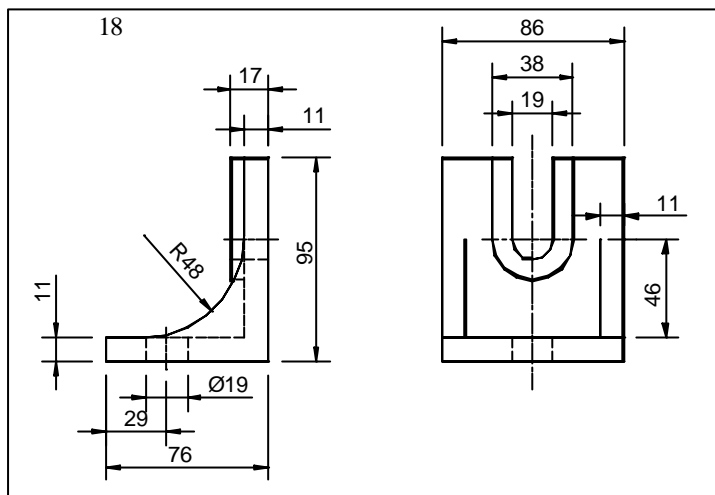
40

1.8.5.3 - Determine a escala e o diedro no qual foram representados os desenhos abaixo, e esboce a perspectiva cavaleira ou isométrica de cada um deles.

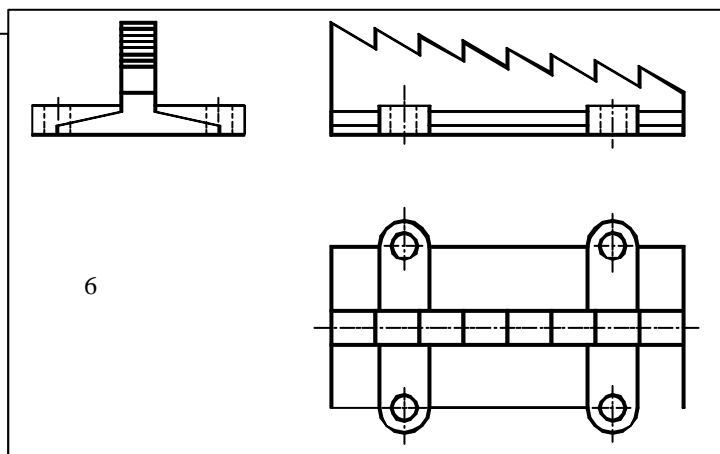
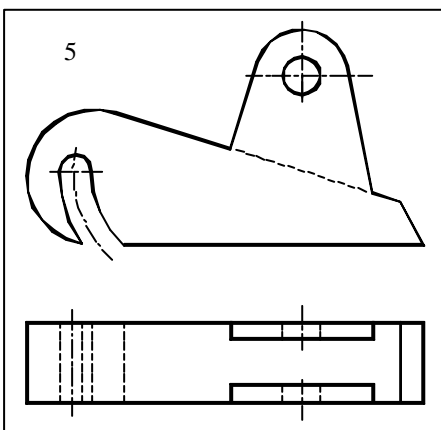
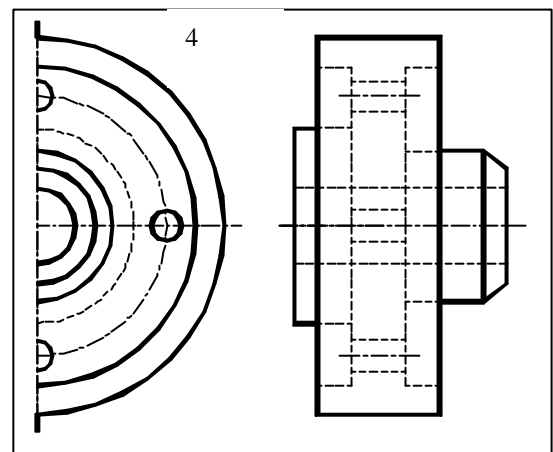
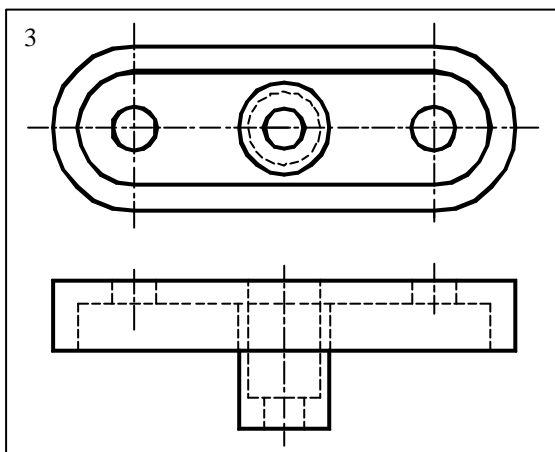
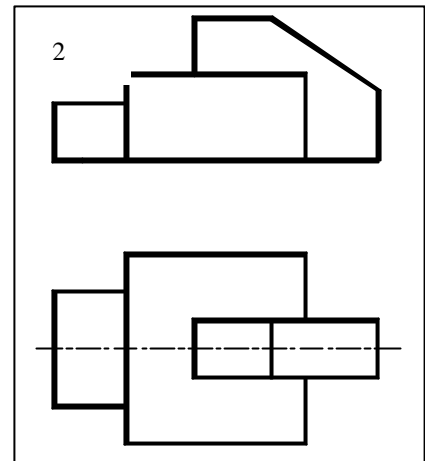
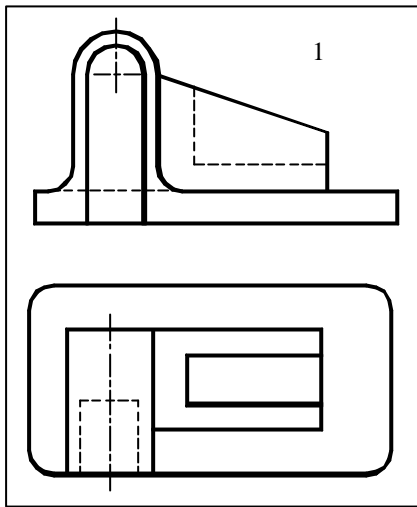






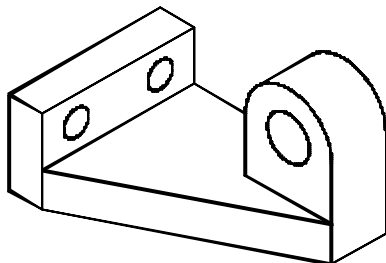


1.8.5.4 Esboce a perspectiva cavaleira ou isométrica dos desenhos abaixo. Foram redigidos na escala 1:1

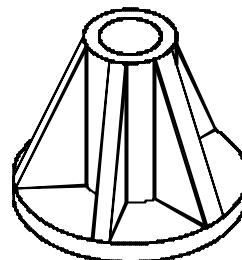


1.8.5.5 Identifique quais das peças abaixo, podem ser representadas segundo os planos de projeção principais, e as que necessitam de vistas auxiliares, as que necessitam de vistas rotacionadas, e em seguida esboce as vistas necessárias de cada uma.

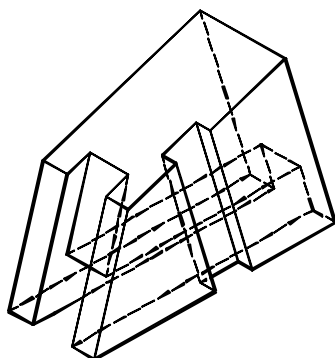
1



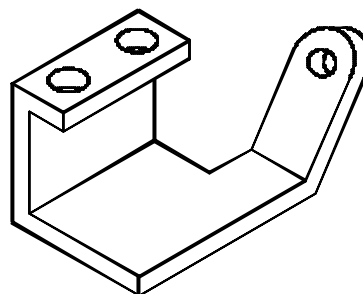
2



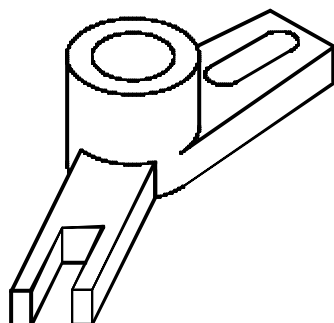
3



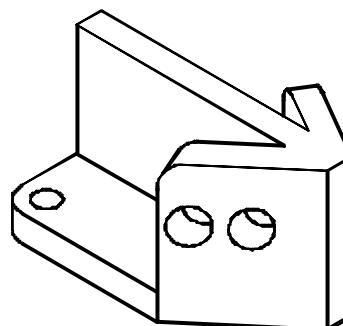
4



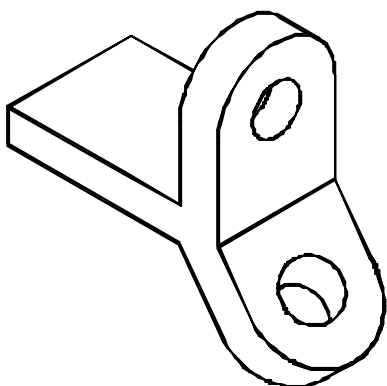
5



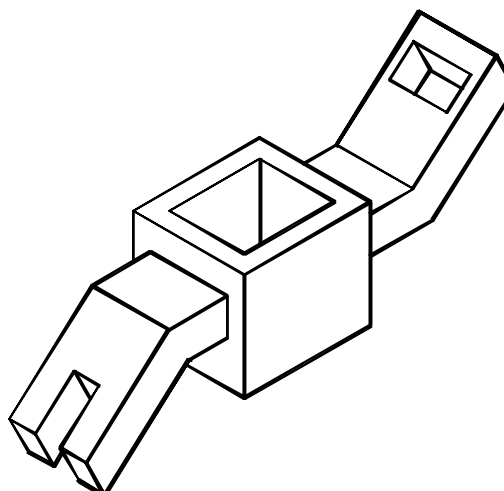
6



7



8



1.9 Corte e seção

A execução do corte no Desenho Técnico Mecânico, tem dois objetivos principais:

1º Nos desenhos de conjunto o objetivo é a visualização das peças no interior da máquina, *Figura 1.9.1b*.

Uma máquina, representadas apenas por suas vistas ortogonais e auxiliares, dependendo de sua complexidade se tornaria em alguns casos de difícil interpretação, observe no desenho do conjunto abaixo, representado na *Figura 1.9.1b*., como as peças de números 1, 2 e 3 ficam perfeitamente definidas no corte, enquanto na representação em vista, *Figura 1.9.1a*, esta definição é bastante difícil ou até impossível.

2º Nos desenho de detalhes o objetivo é visualizar detalhes no interior das peças, de forma a permitir sua cotação, *Figura 1.9.2b*, uma vez que não é permitido cotar arestas ocultas no desenho técnico mecânico.

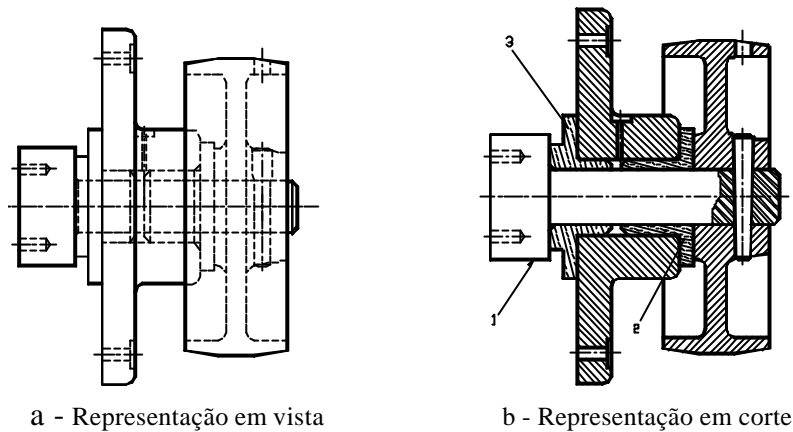


Figura 1.9.1 – Desenho de conjunto

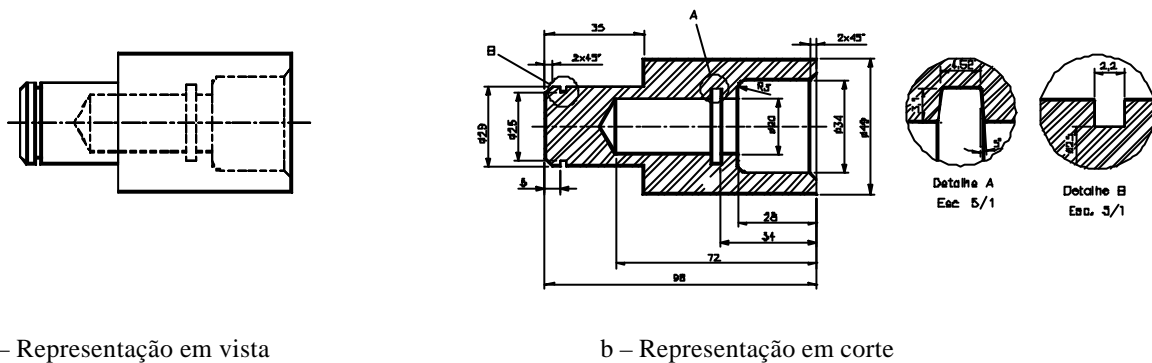


Figura 1.9.2 – Desenho de detalhes

1.9.1 Mecanismo do corte: Para que se possa visualizar os detalhes interiores de uma peça, esta deve ser seccionada por um plano secante **a**, como mostrado na *Figura 1.9.3*.

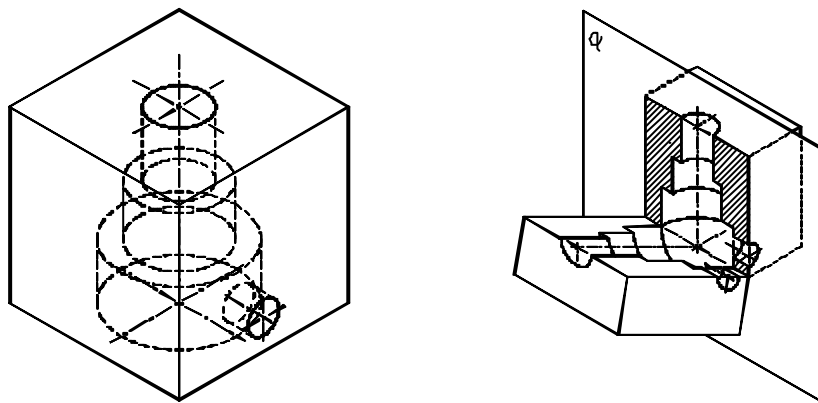


Figura 1.9.3 – Mecanismo do corte

Numa representação em vista, o corte anterior ficaria como representado na *Figura 1.9.4*, onde o plano secante **a** é representado pelo seu **traço** (linha traço ponto, larga), e as setas indicam o sentido de visualização. Pode-se efetuar mais de um corte numa única peça, sendo cada corte independente do anterior, cada corte é efetuado como se a peça não tivesse sido seccionada anteriormente.

Normalmente no desenho técnico o corte substitui uma das vistas existentes, ocupando a posição desta sempre que isto não contribua para uma interpretação errada da peça, quando a substituição não for possível, deve-se deixar a vista e representar o corte ao lado desta.

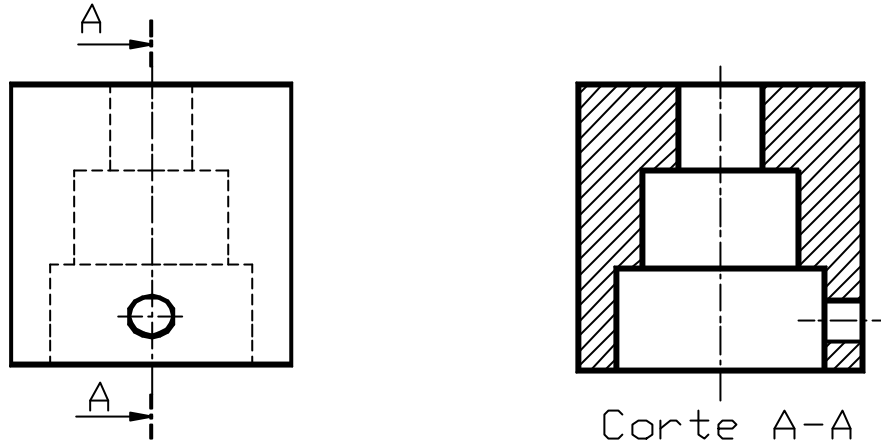


Figura 1.9.5 – Representação do corte em projeção ortogonal

1.9.2 Normas e recomendações

1.9.2.1 No Desenho Técnico existem dois tipos de corte: o **corte longitudinal** (corte B-B), e o **corte transversal** (corte C-C). Alguns elementos mecânicos não **devem** ser cortados por planos que os seccionem **longitudinalmente**, de uma maneira geral estes planos são os que mostram a maior **área** da peça **hachurada**, *Figura 1.9.6 (a)*. É necessário uma especial atenção para esta convenção, para não interpretar erradamente o desenho de uma peça.

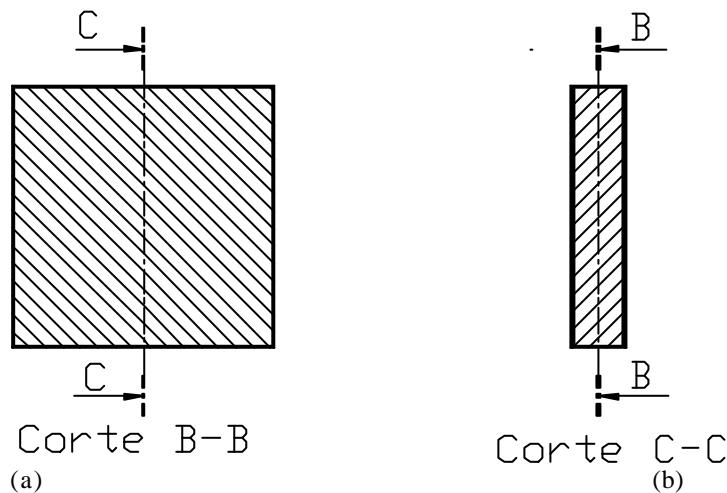


Figura 1.9.6 – Corte longitudinal e corte transversal

1.9.2.2 Elementos mecânicos que não **devem** ser seccionados **longitudinalmente**.

- | | | | |
|-----------|---------------|-----------|-------------------------|
| - esfera | - pino | - orelha | - dente de engrenagem |
| - nervura | - contrapinos | - chaveta | - dente de roda dentada |
| - eixo | - braços | - rebites | - parafuso |

Nota: Caso estas peças possuam detalhes em seu interior que justifiquem um corte longitudinal, este deve ser representado, e de preferência deve ser um **corte parcial**.

Exemplos de elementos mecânicos não seccionados por plano de corte longitudinal:

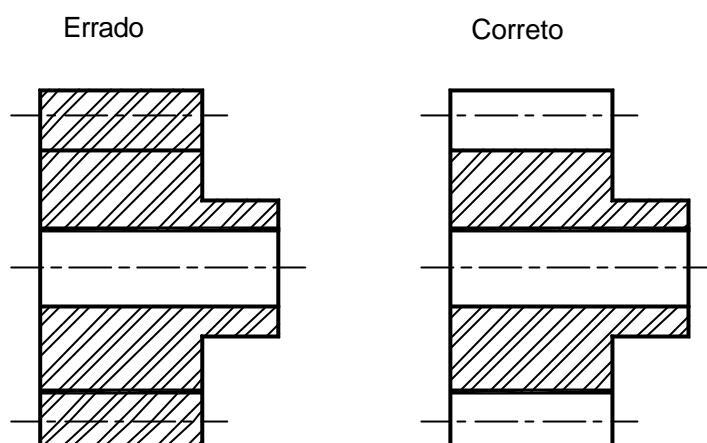


Figura 1.9.7 – Dente de engrenagem

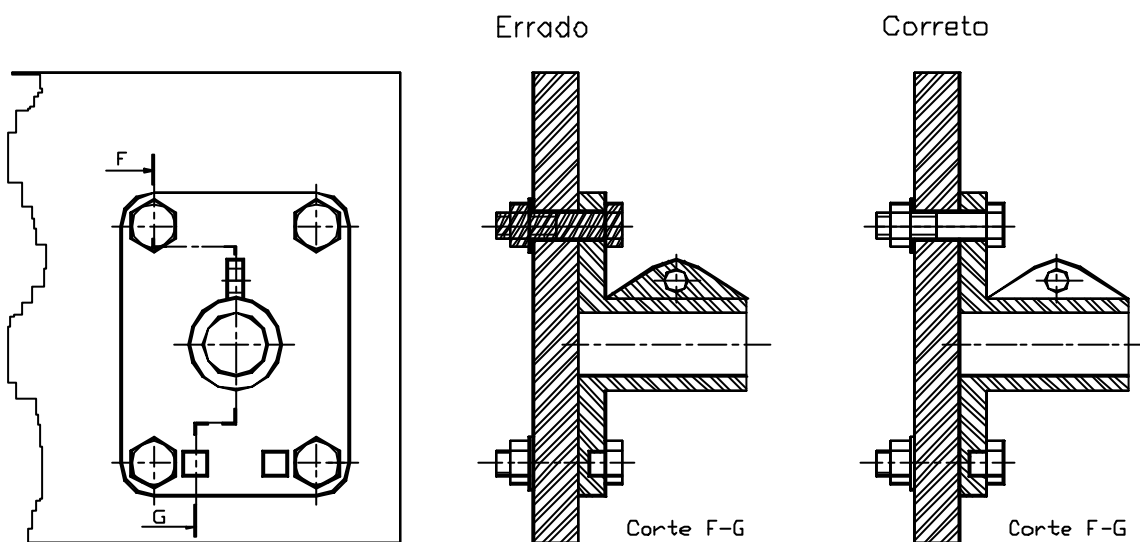


Figura 1.9.8 – Orelha e parafuso

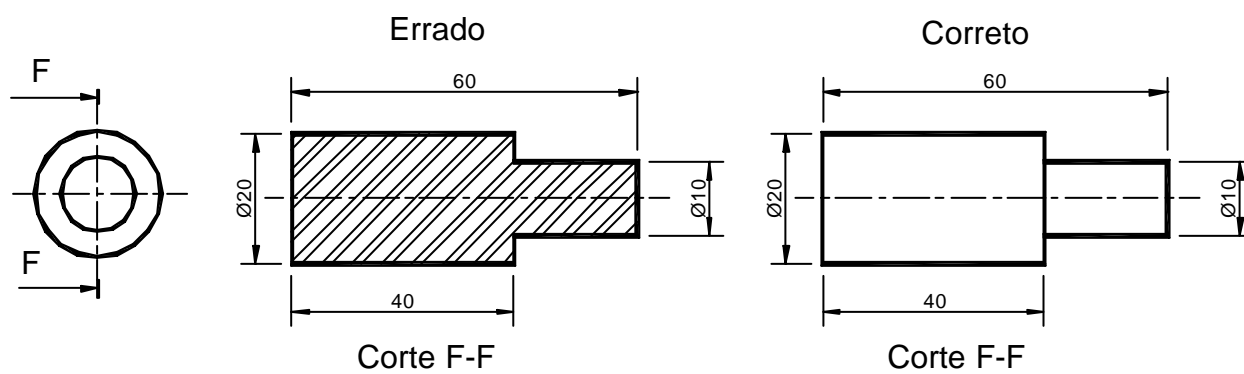


Figura 1.9.9 – Eixo

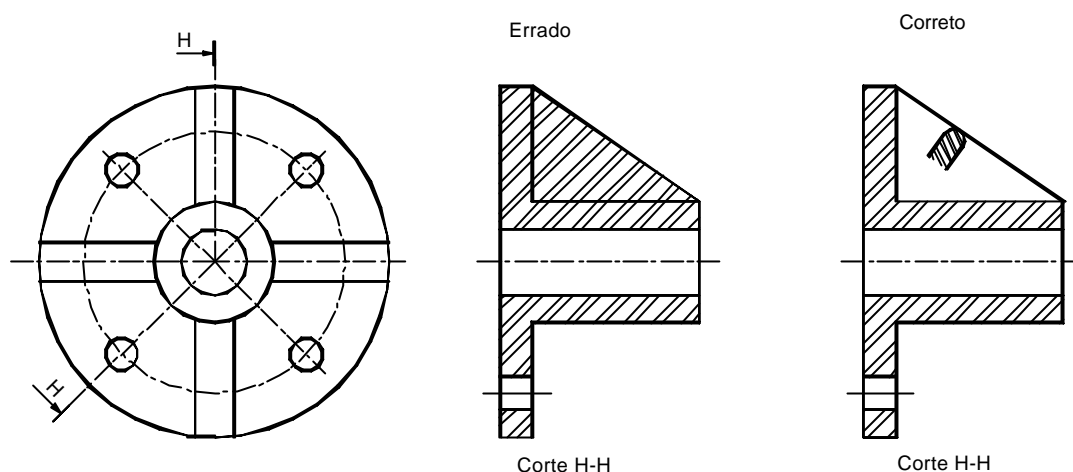


Figura 1.9.10 - Nervuras

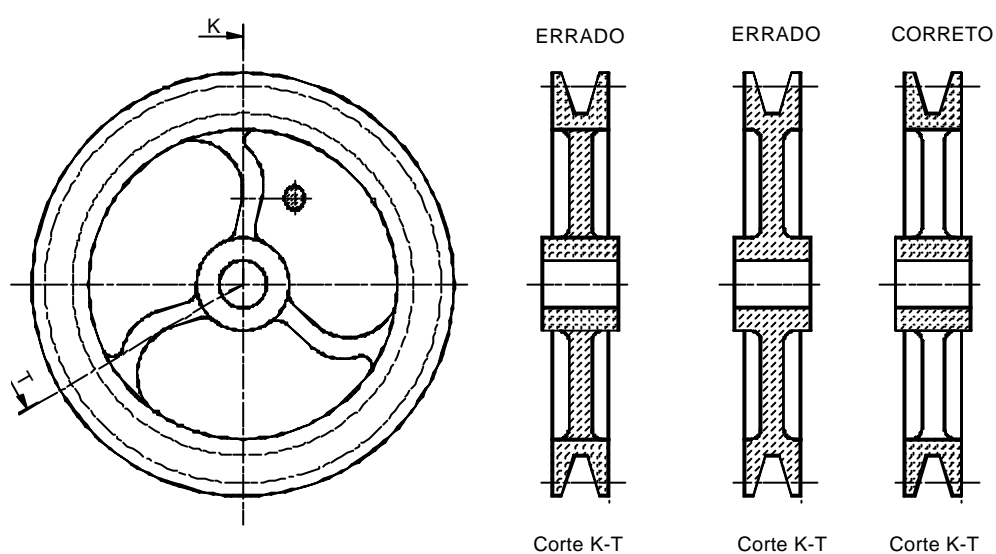


Figura 1.9.11 – Braço

1.9.3 Diferença entre corte e seção

A diferença existente entre um corte e uma seção, é que em uma representação em **corte**, são representados todas as arestas e contornos que se encontram no plano de corte e todas as aresta e detalhes **visíveis** que se encontram **após** este plano, *Figura 1.9.12*, enquanto que, em uma **seção** são representados apenas as arestas e contornos **visíveis** que se encontram no plano de corte.

Nota: Deve-se evitar a representação de arestas **invisíveis** em corte e seção, a não ser que seja essencial para a compreensão do desenho do elemento.

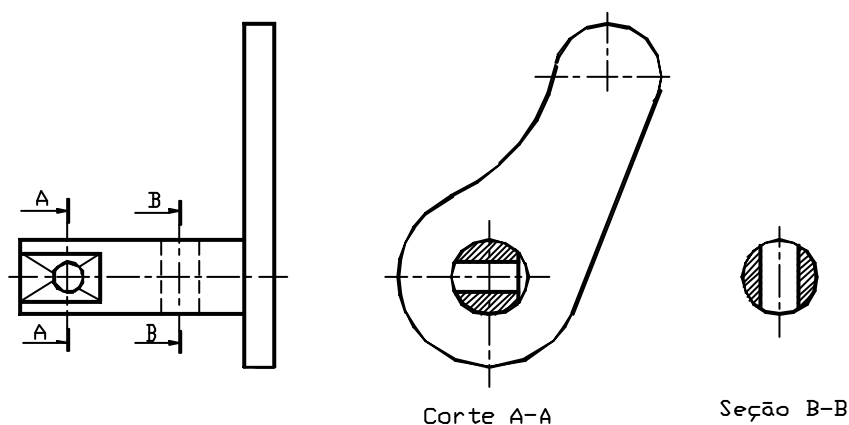


Figura 1.9.12– Diferença entre corte e seção

1.9.4 Tipos de corte

- Na representação em corte, deve-se iniciar preferencialmente pelos que seccionam a peça completamente como: Corte Total, Corte em Desvio, Corte com Rebatimento e Meia-vista Meio-corte. O corte **Parcial** deve ser a última opção escolhida.

- **Corte Total**: O plano de corte secciona completamente a peça sem sofrer desvio.

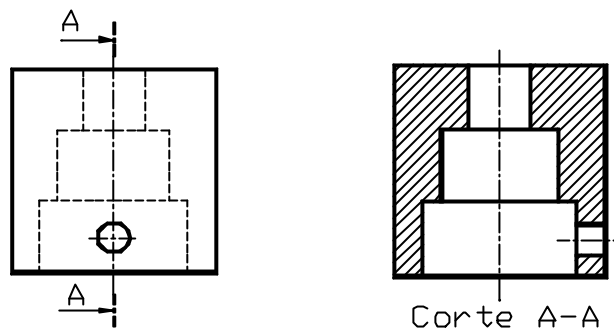


Figura 1.9.13– Corte total

- **Corte em desvio**: tem-se neste caso vários planos paralelos seccionando a peça. O desenho mostrado na Figura 1.9.14 representa um corte em desvio, neste exemplo temos três planos paralelos. Nem sempre é possível executar este tipo de corte, após algumas modificações nesta peça, Figura 1.9.15, pode-se observar que esta já não pode ser cortada pelo plano em desvio F-G, uma vez que não foi possível desviar o plano **antes** do detalhe que se quer mostrar no corte, provocando uma vista deficiente, desta forma para esta peça, tem-se que realizar dois cortes totais, **FF** e **EE**, Figura 1.9.16.

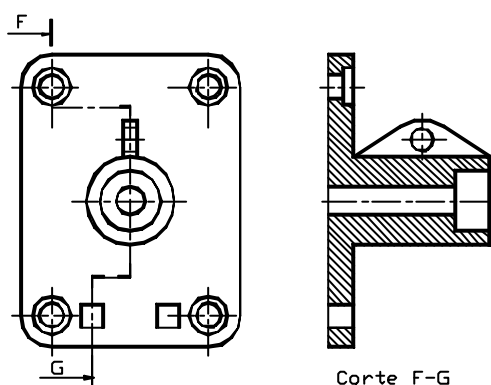


Figura 1.9.14 – Corte possível

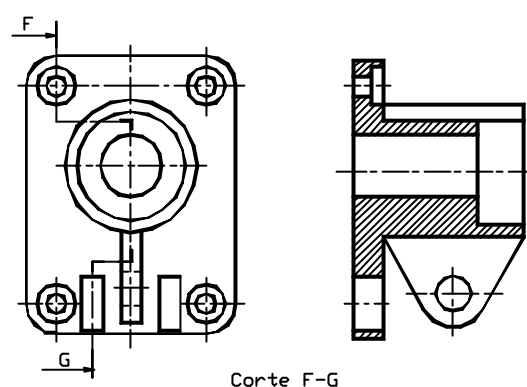


Figura 1.9.15 – Corte impossível

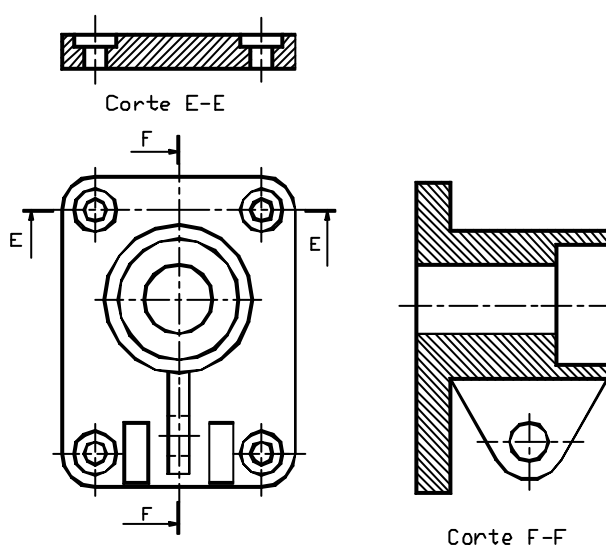


Figura 1.9.16 – Peça com dois cortes totais

- **Corte com rebatimento:** deve ser utilizado apenas em peça que possuam **centro de rotação**, a forma de projetar é idêntica à forma utilizada na **projeção com rebatimento** vista anteriormente.

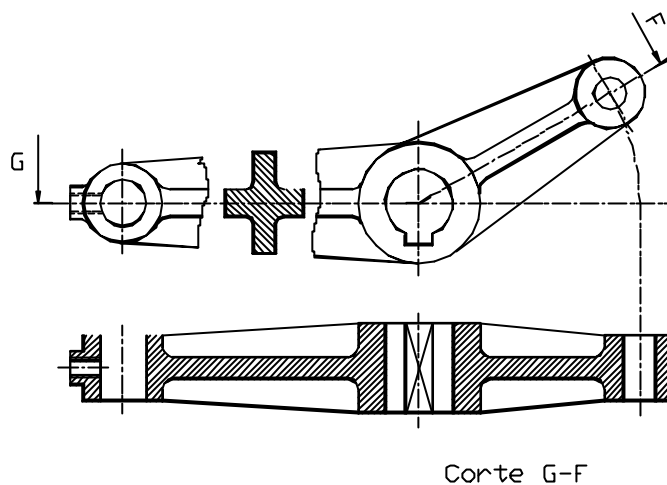


Figura 1.9.21 – Corte com rebatimento em um Balancim

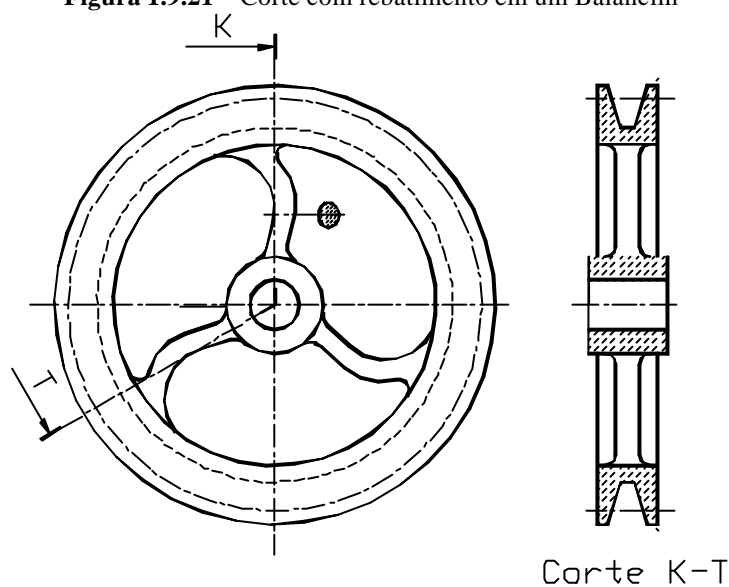


Figura 1.9.22– Corte com rebatimento numa Polia para Correia Trapezoidal

1.9.5 Tipos de Seção

Todos os elementos mecânicos podem ser seccionados, com exceção da esfera

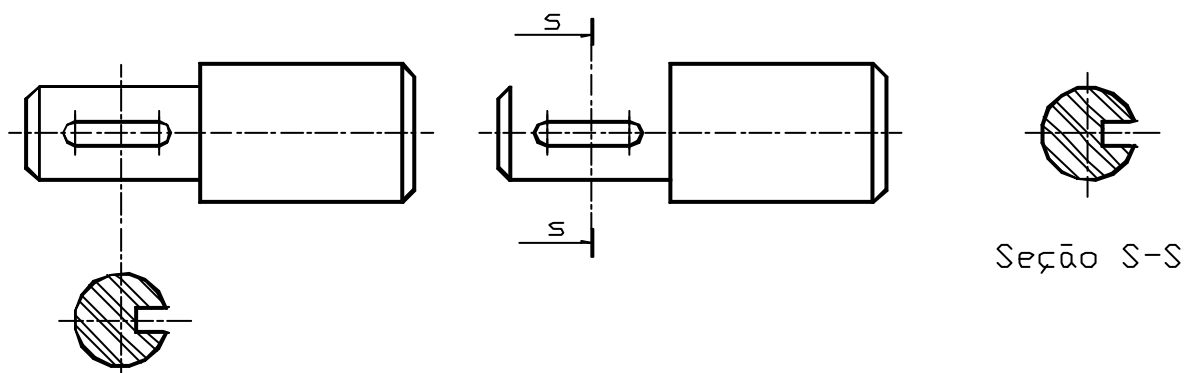


Figura 1.9.23 – Tipo de seção em um eixo

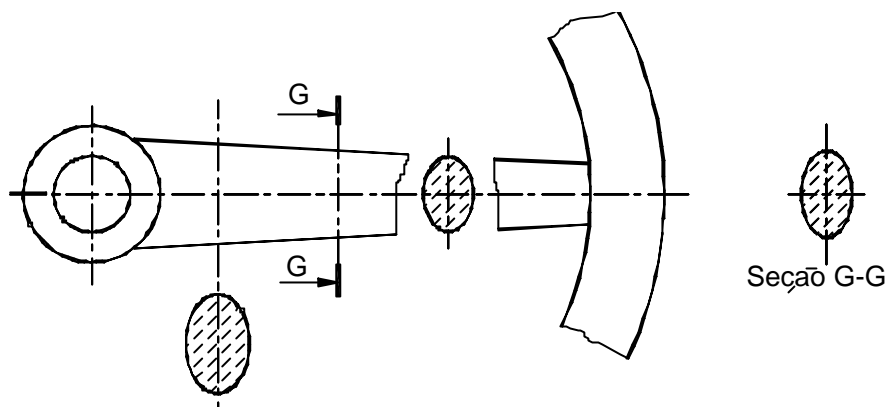


Figura 1.9.23 – Tipo de seção em braço

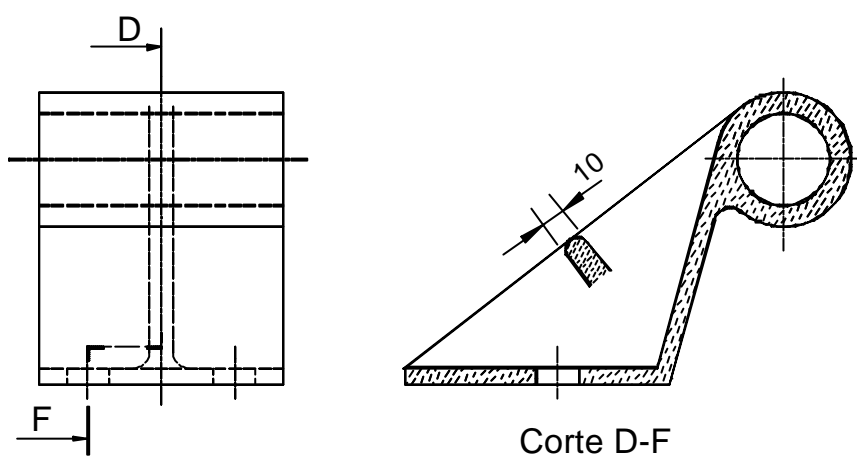


Figura 1.9.24 – Tipo de seção em nervura

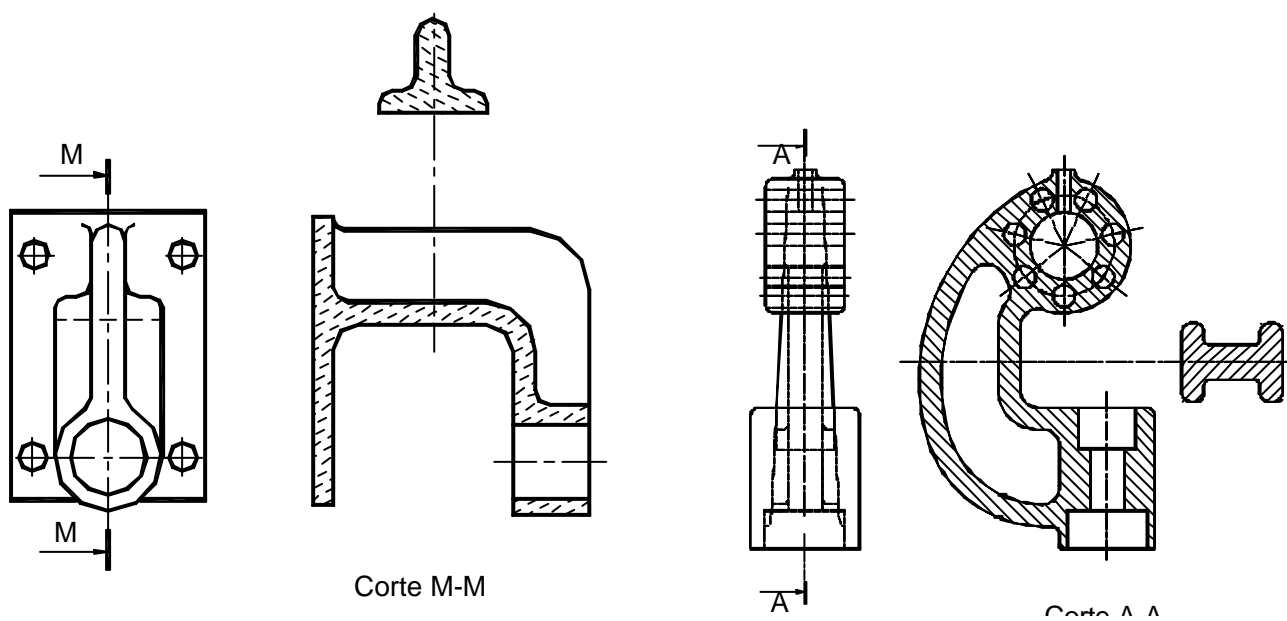


Figura 1.9.25 – Tipo de seção em nervura

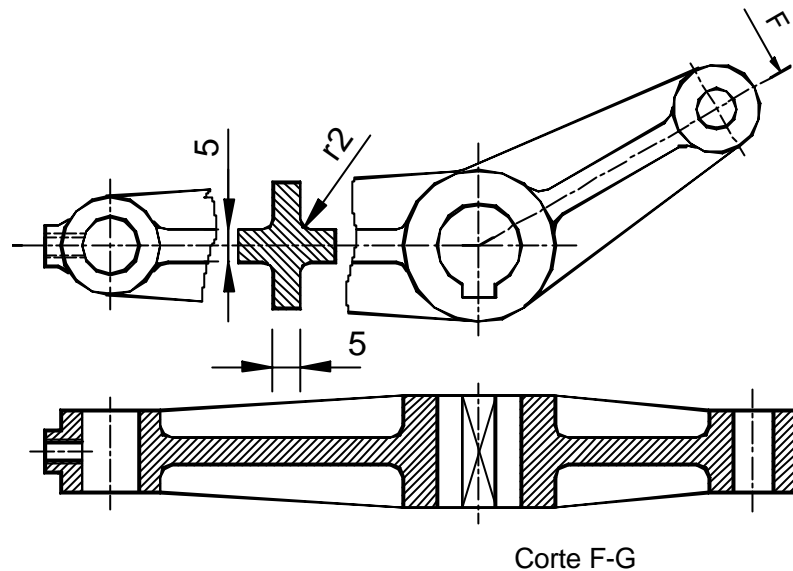


Figura 1.9.26– Tipo de seção em nervura

Nota.: Nos desenhos de elementos mecânicos que contenham: **braço, nervura e orelha**, deve-se representar no mínimo um **corte longitudinal**, com o objetivo de visualizar o **contorno** do braço, da nervura e da orelha e uma **seção** para visualizar o **perfil** do braço, da nervura e da orelha.

1.9.6 Tipos de hachuras e recomendações

1.9.6.1 Recomendações:

- Distância entre as linhas de hachuras: de 1,5 a 2 mm (podem ser maiores, depende das dimensões **gráficas** do desenho).
- Ângulo da hachura: de preferência **45°**, em seguida 30°; 60°; 75°, 15°.
- Traçado das hachuras: deve ser a **última** operação realizada num desenho, mesmo utilizando computação Gráfica.
- Nos desenhos de conjunto as hachuras das peças em **contato** têm **inclinações** diferentes mesmo que sejam de materiais diferentes, veja a *Figura 1.9.27a*., Outros detalhes que determinam a direção das hachuras são as cotas e o contorno da peça. A peça número 1 da *Figura 1.9.27a*, teve sua inclinação definida pelo detalhe do chanfro existente nesta peça, enquanto as hachuras dos desenhos de detalhes mostrados na *Figura 1.9.27 b e c*, a inclinação das hachuras foram definidas em função da direção das cotas, de forma não coincidirem.

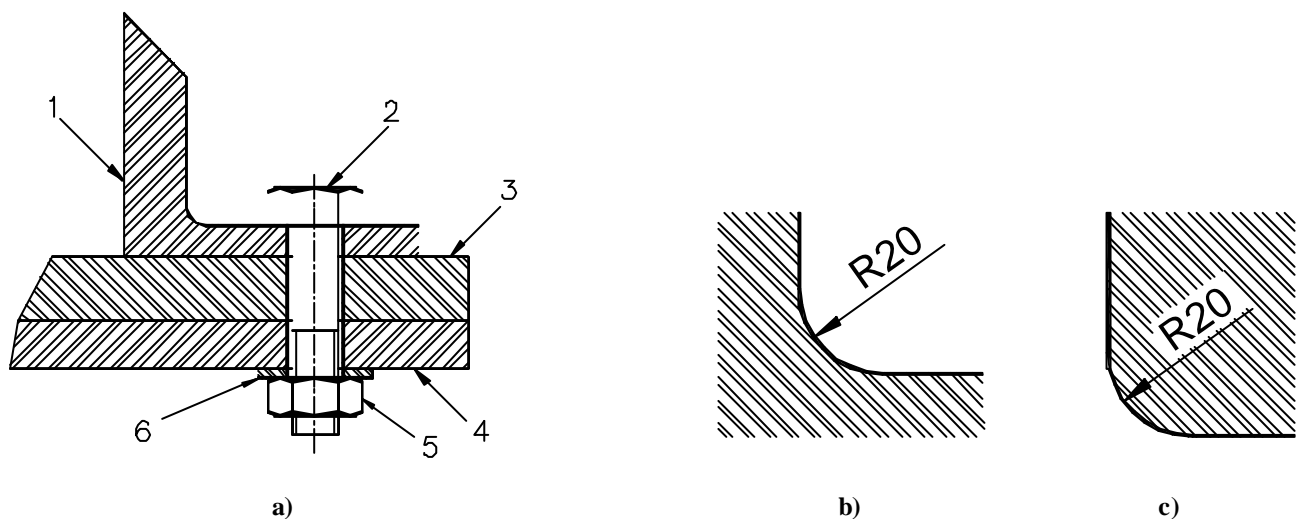


Figura 1.9.27 – Inclinação das hachuras

Nota - Em peças de pequena espessura **gráfica**, é permitido preencher a seção com **hachura sólida**, e quando em desenho de conjunto deve-se separa-las por um espaço denominado **linha de luz**, *Figura 1.9.28*, distanciando uma peça da outra de **1 mm**.

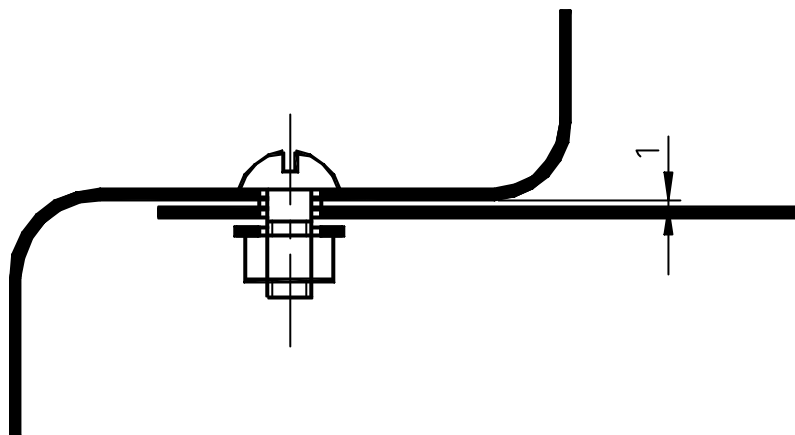


Figura 1.9.28 – Linha de luz, aplicada em peças de pequena espessura

- Em peças de grande dimensão gráfica, é permitido hachurar apenas o contorno da peça, *Figura 1.9.29*.

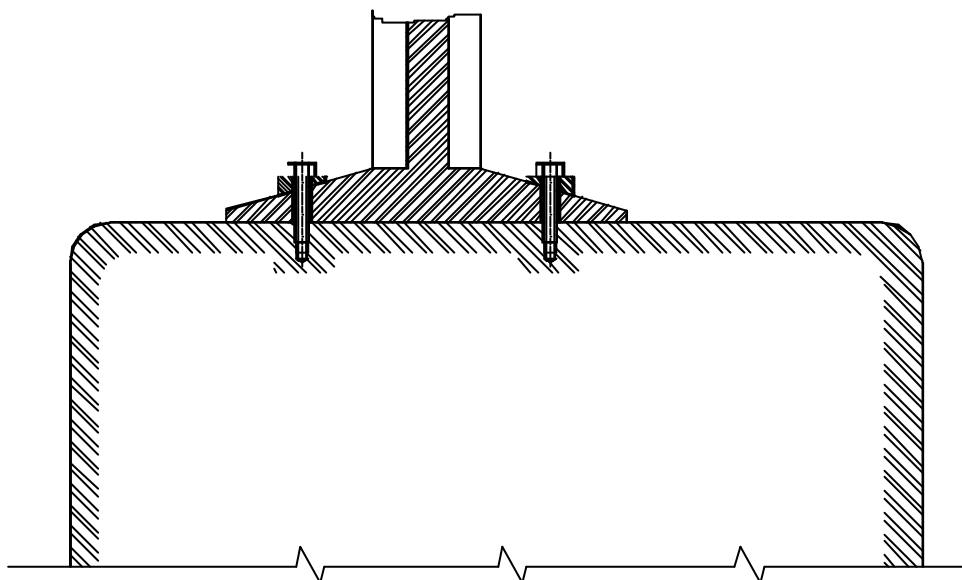


Figura 1.9.29 – Peça com grande dimensão gráfica

- Não coincidir a **direção** das **hachuras** com a direção da linha de **cota**, nem interceptar a **dimensão** com as **hachuras**, *Figura 1.9.30*.

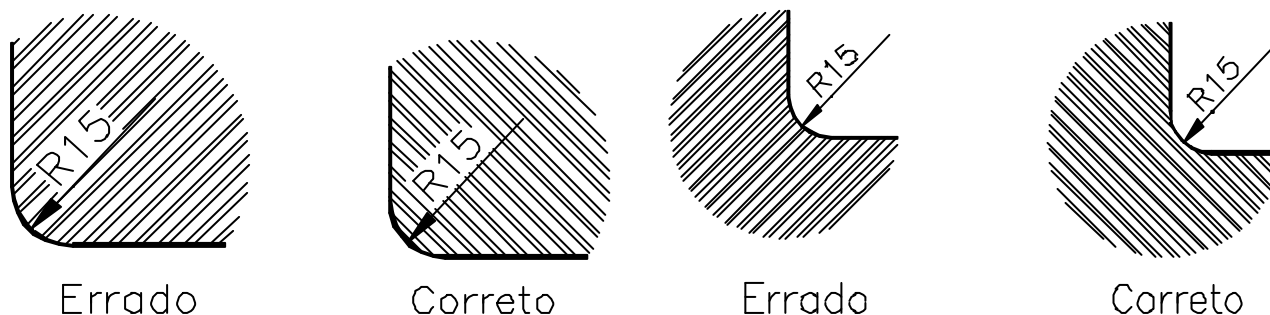


Figura 1.9.30– Inclinação das hachuras em relação às cotas

- A inclinação das hachuras não devem coincidir com o contorno da peça, *Figura 1.9.31*.

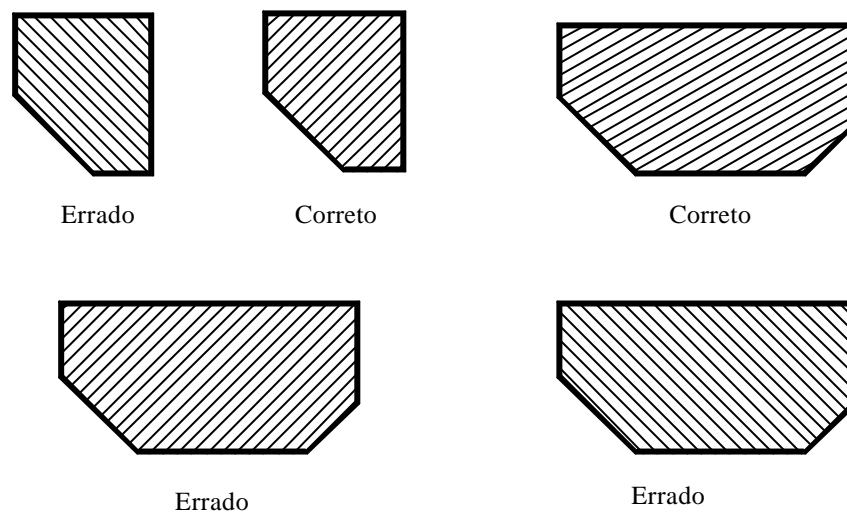


Figura 1.9.31– Inclinação das hachuras em relação ao contorno da peça

1.9.6.2 Tipos de hachuras

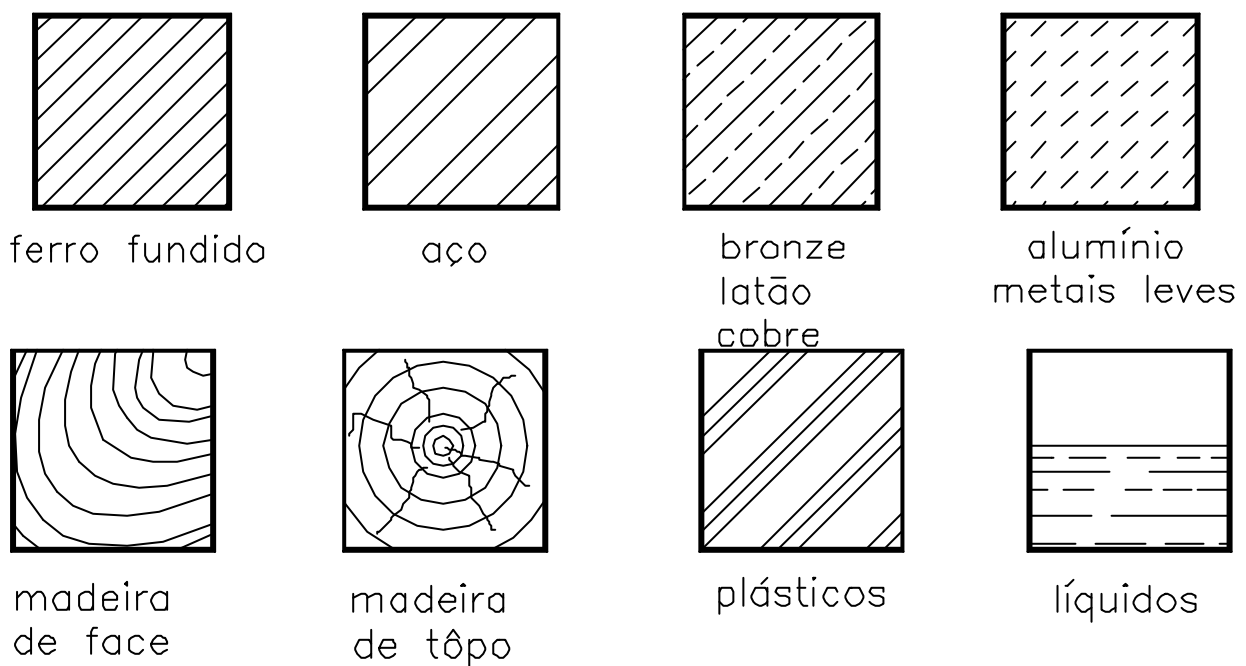


Figura 1.9.32 – Tipos de hachuras

1.10 Cotagem

A cotagem e a escolhas das vistas que irão compor um desenho, são os dois itens que mais exigem conhecimentos e experiência do engenheiro mecânico na área do Desenho Técnico. Influenciam na forma de cotar e na seleção das vistas: o processo de fabricação, a montagem, o controle de qualidade, a manutenção, além das normas técnicas específicas do Desenho Técnico Mecânico. Na cotagem de peças mecânicas, deve-se preferencialmente cotar as **arestas e detalhes visíveis**, para isto deve-se utilizar as vistas, os cortes e as seções. As dimensões devem ficar o mais próximo possível do detalhe que se está cotando, mesmo que para isto se deva cotar sobre a vista ou entre as vistas.

No Brasil os Desenhos Técnicos Mecânicos devem ter suas cotas expressas em **milímetro**, não necessitando portanto indicar esta unidade nas cotas dos desenhos, *Figura 1.10.1*, quando as dimensões não estiverem em **milímetro**, deve-se indicar ao lado da dimensão a unidade na qual está sendo cotada, ver *Figura 1.10.2*, ou na legenda ou uma nota próximo do desenho, *Figura 1.10.3*.

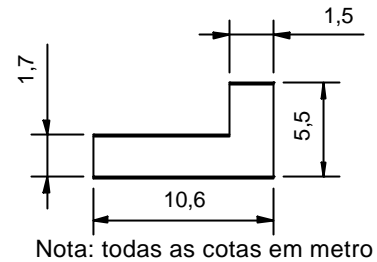
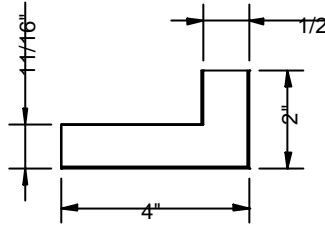
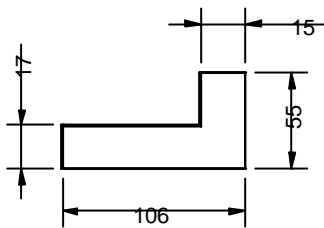


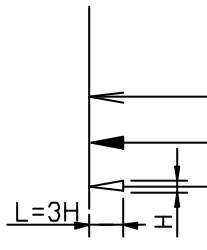
Figura 1.10.1 – Cotas em milímetro

Figura 1.10.2 – Cotas em polegada

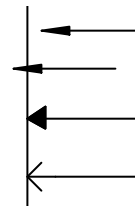
Figura 1.10.3 – Cotas em metro

1.10.1 Seta, linha de cota e de chamada (extensão)

O tipo de linha utilizado para linha de cota e para linha de chamada, é a **linha estreita**, e na extremidade da linha de cota deve vir uma **seta**, que deve tocar a linha de chamada ou o detalhe que se está cotando, *Figura 1.10.4*.



Formas corretas das setas



Formas incorretas das setas

Figura 1.10.4 – Tipos de seta

1.10.2 Formas de cotagem em função do tipo de linha de cota:

Linha contínua: As cotas horizontais devem vir sempre **acima da linha de cota**, e as cotas verticais à **esquerda da linha de cota**, *Figura 1.10.5*.

Linha interrompida, existem duas formas:

- Todas as cotas têm a direção da linha de cota, *Figura 1.10.6*.
- Todas as cotas têm direção horizontal, *Figura 1.10.7*.

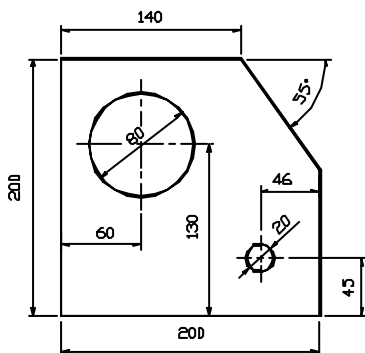


Figura 1.10.5

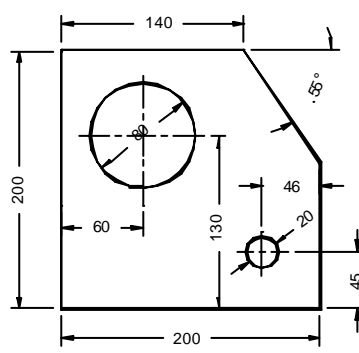


Figura 1.10.6

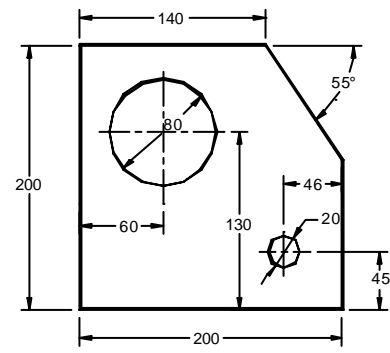
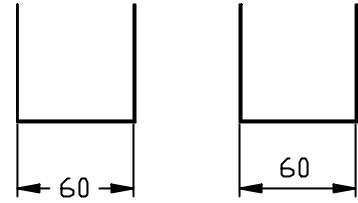


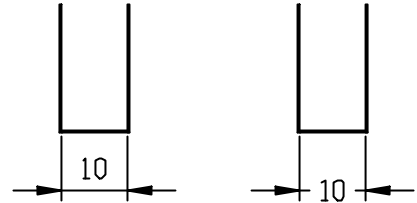
Figura 1.10.7

1.10.3 Posicionamento da cota e das setas em relação às linhas de chamada

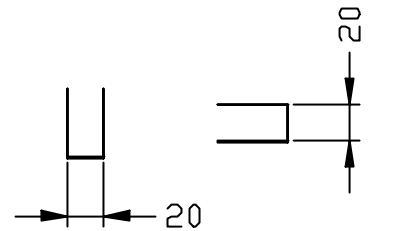
1- **Cotas e setas** devem vir preferencialmente entre as linhas de chamada:



2- Quando não couberem a **cota** e as **setas** entre as linhas de chamada, as **setas** devem ser colocadas fora da linha de chamada:

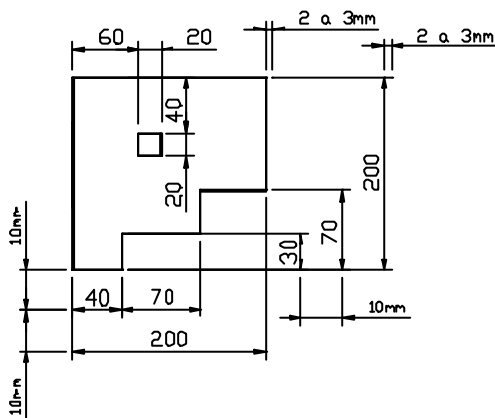


3- Quando a **cota** não couber entre as **linha de chamada**, esta deve ser posicionada por fora da linha de chamada, preferencialmente do lado direito quando a cota for horizontal e acima quando a cota for vertical.



Nota: De maneira nenhuma deve-se reduzir a altura das letras e número, assim como também não se deve reduzir o tamanho da seta para que, para que caibam entre as linhas de chamada.

1.10.4 Distâncias a serem observadas na cotação:



- 1 - A linha de chamada não devem **tocar** no **detalhe** que está sendo cotado
- 2 - A linha de chamada deve ultrapassar a linha de cota
- 3 - A cota deve ficar afastada em cerca de **10mm** do detalhe que está sendo cotado
- 4 - As cotas em paralelo devem ficar distanciadas uma das outras em cerca de **10mm**
- 5 - As linhas de chamada podem se interceptar.
- 6 - A linha de cota não pode ser interceptada nem por linha de chamada nem por linha de cota.

1.10.5 – Cotação de forma e de posição:

Na *Figura 1.10.8* as cotas com índice (1), são cotas de forma, enquanto as de índice (2) são cotas de posição

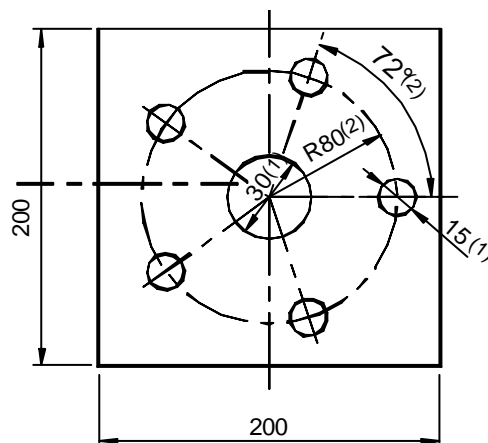


Figura 1.10.8 – Cotas de forma e de posição

1.10.6 Formas de cotação:

Ao iniciar a cotação de um desenho, deve-se de preferência iniciar pela cotação de forma e de posição, dos arcos de circunferência, e dos furos.

1-Cotação em paralelo: é a cotação em que todas as cotas têm como referência uma superfície comum da peça, denominada **superfície de referência** *Figura 1.10.9* ou **linha de referência** *Figura 1.10.10*.

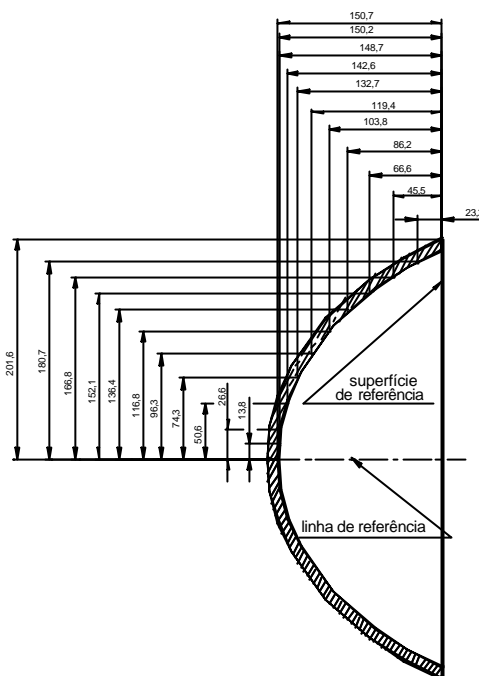
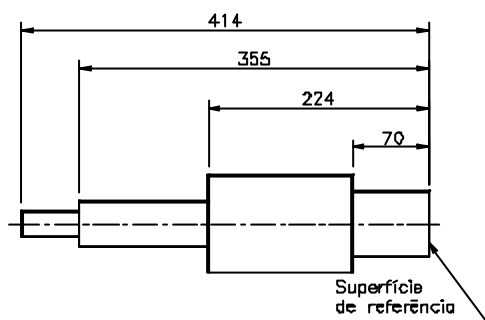


Figura 1.10.9 – Cotação por superfície de referência

Figura 1.10.10 – Cotação por linha de referência

2- Cotação em série: é a cotação em que todas as cotas da peça dependem uma das outras. Neste tipo de cotação não se deve colocar todas as cotas, deve-se deixar pelo **menos um** trecho da peça sem dimensão, *Figura 1.10.11*.

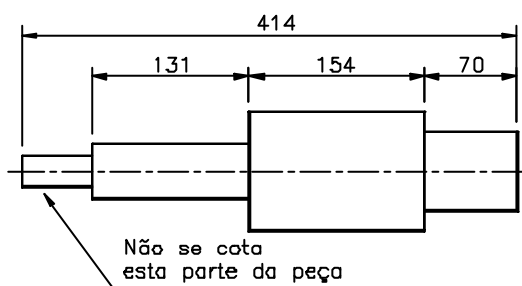


Figura 1.10.11 – Cotação em série

3- Cotação mista: quando se apresentam cotas em paralelo e em série.

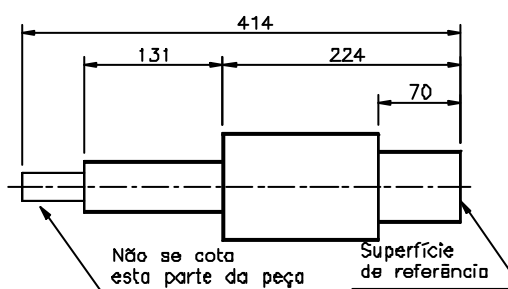


Figura 1.10.12 – Cotação mista

4 – Cotagem em coordenadas polares: Este tipo de cotagem deve ser utilizada quando os detalhes a serem cotados estiverem todos a uma mesma distância do **centro de uma circunferência**. Deve conter o **raio do arco** que passa pelos centros dos detalhes, o **ângulo** que referencia a posição do detalhe na peça e a **dimensão** do detalhe

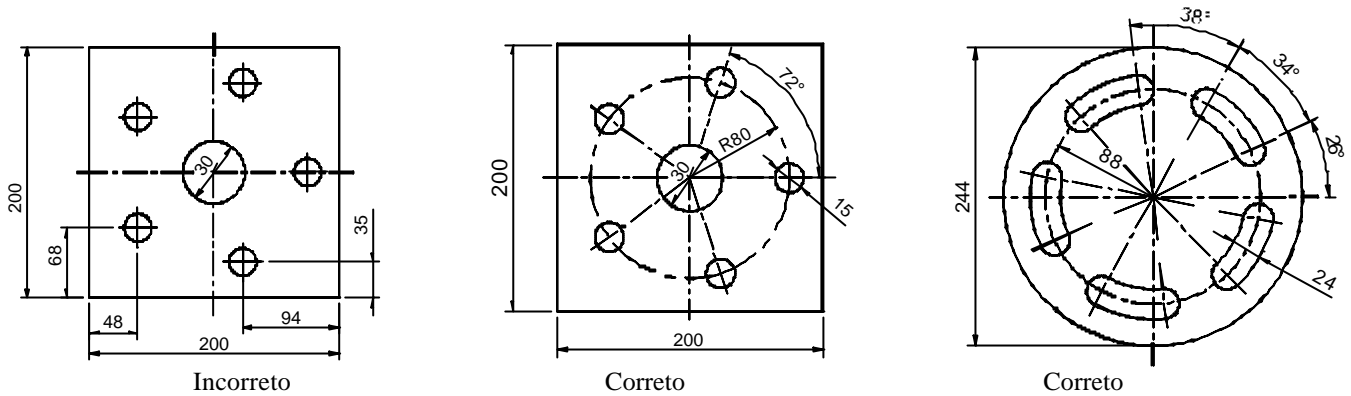
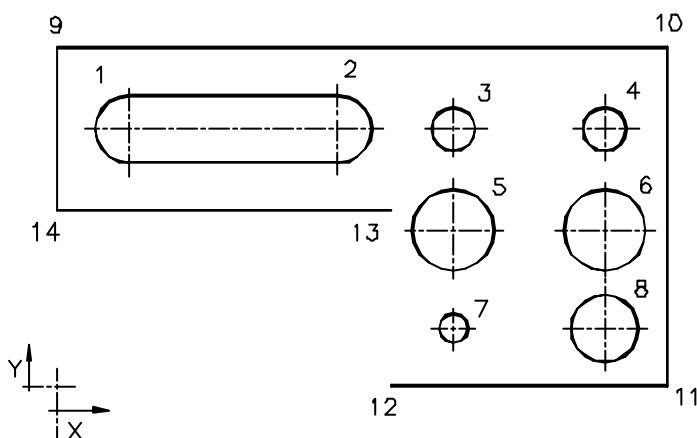


Figura 1.10.22 – Cotagem em coordenadas polares

5 - Cotagem por coordenadas: Deve ser utilizada de preferência em desenhos de peças em cuja fabricação se utilizará máquinas CNC (máquinas ferramentas de comando numérico). O referencial X,Y não deve ser representado no desenho, mas deve ser escolhido de forma a não apresentar coordenadas negativas.



Nº	X	Y	φ
1	89,3	318,3	84
2	348,2	318,3	84
3	491,0	318,3	54
4	678,5	318,3	54
5	491,0	193,3	100
6	678,5	193,3	100
7	491,0	71,4	36
8	491,0	678,5	80
9	0	419,4	-
10	755,9	419,4	-
11	755,9	0	-
12	413,7	0	-
13	413,7	217,1	-
14	0	217,1	-

Figura - 1.10.32 – Cotagem por coordenadas

6 - Cotagem aditiva: É um sistema de cotagem em paralelo, deve ser utilizada em situações em que o sistema de cotagem normal em paralelo, visto anteriormente se mostre ineficiente (de maneira geral não deve ser utilizado).

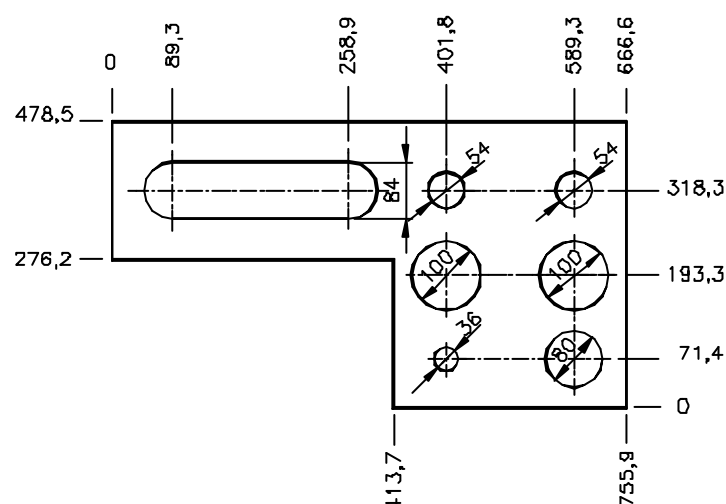


Figura 1.10.33 – Cotagem aditiva

1.10.7 Simbologia utilizada na cotagem:

R – Notação para raio de arco de circunferência, de preferência para arcos de raio maior que 10mm

r – Notação para raio de arco de circunferência, de preferência para arcos de raio menor que 10mm

f - Símbolo de diâmetro de circunferência

• - Notação para peças de seção quadrada

20 – Uma barra sobre uma dimensão, indica que ela está fora de escala

L – Para indicar cantoneira **L** – Exemplo: **L20x20x3** P-PB-128

H – Para indicar vigas **H** – Exemplo: **H 100 L** P-PB-126, onde o “L” indica perfil leve

I – Para indicar vigas **I** – Exemplo: **I 200 L** P-PB-125, onde o “L” indica perfil leve

1.10.8 Cotagem de furo, eixo, arcos de circunferência, chanfro.....

1.10.8.1 - Cotagem de furo: a **posição** do furo deve ser cotada sempre pelo seu **centro**, e o **diâmetro** de preferência na vista em que se apresenta a **seção circular**, *Figura 1.10.13*, quando não for possível, cota-se em outra vista, acrescentando-se o símbolo **f** antes da dimensão, *Figura 1.10.14*.

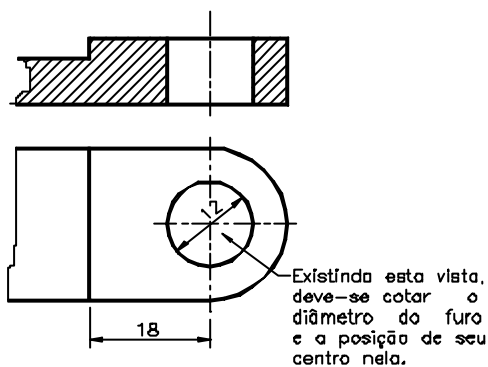


Figura 1.10.13 – cotagem de furo na seção do furo

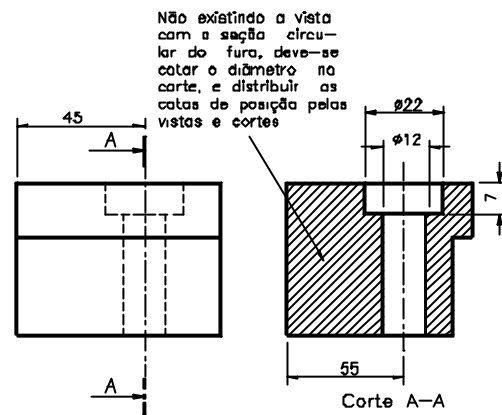


Figura 1.10.14 – Cotagem do furo em outra vista

1.10.8.2 Cotagem de **Eixo** e de **Cone**: a cotagem da **posição** do um eixo e do cone, deve ser feita quando necessário, no **desenho de conjunto**, sempre pela linha de eixo do elemento, *Figura 1.10.15*, e as cotas de diâmetro, no **desenho de detalhe**, na vista onde está representada a altura do eixo ou do cone, *Figura 1.10.16*.

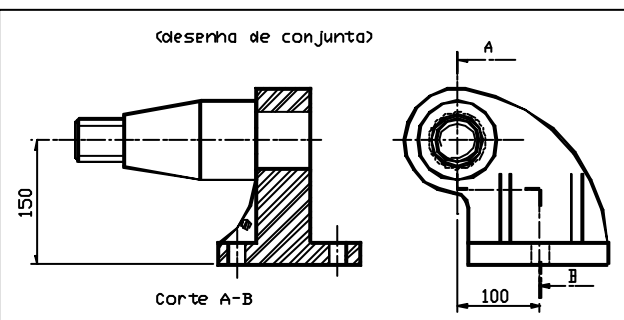
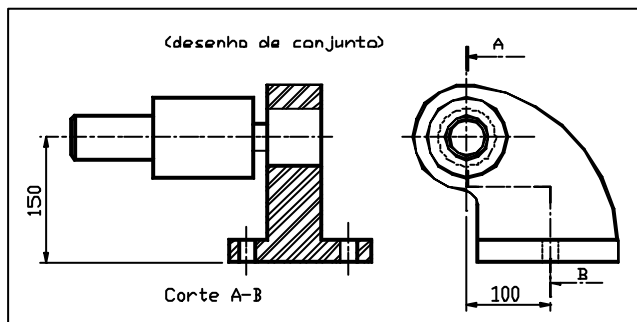


Figura 1.10.15 – Cotagem da posição do eixo

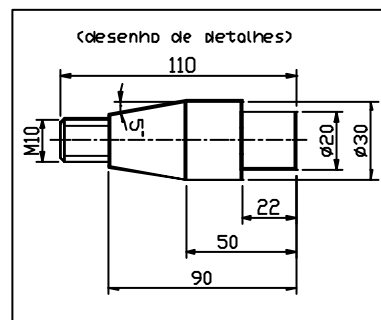
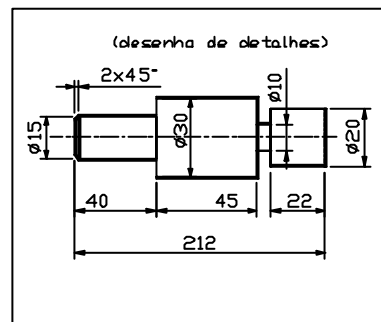


Figura 1.10.16 – Cotagem do diâmetro do eixo

1.10.8.3 **Cotagem de arcos de circunferência:** Tanto a posição do **centro do arco**, como a **dimensão do raio do arco**, devem ser cotados na vista em que se apresenta o **arco do círculo**.

- Quando as linha de centro do arco estiverem representadas, pode-se **omitir** o símbolo **R** antes da dimensão, *Figura 1.10.17*.
- Quando as linhas de centro não estão representadas, deve-se colocar o símbolo **R** antecedendo a dimensão, *Figura 1.10.18*.

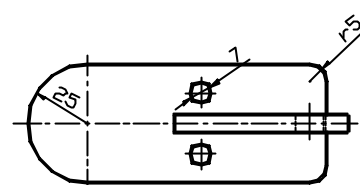
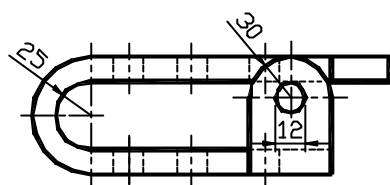
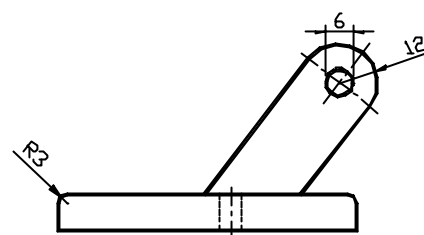
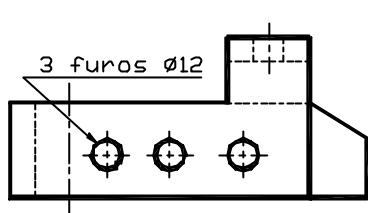
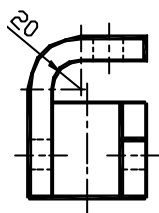
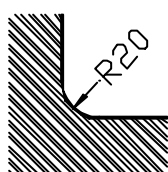


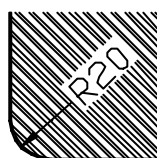
Figura 1.10.17 – Cotagem com centro definido

Figura 1.10.18 – Cotagem com centro indefinido

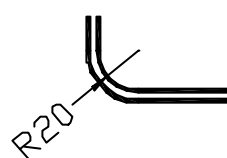
Nota: Ao se cotar arcos de circunferência, deve-se de preferência colocar a dimensão do arco, a seta e a linha de cota, do lado em que se encontra o **centro do arco**



Correto



Correto



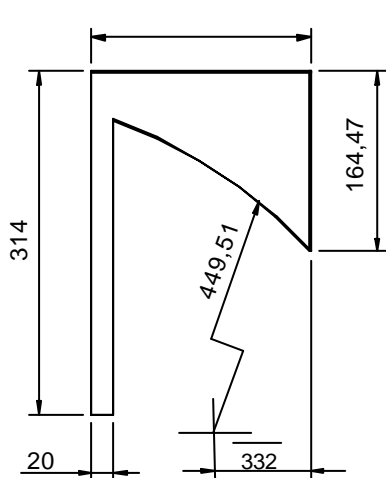
Evitar



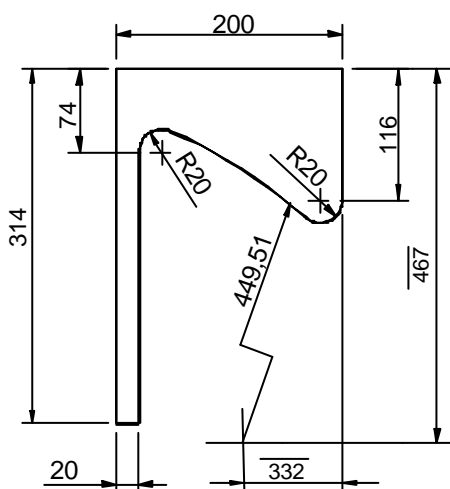
Correto

Figura 1.10.19 – Posicionamento da cota de arco de circunferência

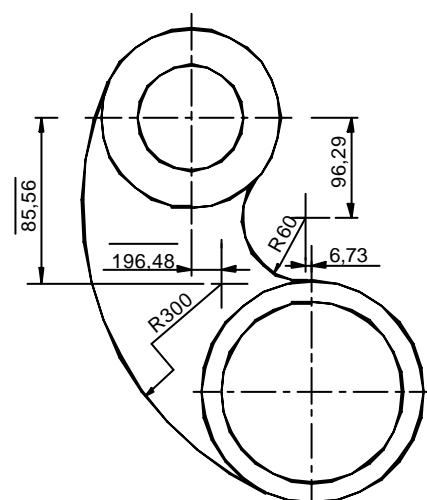
1.10.8.3.1 **Cotagem de grandes arcos de circunferência:** Quando se conhece uma das linhas de centro, o raio e o centro do arco, *Figura 1.10.20(a)*, quando se conhece o centro e o raio do arco, *Figura 1.10.20(b)* e (c).



(a) Forma correta

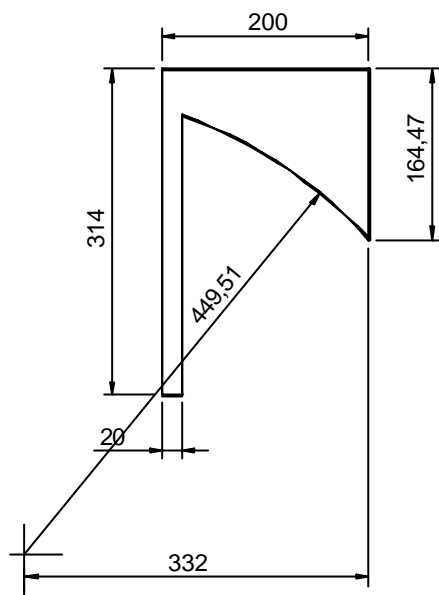


(b) Forma correta

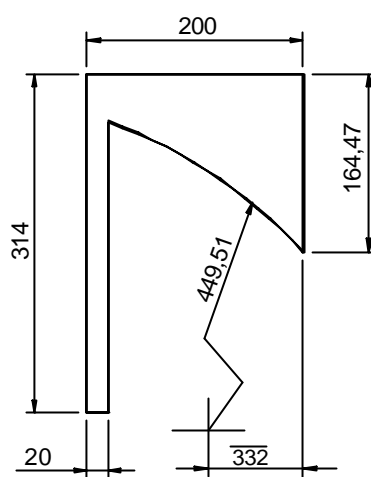


(c) Forma correta

Figura 1.9.20 – cotagem de grandes arcos de forma correta



Forma incorreta



Forma incorreta

Figura 1.10.21 – Cotagem de grandes arcos de forma errada

1.10.8.4 Cotagem de chanfros:

Nota: A cotagem de **chanfro**, é sempre uma cotagem em **PARALELO** em relação as outras cotas.

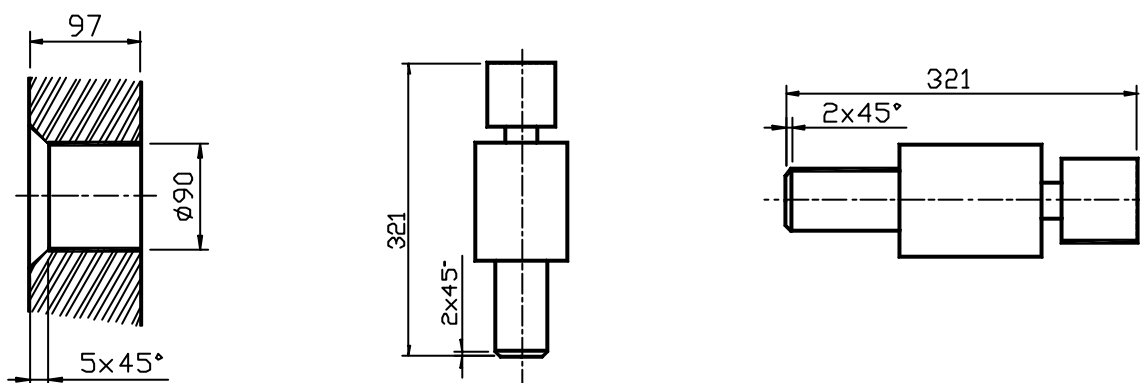
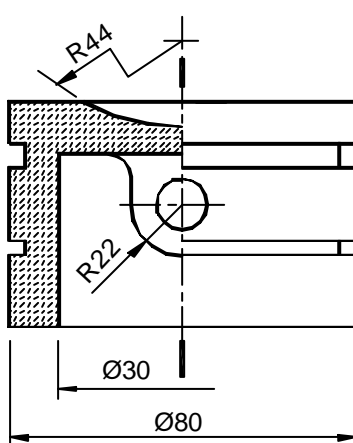
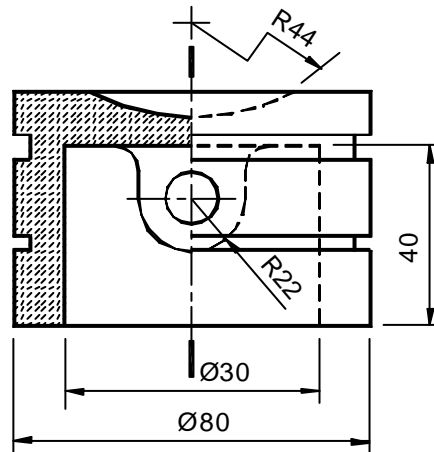


Figura 1.10.22 – Cotagem de chanfro

1.10.8.5 Cotagem em peças com corte em meia vista: (lembre-se não se deve **cotar arestas invisíveis**)



Correto



Incorreto

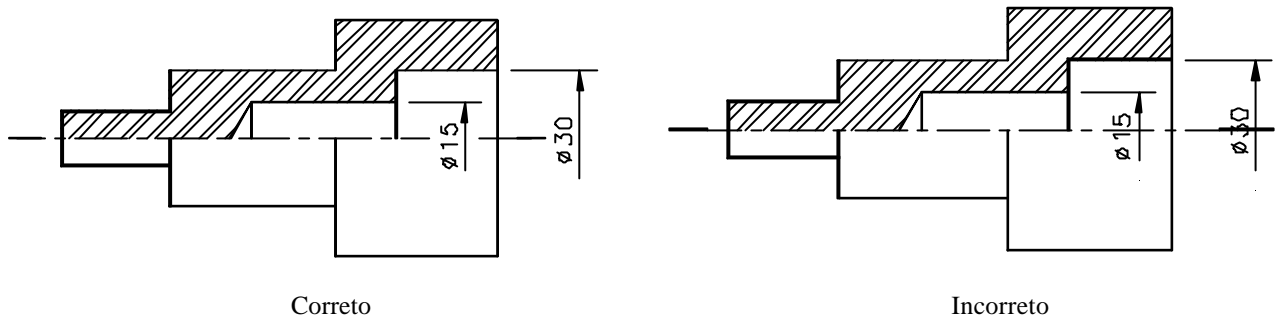


Figura 1.10.23 – Cotação em meia-vista meio-corte

1.10.8.6 Cotação de furos concêntricos: pode-se cotar no máximo dois diâmetros na vista que apresenta a seção do círculo

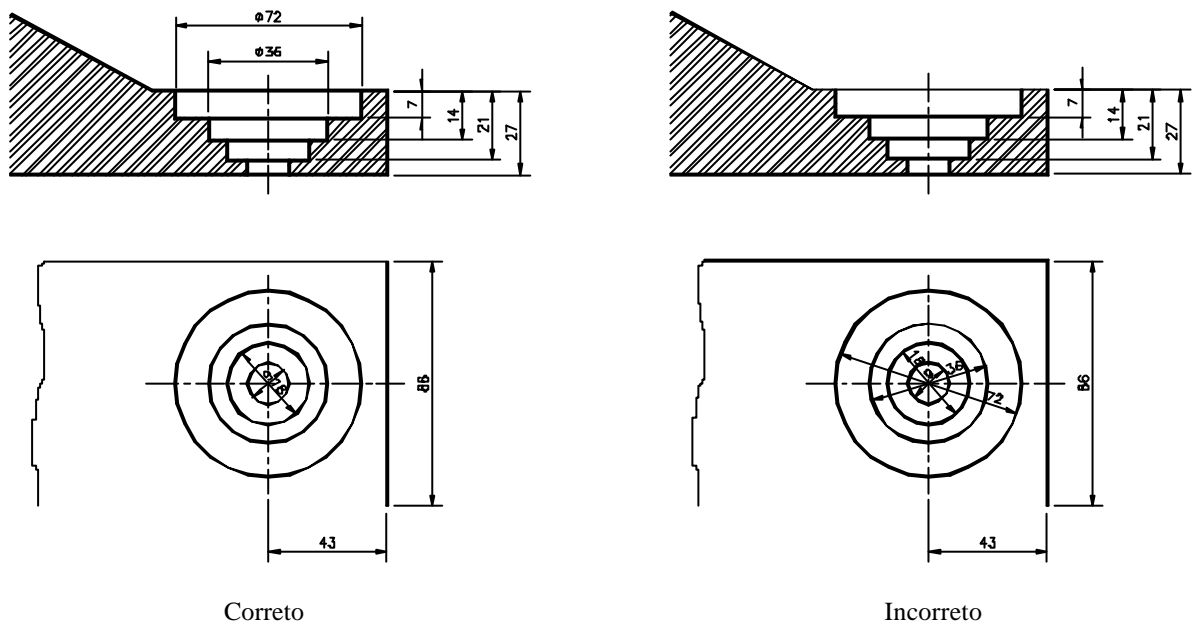


Figura 1.10.24 – Cotação de furos concêntricos

1.10.8.7 Cotação de pequenos detalhes:

O detalhe deve ser posicionado com a mesma orientação que ocupa na peça, *Figura 1.10.25*.

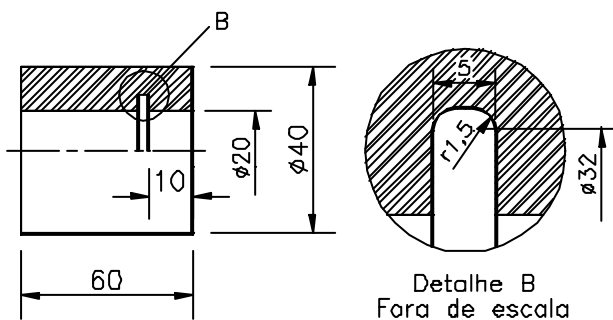


Figura 1.10.25 – Detalhe correto

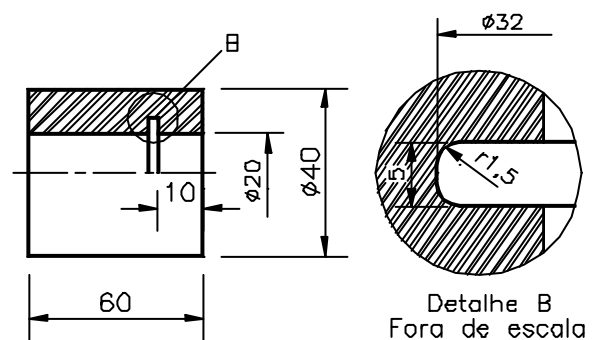


Figura 1.10.26 – Detalhe posicionado errado

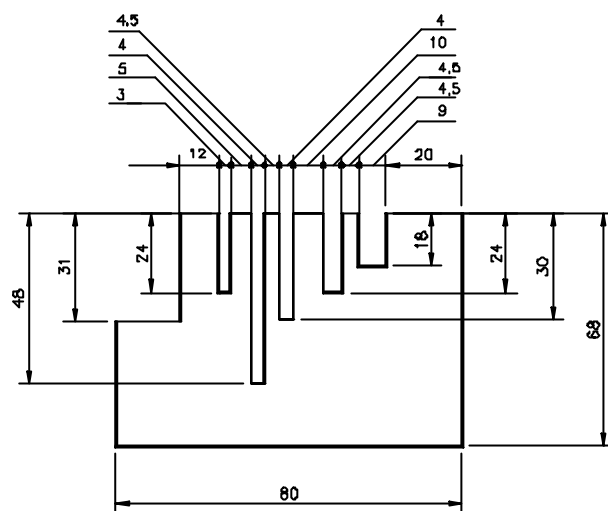


Figura 1.10.27 – Cotação de pequenos detalhes em série

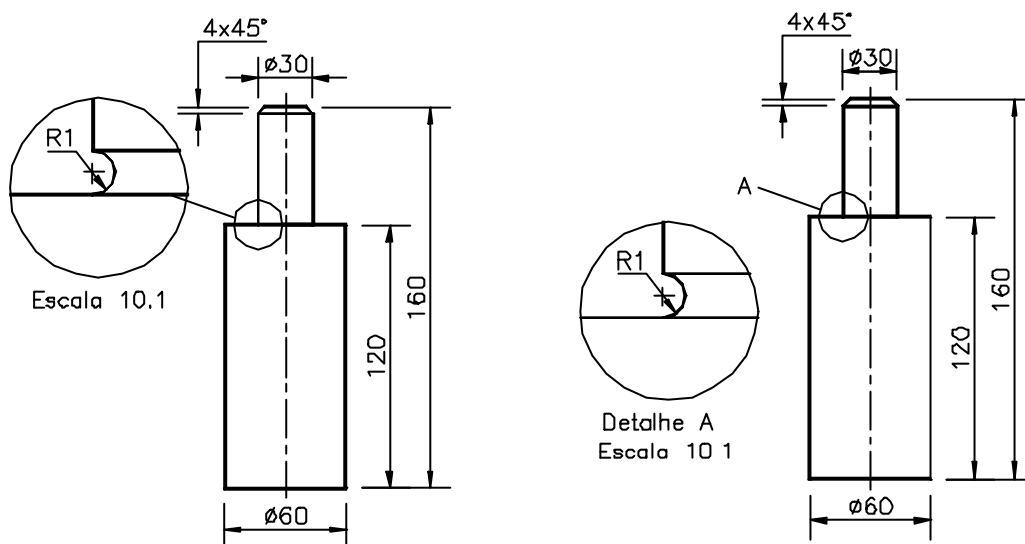


Figura 1.10.28 – Cotação de cantos “filetados”

1.10.8.8 Cotação de superfícies esféricas:

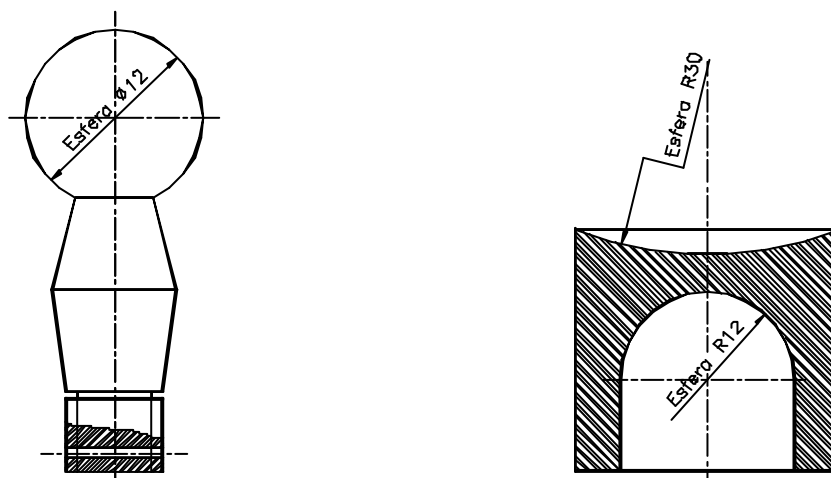


Figura - 1.10.29

1.10.8.9 Cotagem de ângulo:

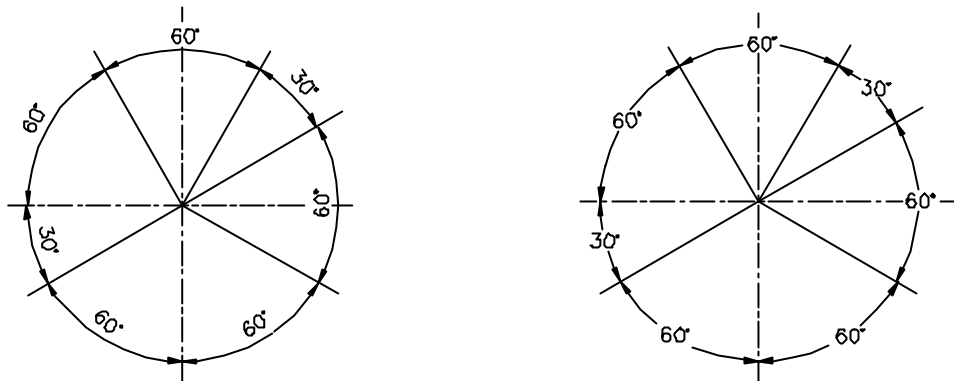
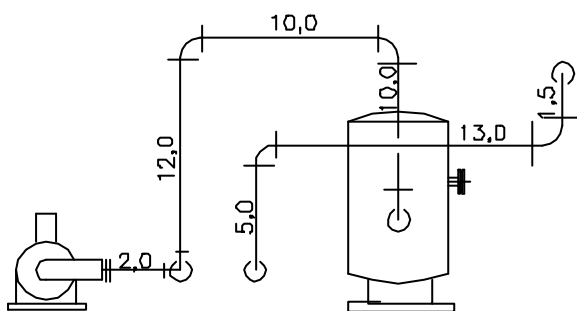


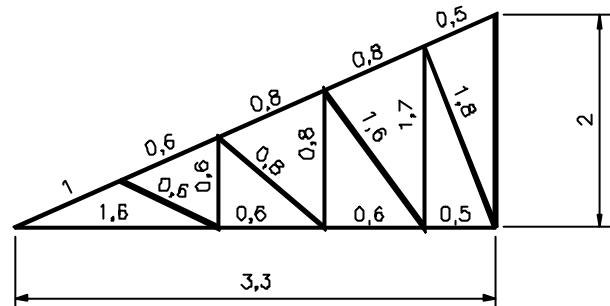
Figura – 1.10.30

1.10.8.10 Cotagem de treliças e de tubulações industriais :

São os dois únicos elementos do Desenho Técnico Mecânico, no qual é permitido cotar na peça.



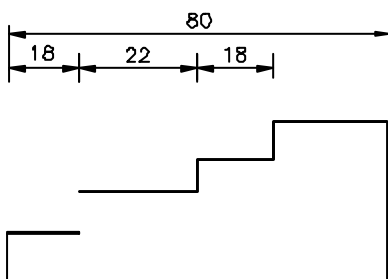
Nota: dimensões em metro



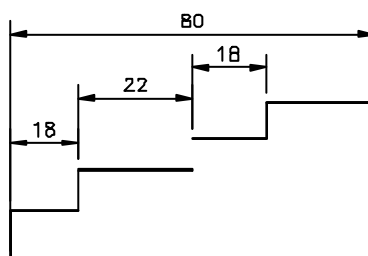
Nota. dimensões em metro

Figura 1.10.31

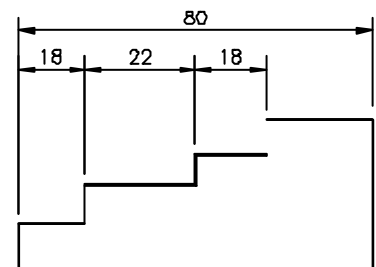
1.10.8.11 Erros comuns na cotagem:



a) Errado

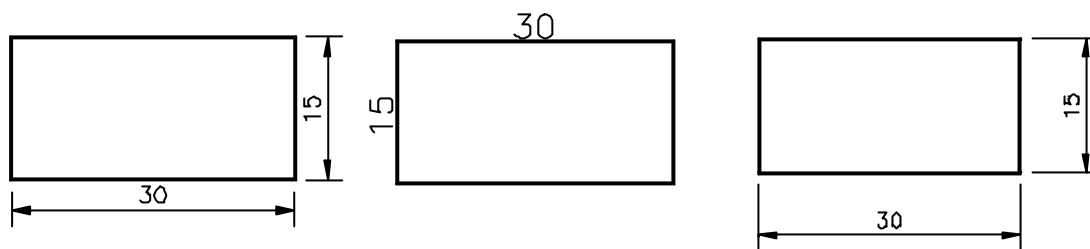


b) Errado



c) Correto

Figura - 1.10.34 – Errado, as linhas de chamada estão longe do detalhe em (a) e não estão numa mesma linha em (b)

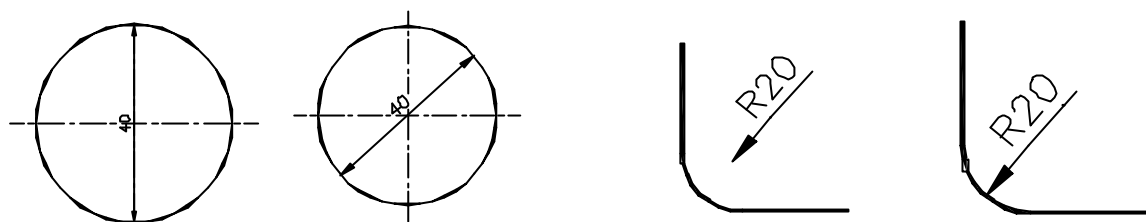


a) Errado

b) Errado

c) Correto

Figura 1.10.35 – Errado, as cotas estão muito próximas do contorno em (a) e sobre o contorno da peça em (b)



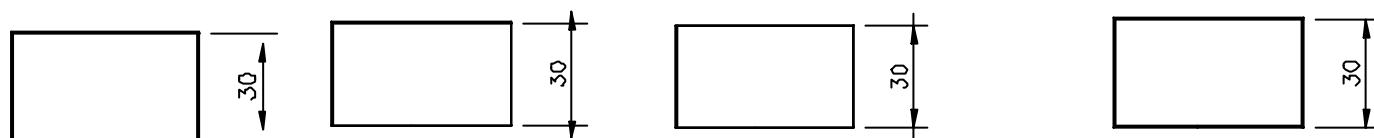
a) Errado

b) Correto

c) Errado

d) Correto

Figura 1.10.36 – Errado, a cota de diâmetro está sobre um dos eixos em (a) e a cota do arco não toca o contorno em (b)



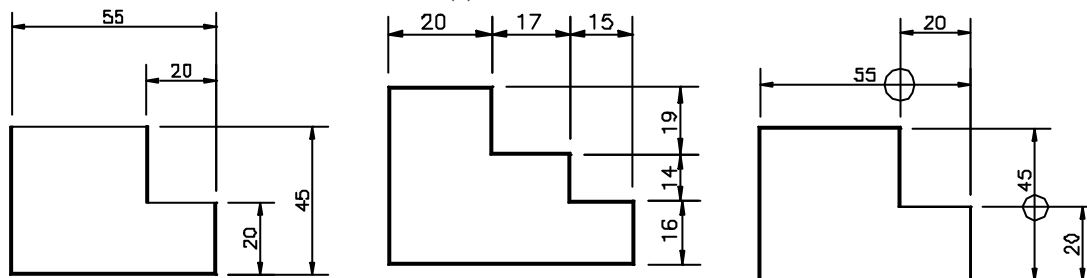
a) Errado

b) Errado

c) Errado

d) Correto

Figura 1.10.37 – Errado, as setas não tocam a linha de chamada em (a) e ultrapassam a linha de chamada em (b) e (c)

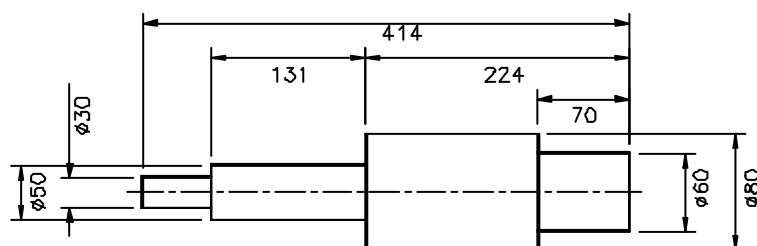


a) Correto

b) Errado

c) Errado

Figura 1.10.38- Errado: (b) todas as cotas em série. (c) as linhas de chamada interceptam a linha de cota.



a) Errado

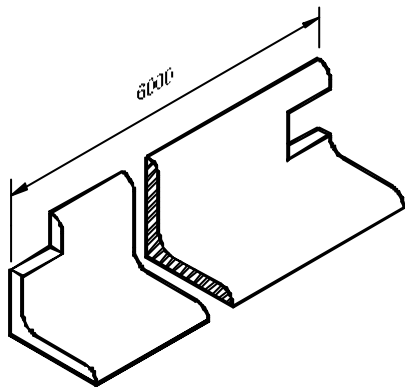
Figura 1.10.39 – errado, as cotas estão à direita e abaixo das linhas de cota em (a)

1.10.8.12 Ruptura em peças mecânicas: **Curta e Longa**

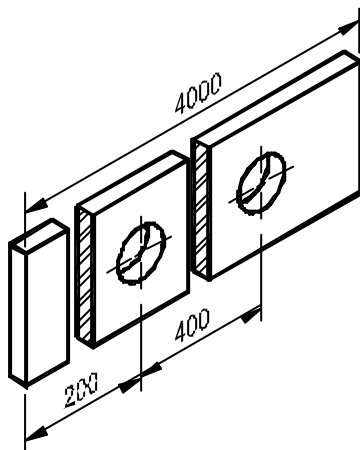
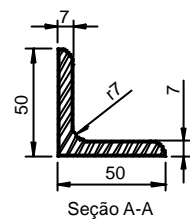
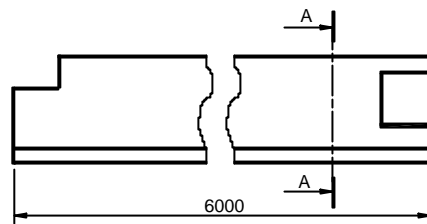
Ruptura Curta

Deve-se utilizar a **ruptura curta**, quando **uma** das dimensões da peça, for muito maior do que as outras duas, por exemplo: comprimento 3000mm, espessura 6mm e altura 10mm. Neste caso utilizar uma escala de redução não resolve o problema, pois uma escala de 1:10, fará desaparecer a espessura e a altura da peça.

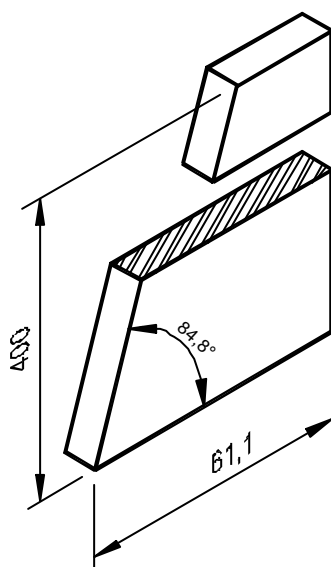
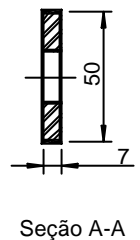
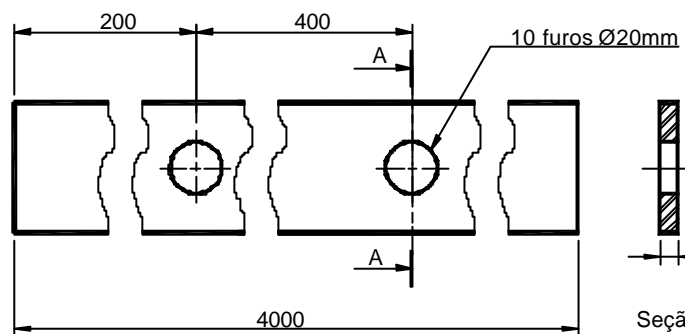
- Ruptura em perfis e barras metálicas



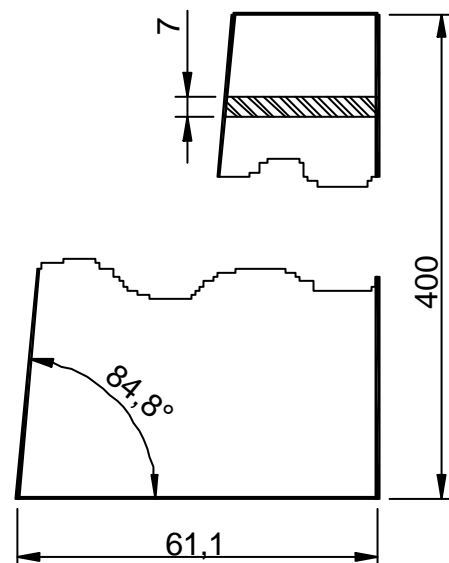
Perfil "L"



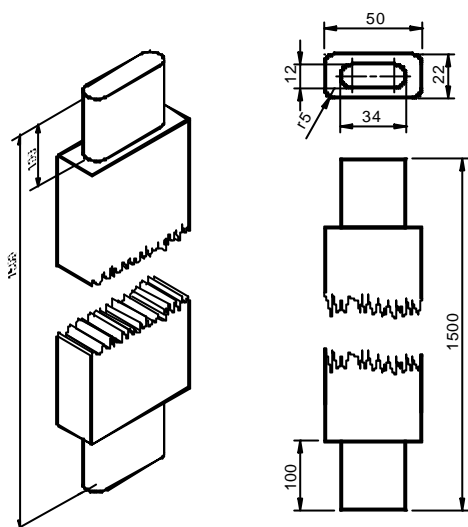
Barra chata



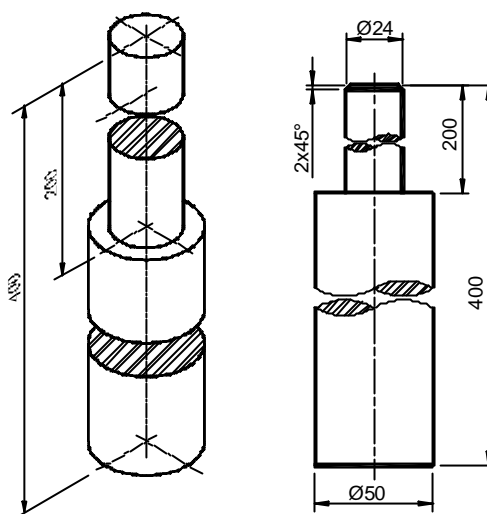
Barra chata com superfície trapezoidal



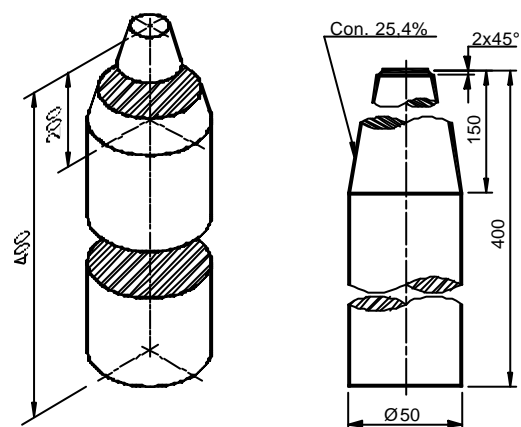
- Ruptura em peça de madeira



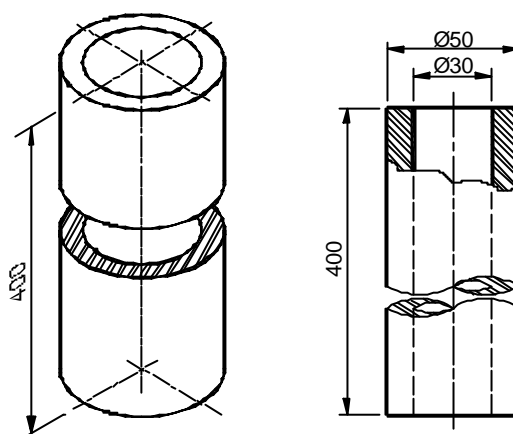
- Ruptura em eixo cilíndrico



- Ruptura em eixo cônico

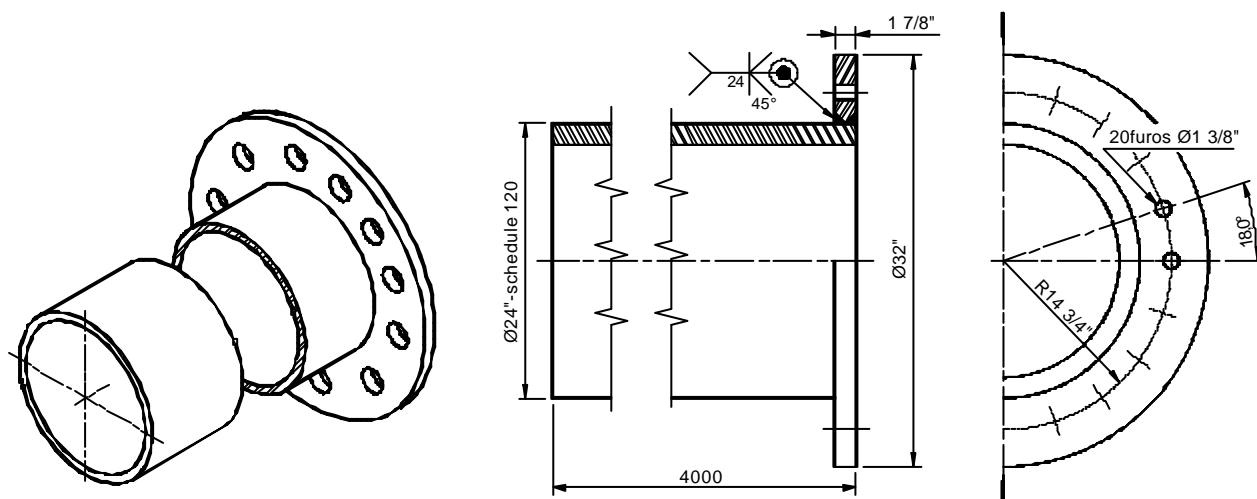


- Ruptura em tubo



Ruptura Longa

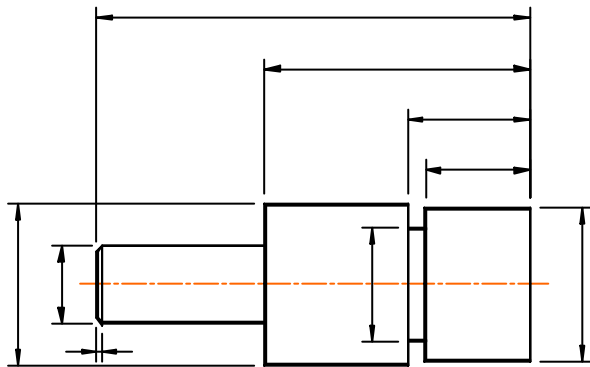
Deve-se utilizar a **ruptura longa**, quando **duas** das dimensões da peça, forem muito maiores que a terceira, ou um detalhe da peça (um furo por exemplo) for muito menor do que as outras dimensões. por exemplo: comprimento 4000mm, diâmetro 1000mm e espessura 30mm.



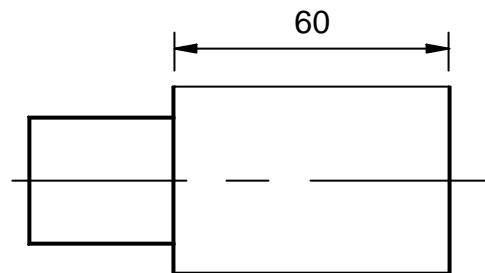
1.10.9 Exercícios de cotação

- 1 – Quando em um desenho algumas peças devem ser representados com suas dimensões em polegada por exemplo, o que se deve fazer?
- 2 – Qual o posicionamento preferencial da cota em relação às linhas de chamada e às setas?
- 3 – O que deve ser observado quando da cotação em série?
- 4 – Em qual vista deve-se cotar o diâmetro de um eixo? É necessário colocar o símbolo de diâmetro antes da dimensão, porque?
- 5 – Em qual vista de um furo, deve-se dar preferência para cotação do diâmetro do furo? É necessário colocar o símbolo de diâmetro antes da dimensão?
- 6 – Em cotas de arco de circunferência é sempre necessário colocar o símbolo **R** antes da dimensão?
- 7 – O que significa o símbolo **L** antes da cota da dimensão de um elemento mecânico?
- 8 – Quando se deve cotar utilizando coordenadas polares?
- 9 – A cotação por coordenadas deve ser utilizada em que situação?
- 10 – O que é um superfície de referência?
- 11 – Quando se deve utilizar o artifício do detalhe na cotação e o que deve constar nesta cotação?
- 12 – O que deve constar na cota quando se cota objetos com superfícies esféricas?
- 13 – O que se deve fazer quando se cota no interior da peça, e esta já se encontra hachurada?
- 14 – É permitido cotar sobre linha de eixo, simetria ou de centro?
- 15 – Cote as peças abaixo

a)

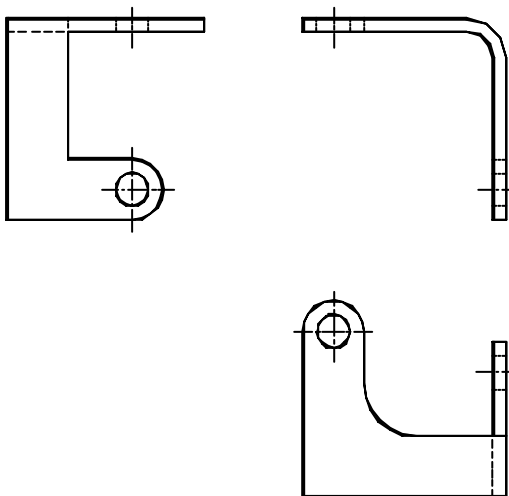


b)



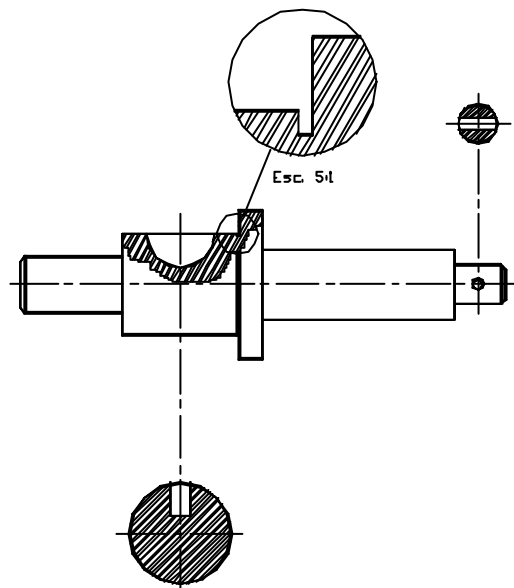
Escala 2:1

c)



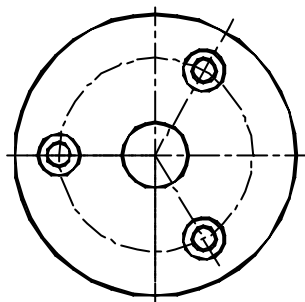
Escala 1:1

d)



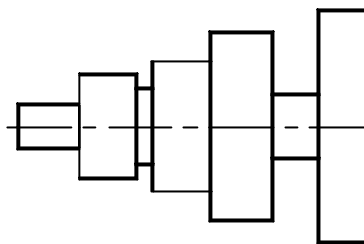
Escala: 1:5

e)



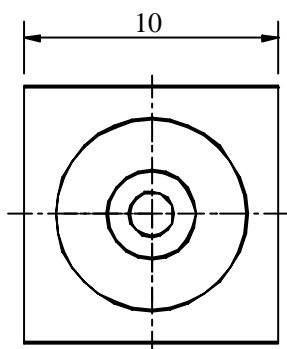
Escala 2:1

f)

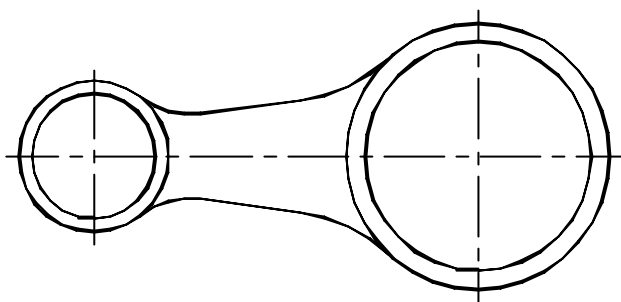


Escala 1:2

g)

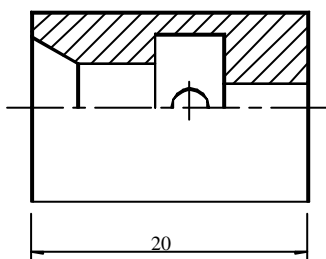


h)

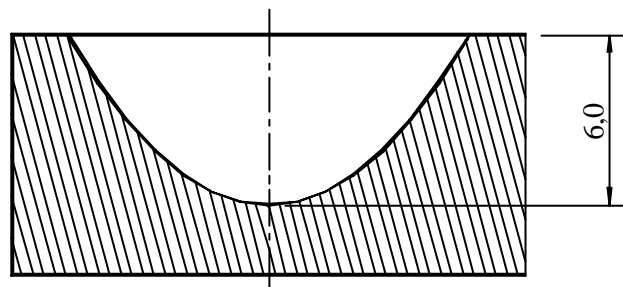


Escala 5:1

i)

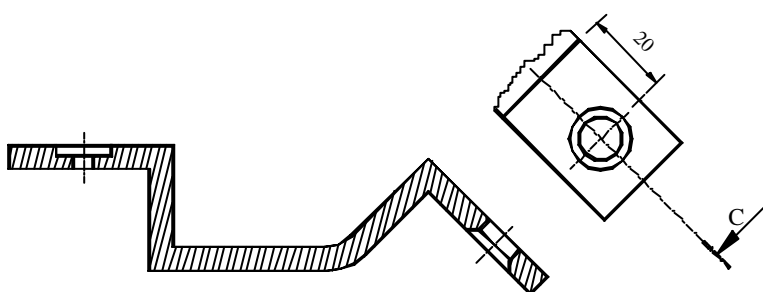


j)

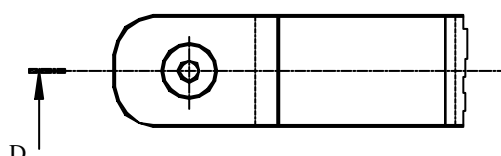


Parábola do tipo $y=ax^2$

k)



Corte C-D



2 O DESENHO E OS PROCESSOS DE FABRICAÇÃO

O processo de fabricação de uma máquina e de seus componente envolve diversas operações e diversos estágios que vão de sua idealização, pesquisa de viabilidade comercial, impacto ambiental, esboço, cálculos de resistência, análise cinemática e dinâmica, desenho, escolha do processo de fabricação, medição, análise de custo, etc., até a sua comercialização.

Nos detendo apenas aos estágio ligado ao desenho e na escolha do processo de fabricação, temos quatro etapas: primeiro a realização de um esboço preliminar, onde as idéias são postas inicialmente no papel, em seguida é executado um esboço mais bem elaborado, denominado esboço definitivo, nele é representado o esboço do conjunto, representando a máquina ou dispositivo completo e montado, e o esboço de detalhes onde as diversas peças são representadas separadamente, estando contemplado todos os detalhes das diversas peças que compõem a máquina ou dispositivo, neste esboço as cotas e o material de cada peça já se encontram definidos. A segunda etapa é execução do desenho com instrumento de conjunto e de detalhes, tendo por base o esboço definitivo, é o que se denomina **desenho do produto acabado**, neste tipo de desenho, normalmente não se encontra explicito a seqüência que será desenvolvida durante o processo de fabricação das peças, para isto existe a terceira etapa, que é denominada de: **plano de usinagem, plano de soldagem, plano de fundição, plano de medição**, etc.. Estes planos traçam um roteiro, baseado no desenho de conjunto e de detalhes, que norteia o processo de fabricação e os operadores das máquinas e de controle de qualidade, para a seqüência que deverá ser seguida para a fabricação, medição da peça e montagem da máquina, isto evitará determinados erros de fabricação que serão vistos posteriormente nesta e em outras disciplinas, diminuindo o tempo de fabricação e de montagem da máquina.

A última etapa, é a execução de um desenho que deverá ser utilizado na montagem e manutenção do equipamento fabricado. Este desenho normalmente é uma **perspectiva explodida**.

2.1 Perspectiva explodida

É o desenho que contém apenas informações ligadas à seqüência de montagem e manutenção da máquina, é alguma vezes utilizado também em catálogo de peças da máquinas, *Figura 2.1*.

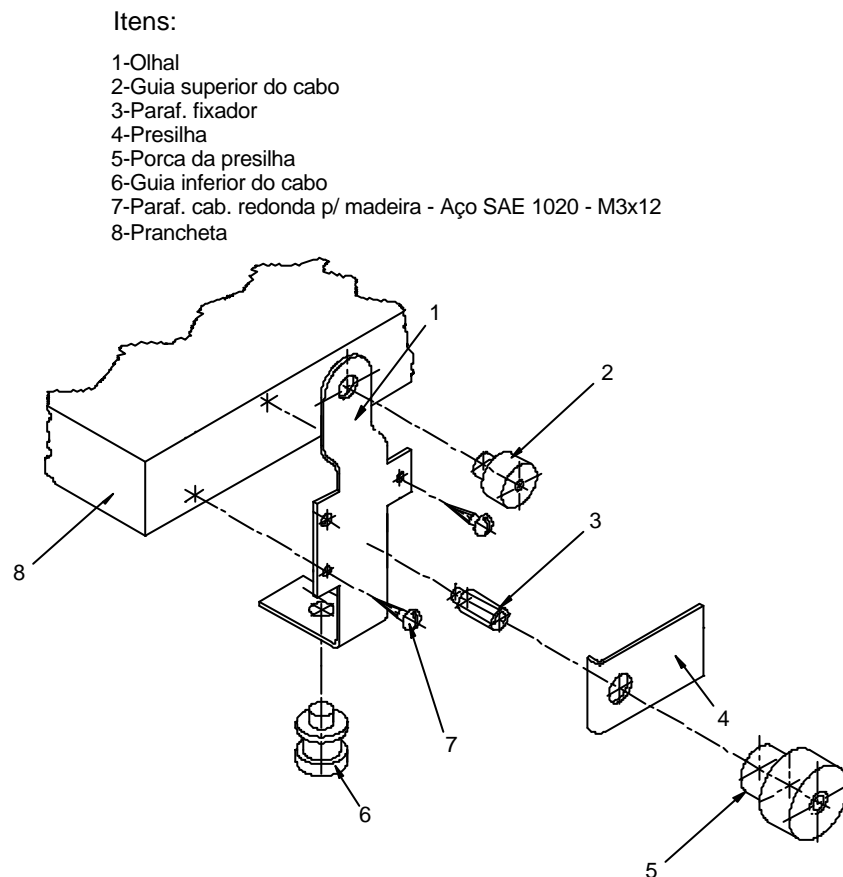


Figura 2.1 – Perspectiva explodida

2.2 Desenho de conjunto e desenho de detalhes do produto acabado.

2.2.1 Características do desenho de conjunto e do desenho de detalhes.

Desenho de conjunto

Este tipo de desenho seja a nível de esboço ou desenho com instrumento, tem por objetivo fornecer uma imagem da máquina ou dispositivo montado, permitindo uma visualização da posição ocupada pelas diversas peças que compõem o conjunto e o seu funcionamento.

1. no desenho de conjunto não devem aparecer dimensões, exceto aquelas necessárias a montagem de uma máquina ou de peças, como distância entre eixos, a posição dos furos na base de uma máquina, uma tolerância geométrica, Figura 2.2.1.
2. a posição do desenho de conjunto na folha deve ser a posição de funcionamento da máquina, Figura 2.2.1.
3. o desenho de conjunto deve apresentar tantas vistas (inclusive com arestas invisíveis), cortes e seções quantas forem necessárias, com a finalidade de melhor interpretar este conjunto e de permitir uma melhor visualização das peças existentes em seu interior.
4. todas as peças do desenho de conjunto devem se enumeradas (peça 1, 2, 3, 4, 5,...), Figura 2.2.1, caso o conjunto seja muito complexo, pode-se dividi-lo em subconjuntos (subconjunto A, B, C, etc), como por exemplo em um automóvel: subconjunto da suspensão dianteira, subconjunto da parte de injeção, subconjunto da carroceria, etc, e em seguida após desenhar o sub-conjunto, enumerar todas as peças deste subconjunto, por exemplo sub-conjunto A (A1, A2, A3, ...), subconjunto B (B1, B2, B3, ...), e assim por diante. Na numeração das peças deve-se empregar setas, Figura 2.2.1.
5. não é permitido neste tipo de desenho a numeração de peças ocultas (invisíveis) ou semi-ocultas, sendo necessário a execução d cortes e/ou seções que permitam a visualização completa de cada peça que compõe o conjunto, Figura 2.2.2, e 2.2.3.
6. o desenho de conjunto deve ser representado em folha específica, não podendo ocupar a mesma folha que o desenho de detalhes, Figura 2.2.4
7. no desenho de conjunto deve-se representar todas as peças que compõe a máquina, as **padronizadas** (parafusos, rolamentos, contra-pinos, etc) e as **não padronizadas** (engrenagens, suportes, eixos, manivelas, fusos, etc), Figura 2.2.1 e 2.2.3.
8. o desenho de conjunto apresentará **legenda** com o nome da máquina e **lista de peças**, constando nesta todas as peças do conjunto desenhado, Figura 2.2.5.

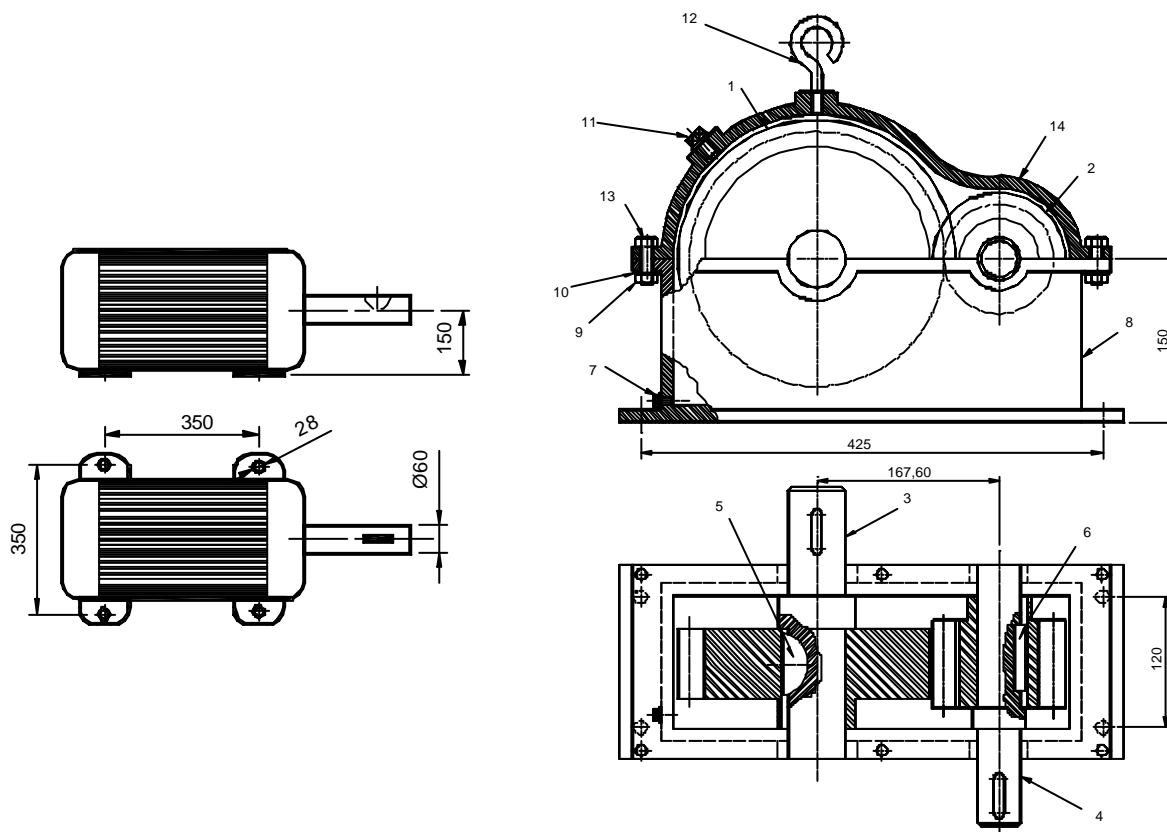


Figura 2.2.1– Exemplo de cotação em desenho de conjunto: Motor elétrico e um Redutor

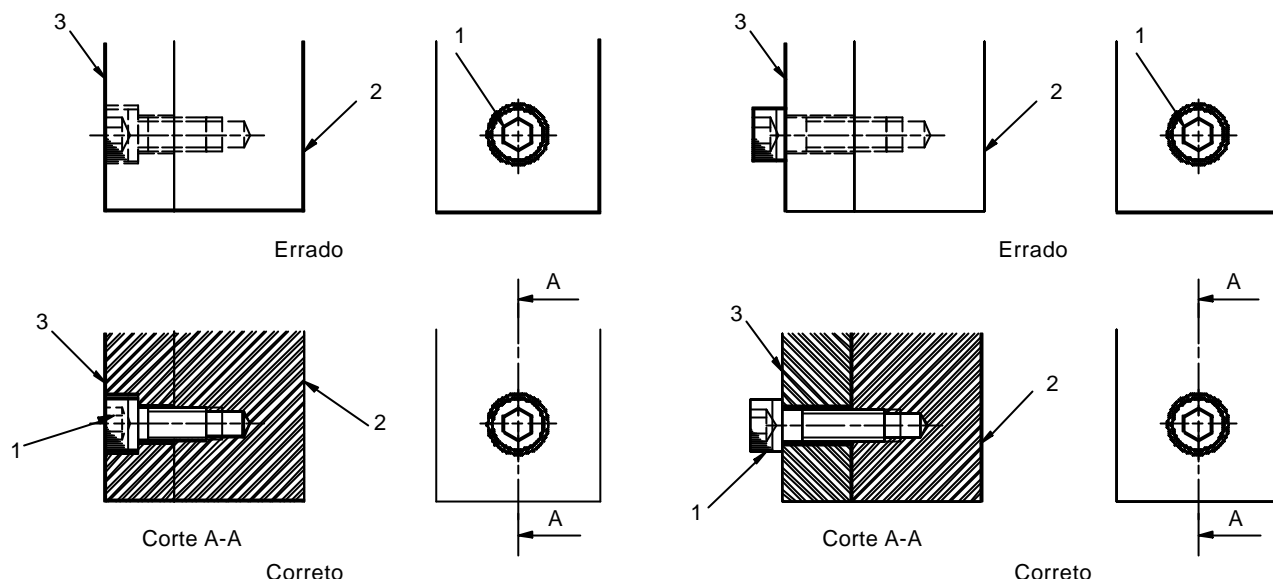


Figura 2.2.2 – Numeração de parafuso totalmente oculto e parafuso parcialmente oculto

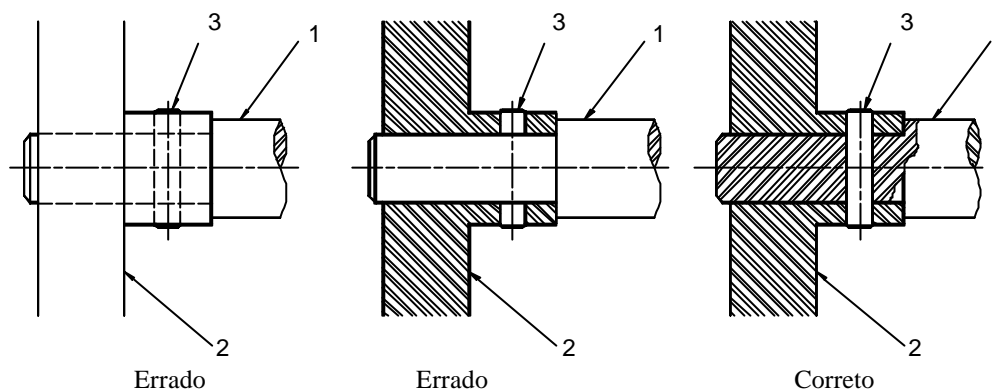


Figura 2.2.3 – Numeração de pino cilíndrico totalmente oculto e de eixo parcialmente oculto

Desenho de detalhes

Neste tipo de desenho as peças são desenhadas separadamente, seja a nível de esboço ou no desenho com instrumento, tem por objetivo representar todos os detalhes das peças, de maneira a permitir a sua fabricação.

1. o desenho de detalhe, deve apresentar vistas (inclusive aresta invisíveis), cotas, cortes, seções, indicações e notas.
2. a posição na folha e a sequência do desenho das peças no desenho de detalhes, pode ser qualquer uma, não tendo nenhuma relação com a posição que a peça ocupa no desenho de conjunto, nem com o seu funcionamento.
3. apenas peças **não padronizadas** devem ser representadas no desenho de detalhes. Uma peça padronizada só será representada no desenho de detalhes se houver a necessidade de efetuar modificações nela, neste caso o desenho da peça padronizada constará de todas as cotas e informações necessárias a fim de que se possa efetuar esta(s) modificação(ões). Uma outra situação ocorre quando a peça padronizada, é fixada através de solda a uma outra peça de máquina qualquer, ver pagina 4.52 desta apostilha.
4. o número da peça no desenho de detalhes deve ser o mesmo que consta no desenho de conjunto, e deve vir no interior de uma circunferência próximo ao desenho da peça, Figura 2,2,5.
5. cada **peça** representada no desenho de detalhes pode ser desenhada em folha individual ou todas as peças em uma única folha, e cada peça pode ser representada numa escala específica.
6. não é permitido no desenho de detalhes a cotação de aresta invisíveis, Figura 2,2,4 e 2.2.6 (a), devendo-se realizar cortes e seções de maneira a tornar visíveis estas aresta, Figura 2,2,5 e 2.2.6(b).
7. o desenho de detalhes apresentará **legenda** com o nome da máquina que consta no desenho de conjunto e **lista de peças**. Na lista de peças constará apenas a denominação e as especificações das peças desenhadas na folha.

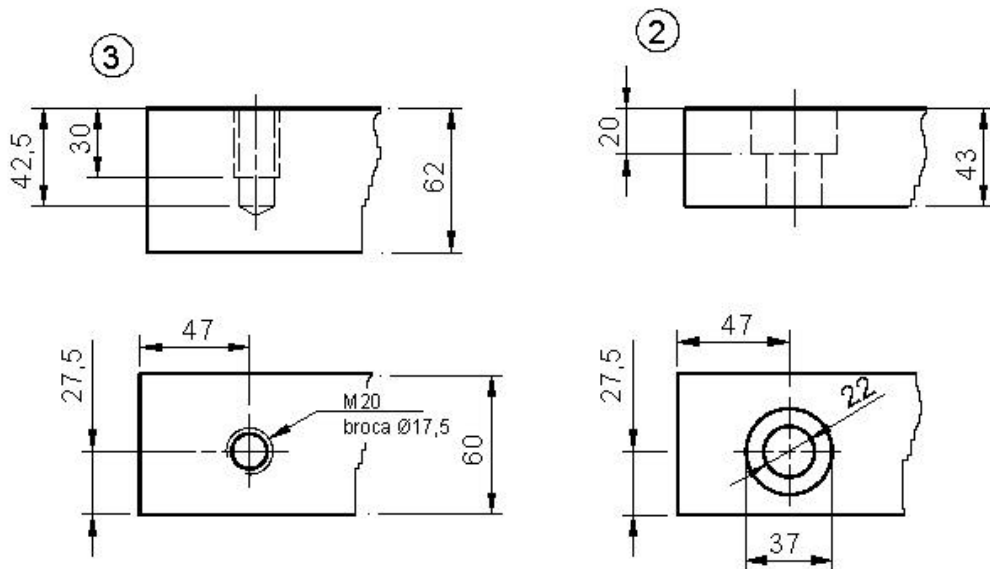


Figura 2.2.4 – Cotagem errada, cotagem de aresta invisível

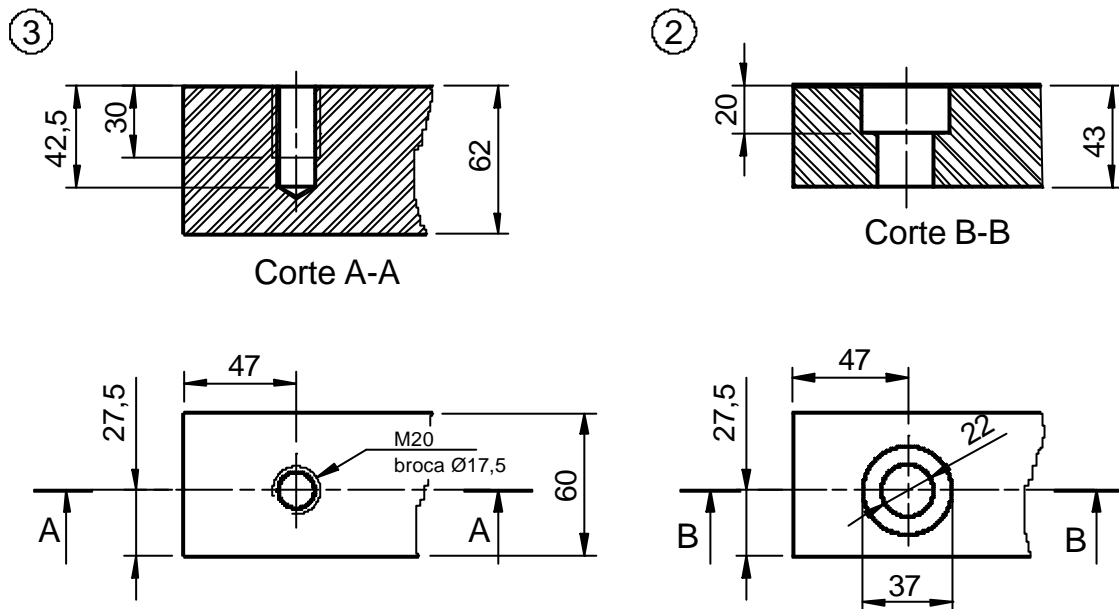


Figura 2.2.5 – Cotagem correta, cotagem realizada após o corte com as aresta visíveis

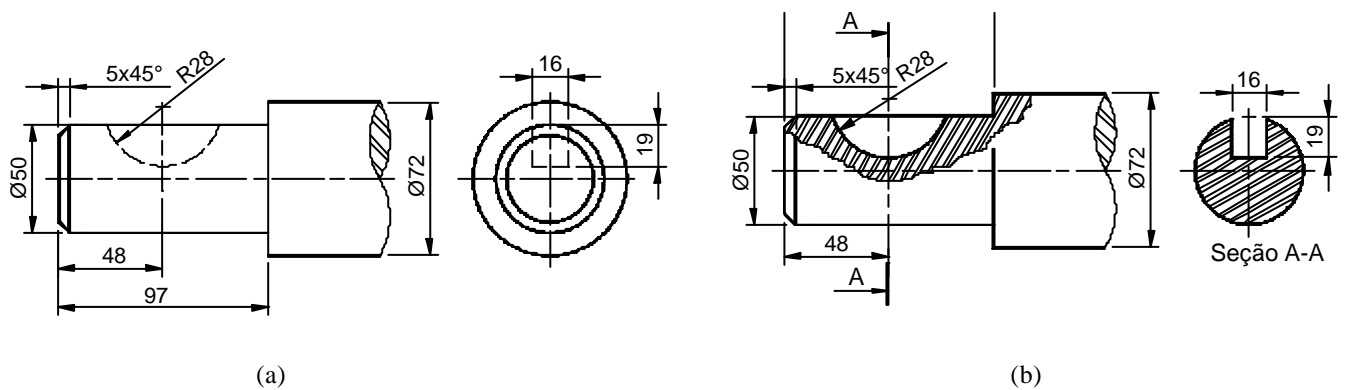
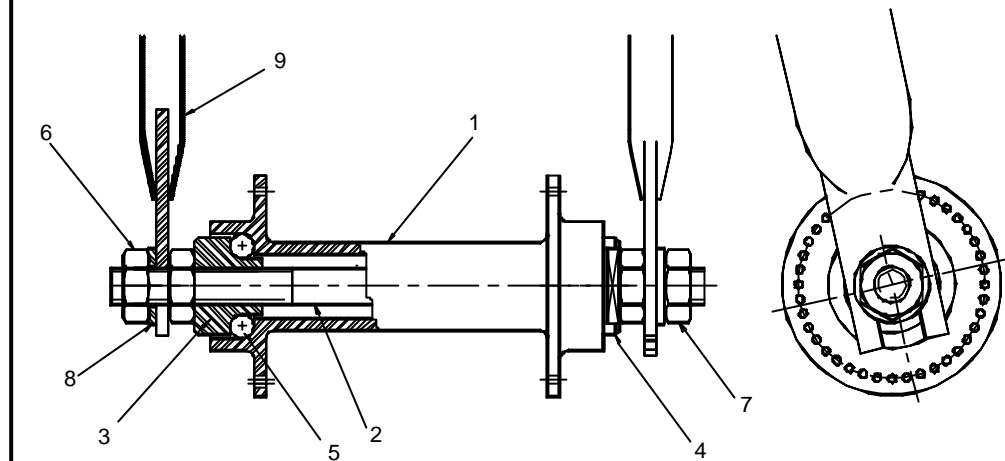


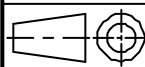
Figura 2.2.6 – Cotagem da ranhura para chaveta meia-lua (a) errada, cotagem (b) correta

2.2.2 Exemplo de um desenho de conjunto: deve constar legenda e lista de peças



9	Garfo	1	Aco
8	Arruela lisa	2	Aco-Ø9x2
7	Porca sext. esq.	1	Aco-M9LH
6	Porca set. direita	1	Aco-M9
5	Esfera	40	Ac0-Ø6
4	Porca direita	1	Aco-Ø24x17
3	Porca esquerda	1	Aco-Ø24x17
2	Eixo	1	Aco-Ø9x150
1	Cubo	1	Aco-Ø55x100
N	Denominação	Q	Especificação

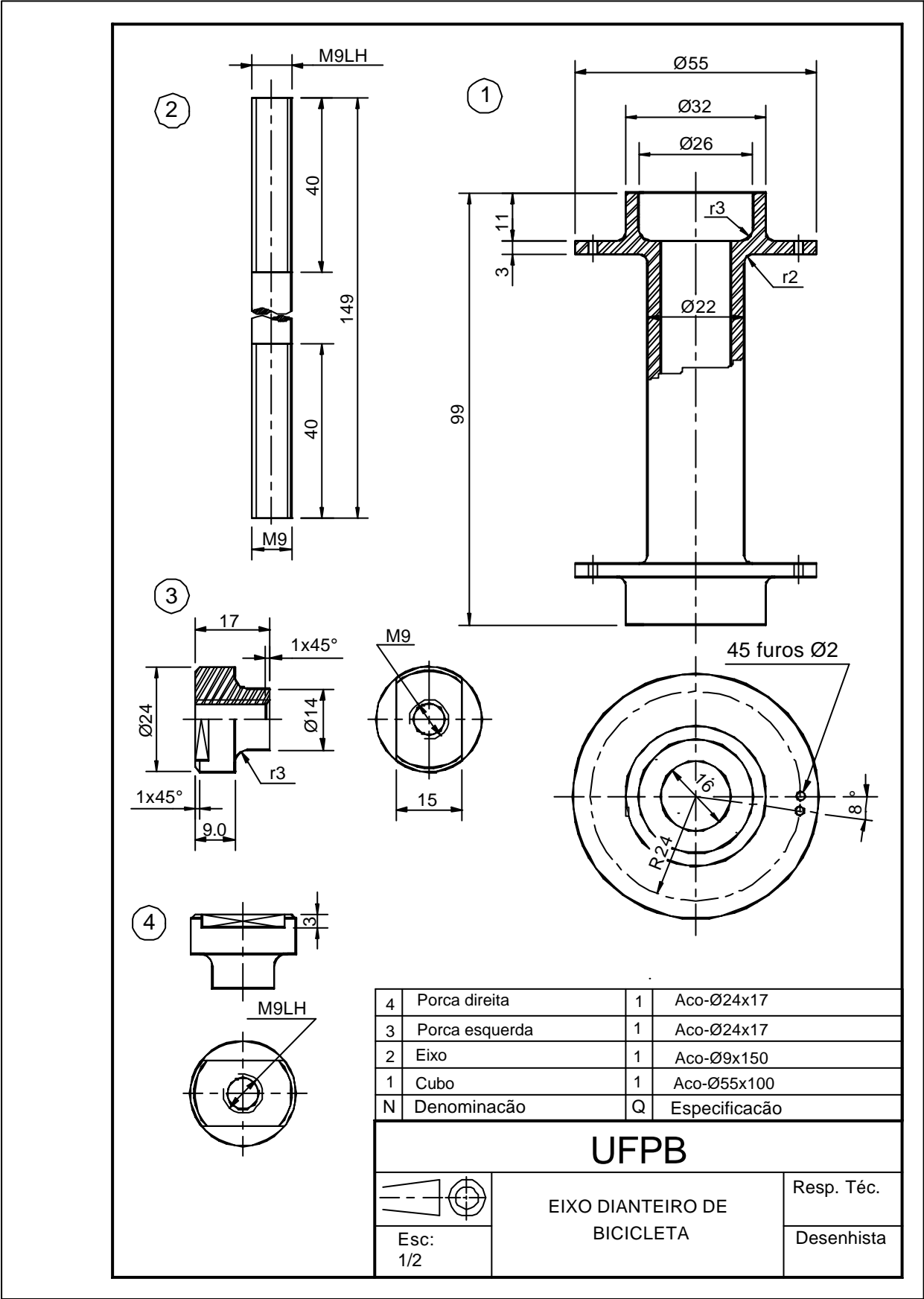
UFPB

Esc:
1/2EIXO DIANTEIRO DE
BICICLETA

Resp. Téc.

Desenhista

2.2.3 – Exemplo de desenho de detalhes: deve constar legenda e lista de pças.



2.3.1.2 - Plano de usinagem.

O plano de usinagem de cada peça deve vir em folha específica, *Figuras 2.3.3, 2.3.4, 2.3.5, 2.3.6, 2.3.7, 2.3.8 e 2.3.9*, é constituído pelo desenho de detalhe da peça, e pela seqüência de operações que deve ser seguidas pelo operador da máquina ferramenta durante a usinagem desta. Observe que as dimensões das peças não são **necessariamente idênticas** às do desenho de detalhes na folha anterior.

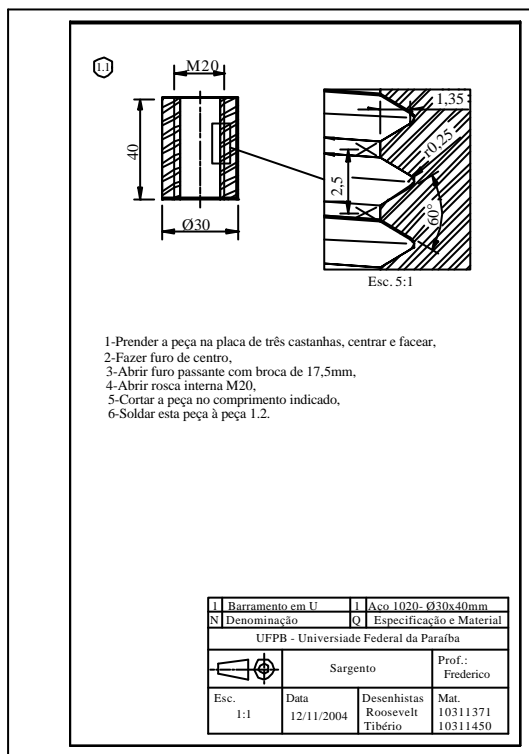
- Plano de usinagem da peça 1

Figura 2.3.3 – Plano de usinagem da peça 1.1

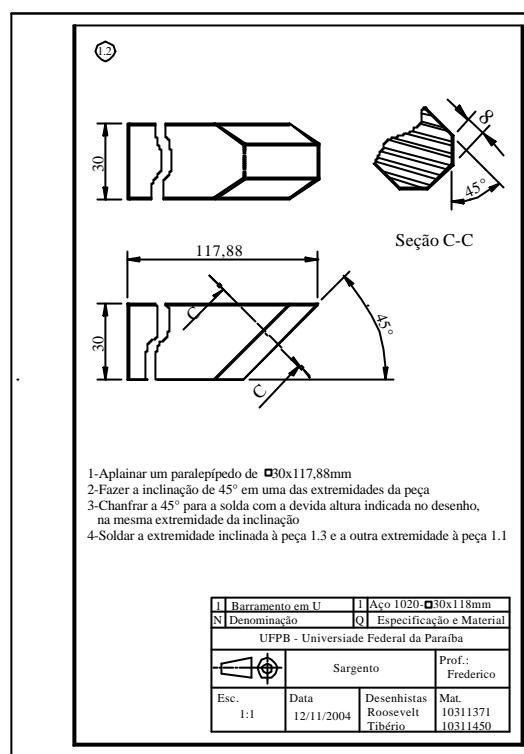


Figura 2.3.4 – Plano de usinagem da peça 1.2

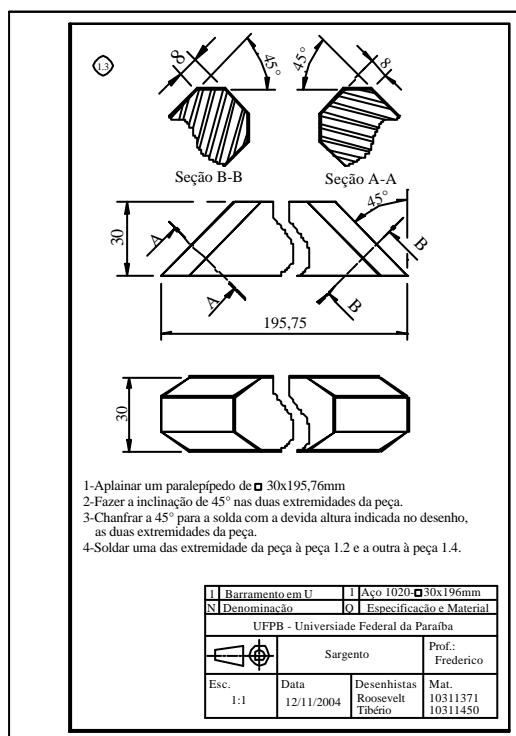


Figura 2.3.5 – Plano de usinagem da peça 1.3

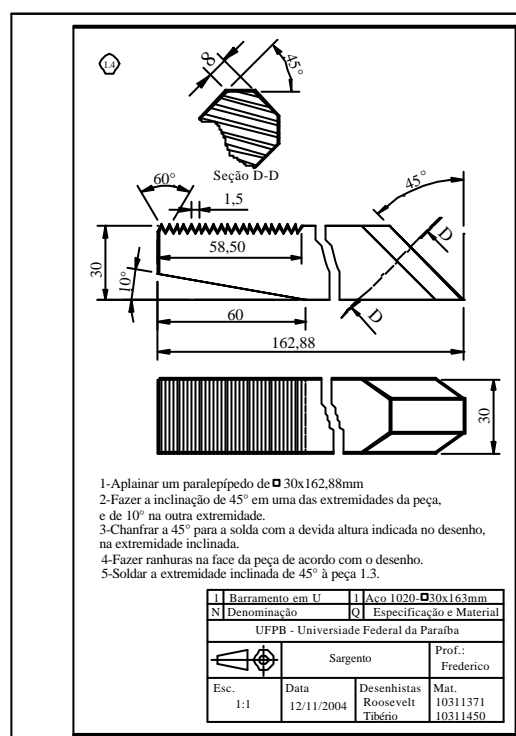


Figura 2.3.6 – Plano de usinagem da peça 1.4

- Plano de usinagem das peças 2; 3 e 4

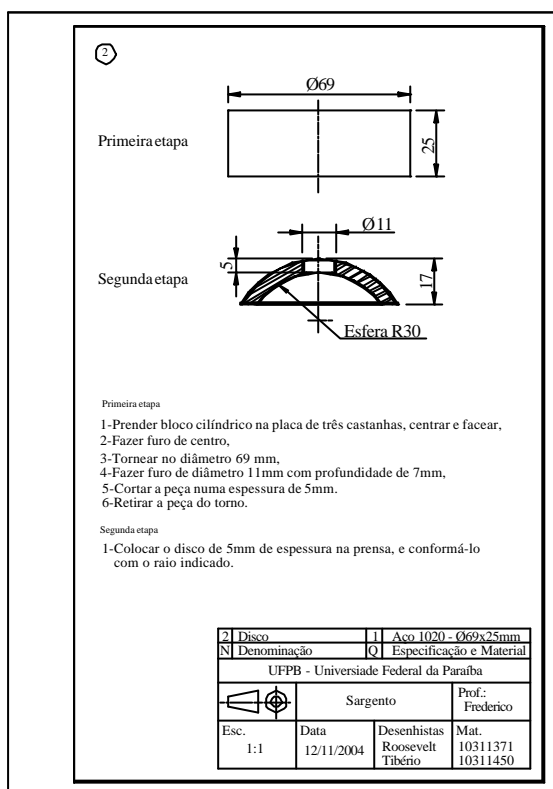


Figura 2.3.7 – Plano de usinagem da peça 2

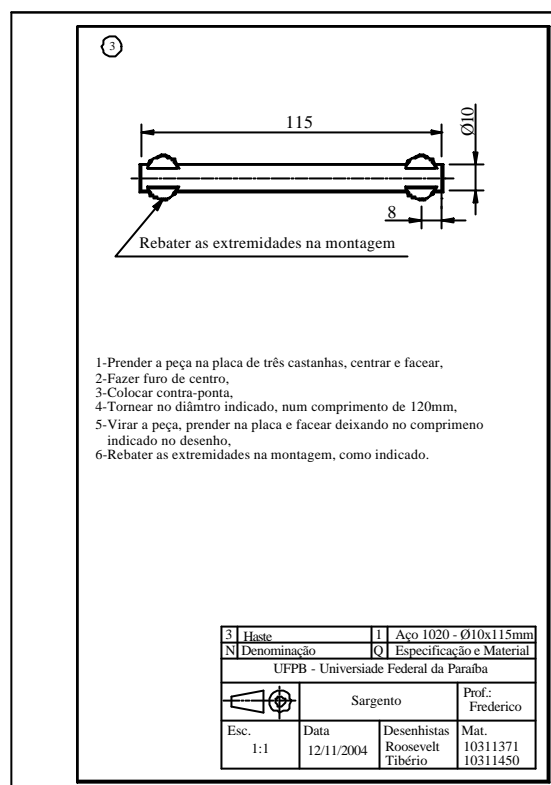


Figura 2.3.8 – Plano de usinagem da peça 3

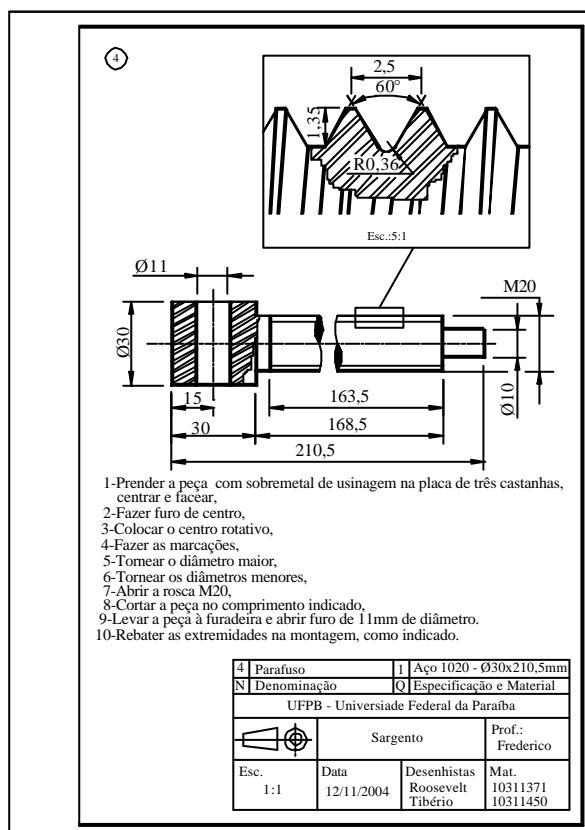


Figura 2.3.9 – Plano de usinagem da peça 4

2.4 - Exercícios

- 1- Qual a finalidade do desenho de conjunto do produto acabado?
- 2- Qual a finalidade do desenho de detalhes do produto acabado?
- 3- O que é um plano de usinagem?
- 4- O que é um plano de medição?
- 5- Que peças podem vir representadas num desenho de detalhes?
- 6- Pode uma peça padronizada ser representada num desenho de detalhes?
- 7- Os desenhos de detalhes possuem lista de peças, ou esta deve vir apenas no desenho de conjunto?
- 8- A numeração das peças no desenho de detalhes, guarda alguma relação com a numeração no desenho de conjunto?
- 9- A forma de enumerar as peças no desenho de detalhes é a mesma utilizada no desenho de conjunto?
- 10- As peças nos desenhos de detalhes podem ser representadas em escalas diferentes, ou todas as peças numa folha devem ser representadas numa única escala?
- 11- Que cotas podem vir indicadas num desenho de conjunto?
- 12- Peças invisíveis no interior das máquinas podem ser numeradas nos desenho de conjunto?
- 13- A escala das peças no desenho de detalhe tem de ser única? Esta escala guarda alguma relação com a escala na qual foi redigido o desenho de conjunto?

3 INDICAÇÕES

Indicações são sinais e informações acrescentadas aos desenhos mecânicos, que especificam uma condição que deverá ser obtida pela peça durante sua fabricação.

3.1 Indicação de rugosidade superficial no desenho Técnico Mecânico – NBR 6405-88

Rugosidade superficial é o conjunto de irregularidade microgeométricas resultante na superfície de um elemento mecânico após sua fabricação.

A unidade de rugosidade superficial é o **micrometro** ($1\text{mm} = 10^{-3}$ milímetros).

3.1.1 Sinal gráfico utilizado para indicar rugosidade:

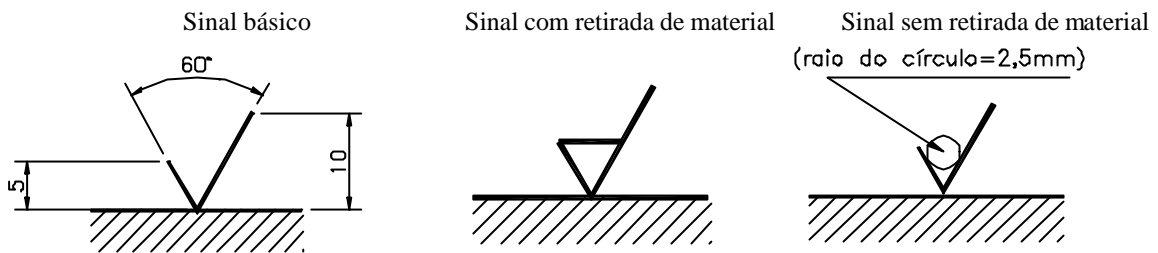


Figura 3.1.1 – Sinal gráfico para indicação da rugosidade

A NBR 6405-88, trata apenas de três tipos de rugosidade: a rugosidade média aritmética **Ra**, a rugosidade média **Rz** e a rugosidade máxima **Rmax**. A utilização de uma ou outra forma de rugosidade depende normalmente da utilização que será dada ao dispositivo ou componente mecânico fabricado. Além destes tipos de rugosidade existem outros não normalizados pela ABNT, como: **Rt**, rugosidade total; **Lc**, comprimento de contato a uma profundidade “c”; **Ke**, coeficiente de esvaziamento; **Rp**, profundidade de nivelamento, que serão mais profundamente discutidos nas disciplinas Metrologia Industrial e Tecnologia Mecânica.

A obtenção de uma determinada condição de superfície é na maioria dos casos conseguida através de processo abrasivos, seja sobre a própria peça, seja sobre a matriz que irá produzir as peças, e a medição da rugosidade é obtida através de um instrumento denominado RUGOSÍMETRO.

3.1.2 Formas de indicação de rugosidade

3.1.2.1 A rugosidade pode ser indicada pelo seu valor, por um intervalo ou por dois tipos de rugosidade, *Figura 3.1.2*.

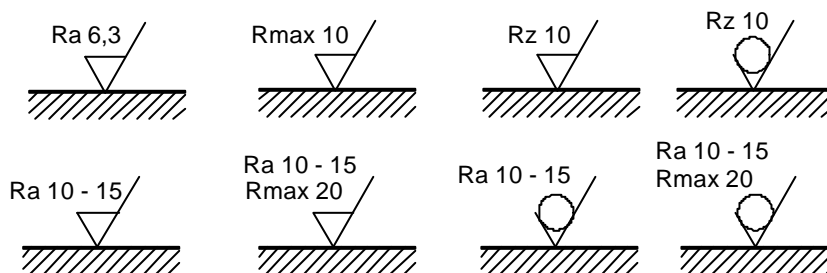


Figura 3.1.2 – Formas de indicação da rugosidade

3.1.2.2 Indicação de outros tipos de rugosidade, *Figura 3.1.3*

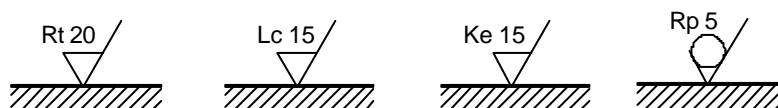


Figura 3.1.3 – Outros tipos de indicação da rugosidade

3.1.2.3 Posicionamento do símbolo da rugosidade na superfície da peça, *Figura 3.1.3*

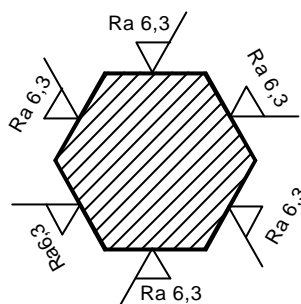


Figura 3.1.3 – Posicionamento do símbolo da rugosidade

3.1.2.4 Quando houver necessidade de indicar a direção das **estrias** deixadas na superfície durante o processo de polimento deve-se proceder das formas indicadas na *Figura 3.1.5*.

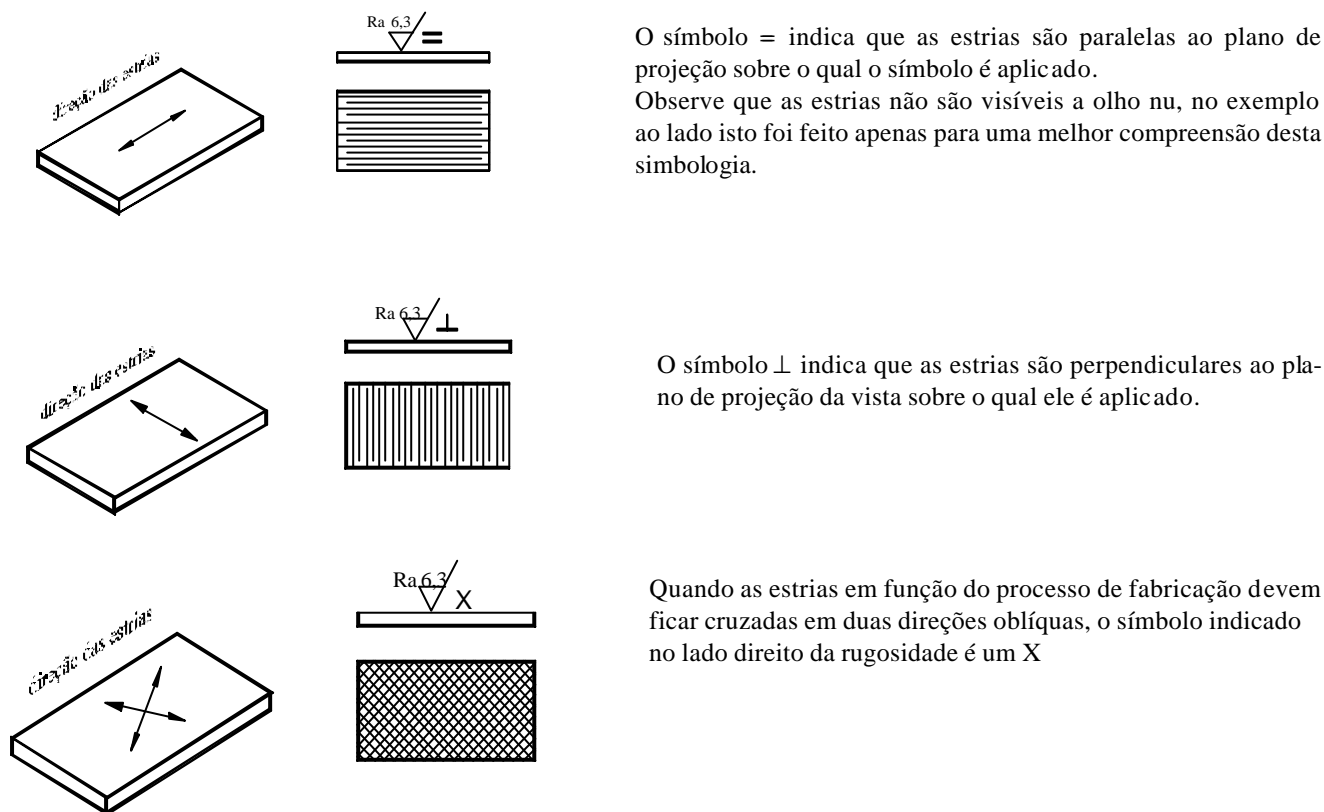


Figura 3.1.5 – Indicação das estrias

3.1.2.5 Para indicar o processo de fabricação da peça ou um tratamento químico, termo-químico ou térmico, deve-se proceder de acordo com as formas apresentadas abaixo:

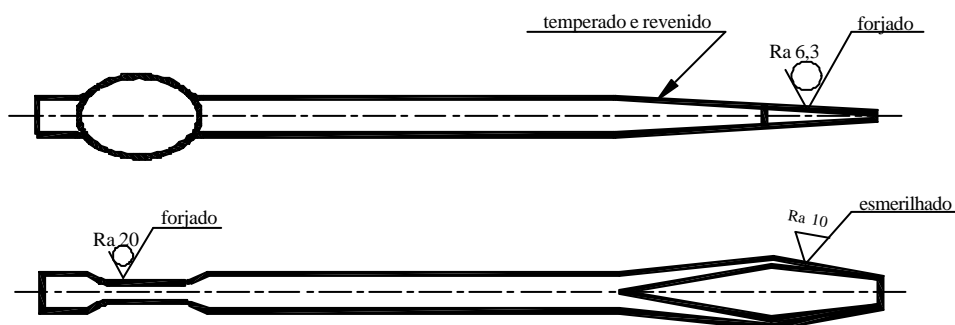


Figura 3.1.6 – Exemplo de indicação de tratamento térmico, e de processo de fabricação

3.1.2.6 Quando o valor da rugosidade for o mesmo em diversas superfícies da peça, indicar como na *Figura 3.1.8*.

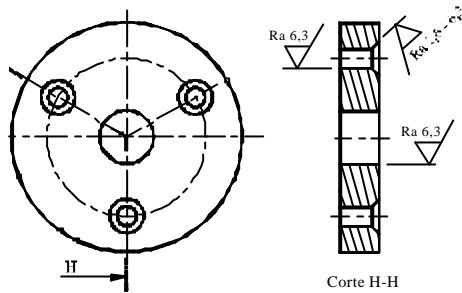


Figura 3.1.7

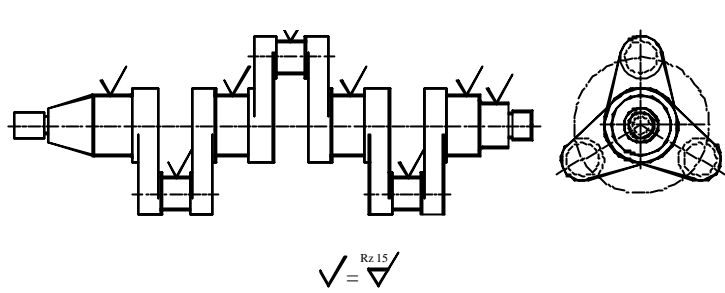


Figura 3.1.8

3.1.3 Exemplos de leitura de rugosidade:

Quando o sinal da rugosidade é indicado como mostrado na *Figura 3.1.9*, deve-se ler que todas as superfícies da peça (superfícies internas e externas), deverão ter rugosidade $Ra=6,3\mu m$, com retirada de material.

Quando o sinal da rugosidade é indicado como mostrado na *Figura 3.1.10*, deve-se ler que toda a peça (superfícies externas e interna) tem rugosidade $Ra=12,5\mu m$, exceto nas superfícies onde estiver indicado rugosidades $Ra=1,6\mu m$ e $Ra=6,3\mu m$, com retirada de material.

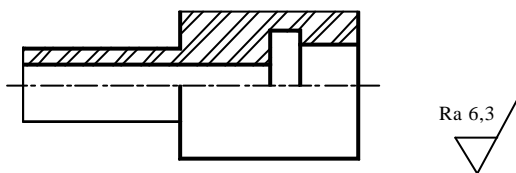


Figura 3.1.9

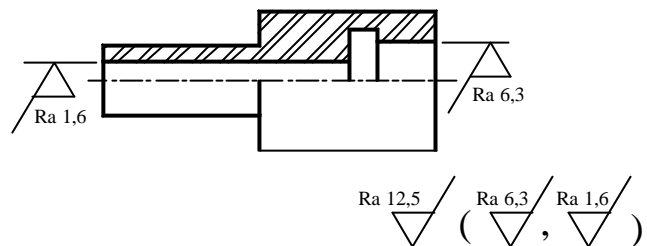


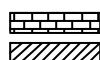
Figura 3.1.10

3.1.4 A rugosidade e os processo de fabricação

O objetivo da inclusão da Tabela 3.2 abaixo, tem por objetivo informar ao engenheiro ou técnico a rugosidade esperada em diversos processo de fabricação, de forma a poderem decidir se determinada peça deverá sofrer algum tratamento ou operação posterior para que atinja seus objetivos funcionais.

Tabela 3.2 – A rugosidade e os processos de fabricação

Simbologia antiga	∇			$\nabla\nabla$			$\nabla\nabla\nabla$			$\nabla\nabla\nabla\nabla$		
Rugosidade máxima correspondente	50			6,3			0,8			0,1		
Classes de rugosidade	N12	N11	N10	M9	N8	N7	N6	N5	N4	N3	N2	N1
Rugosidade máxima	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025
RUGOSIDADE ESPERADA EM ALGUNS PROCESSOS												
Serrar												
Limar												
Plainar												
Tornear												
Furar												
Alargar												
Fresar												
Brochar												
Raspar												
Retificar												
Polir												
Lapidar												



Rugosidade realizável com usinagem comum

Rugosidade realizável com cuidados e métodos especiais

3.2 Indicação de tolerância dimensional - NBR 6158/95

Tolerância dimensional é a diferença entre a dimensão máxima e a dimensão mínima que uma peça pode assumir durante um processo qualquer de fabricação. A tolerância dimensional nada mais é do que a variação para mais ou para menos na dimensão de uma peça em torno de sua dimensão nominal. É de grande importância principalmente na fabricação de peças em série intercambiáveis, como parafusos, rolamentos, pistão de motores, pinos, engrenagens, eixos, etc.

Neste texto trataremos apenas da forma de indicação de tolerância nos desenhos mecânicos, ficando a seleção do ajuste, os tipos de ajustes, as classes de tolerância e outros assuntos pertinentes, para serem vistos em outras disciplinas, como Oficina Mecânica e Metrologia Industrial.

A unidade utilizada para indicar tolerância dimensional é o **micrometro** ($1\mu\text{m} = 10^{-6}$ metros = 10^{-3} milímetros)

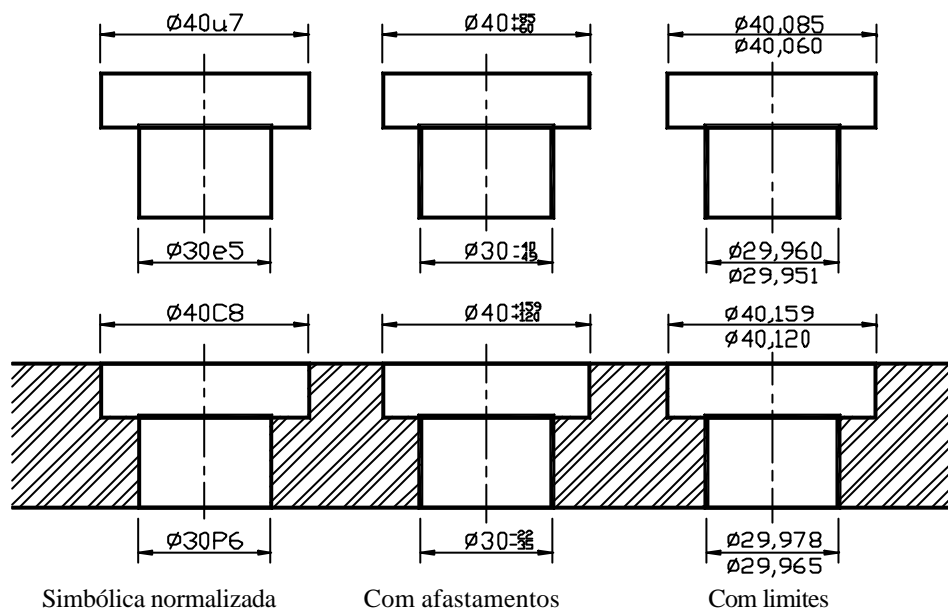


Figura 3.2.1 – Exemplo de indicação de tolerância dimensional para eixo e para furo

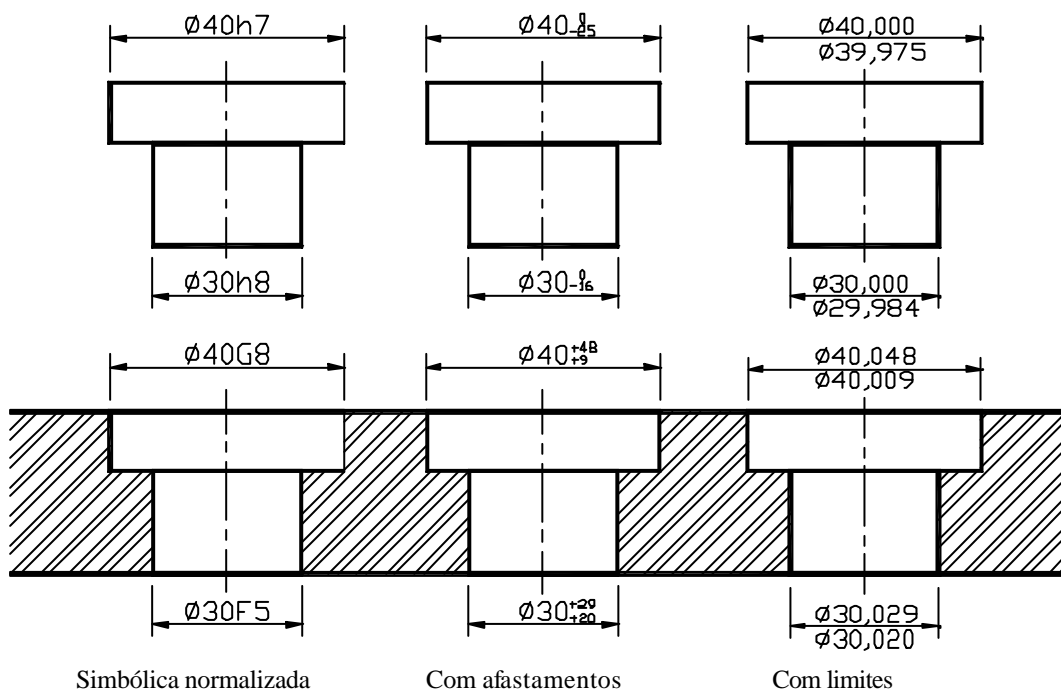


Figura 3.2.2 – Exemplo de indicação de tolerância dimensional para eixo e para furo

3.3 Indicação de recartilhado (Serrilhado)

3.3.1 Tipos

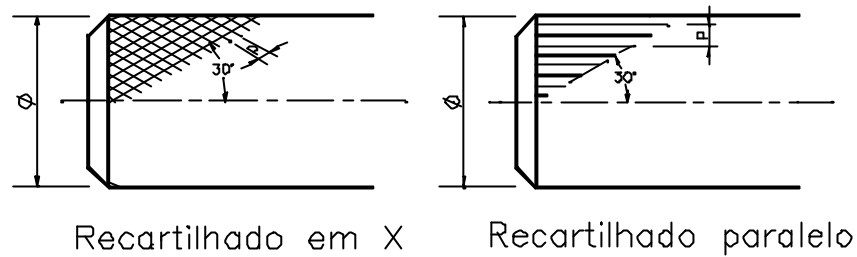


Figura 3.3.1 – Tipos de recartilhado

Tabela 3.3 – Passos padronizados de recartilhado (mm)

Paralelo	0,5	0,8	1	1,5	2
X	0,5	0,8	1	1,5	2

3.3.2 Exemplos de indicação:

Quando a dimensão gráfica do elemento permitir representar o recartilhado, deve-se proceder como mostrado nas *Figuras 3.3.2 e 3.3.3*. Quando isto não for possível, seja por que a dimensão gráfica não permite ou pelo efeito de um corte, proceder como mostrado na *Figura 3.3.4*.

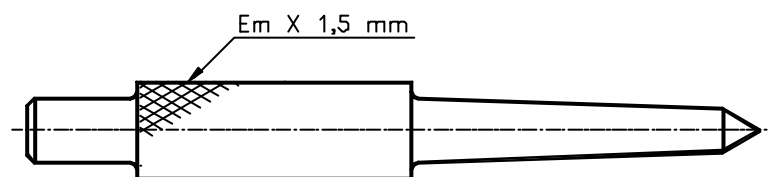


Figura 3.3.2 – Punção de marcar

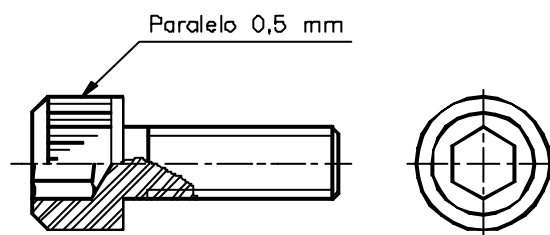


Figura 3.3.3 – Parafuso Halen

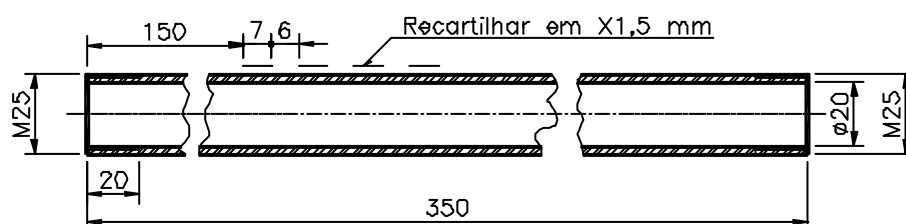


Figura 3.3.4 – Câmara de Bomba de Ar Manual

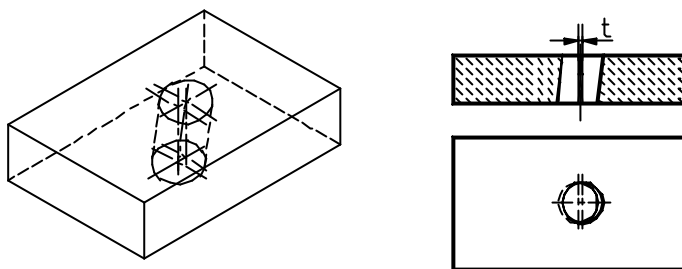
3.4 Indicação de tolerância geométrica

São erros de fabricação ligados a forma, a orientação e a posição dos elementos mecânicos. Desta forma uma peça pode estar dimensionalmente bem fabricada, mas ser geometricamente mal fabricada.

Quando se abre um furo numa peça com uma broca por exemplo, aparecem erros de perpendicularidade entre a superfície na qual o furo foi aberto e o eixo do furo; de circularidade, decorrente da excentricidade e vibração da broca e do mandril por exemplo. Estes erros assim como os erros dimensionais estão sempre presentes na fabricação e na montagem de peças mecânicas, cabe ao engenheiro avaliá-los e considerá-los na hora de projetar uma máquina ou um componente mecânico.

Nota: A unidade de tolerância geométrica é o milímetro

Exemplo de erro geométrico:



3.4.1 Tipos de Tolerância Geométrica

Tabela 3.4 – Tipos de tolerância geométrica

TOLERÂNCIA GEOMÉTRICA DE FORMA	
Retitude	
Planeza	
Circularidade	
Cilindricidade	
Forma de linha qualquer	
Forma de superfície qualquer	
TOLERÂNCIA GEOMÉTRICA DE ORIENTAÇÃO	
Paralelismo	
Perpendicularidade	
Inclinação	
TOLERÂNCIA GEOMÉTRICA DE POSIÇÃO	
Posição de um elemento	
Concentricidade	
Coaxialidade	
Simetria	
TOLERÂNCIA GEOMÉTRICA DE OCILAÇÃO (Batimento)	
Batimento	

3.4.2 Sinal gráfico para cotagem de tolerância geométrica e para o referencial

O sinal gráfico para a cotagem da tolerância geométrica deve vir sempre paralelo à legenda, e a seta em sua extremidade posicionada perpendicularmente à superfície cotada, *Figura 3.4.1*, exceto em cotagem radiais, onde a seta tem a direção da cota de diâmetro (45°). O referencial deve ter a base do triângulo apoiada sobre a superfície de referência., *Figura 3.4.2*.

Quando a seta do sinal ou do gráfico ou o referencial tocar a superfície da peça ou na linha de extensão desde que não seja no prolongamento da linha de cota, é porque a tolerância deverá ser medida em relação na superfície ou do referencial indicado, *Figura 3.4.4*. Quando a seta ou o referencial tocar o eixo da peça ou a linha de extensão no prolongamento da cota, é porque a tolerância deverá ser medida em relação ao eixo ou a linha média da peça, *Figura 3.4.3*.

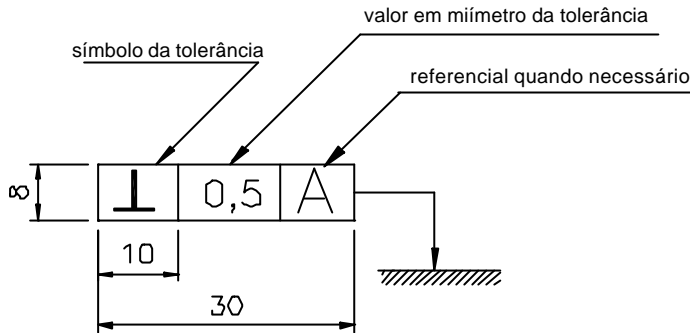


Figura 3.4.1 - Sinal gráfico

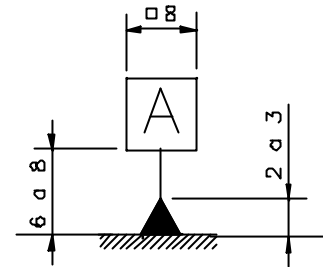


Figura 3.4.2 - Referencial

3.4.3 – Indicação e interpretação de tolerância geométrica de forma

3.4.3.1 Retitude: Uma peça será considerada "reta", se o seu erro estiver dentro do campo da tolerância (t), onde este campo é definido por um retângulo de comprimento igual ao trecho que se quer medir a retitude e de altura igual a t .

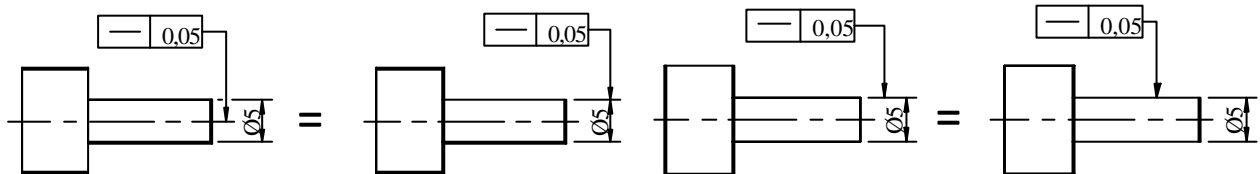


Figura 3.4.3 – Em relação ao eixo ou linha média

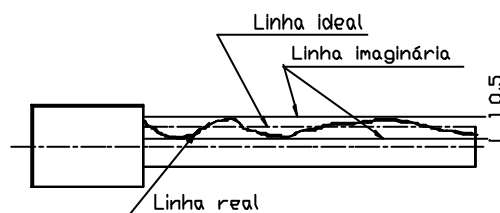
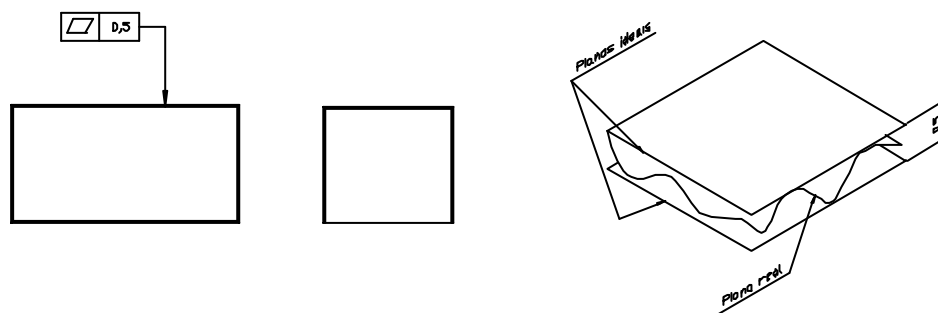
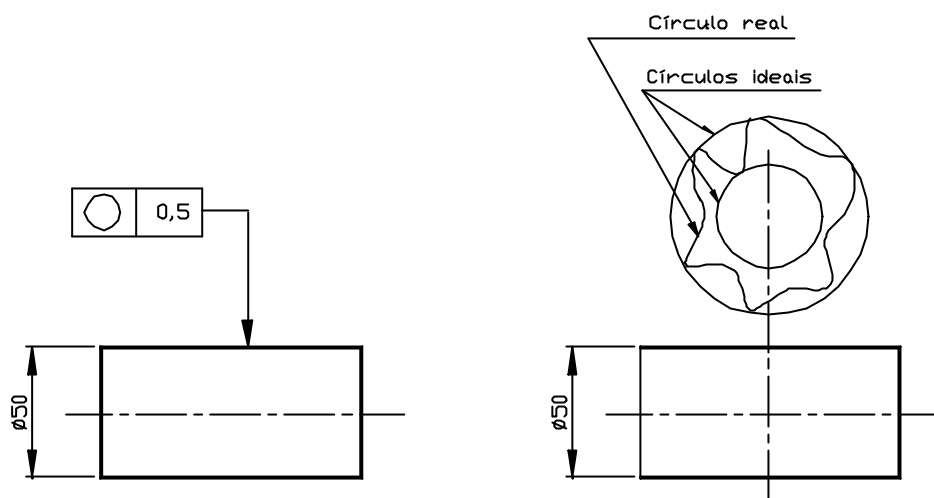


Figura 3.4.4 – Em relação à superfície

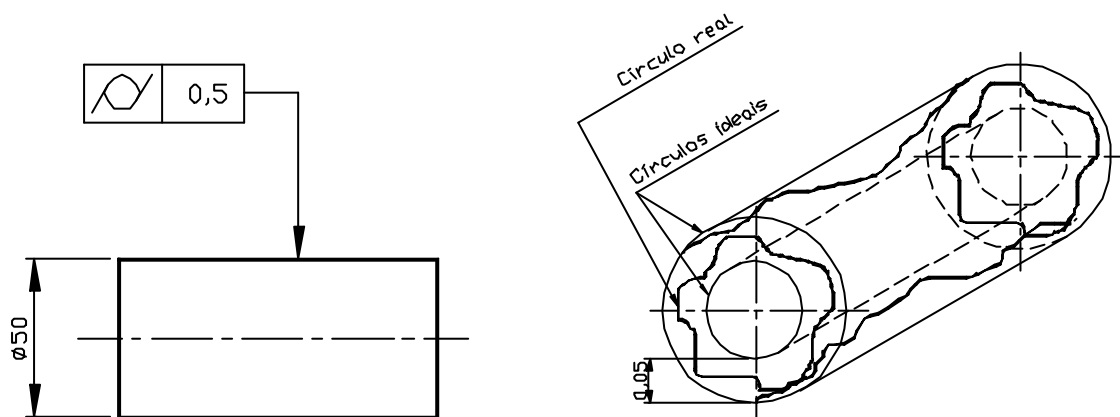
3.4.3.2 Planeza: Uma determinada superfície de uma peça será considerada "plana" para uma determinada utilização, quando o erro estiver dentro do campo da tolerância. Este campo está compreendido entre dois planos ideais paralelos, distanciados da tolerância (t).



3.4.3.3 Circularidade: Uma peça será considerada circular, quando o círculo real ficar compreendido entre duas circunferências concêntricas ideais distanciadas radialmente da tolerância (t).



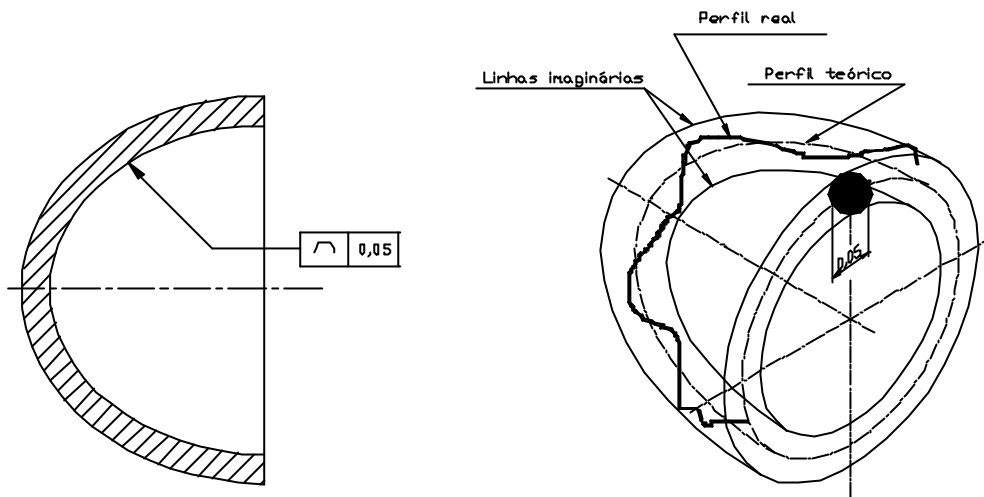
3.4.3.4 Cilindricidade: Uma peça será considerada cilíndrica, se o erro de cilindricidade for inferior à tolerância indicada. O cilindro real deve se encontrar entre dois cilindros ideais, que se encontram separados radialmente de uma distância igual à tolerância (t).



3.4.3.5 Forma de linha qualquer: A tolerância de forma para o perfil de forma qualquer de um elemento, é definida por duas linhas imaginárias, cuja distância ente si é determinada por uma circunferência de diâmetro t , que tem o seu centro se deslocando sobre o perfil teórico desejado.

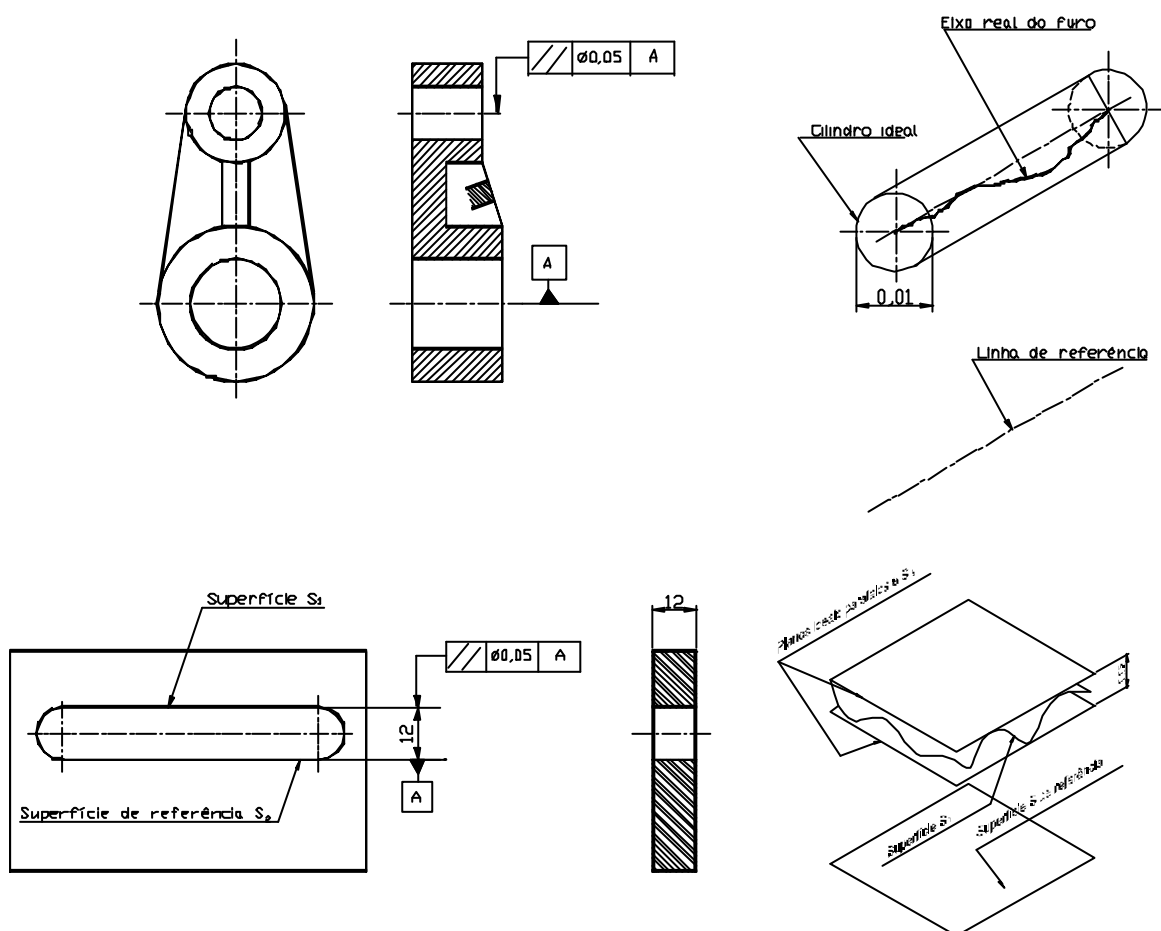


3.4.3.6 Forma de superfície qualquer: É semelhante ao caso anterior, apenas que serão duas superfícies imaginárias que têm os seus contornos definidos por uma esfera de diâmetro (t) e que tem o seu centro se deslocando sobre uma superfície teórica.

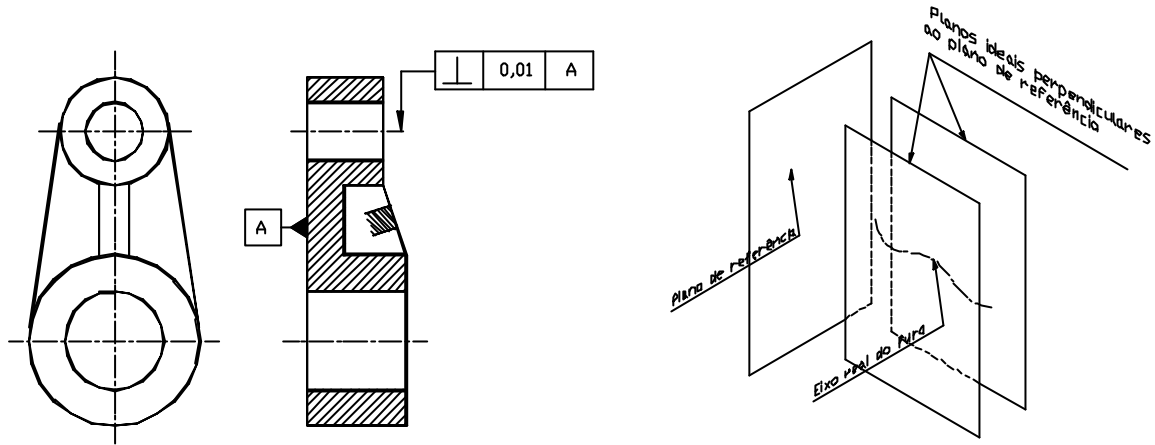


3.4.4 Indicação e interpretação de tolerância geométrica de orientação

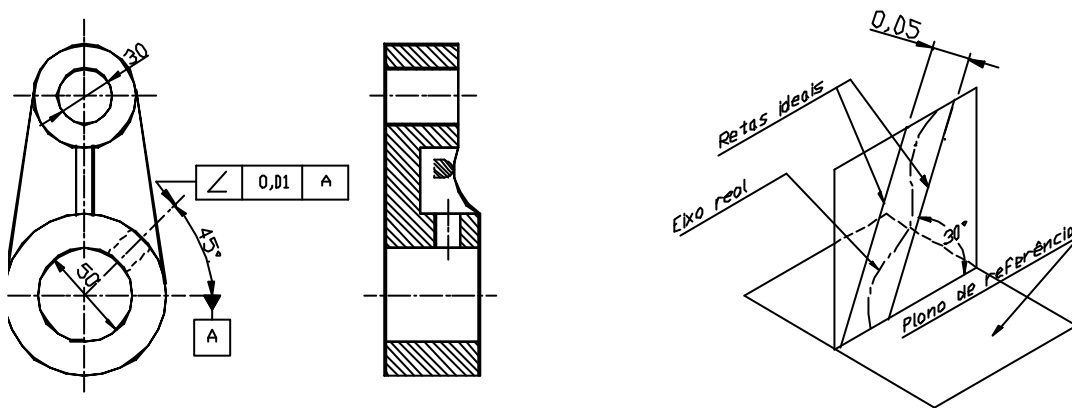
3.4.4.1 Paralelismo: Uma linha será considerada paralela a outra se todos os seus pontos se encontrarem entre duas retas ideais paralelas separadas da tolerância t ou no interior de um cilindro de diâmetro de diâmetro t , e que seja paralela à linha de referência. O mesmo raciocínio deve ser empregado para definir paralelismo entre dois planos.



3.4.4.2 Perpendicularidade: Uma linha será considerada perpendicular a uma superfície de referência, se o seu erro se encontrar dentro do campo da tolerância (t), definido por dois plano ideais perpendiculares à superfície de referência e distanciados de (t). Se a tolerância vier precedida do símbolo \mathbf{f} , o campo da tolerância passará a ser definido por um cilindro ideal de diâmetro t , perpendicular ao plano de referência.



3.4.4.3 **Inclinação:** O erro de inclinação de um elemento, é medido entre duas retas ideais coplanares separadas de uma distância igual ao valor da tolerância (t), e inclinadas do ângulo q em relação à superfície de referência.



3.4.5 Indicação e interpretação de tolerância geométrica de posição

3.4.5.1 **Localização:** Quando a localização de um elemento é de importância, é necessário a indicação da tolerância para a sua posição ou localização. Esta pode ser indicada utilizando-se **tolerância dimensional** ou através da **tolerância de localização**. Utilizando a primeira forma, o centro do furo resulta em um retângulo cujas dimensões é o campo da tolerância, *Figura 3.4.5*, e na segunda tem-se para o centro, uma área definida por uma circunferência cujo diâmetro e o valor da tolerância, *Figura 3.4.6*.

Na cotação com Tolerância Geométrica de Localização, as cotas de **posição** e de **forma** (diâmetro), devem vir no interior de um retângulo, indicando suas dimensões **teóricas**, *Figuras 3.4.6 e 3.4.7*.

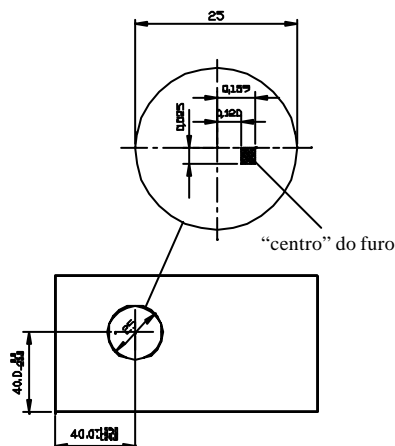


Figura 3.4.5 – Cotação com tol. dimensional

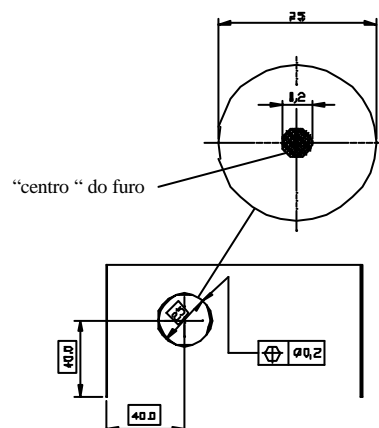


Figura 3.4.6 – Cotação com tol. geométrica

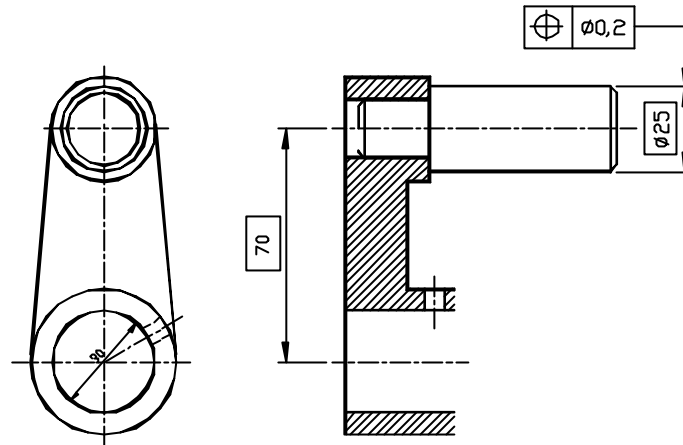


Figura 3.4.7 – Indicação de tolerância de localização

3.4.5.2 Concentricidade: É indicado normalmente em peças com formas circulares concêntricas, de pequena espessura, para quantificar o erro admissível ligado à excentricidade deste elemento. O erro de **Concentricidade** é medido em relação ao **centro teórico** da circunferência, Figuras 3.4.8 (a), (b), e (c).

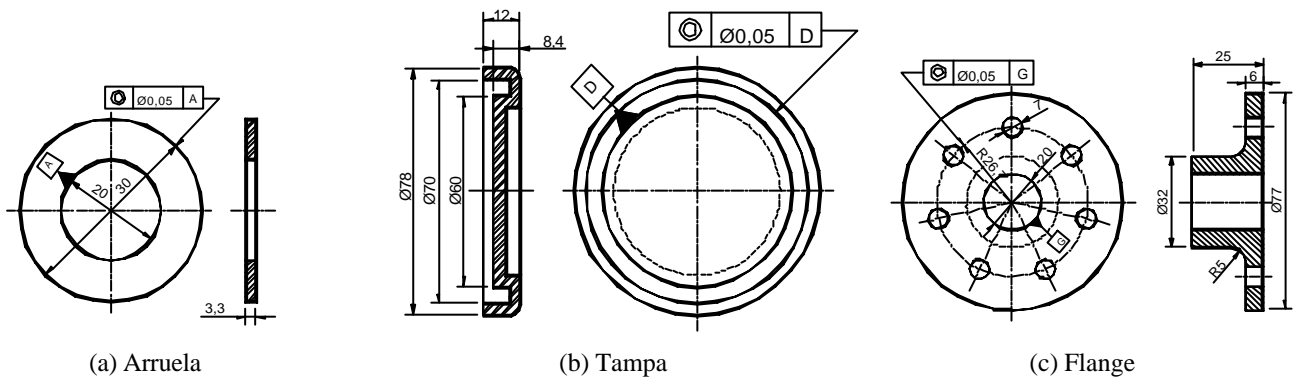


Figura 3.4.8 – Indicação de concentricidade

3.4.5.3 Coaxialidade: É indicado normalmente em peças com formas cilíndricas escalonadas, para quantificar o erro admissível ligado à excentricidade deste elemento. O erro de **Coaxialidade** é medido em relação ao **eixo teórico** do elemento cilíndrico, Figuras 3.4.9 (a) e (b).

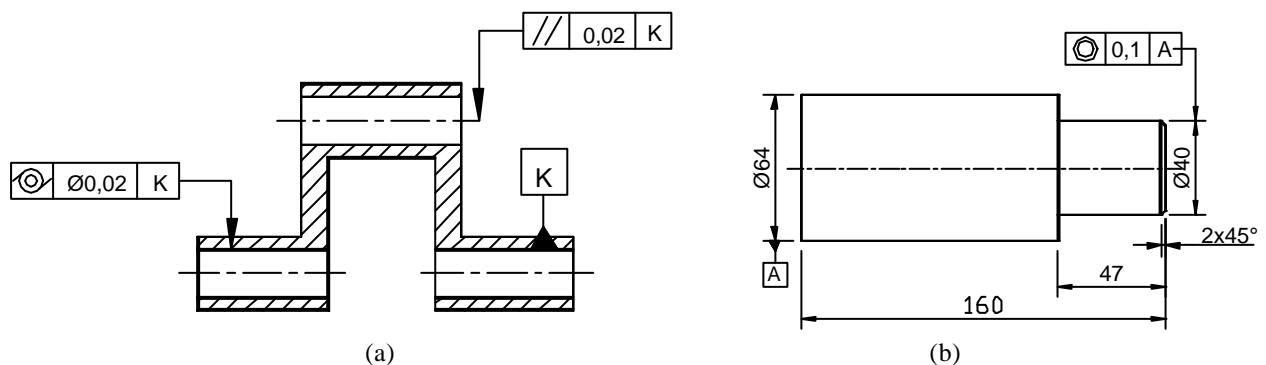


Figura 3.4.9 – Indicação de coaxialidade

3.4.5.4 Simetria: Em alguns elementos mecânicos a condição de simetria é necessária para o seu bom funcionamento, seja um rasgo, ranhura, furo, etc. Como a simetria também é um conceito teórico não realizável na prática, torna-se necessário indicar uma tolerância para esta condição, que é conseguida quando o eixo de simetria real da peça fica no interior do campo de tolerância definido por duas retas paralelas ou dois planos ideais, simétricos em relação ao eixo de simetria de referência.

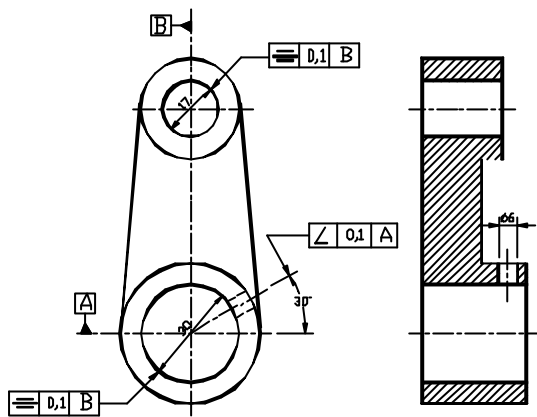


Figura – 3.4.10 – Indicação de tolerância de simetria

- Na peça mostrada na *Figura 3.4.10*, os centros dos furos de diâmetro 17 mm e 30 mm, devem situar-se entre dois planos ideais paralelos e simétricos em relação ao eixo de simetria de referência, distanciados da tolerância 0,1 mm..

3.4.6 Indicação e interpretação de tolerância geométrica de oscilação

3.4.6.1 Oscilação (ou batimento): Este erro aparece nas peças mecânicas apenas quando estas são submetidas a movimento rotativo sem deslocamento axial (na direção do eixo), é um erro que pode ser provocado pela não circularidade/cilindricidade, ou pela excentricidade do elemento. Este erro pode ser radial, *Figura 3.4.11*, quando é medido na direção do diâmetro da peça, ou axial quando medido na direção do eixo da peça, *Figura 3.4.12*, ou os dois ao mesmo tempo.

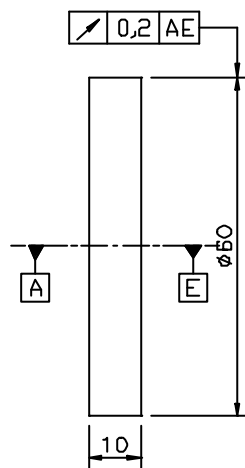


Figura 3.4.11 – Indicação de oscilação radial

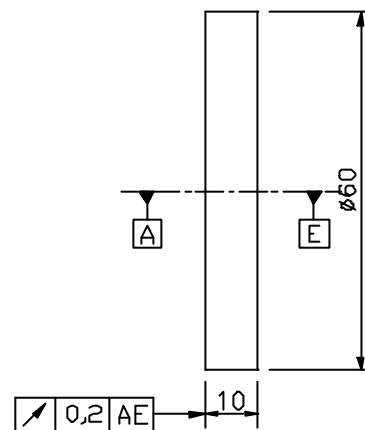
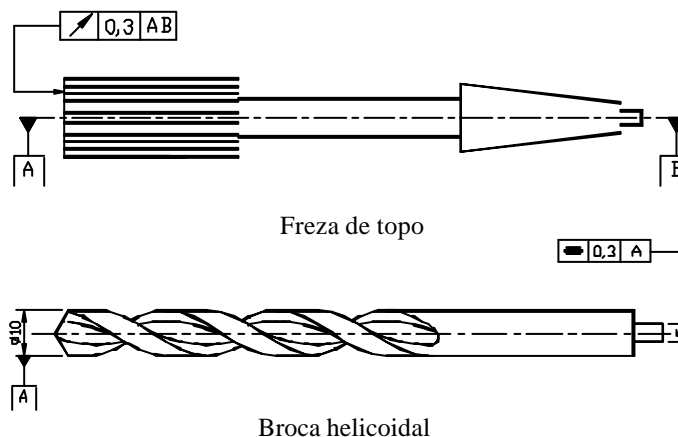
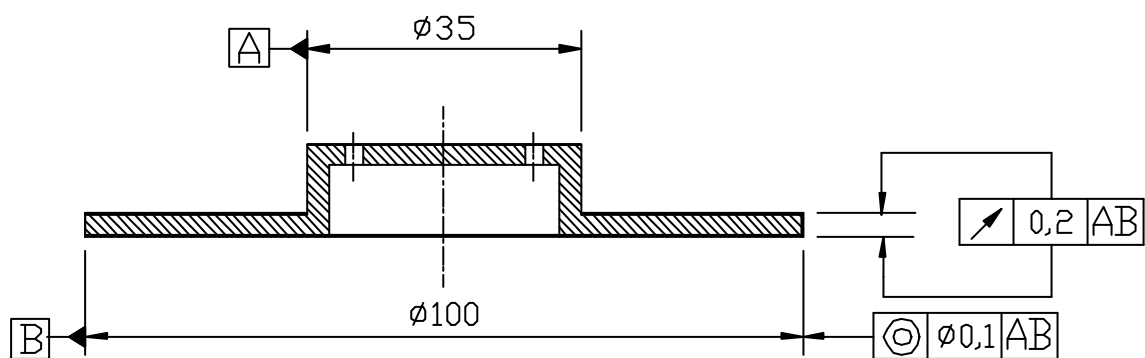
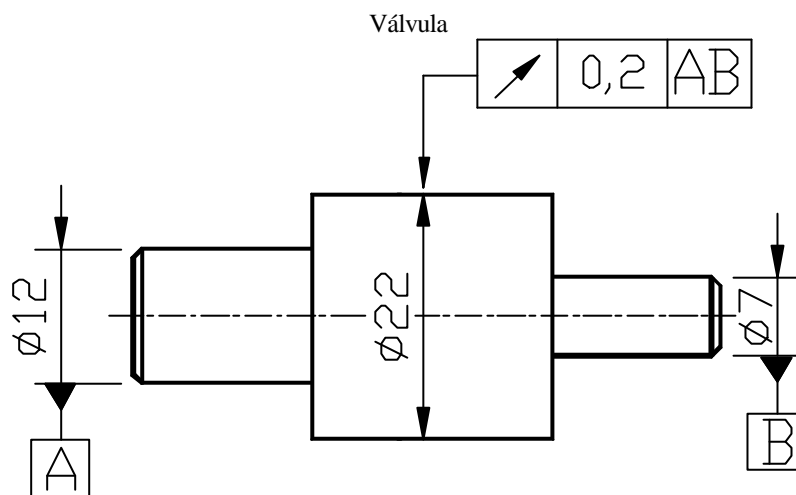
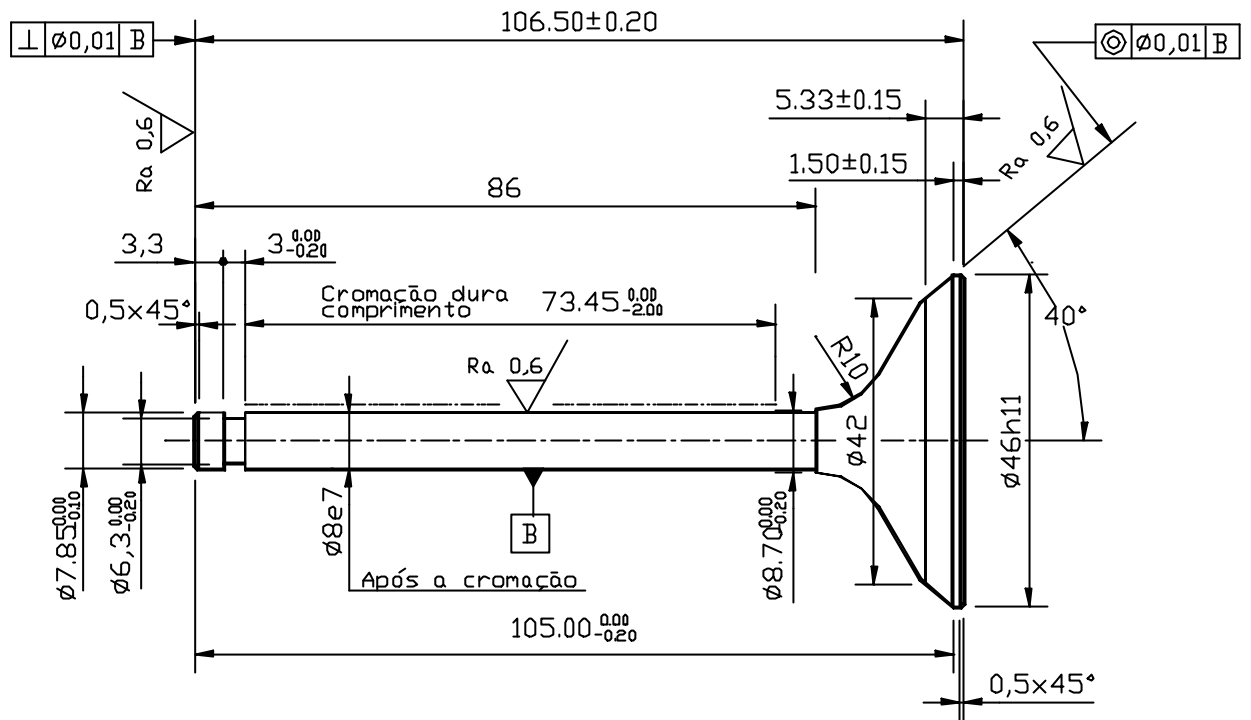
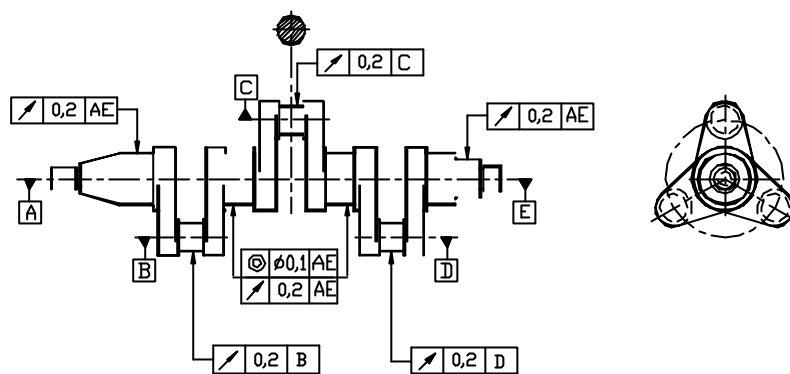


Figura 3.4.12 – Indicação de oscilação Axial

3.5 - Exemplos de aplicação de Tolerância Geométrica





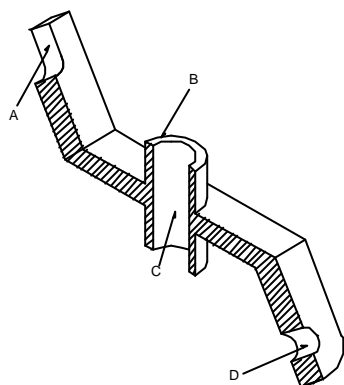
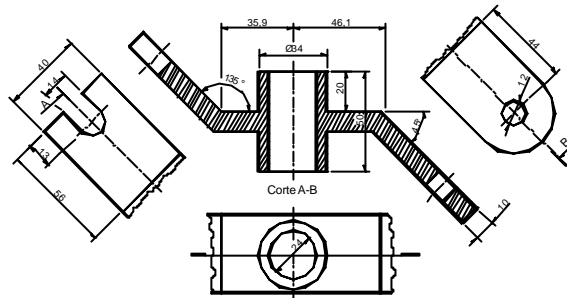


Eixo de Manivelas

3.6 Exercícios sobre indicações no desenho

a) Indique na *Figura 3.7.2*, as seguintes rugosidades: Em A,B e D, Ra 10 μ m, em C Ra 5 μ m.

Nota: Apenas nos **desenhos de detalhes** devem ser indicadas as rugosidades superficiais.

**Figura 3.7.1****Figura 3.7.2**

b) Enumere as superfícies da peça abaixo e descreva a rugosidade de cada uma delas.

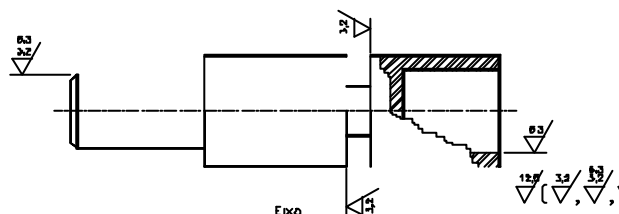


Figura 3.7.3

c) Indique nas *Figuras 3.7.4 e 3.7.5*, que a superfície **A**, deve ser recartilhada em **X** com passo de 1,0mm

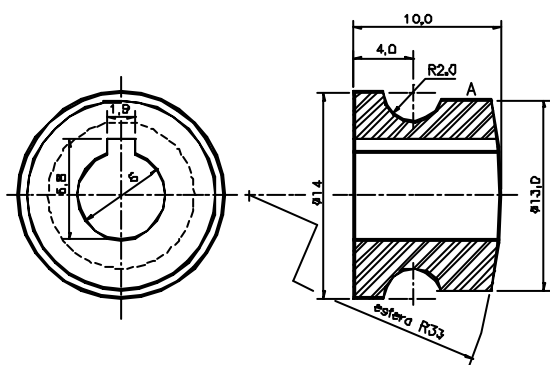


Figura 3.7.4

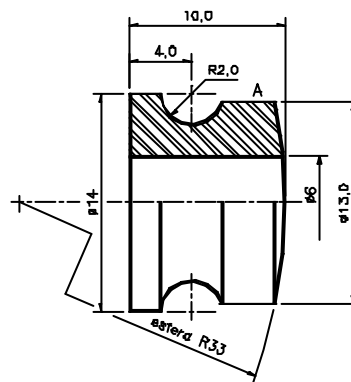


Figura 3.7.5

d) Indique nas Figuras 3.7.6 e 3.7.7 que os trechos de comprimento A, B, C, devem ter um recartilhado **paralelo** de passo 1,5mm.

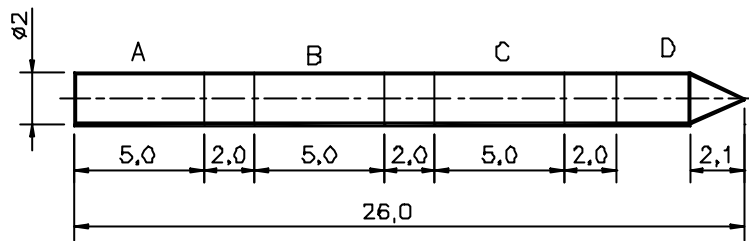


Figura 3.7.6

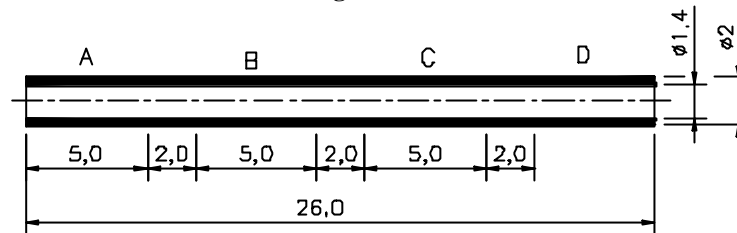


Figura 3.7.7

e) Indique no eixo, Figura 3.7.8, que o trecho de diâmetro 13 mm, deve ter uma tolerância de Coaxialidade de 0,4 mm em relação aos trechos de diâmetro 24 e 18 mm. Indique também que este trecho deve ter uma rugosidade de $R_a = 0,5 \mu\text{m}$.

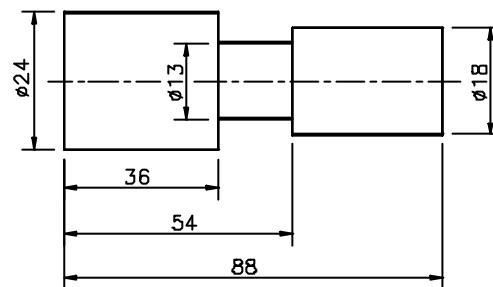


Figura 3.7.8

f) Na biela, Figura 3.7.9, indique que o furo menor deve ter uma tolerância de simetria de 0,1 mm em relação ao eixo de simetria da peça, um erro de paralelismo de 0,3 mm em relação ao furo maior, e que dois furos devem ter um erro de cilindridade de 0,4 mm. Indique que os furos devem ter uma rugosidade de $R_a = 12 \mu\text{m}$.

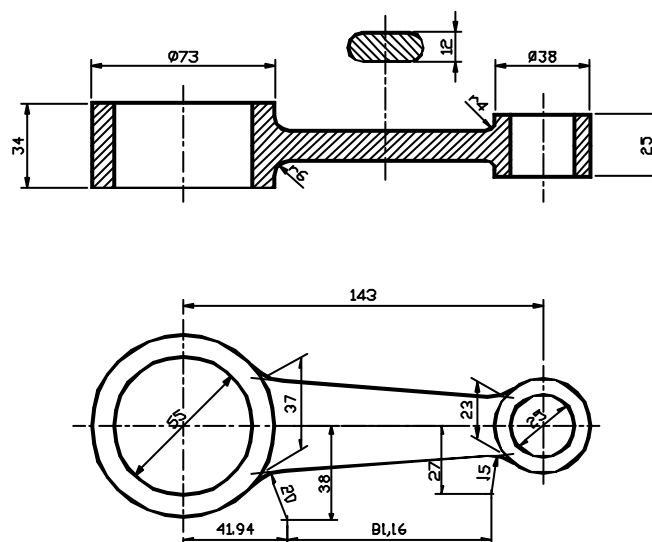
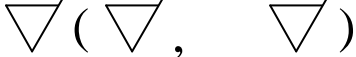
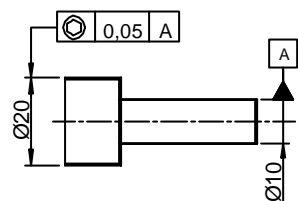
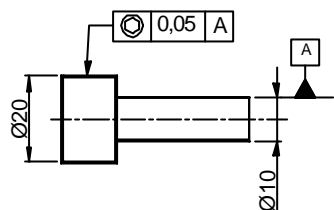



Figura 3.7.9

g) Descreva numa linguagem técnica, o que significam cada uma das seguintes indicações no Desenho Técnico Mecânico:

Ra 12,5 / Ra 3,2 / Ra 6,3 - 3,2 /

Em X 0,5




φ30h7

300


Ra 6,3




Ra 6,3



✓ = Rmax 15 /



temperado e revenido



4 ELEMENTOS DE UNIÃO

4.1 Hélice

É a curva descrita por um ponto no espaço, animado de movimento de rotação e de translação em torno de um cilindro ou de um cone imaginário.

A **HÉLICE** é uma curva de grande importância para a engenharia e em particular para a engenharia mecânica. Através de seus princípios foram idealizadas as roscas, as engrenagens helicoidais, os camos helicoidais, os fusos, os cabos de aço, as pás dos ventiladores e as hélices dos aviões, apenas para citar alguns elementos.

4.1.1 Elementos da Hélice:

Ph - Passo da hélice: distância percorrida axialmente por qualquer ponto da hélice, enquanto completa uma volta em torno do eixo.

d_p - Diâmetro efetivo: diâmetro do cilindro imaginário ou diâmetro imaginário local do cone, em torno do qual a hélice se desenvolve.

β - Ângulo da hélice: ângulo da reta tangente à hélice em qualquer ponto desta, medido em relação ao eixo imaginário do cilindro ou do cone

Sentido da hélice: esquerda ou direita

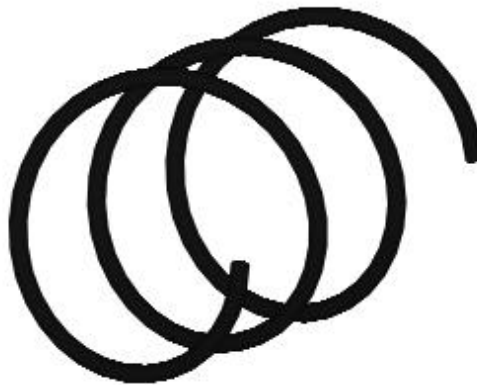


Figura 4.1 – Hélice em perspectiva

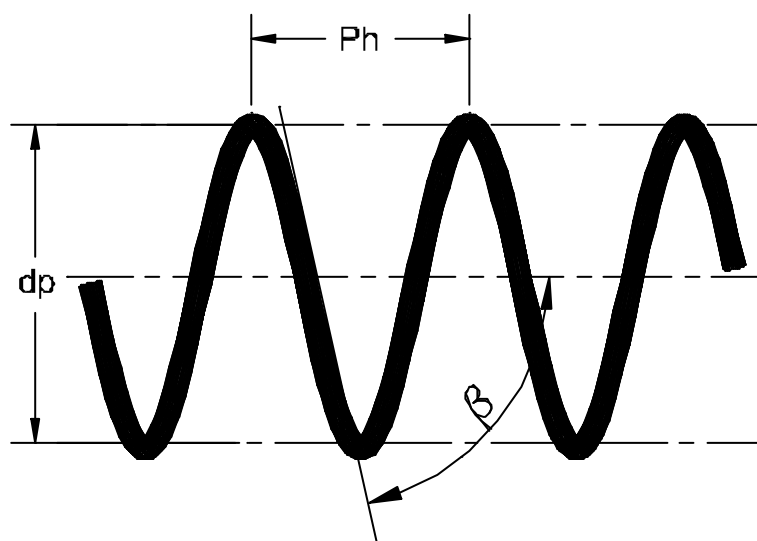
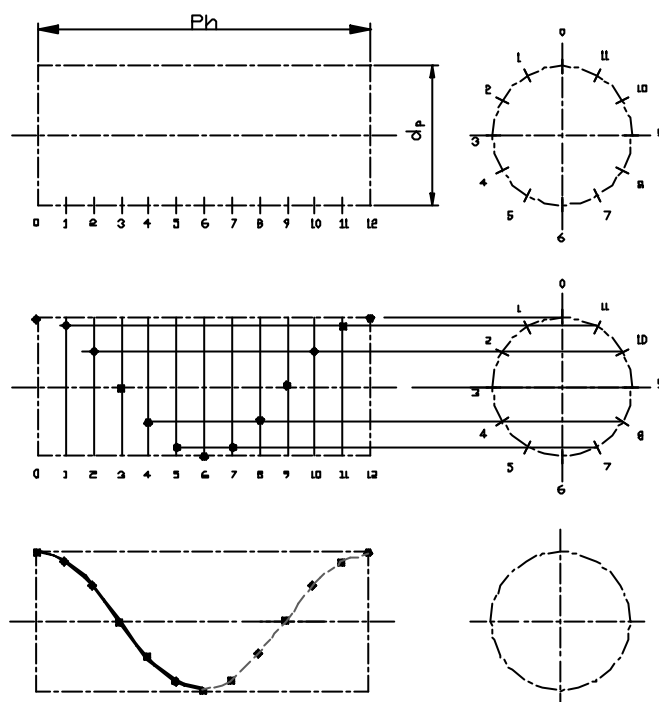


Figura 4.2 – Hélice no plano

4.1.1 Desenho da hélice no plano



pontos 12-12, 11-11, 10-10, etc.

Figura 4.1.3 – Desenho “exato” de uma hélice no plano

1 - Desenhe um cilindro de altura igual ao **passo da hélice** (por exemplo 100 mm) e de diâmetro igual ao **diâmetro efetivo** da hélice (por exemplo 40 mm), em seguida divida a circunferência e a altura do cilindro em 12 partes iguais (quanto maior o número de divisões melhor)

2 - Levante perpendiculares pelos pontos marcados sobre o eixo, em seguida trace retas paralelas ao eixo do cilindro passando pelas divisões marcadas sobre a circunferência, estas retas se interceptarão nos pontos (0-0, 1-1, 2-2, 3-3, etc.)

3 - Ligue os pontos primeiro manualmente e em seguida ajuste com curva francesa ou flexível, no CAD utilize uma **polilinha**.

A hélice desenhada é **direita**.

Para ser **esquerda**, tornar visíveis os

4.2 Rosca

A roca é um dos componentes mecânicos que utilizam a hélice como princípio fundamental, sendo um dos elementos mecânicos mais importante e comum na engenharia mecânica.

Definição: é a curva descrita no espaço por um conjunto de pontos no interior de uma área com forma definida previamente, animados de movimento de rotação e de translação, em torno de um cilindro ou de um cone.

4.2.1 Elementos da rosca:

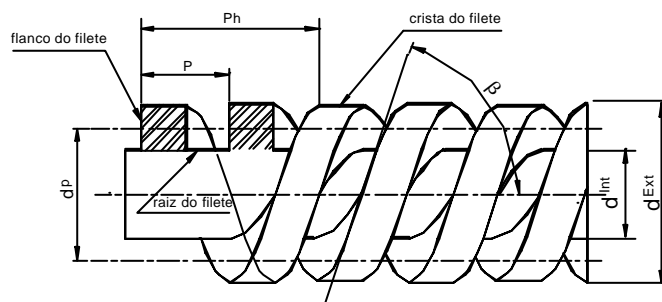


Figura 4.2.1 – Elementos da rosca

Diâmetro externo

$$= d_{\text{ext.}}$$

Diâmetro interno

$$= d_{\text{int.}}$$

Diâmetro efetivo ou do flanco

$$= d_p$$

Ângulo da hélice

$$= b = \tan^{-1} \left(\frac{P}{Ph} \right), \text{ Esquerda ou direita}$$

Passo da hélice (**Ph**): distância axial (direção da linha de eixo) percorrida pelo filete em uma volta completa = Ph

Passo da rosca (**P**), distância axial (direção da linha de eixo) medida de um filete a outro

$$= P$$

Número de entradas (**N**)

$$= \frac{Ph}{P}$$

4.2.3 Desenho de uma rosca na forma “exata”

- 1ª Desenhe uma hélice para o diâmetro **externo**, *Figura 4.2.2*, e outra para o diâmetro **interno** da rosca, *Figura 4.2.3*, utilizando o processo mostrado na *Figura 4.1.3*,
- 2ª Desenhe um cilindro de comprimento qualquer, e marque sobre o mesmo o **passo da rosca** diversas vezes,
- 3ª Em cada passo assim marcado desenhe a **seção** da rosca desejada (quadrada, trapezoidal, etc.),
- 4ª Copie utilizando o comando **copy múltiplo** do autocad, ou recorte um gabarito em cartolina, das hélices desenhadas no item 1º,
- 5ª Transfira as hélices para cada aresta (canto vivo) das seções da rosca desenhadas, observe que $\beta_1 \neq \beta_2$

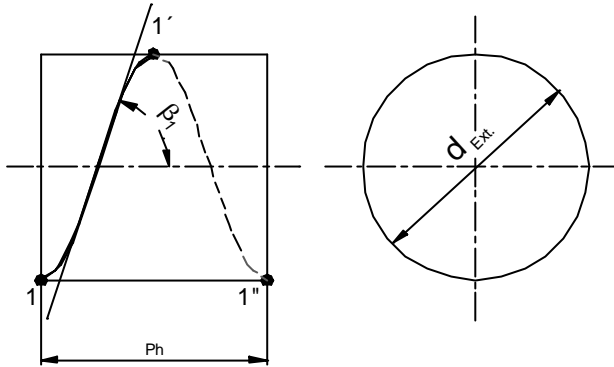


Figura 4.2.2 - Hélice do diâmetro Externo

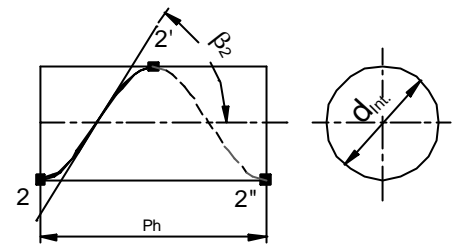


Figura 4.2.3 - Hélice do diâmetro. Interno

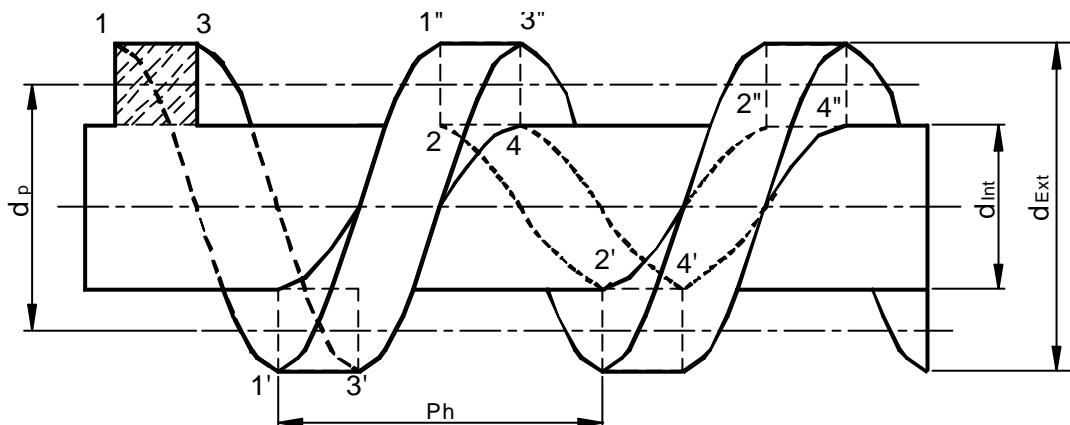


Figura 4.2.4 – Desenho “exato” de uma rosca no plano

4.2.4 Sentido da rosca (enrolamento)

Uma rosca, como a hélice, pode ser **Esquerda** ou **Direita**. Pode-se identificar o sentido hélice de três formas distintas:

- 1 - Observando o sinal da tangente à hélice. Se negativa é direita, *Figura 4.2.5*, se positiva é esquerda, *Figura 4.2.6*.

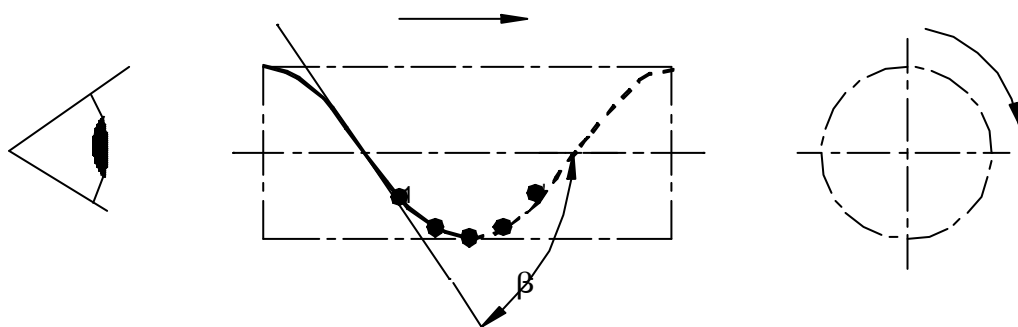


Figura 4.2.5 – Rosca direita, tangente negativa

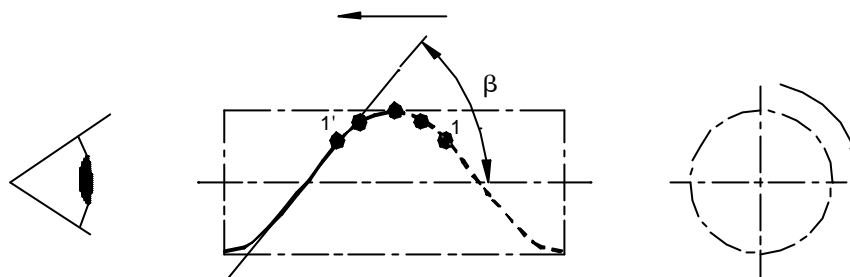


Figura 4.2.6 – Rosca esquerda, tangente positiva

2 - Verificando se o trecho da hélice mais próxima de um observador que se encontra visualizando o passo da hélice, é inclinada para a esquerda ou para a direita. Se a hélice é inclinada para a **esquerda**, *Figura 4.2.7*, a hélice é **direita**, se é inclinada para a **direita**, *Figura 4.2.8*, a hélice é **esquerda**.

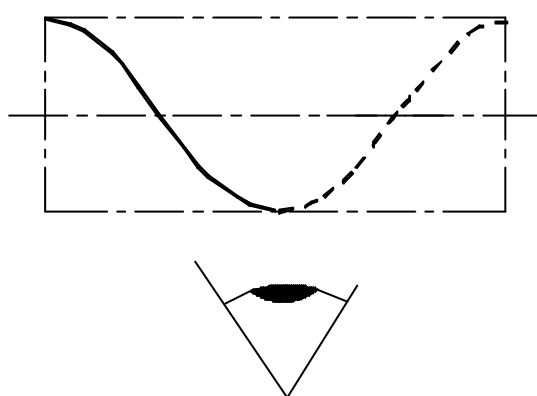


Figura 4.2.7 – Hélice direita

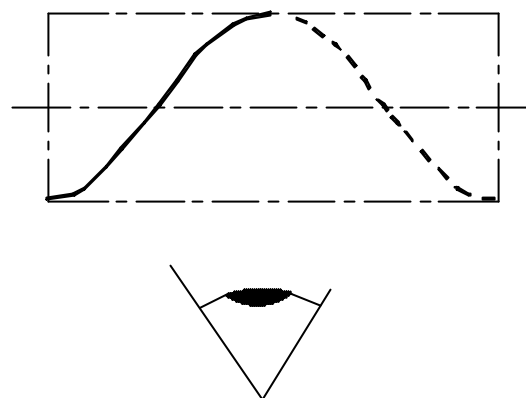


Figura 4.2.8 – Hélice esquerda

3 – A terceira forma de identificação do sentido da hélice é observando a rosca pelo seu início, procurando identificar se o sentido de enrolamento é **antri-horário**, *Figura 4.2.9* ou **horário** *Figura 4.2.10*. Este processo é de particular importância quando a rosca é de passo fino, quando os procedimentos anteriores são de difícil utilização.

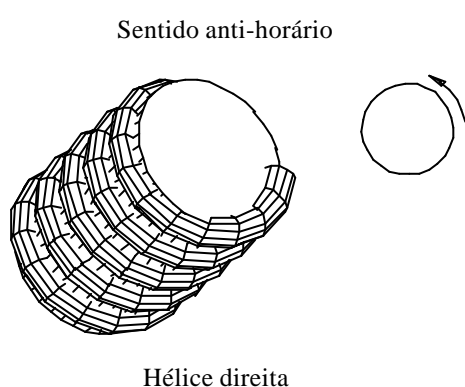


Figura 4.2.9 – Sentido anti-horário, rosca direita

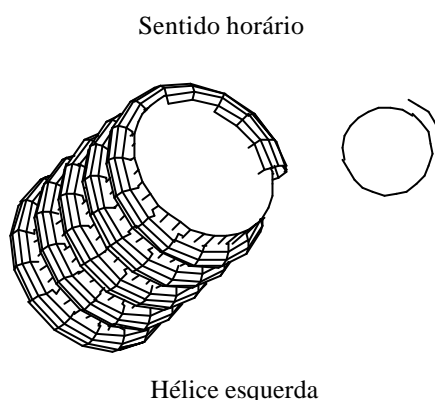
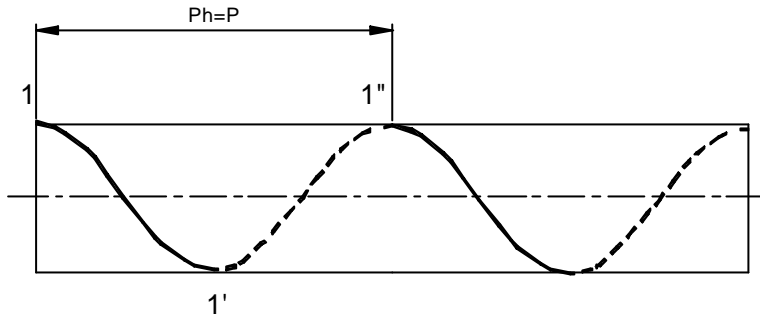


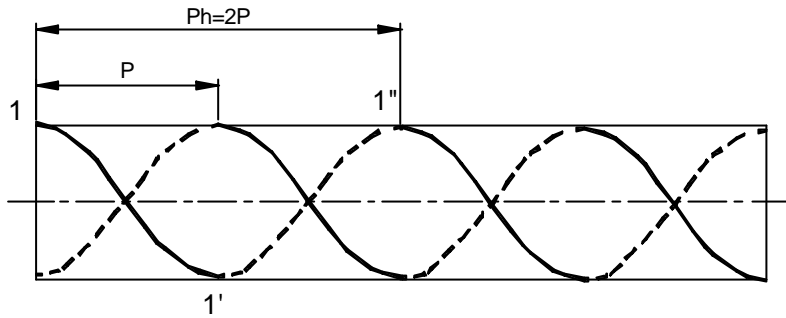
Figura 4.2.10 – Sentido horário, rosca esquerda

4.2.5 Roscas múltiplas:

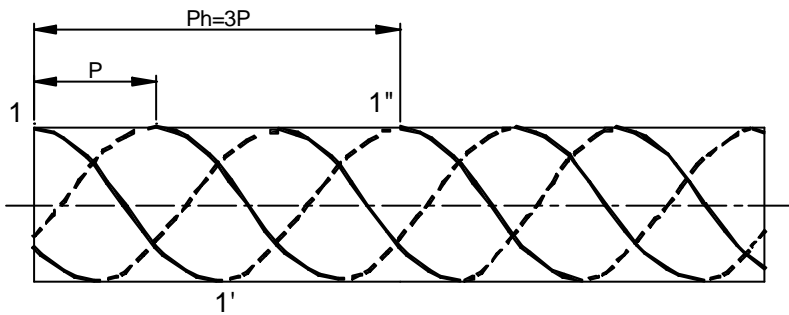
- Roscas múltiplas são aquelas que possuem mais de uma hélice (rosca) em um mesmo cilindro. O **avanço** (passo da hélice) da rosca múltipla é o resultado do produto do **passo da rosca** pelo **numero de hélices** (entradas) existentes. Onde o passo da rosca é a distância de um filete a outro medido axialmente.



- Nas roscas **simples** ou de **uma entrada**, o avanço é igual ao passo da rosca ($Ph=P$), é o tipo de rosca mais comum.



- Nas roscas **duplas** ou de **duas entradas** o avanço é igual a duas vezes o passo da rosca ($Ph=2P$), ela possui duas hélices de mesmo avanço, de mesmo passo de rosca e de mesmo sentido.



- Nas roscas **triplas** ou de **três entradas**, o avanço é igual a três vezes o passo da rosca ($Ph=3P$), ela possui três hélices de mesmo avanço, de mesmo passo de rosca e de mesmo sentido.

Nota: Em teoria não existe limitação para o número de entradas de uma rosca, mas na prática este número geralmente é menor do que dez entradas

4.2.6 Como desenhar roscas simples, múltiplas, direita ou esquerda.

1ª - No desenho de qualquer tipo de rosca, seja **simples** ou **múltipla**, o primeiro ponto a ser marcado será sempre a **metade do avanço** ($Ph/2$) da rosca e o segundo será o **avanço** (Ph), os pontos seguintes tanto à esquerda como à direita destes pontos, serão sempre iguais ao **passo** da rosca (P).

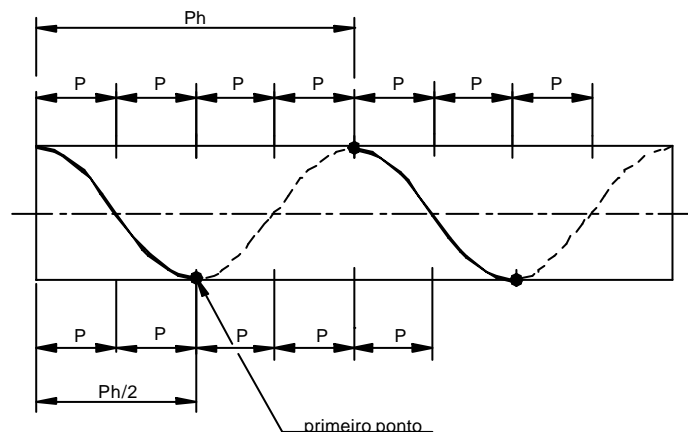


Figura 4.2.11 – Primeiro ponto para o traçado da rosca

2ª - Se a rosca for **direita**, o primeiro ponto será marcado na parte de “**baixo**” do cilindro, *Figura 4.2.12*, para que o filete fique inclinado para esquerda, se a rosca for **esquerda** marca-se o primeiro ponto na parte de “**cima**” do cilindro, *Figura 4.2.13*, para que o filete fique inclinado para a direita.

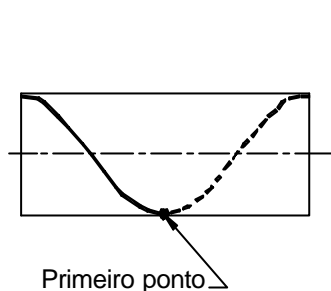


Figura 4.2.12 – Hélice direita

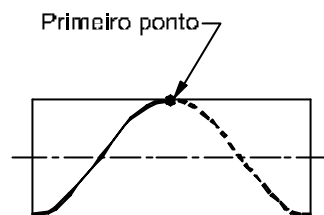


Figura 4.2.13 – Hélice esquerda

4.2.7 Formas de representação de rosca:

Representação “Exata” - Neste tipo de representação desenham-se as hélices, *Figura 4.2.14*. É pouco utilizada, a não ser para um trabalho de ilustração.

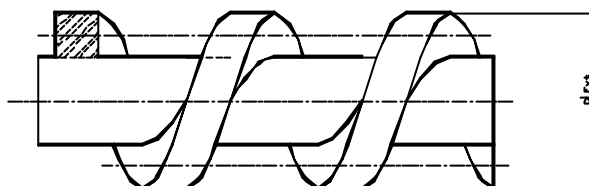


Figura 4.2.14 – Representação exata da rosca

Representação simplificada - Neste tipo de representação, as hélices são substituídas por linhas retas, *Figura 4.2.15*. Sempre que for necessário desenhar uma rosca, deve-se utilizar este tipo de representação. Isto acontece principalmente quando temos que desenhar componentes mecânicos não padronizados como fusos ou sem-fins, cujas roscas sejam: **Trapezoidal**, **Quadrada**, ou **Dente de Serra**, ou quando a rosca do elemento mecânico vai ser **usinada no torno mecânico**, independentemente do tipo da rosca, se Métrica, UNC, Whitworth, etc.

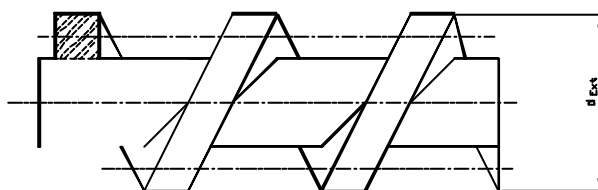


Figura 4.2.15 – Representação simplificada da rosca

Representação convencional - Neste tipo de representação as hélices e o perfil do filete não são representados, aparecendo apenas o diâmetro interno e o diâmetro externo da rosca. É sempre utilizada em **elementos roscados padronizados**, como parafusos e porcas, *Figura 4.2.16*, ou no desenho de fusos, com trecho muito longo de rosca, do tipo trapezoidal, quadrada ou dente de serra, onde um pequeno trecho da rosca é representada na forma simplificada e o restante é representado na forma convencional, *Figura 4.2.17*.

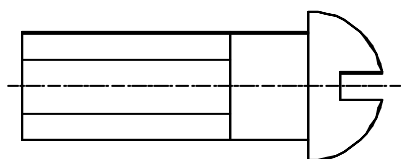


Figura 4.2.16 – Elemento padronizado

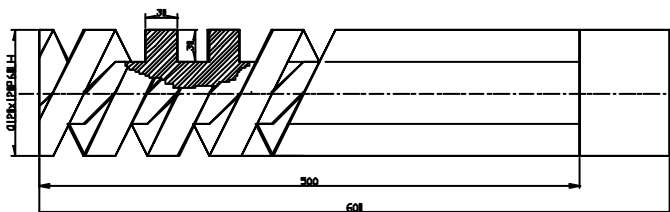


Figura 4.2.17 – Elemento não padronizado

4.2.8 Cotação de rosca

4.2.8.1 Cotação de roscas para elementos de fixação: parafuso, porca, tarraxa, macho

4.2.8.1.1 A primeira indicação deve ser sobre o perfil do **filete** da rosca:

Tipo do perfil	Indicação
Triangular métrica	M
Whitworth	W
Whitworth Gás	WG
Unificada grossa	UNC
Unificada fina	UNF
Unificada extra-fina	UNEF

4.2.8.1.2 A segunda será o **diâmetro nominal** da rosca: deverá vir em seguida à letra que representa o perfil da rosca

<i>Exemplo:</i>	M12	- rosca triangular métrica de diâmetro 12 mm
	W1/2"	- rosca Whitworth de meia polegada de diâmetro
	UNC1/2"	- rosca unificada grossa de meia polegada de diâmetro

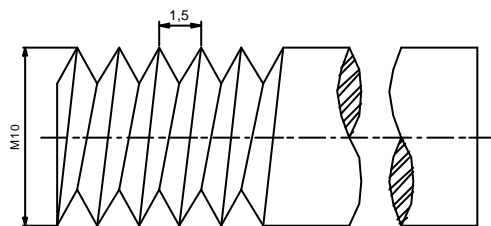
4.2.8.1.3 **Passo da rosca:** As roscas podem ser de passo normal *Figura 4.2.18* ou de passo fino, *Figura 4.2.192*.

Figura 4.2.18 – Rosca de passo normal

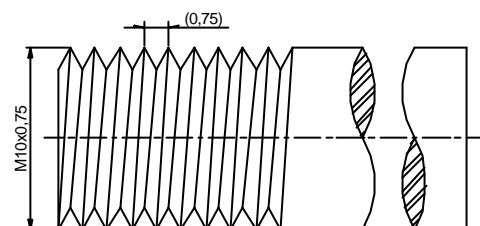


Figura 4.2.19 – Rosca de passo fino

Se a rosca for de **passo normal**, o passo da rosca não deve ser indicado na cotação,

<i>Exemplo:</i>	M2	- rosca triangular métrica de diâmetro 2mm, (passo normal)
	W1/2"	- rosca Whitworth de diâmetro 1/2", de passo normal (12 fios/polegada)
	UNC 1/2"	- rosca unificada grossa de diâmetro 1/2", de passo normal (13 fios/polegada)

Se a rosca for de **passo fino**, obrigatoriamente o passo da rosca deverá ser indicado na cotação, logo em seguida ao diâmetro desta, separado por um **x**,

<i>Exemplo:</i>	M3x0,35	- rosca de diâmetro 3mm e passo 0,35mm, (passo fino)
	W1/2"x16	- rosca Whitworth de diâmetro 1/2", com 16 fios/polegada
	UNF 1/2x20	- rosca unificada fina de diâmetro 1/2", com 20 fios/polegada

4.2.8.1.4 O avanço.

- Quando se tratar de rosca múltipla, o **avanço (Ph)** deve vir sempre indicado, independente de a rosca ser de passo **fino** ou de passo **normal**, separado do diâmetro nominal da rosca por um **x**. Em seguida deve ser indicado o passo da rosca, precedido da letra **P**.

<i>Exemplo :</i>	M12x5,25P1,75.	- rosca múltipla, passo 1,75 mm, avanço 5,25 mm, passo normal
	M8x0,75	- rosca simples, passo 0,75 mm, passo fino
	M8x1,5P0,75	- rosca múltipla, passo 0,75 mm, avanço 1,5 mm, passo fino
	M8	- rosca simples, passo normal
	S50x50P10	- rosca múltipla, passo 10mm, avanço 50mm

4.2.8.1.5 **O sentido de enrolamento da hélice** : só deve ser indicado quando a rosca for **esquerda** (símbolo **LH** de left hand)

<i>Exemplo :</i>	M12x5,25P1,75LH	- rosca esquerda
	M12	- rosca direita
	M12LH	- rosca esquerda
	M12x1	- rosca direita

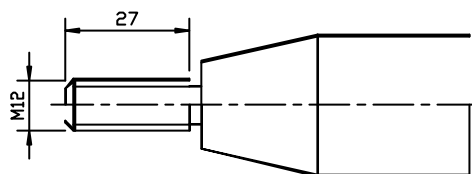
4.2.8.1.7 **O comprimento da rosca**: será cotado no desenho do elemento quando este **não for padronizado**, quando se tratar de elemento **padronizado** como o parafuso, o comprimento da rosca é definido por norma específica (ABNT, AFNOR, DIN, etc) ou por uma referência do fabricante e deverá vir indicado **na lista de peças**.

- *Exemplo de cotação de elemento roscado padronizado na lista de peças:*

Denominação: **PARAFUSO DE CABEÇA SEXTAVADA**

Especificação: **M12x50-ABNT-P-PB-54**, onde a dimensão 50 mm é o comprimento do parafuso, as demais características deste parafuso tais como altura do filete, altura da cabeça, rugosidade, abertura da chave, passo e **comprimento de rosca**, são determinados pela norma ABNT P-PB-54.

- *Exemplo de cotação de elemento roscado não padronizado*: o comprimento da rosca é cotado no desenho do elemento.



Obs.: Quando se tratar de roscas Norte Americanas ou Inglesas (UNF, NF, Whitworth, etc), as regras são semelhantes às vistas anteriormente, apenas deve-se indicar o **número de Filetes por Polegada de Comprimento da Rosca** no lugar do **passo** da rosca, quando for necessário.

<i>Exemplo:</i>	W1/2"	Rosca Whitworth, com 1/2" de diâmetro nominal, passo normal (12 fios por polegada), rosca direita, com uma entrada.
	W1/2"x16LH	Rosca Whitworth, com 1/2" de diâmetro nominal, passo fino (16 fios por polegada), rosca direita, com uma entrada, rosca esquerda
	UNF 1/2"x20	Rosca Unificada Fina, com 1/2" de diâmetro nominal, passo Fino (20 filetes por polegada), rosca direita, com uma entrada.

Nota: A relação entre o passo em milímetros e o número de filetes por polegada é dada por: $\text{Passo} = P = 25,4/n^\circ$ de filetes.

A determinação do número de filetes de uma rosca, é realizado contando-se quantos filetes existe no comprimento de uma polegada de uma rosca.

Uma polegada = 25,4 mm

4.2.8.2 – Cotação de roscas de potência: fuso, sem-fim, fuso transportador, camo helicoidal. A única diferença em relação ao sistema de cotação anterior, é que o **passo da rosca** deve vir sempre indicado no desenho.

	Tipo do perfil	Indicação
	Rosca trapezoidal	Tr
	Rosca dente de Serra	S
	Rosca Quadrada	Q
<i>Exemplo:</i>	Tr25x6	- rosca trapezoidal de diâmetro 25mm e passo 6 mm, direita
	Q30x5LH	- rosca quadrada de diâmetro 30mm, passo 5 mm, esquerda
	S50x8	- rosca dente de serra de diâmetro 50mm, passo 8mm, direita

Desenho de roscas

Rosca quadrada externa

Dado: Q60x60P20LH

1-com as características do perfil do filete da rosca retiradas da página 4.17 e os dados fornecidos, determinam-se:

$d=60\text{mm}$ $P=20\text{mm}$ $Ph=60\text{mm}$ $H=10\text{mm}$ Rosca esquerda, com três entradas

2-traçar a linha de eixo e o diâmetro da rosca ($d=60\text{mm}$), *Figura 4.2.20*.

3-como a rosca é **esquerda** marcar o **primeiro ponto** ($1^{\circ} = Ph/2$) em cima, para que o filete fique inclinado para a direita. Em seguida marcar o avanço Ph em baixo determinando o segundo ponto ($1^{\circ} = Ph$). Marque em seguida o **passo** (P) da rosca tantas vezes quantas forem necessários à direita e à esquerda do primeiro ponto e do segundo ponto, ver *Figura 4.2.20*.

4-marcar a partir do diâmetro externo da rosca, a altura ($H=P/2=10\text{mm}$) e em seguida a espessura do filete ($P/2=10\text{mm}$), ver *Figura 4.2.21*, de acordo com as características da rosca. Em seguida trace as hélices na forma simplificada ligando os pontos 1; $1'$ e $1''$ do diâmetro externo, em seguida 2; $2'$ e $2''$ do diâmetro interno, *Figura 4.2.22*.

5-repetir o procedimento para os pontos semelhantes a 1, $1'$, $1''$ e a 2, $2'$, e $2''$.

6-concluir o desenho da rosca, apagando as linhas de construção e os trechos em que as hélices do diâmetro interno são invisíveis, executar o corte parcial mostrado e cotar a rosca. Após cotado o desenho deverá ficar como mostrado na *Figura 4.2.23*.

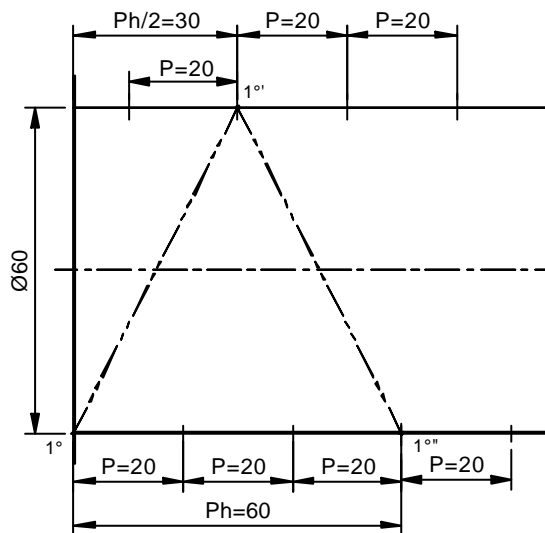


Figura 4.2.20

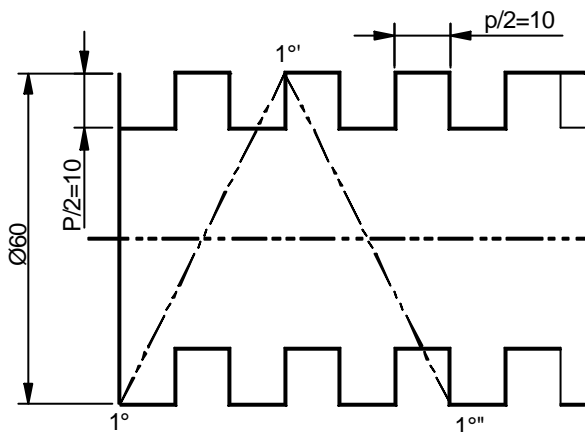


Figura 4.2.21

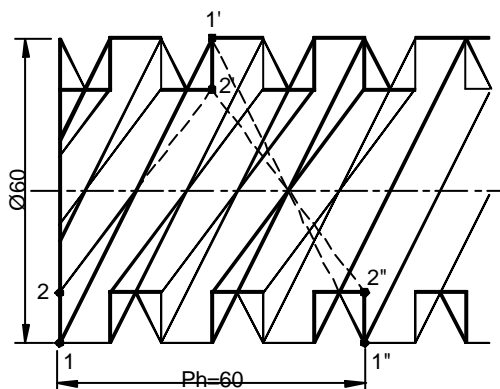


Figura 4.2.22

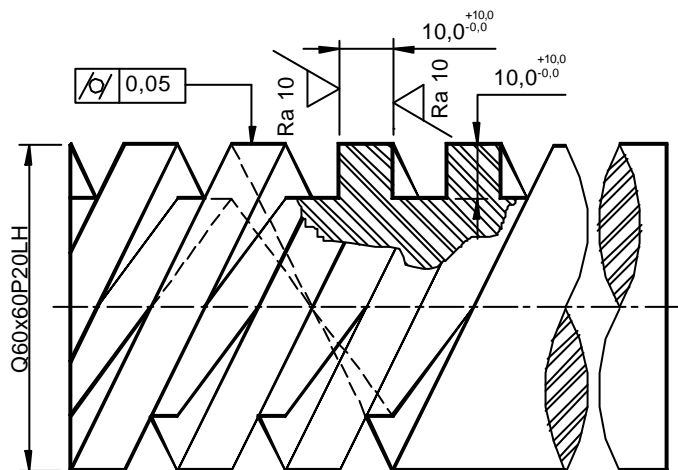


Figura 4.2.23

4.2.9.2 Rosca triangular métrica externa

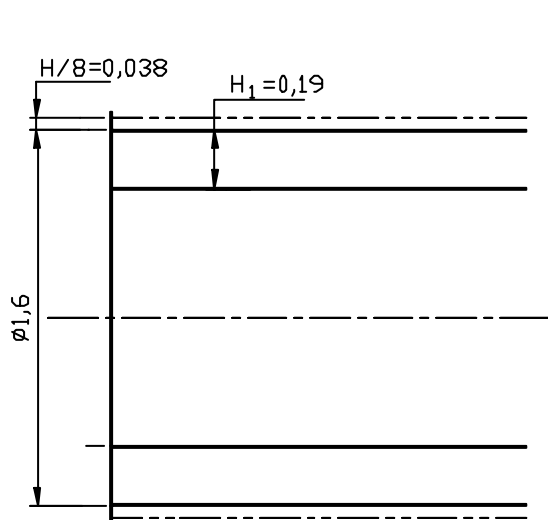
Dados: **M1,6LH**1-com as características da rosca, retiradas da *Página 4.18*, e com os dados fornecidos, determinam-se:**Ph**=**P**=0,35 mm (rosca com uma entrada)**H/8**=0,038 mm**H₁**=0,189 mm**r**=0,051 mm**Rosca esquerda**2-traçar a linha de eixo e as linhas do diâmetro externo (**d**=1,6 mm), *Figura 4.2.24*.3-marque as distâncias **H/8** e **H₁**, como mostrado na *Figura 4.2.24*.4-como a rosca é **esquerda**, marque o **primeiro ponto** ($1^{\circ} = Ph/2$) da hélice imaginária em “cima”, no diâmetro fundamental (linha fantasma) para que o filete fique inclinado para a direita. Em seguida marque o avanço da rosca **Ph** em “baixo” na linha fantasma determinando o segundo ponto da hélice ($1^{\circ} = Ph$). O **passo da rosca** (**P**) deve ser marcado tantas vezes quantas forem necessários, à direita e à esquerda a partir do **primeiro ponto** e do **segundo ponto**, ver *Figura 4.2.25*.5-traçar a hélice imaginária ligando os pontos 0° , 1° , e 2° , *Figura 4.2.25*.6-desenhe o perfil do filete, traçando retas inclinadas de 60° em relação ao eixo da rosca, *Figura 4.2.26*, tomando como referência os pontos marcados anteriormente (passo da rosca) no diâmetro fundamental.7-apague as linhas de construção, *Figura 4.2.26*.8-trace as hélices simplificadas da rosca, ligando os pontos 1, 1' e 1'', do diâmetro externo. Neste exemplo o trecho 1'1'', é invisível, mas nem sempre isto acontece, dependendo do ângulo da hélice da rosca, partes da hélice neste trecho pode aparecer, deve-se verificar sempre. Trace as hélices simplificadas do diâmetro interno, ligando os pontos 2, 2', e 2'', o trecho 2'2'' é sempre invisível. O desenho deve está agora como mostrado na *Figura 4.2.27*.9-Para concluir o desenho da rosca, execute o corte parcial mostrado *Figura 4.2.27*, com a finalidade de representar as características do filete da rosca. O perfil arredondado do pé do filete só deve ser representado no local do corte parcial, nos demais deve-se representar em **quina viva**. Feito isto o desenho deve ser cotado. Se a rosca for de passo normal, o passo da rosca deve vir cotado no **corte parcial** da rosca, ver *Figura 4.2.28*.Se for uma rosca **múltipla** ou uma rosca de **passo fino**, o passo da rosca não deve ser cotado no **corte parcial**, pois este já vem indicado na cota de diâmetro da rosca, ver *Figuras 4.2.29 e 4.2.30*.

Figura 4.2.24

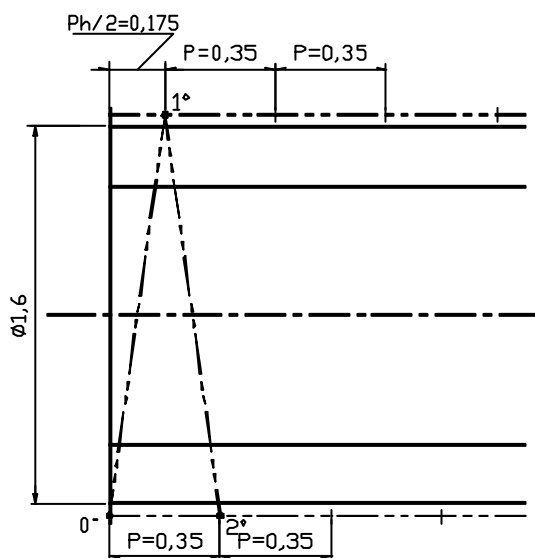


Figura 4.2.25

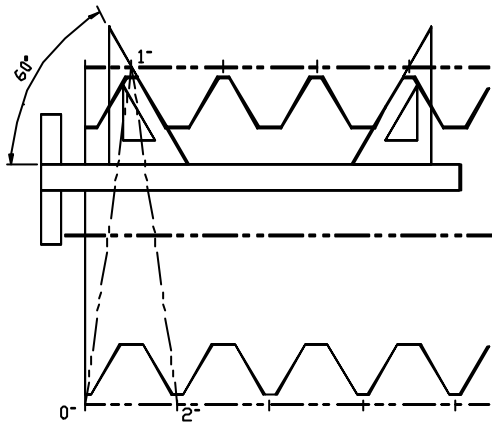


Figura 4.2.26

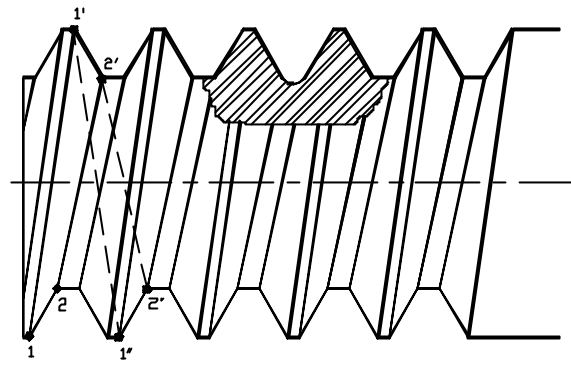


Figura 4.2.27

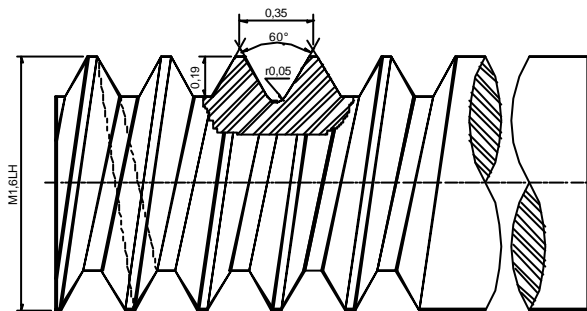


Figura 4.2.28 – Cotagem da rosca com passo normal

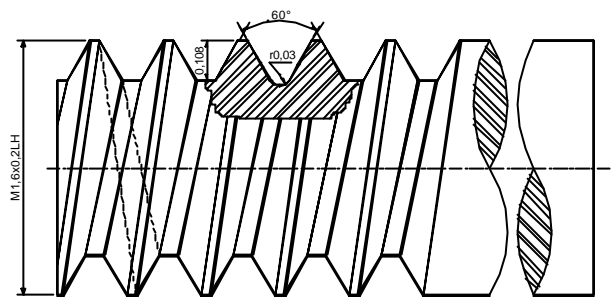


Figura 4.2.29 – Cotagem da rosca com passo fino

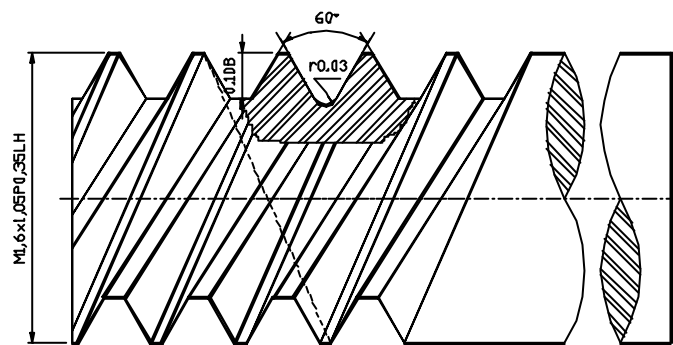


Figura 4.2.30 – Cotagem da rosca múltipla

4.2.9.3 Rosca trapezoidal externa

Dados: **Tr50x24P12**

1-com as características do perfil da rosca trapezoidal retiradas da *Página 4.21* e os dados fornecidos, determinam-se:

d=50 mm **Ph**= 24 mm **P**= 12 mm **H**= 22,392 mm **H₁**= 6,0 mm **H₂**= 6,5 mm

Rosca direita, com duas entradas.

2-traçar a linha de eixo da rosca e seu diâmetro externo, (**d**=50 mm), *Figura 4.2.31*.

3-marcar as distâncias **H₁/2** e **H₂** a partir do **diâmetro externo** e marcar **H₁/2** a partir do **diâmetro do flanco**, como mostra a *Figura 4.2.31*.

4-como a rosca é **direita**, marcar o **primeiro ponto** ($1^{\circ} = Ph/2$) em “baixo”, no diâmetro fundamental (linha fantasma), para que o filete fique inclinado para a esquerda. Em seguida marcar o **segundo ponto** ($1^{\circ\prime\prime} = PH$) “em cima” no diâmetro fundamental (linha fantasma). Marque o passo da rosca tantas vezes quantas forem necessárias, à direita e à esquerda, a partir do primeiro e do segundo ponto, ver *Figura 4.2.32*.

5-traçar a hélice fundamental (linha fantasma) ligando os pontos 1° , $1^{\circ\prime}$ e $1^{\circ\prime\prime}$, *Figura 4.2.32*.

6-desenhar o perfil do filete, traçando retas inclinadas de 75° em relação ao eixo da rosca como mostrado na *Figura 4.2.33*, repetir o procedimento para todos os pontos marcados no diâmetro fundamental.

7-traçar as hélices simplificadas do diâmetro externo, ligando os pontos 1 , 1° e $1^{\circ\prime}$, e as hélices simplificadas do diâmetro interno, ligando os pontos 2 , 2° e $2^{\circ\prime}$, como mostrado na *Figura 4.2.34*.

8-repetir o procedimento para todos os filetes, apagar as linhas de construção, realizar um corte parcial para cotar os elementos do perfil da rosca, *Figura 4.2.35*. O desenho ficará como mostrado na *Figura 4.2.36*.

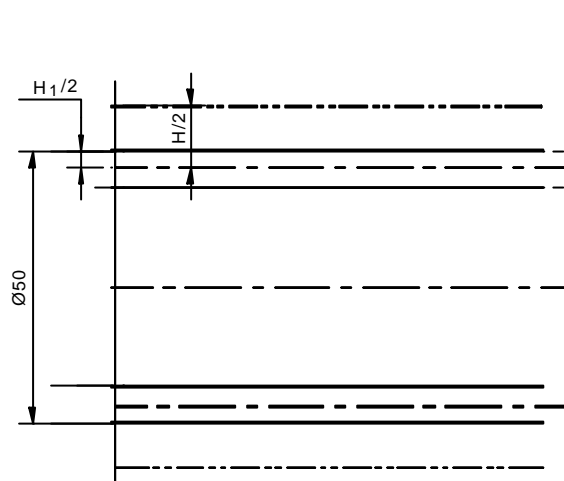


Figura 4.2.31

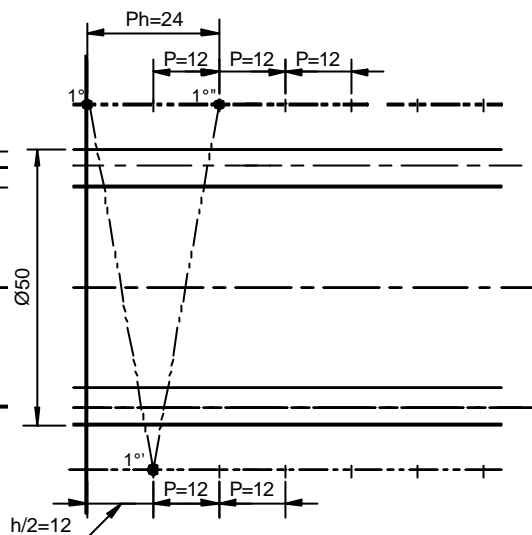


Figura 4.2.32

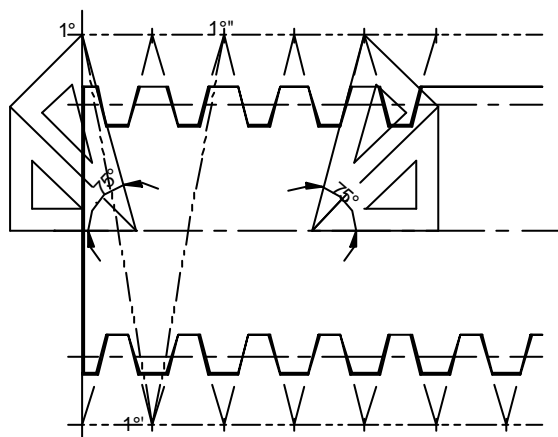


Figura 4.2.33

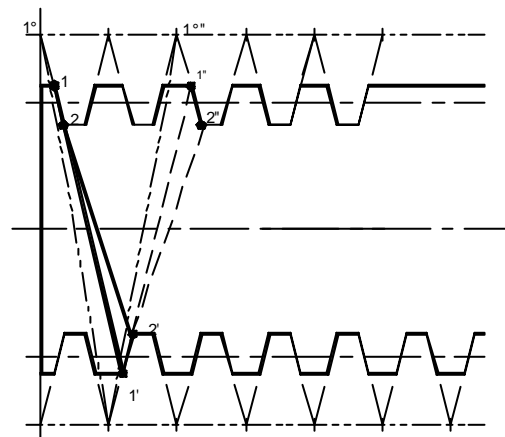


Figura 4.2.34

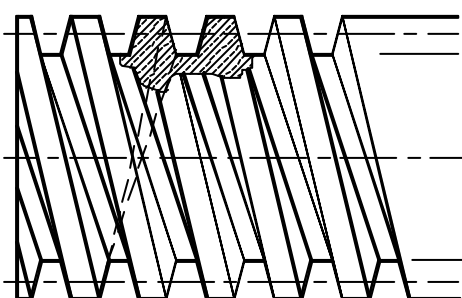


Figura 4.2.35

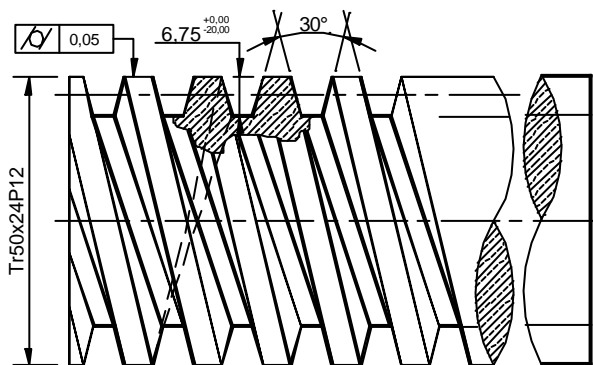


Figura 4.2.36 – Cotação da rosca Trapezoidal

4.2.9.4 Rosca dente de serra externa

Dados: **S70x72P24LH**1-com as características da rosca retiradas da *Página 3.22* e com os dados fornecidos, determinam-se:

$c = 8,184 \text{ mm}$ $b = 2,83 \text{ mm}$ $r = 2,98 \text{ mm}$ $d = 70 \text{ mm}$ $Ph = 72 \text{ mm}$
 $P = 24 \text{ mm}$ $T = 41,57 \text{ mm}$ $T_1 = 18 \text{ mm}$ **Rosca esquerda**

2-traçar a linha de eixo da rosca, o diâmetro externo (70 mm), a altura do filete T_1 , a raiz do filete b e em seguida as alturas c e $T/2$, *Figura 4.2.37*.

3-como a rosca é esquerda o primeiro ponto ($1^\circ = Ph/2$) deve ser marcado em “cima” no diâmetro fundamental (linha fantasma), em seguida marque o segundo ponto ($1'' = Ph$) em “baixo”, na linha fantasma. O passo da rosca deve ser marcado à esquerda e à direita a partir do primeiro ponto 1° e do segundo ponto $1''$ quantas vezes forem necessárias, *Figura 4.2.38*.

4-traça a hélice fundamental, ligando os pontos 1° , $1''$ e $1'''$, *Figura 4.2.38*. Levante perpendiculares ao eixo da rosca passando pelos pontos marcados sobre diâmetro fundamental (linha fantasma), determinando os pontos 1,2,3,4, ...6,7,8, etc., na raiz do filete, *Figura 4.2.38*.

5-trace retas que passem por todos os pontos marcados no diâmetro fundamental, inclinadas de 60° em relação ao eixo da rosca, *Figura 4.2.39*.

6-trace retas que passem pelos pontos 1; 2; 3; 4; ...6; 7; 8, etc, inclinadas de 3° em relação às perpendiculares ao eixo da rosca que passam por estes pontos, *Figura 4.2.40*.

7-em função da hélice fundamental da *Figura 4.2.41*, selecione o primeiro filete da rosca, constituído pelos pontos: **1; 1', 1'' e 2, 2', 2''**, para a hélice do diâmetro externo e de **3; 3' e 3''**, para a hélice do diâmetro interno. Repetir o procedimento para todos os filetes.

8-apague as linhas de construção e os trechos das hélices do diâmetro interno e externo que são invisíveis, aplique um corte parcial e arredonde o pé do filete no interior do corte, em seguida cote o desenho, a rosca deve ficar como mostrado na *Figura 4.2.42*.

Nota 1: Deve-se ter especial atenção no desenho de roscas, para o trecho da hélice do diâmetro externo que passa por trás desta ($1'$; $1''$ e $2'$; $2''$), em algumas situações como mostrado na *Figura 3.44*, esta parte da hélice é parcialmente visível a partir do diâmetro interno e deve ser representada.

Nota 2: A rosca dente de serra, tem a parte inclinada de 3° sempre voltada para o início da rosca, *Figura 4.2.40*

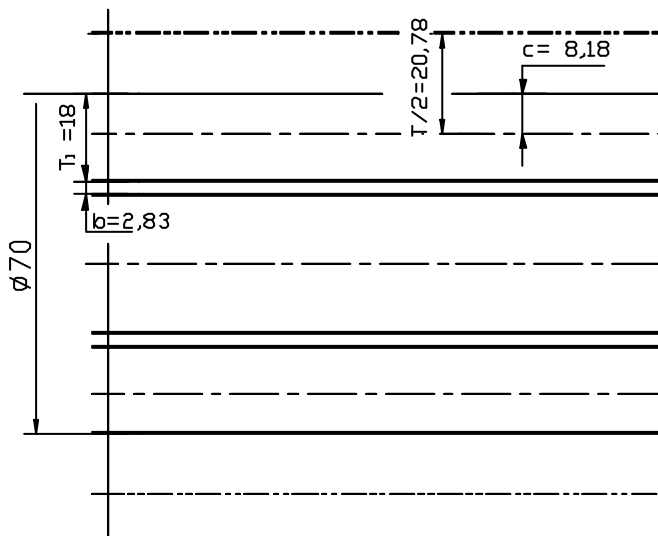


Figura 4.2.37

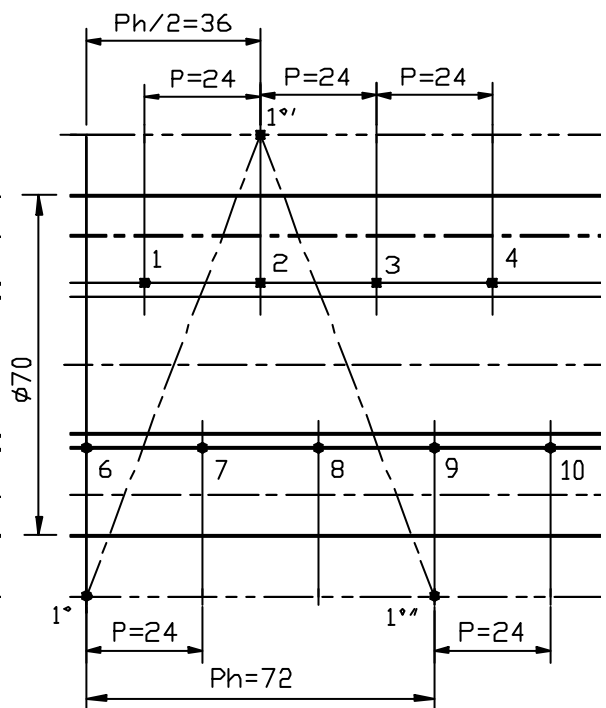


Figura 4.2.38

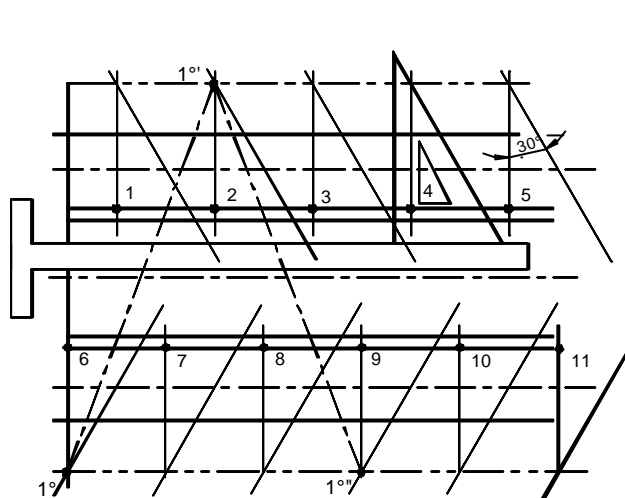


Figura 4.2.39

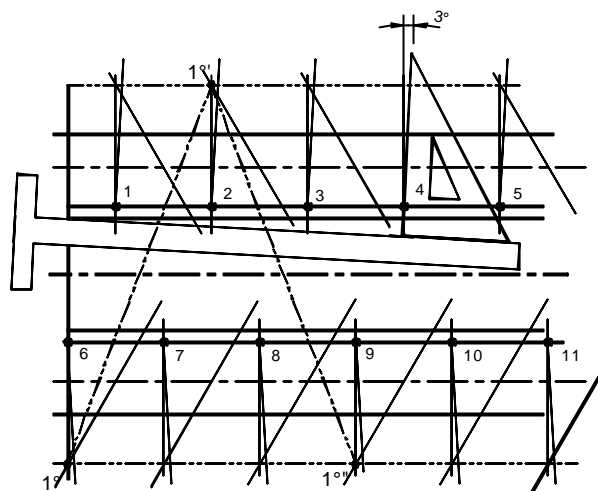
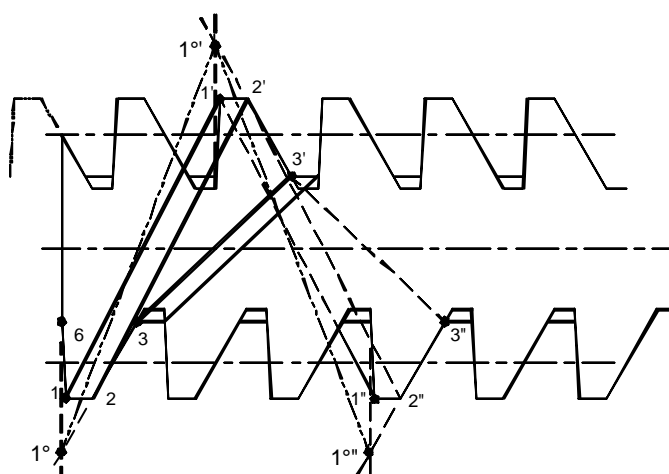
**Figura 4.2.40**

Figura 4.2.41

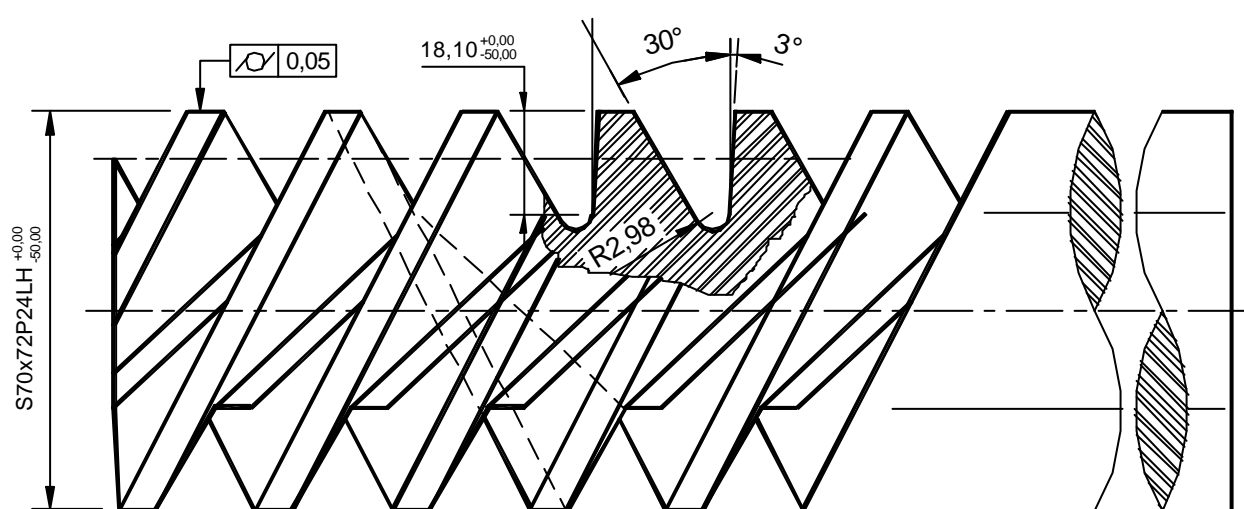


Figura 4.2.42 – Cotagem da rosca Dente de Serra

4.2.9.5 Exercício sobre desenho de rosca

Classe: Rosca Externa

I – M1,75x0,35LH

II - Q150x132P40

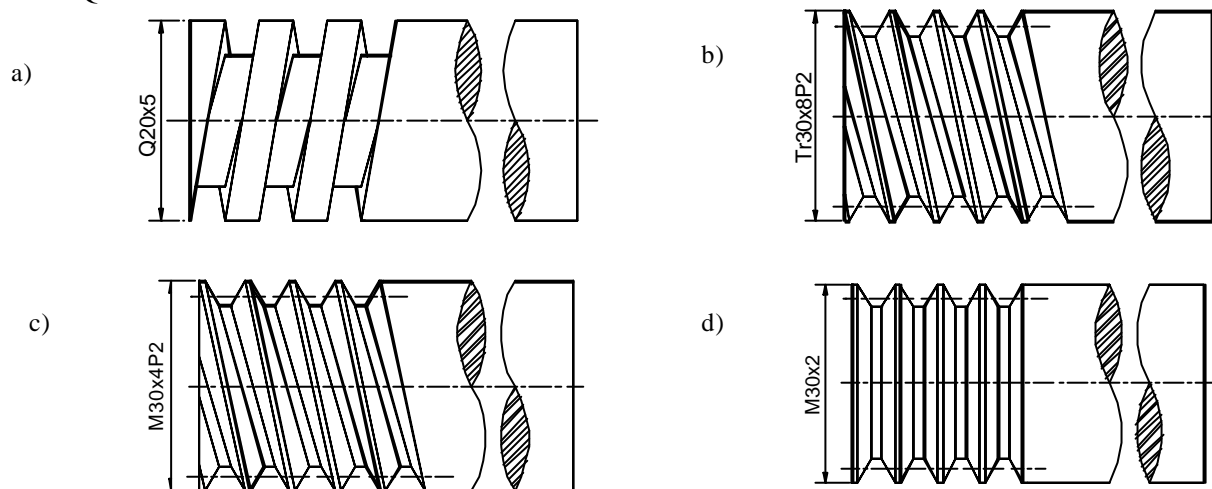
III - Tr50x42P14

 $H_1 = 0,189 \text{ mm}$, $H/8 = 0,038 \text{ mm}$, $r = 0,050 \text{ mm}$, $H = 0,303 \text{ mm}$ $H = 26,124 \text{ mm}$, $H_1 = 8 \text{ mm}$

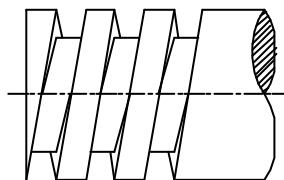
	1	2	3	4	5	6
1	M1LH	Q18x14P7	Tr18x18P6	S20x5LH	W1/8"	NC1/4"LH
2	M1x0,2	Q6x2LH	Tr25x16P8LH	S80x60P20	W3/16"LH	NC5/16"
3	M1x0,75P0,25	Q40x28P14LH	Tr30x9	S50x10	W1/4"	NC3/8"LH
4	M3LH	Q18x7	Tr40x40P10	S160x60P30	W5/16"LH	NC7/16"
5	M5x0,5LH	Q30x36P12	Tr50x28P14	S65x16LH	W3/8"	NC1/2"LH
6	M5	Q120x35LH	Tr38x245P12	S45x40P10	W7/16"LH	NF1/4"x28
7	M2,2x0,25	Q80x25LH	Tr60x64P12LH	S25x14P7	W1/2"	NF5/16"x24LH
8	M6x0,75LH	Q80x50P25	Tr100x30LH	S70x36P18	W1/4"x24LH	NF3/8"x24
9	M1,2x0,2	Q50x15LH	Tr42x30P10	S65x32P16LH	W5/16"/22	NC7/16"x20LH
10	M3x1,5P0,5	Q100x30LH	Tr100x60P30	S120x22LH	W3/8"x20LH	NF1/2"x20
11	M6LH	Q60x72P18LH	Tr70x36P18	S115x24	W7/16"x18	NC9/16"LH
12	M1,2LH	Q10x4LH	Tr55x48P16	S80x40P20	W1/2"x16LH	NC5/8"
13	M4	Q65x18LH	Tr120x70P35LH	S115x48P24	W5/8"	NC1-3/8"LH
14	M1,8x0,20LH	Q90x84P28	Tr160x30	S25x14P7LH	W3/4"LH	NC3/4"
15	M5x3,2P0,8	Q140x40LH	Tr60x32P16LH	S35x8	W7/8"	NF1-3/8"x12LH
16	M2,2x1,35P0,45	Q100x90P30LH	Tr55x16	S25x7	W1"LH	NF7/16"x20
17	M3x1,05P0,35LH	Q90x28	Tr100x30	S30x16P8LH	W5/8"x14	NC1"LH
18	M1,8	Q8x3LH	Tr120x70P35LH	S40x18P9LH	W3/4"x12LH	NF1"x12
19	M6LH	Q24x30P10	Tr80x22LH	S140x52P26	W7/8"x11	NF7/8"x14LH
20	M2,5x0,7P0,35	Q60x18LH	Tr120x35LH	S30x16P8	W1"x10LH	NF3/4"x16
21	M5x0,5LH	Q70x20	Tr18x18P6LH	S140x52P26	W3/16"	NF5/8"x18LH
22	M2LH	Q12x15P5	Tr42x20P10LH	S140x26	W1/4"LH	NF9/16"x18
23	M6x1,5P0,75LH	Q160x50	Tr32x30P10LH	S70x20	W5/16"	NFn ² 5LH
24	M1,2x0,8P0,2	Q12x10P5LH	Tr40x10	S100x20LH	W3/8"LH	NFn ² 8
25	M2,5	Q16x6LH	Tr42x30P10LH	S140x78P26	W7/16"	NCn ² 10LH
26	M2,2LH	Q30x1	Tr140x160P40LH	S90x40P20	W1/4"x26LH	NC3/8
27	M1,8x0,9P0,3	Q24x10LH	Tr50x28P14	S140x104P26LH	W1/4"x26	NCn ² 12LH
28	M3x0,35	Q140x120P40LH	Tr45x24P12LH	S70x18	W3/8"x20LH	NC1-1/8"
29	M2x0,8P0,4	Q70x20LH	Tr40x10	S120x66P22	W7/16"x18	NF1-1/8"x12LH
30	M2,5x0,3	Q90x56P28LH	Tr32x30P10LH	S40x9	W1-1/8"LH	NC1-1/4"

4.2.9.6 Exercício sobre cotagem de rosca

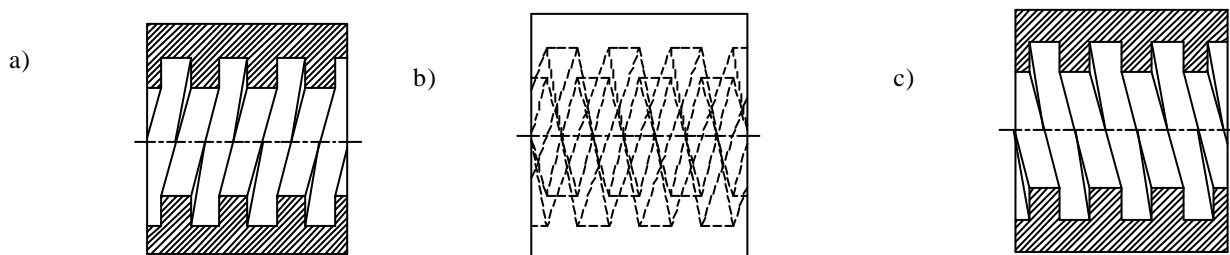
- 1 - Cote as seguintes rosas: (verifique se são de rosca de passo normal ou fino), consulte as Tabelas 4.2, 4.3 e 4.4.
 - a - uma rosca triangular métrica de diâmetro nominal 20 mm, passo 2,5 mm, duas entradas, rosca esquerda
 - b - rosca triangular métrica de diâmetro nominal 20 mm, passo 1mm, com uma entrada, rosca esquerda
 - c - rosca triangular métrica de diâmetro nominal 20 mm, passo 2,5 mm, com uma entrada, rosca esquerda
 - d - rosca trapezoidal de diâmetro nominal 100 mm, passo 20 mm, com três entradas, rosca direita
 - e - rosca Whitworth de diâmetro nominal 5/16", 18 fios por polegada, com uma entrada, rosca direita
- 2 - Quais elementos devem ser citados quando da cotagem convencional da rosca?
- 3 - Quando devemos representar a rosca na forma simplificada, e quando devemos representa-la na forma convencional?
- 4 - Quais os elementos da hélice?
- 5 - Qual o passo de uma rosca que tem 40 fios por polegada?
- 6 - Um parafuso de diâmetro 20 mm tem comprimento de rosca igual a 100 mm. Se o passo deste parafuso é 0,1mm, quantas voltas são necessárias para retirá-lo completamente do furo?
- 7 - Um parafuso de diâmetro 12 mm, tem comprimento de rosca igual a 200 mm. Se o passo deste parafuso é 0,2 mm, quantas voltas são necessárias para retirar completamente este parafuso?
- 8 - Um parafuso de diâmetro 10 mm, tem avanço de 0,5 mm e passo 0,1mm. O seu comprimento de rosca é de 25 mm. Quantas voltas são necessárias para retirar este parafuso completamente?
- 9 - Explique porque um parafuso M12 não serve para ser colocado numa porca M12x1.
- 10 - Procure verificar porque um parafuso com rosca W1/2" não serve para uma porca UNC1/2".
- 11 - Calcule o ângulo de hélice da rosca Tr20x6. Qual o ângulo de hélice do diâmetro externo e do diâmetro interno. Porque estes três ângulos são diferentes?
- 12 - Qual das rosas abaixo está cotada corretamente.



- 13 - Nos desenhos abaixo temos um fuso e a representação de três rosas internas. Identifique qual rosca interna serve para o fuso.

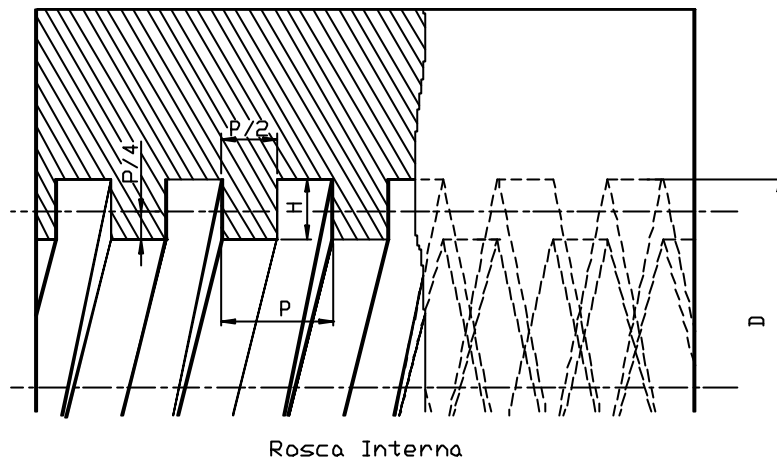


Fuso



4.2.10 – Perfis de roscas

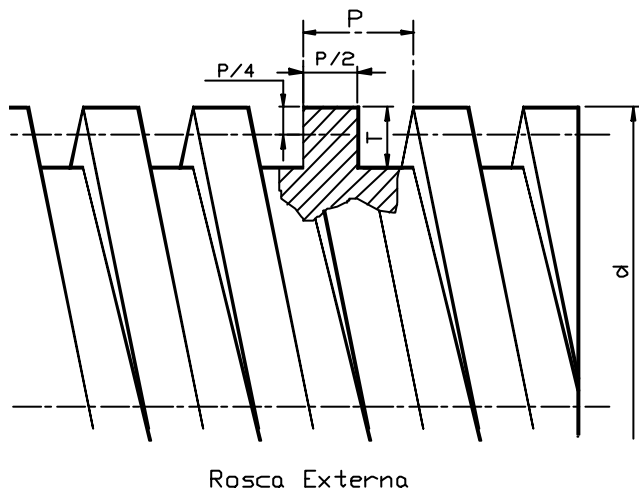
4.2.10.1 Perfil da Rosca quadrada

**Dados da rosca interna**

$$H = 0,5P + b$$

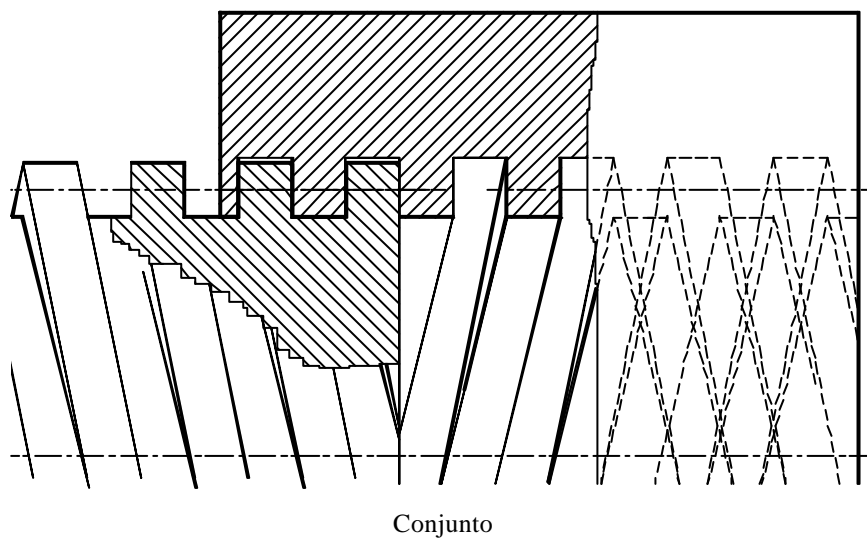
Dados da rosca externa

$$T = 0,5P$$

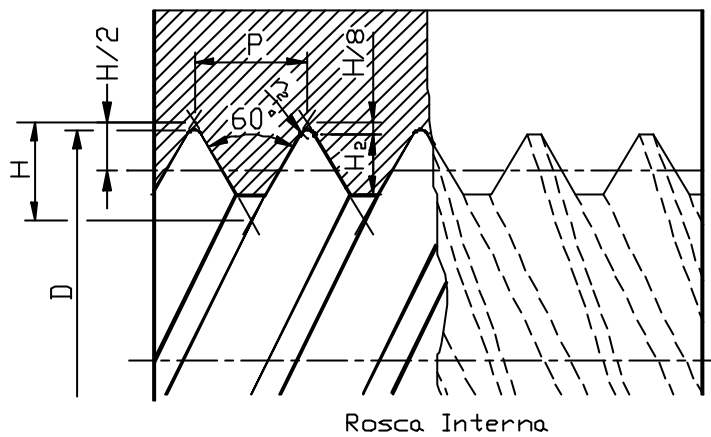


Passos	b
1,5	0,15
2	0,25
2,5	0,25
3	0,25
4	0,25
5	0,25
6	0,5
7	0,5
8	0,5
10	0,5
12	0,5
14	1
1618	1
20	1

Nota: no caso de passos maiores do que 20mm, utilizar **b** = 1 mm.



4.2.10.2 Rosca Triangular Métrica (NB-97)



Dados da rosca interna

$$H = \text{altura do Triângulo fundamental} = \frac{\sqrt{3}}{2} P$$

$$H_2 = \text{Altura do filete} = \frac{5}{8} H$$

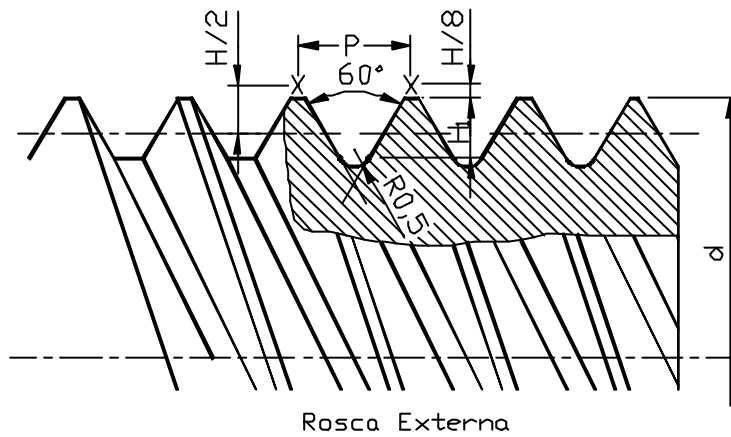
$$r_2 < \frac{H}{8}, \text{ deve ultrapassar o perfil básico}$$

Dados da rosca externa

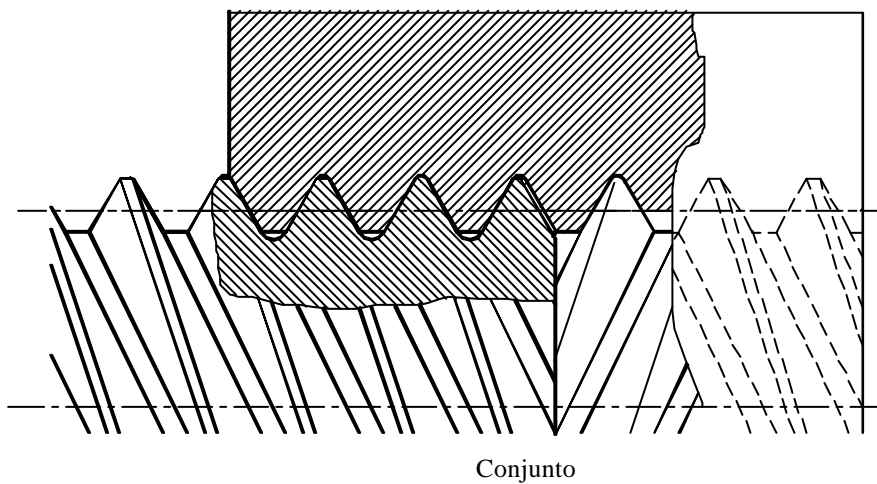
$$H = \text{altura do Triângulo fundamental} = \frac{\sqrt{3}}{2} P$$

$$H_1 = \text{Altura do filete} = \frac{5}{8} H$$

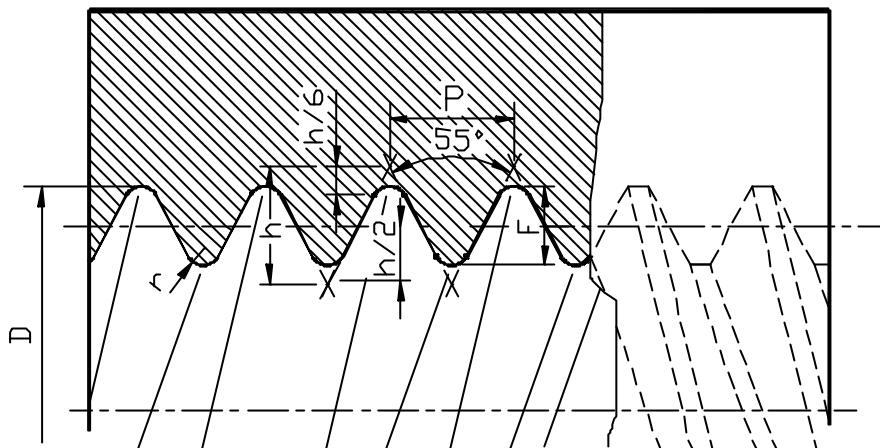
$$r = \frac{H}{6}, \text{ deve ultrapassar o perfil básico}$$



Nota: no desenho da rosca triangular Métrica, deve-se representar o pé do filete arredondado apenas no local do corte parcial.



4.2.10.3 Perfil da rosca Whitworth



Rosca Interna

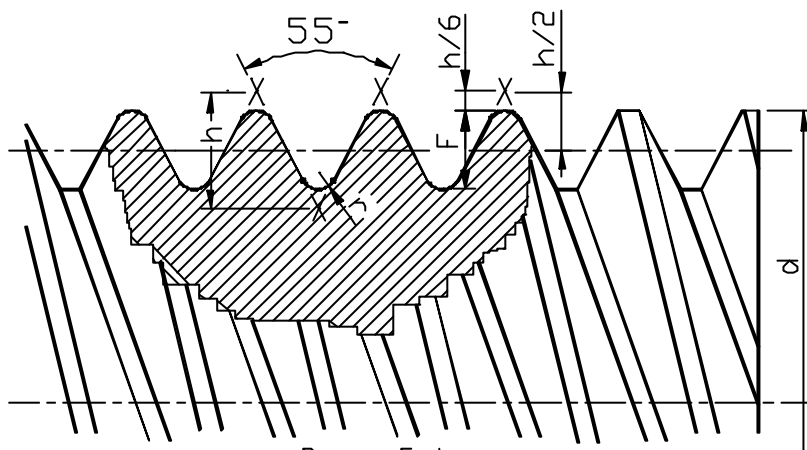
Altura do triângulo fundamental
 $= h = 0,96049 P$

Altura do filete $= F = 0,64033 P$

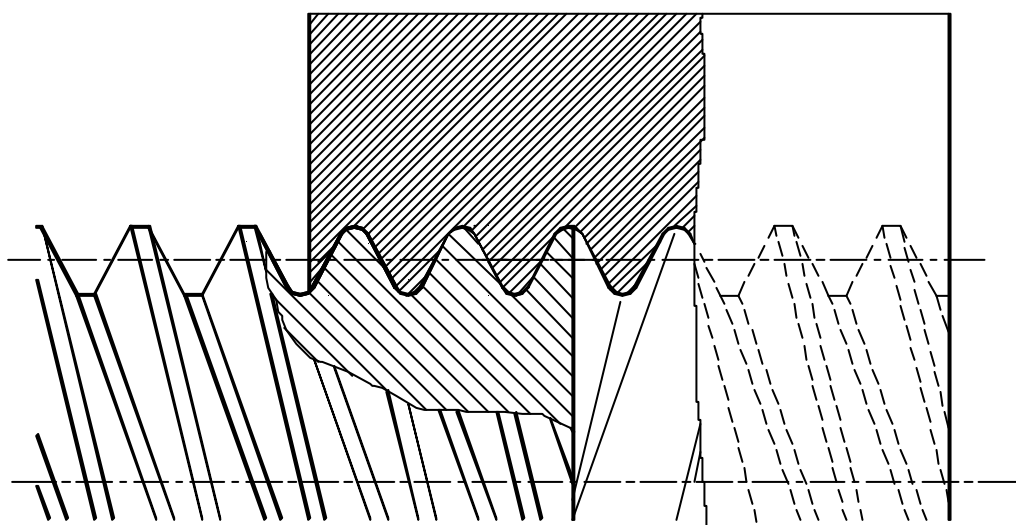
$r = 0,13733 P$

$P = \frac{25,40095}{Z}$, onde Z é o
 número de filetes por polegada.

Nota: no desenho de rosca, Whitworth, deve-se representar o pé e a crista do filete arredondados, apenas no local do corte parcial.

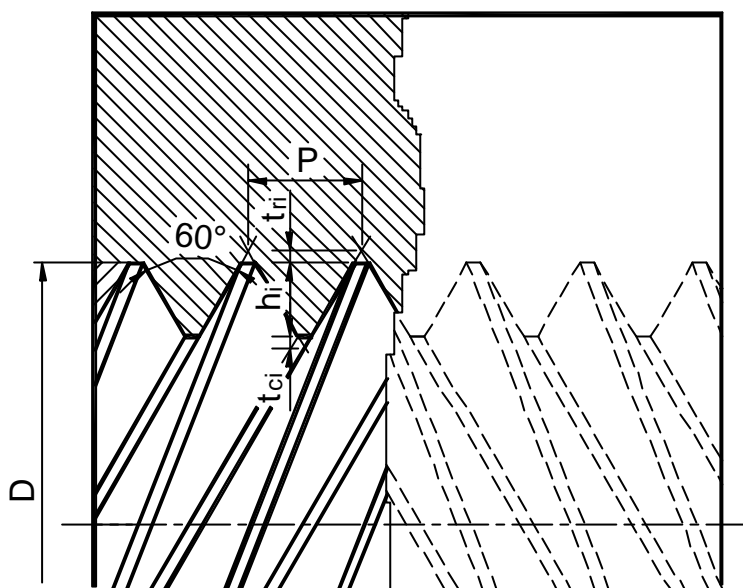


Rosca Externa



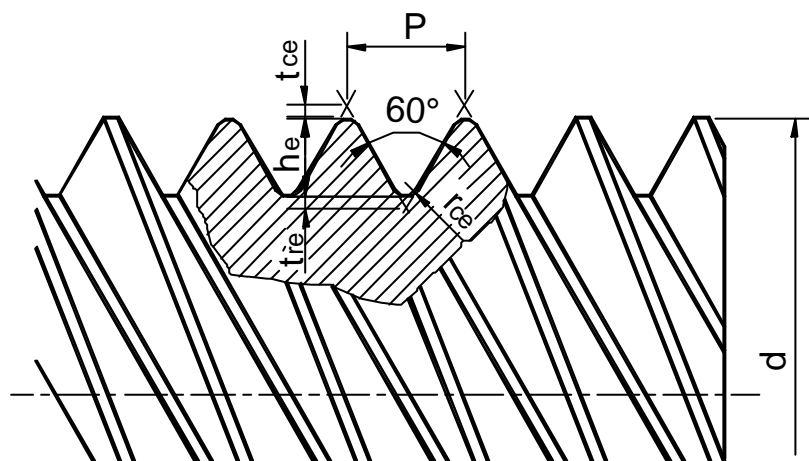
Conjunto

4.2.10.4 Perfil da rosca Unificada americana: NC (UNC), NF (UNF) e NEF (UNEF)



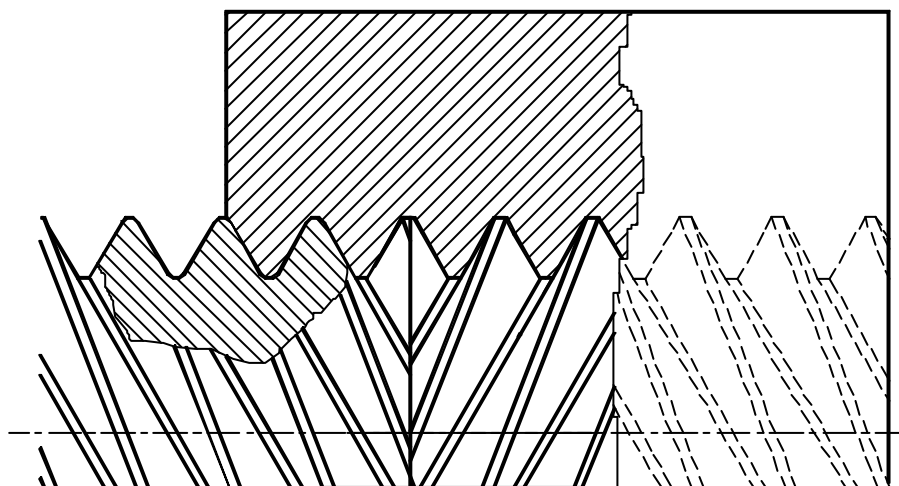
Rosca interna

$P = 25,4/N$
 $N = \text{número de filetes por polegada}$
 $H = 0,86603 P$
 $h_i = 0,54127 P$
 $h_e = 0,61343 P$
 $t_{ci} = 0,21651 P$
 $t_{ce} = t_{ri} = 0,10825 P$
 $t_{re} = 0,14434 P$
 $r_{ce} = 0,108 P$



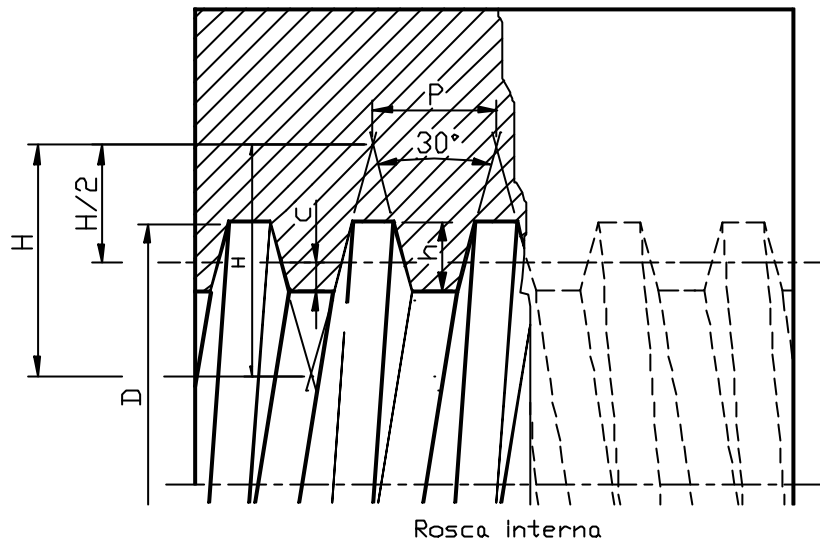
Rosca externa

Nota: no desenho das roscas Unificada Americana, deve-se representar o pé do filete arredondado apenas no local do corte parcial.



Conjunto

4.2.10.5 Perfil da rosca trapezoidal (NF E 03-004)

**Dados da rosca interna**

$$H = 1,866P$$

$$h = 0,5P + 2^a - b$$

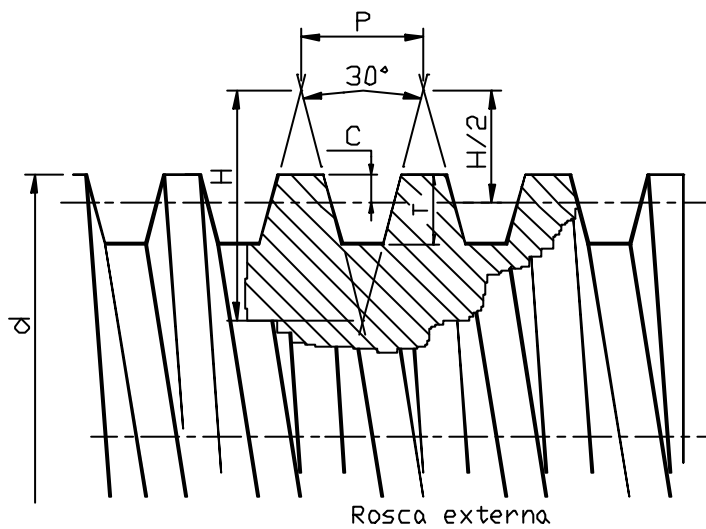
$$c = 0,25P$$

Dados da rosca externa

$$H = 1,866P$$

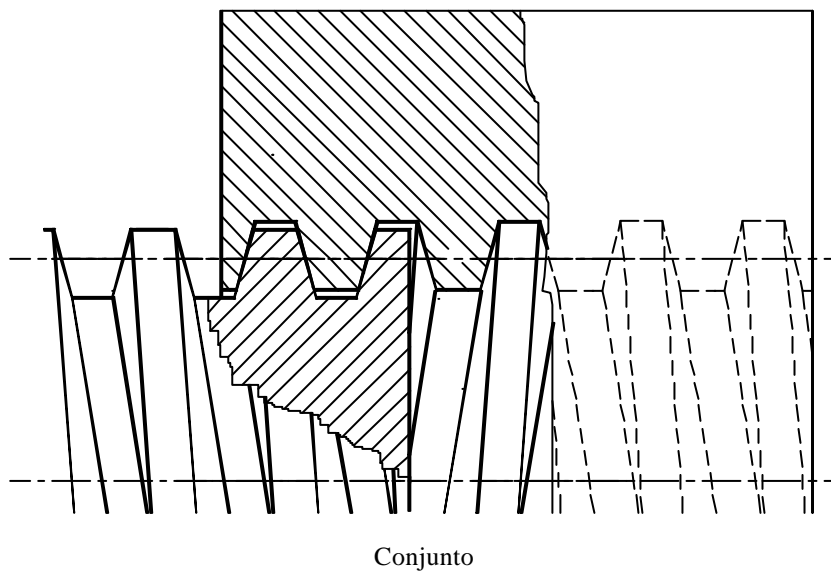
$$T = 0,5P + a$$

$$C = 0,25P$$

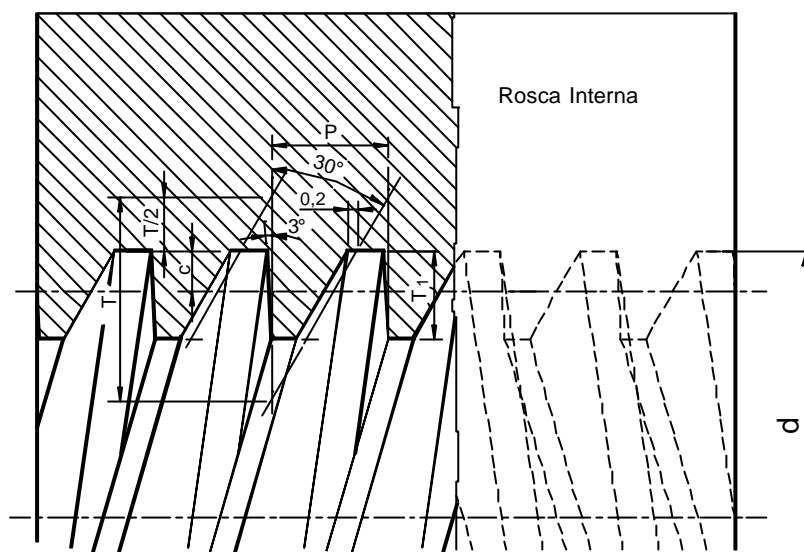


Passos	a	b
3	0,25	0,5
4	0,25	0,5
5	0,25	0,75
6	0,25	0,75
7	0,25	0,75
8	0,25	0,75
9	0,25	0,75
10	0,25	0,75
12	0,25	0,75

Nota: no caso de passo maior que 12mm
utilizar $a = 0,25\text{mm}$ e $b = 0,75\text{mm}$.



4.2.10.6 Perfil da rosca dente de serra (DIN 513)



$T = 1,73205 P$, altura do triângulo fundamental

$T_1 = 0,75 P$

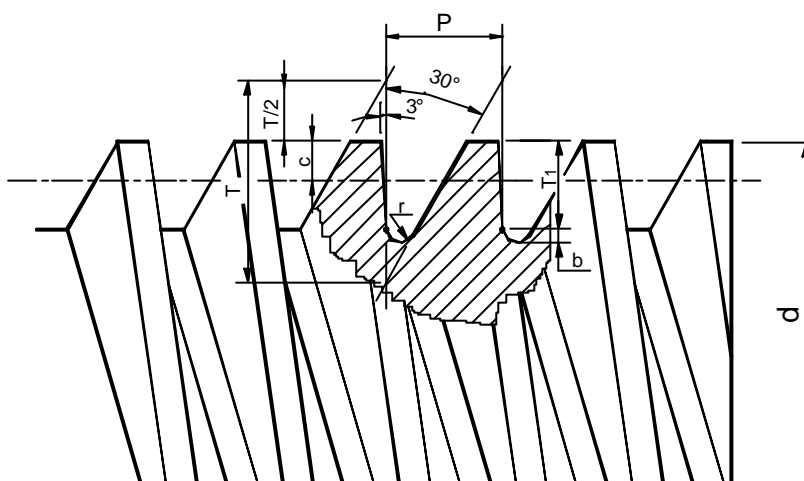
$c = 0,341 P$

$r = 0,12427 P$

$b = 0,11777 P$

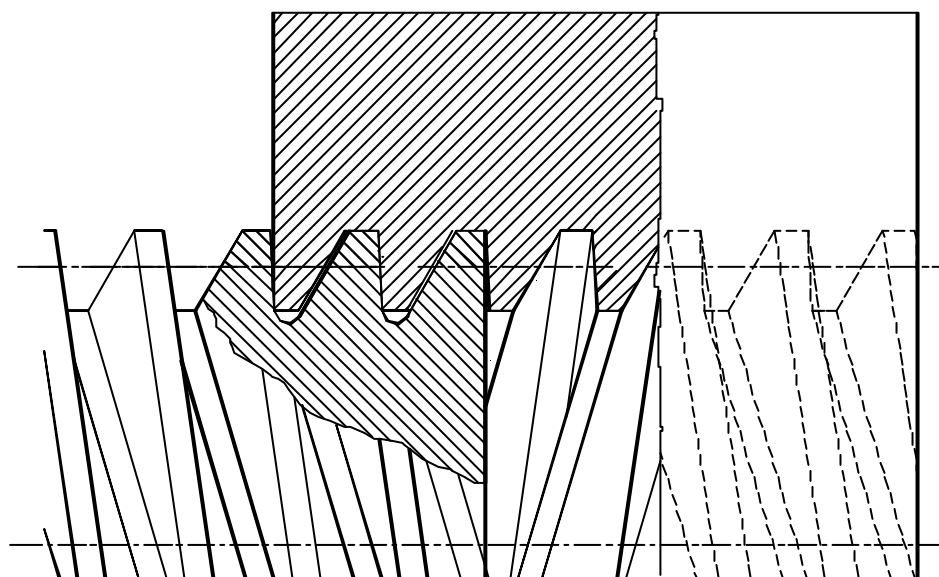
Passos padronizados:

5-6-7-8-9-10-12-14-16-18-
20-22-24-26



Rosca Externa

Nota: no desenho de rosca dente de serra externa, representar o pé do filete arredondado apenas no local do corte parcial. A rosca dente de serra interna não possui o pé arredondado'1



Conjunto

4.3 Representação convencional de rosca

É o tipo de representação mais utilizada para representar elementos roscados padronizados ou não.

4.3.1 Rosca Externa: Neste tipo de representação o diâmetro externo da rosca, é representado por uma linha larga e o diâmetro interno por uma linha estreita. Na vista de frente da rosca, o diâmetro interno é representado por $\frac{3}{4}$ de circunferência, *Figura 4.2.43*.

Nota: Os parafusos e fusos não devem ser seccionados **longitudinalmente** por plano de corte, a não ser que estes elementos apresentem detalhes internos que justifiquem um corte longitudinal, e neste caso deve-se dar preferência ao **corte parcial**.

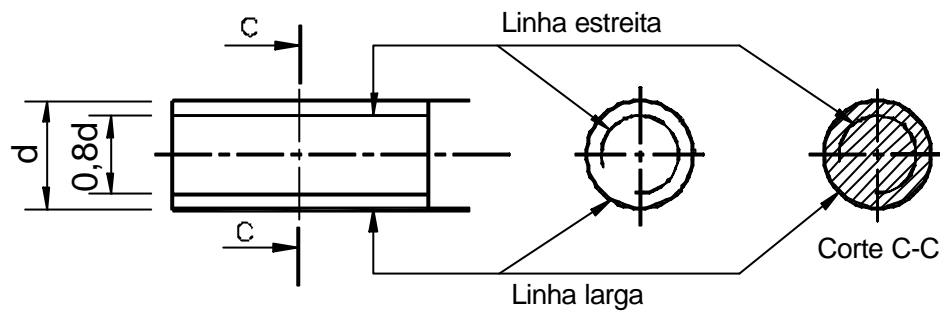


Figura 4.2.43 – Representação convencional para rosca externa

4.3.2 Rosca Interna: Neste tipo de representação o diâmetro da rosca, é representado por uma linha estreita e o diâmetro interno por uma linha larga. Na vista de frente da rosca o diâmetro da rosca é representado por $\frac{3}{4}$ da circunferência, *Figura 4.2.44 e 4.2.45*.

4.3.2.1 Rosca interna em furo passante

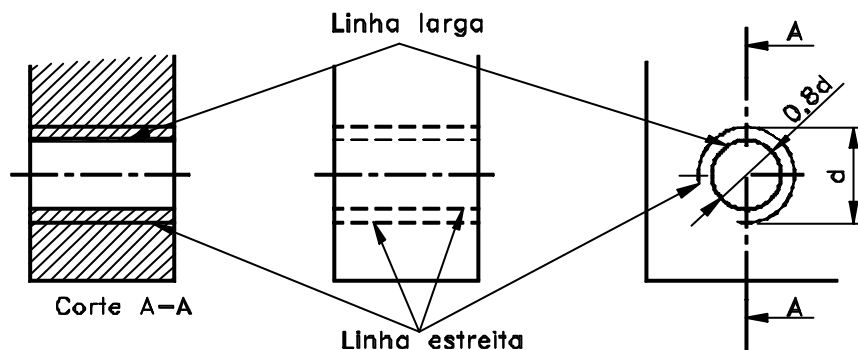


Figura 4.2.44 – Representação convencional para rosca interna

4.3.2.2 Rosca interna em furo cego

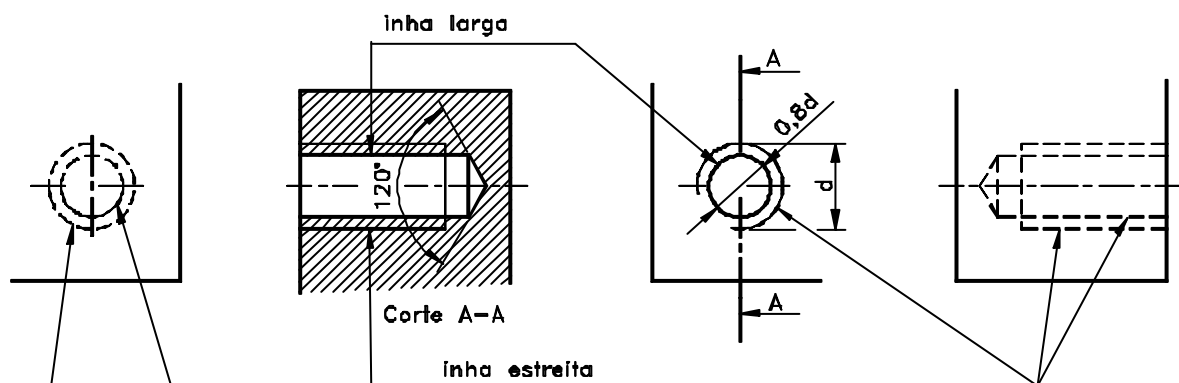
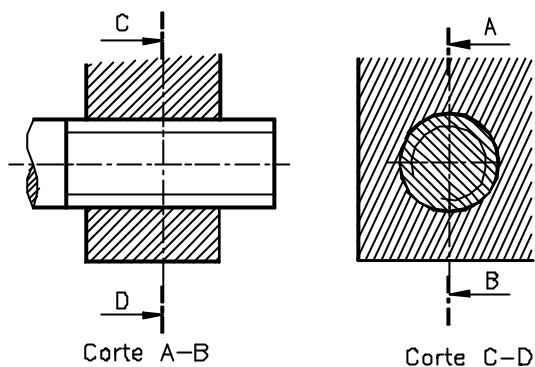


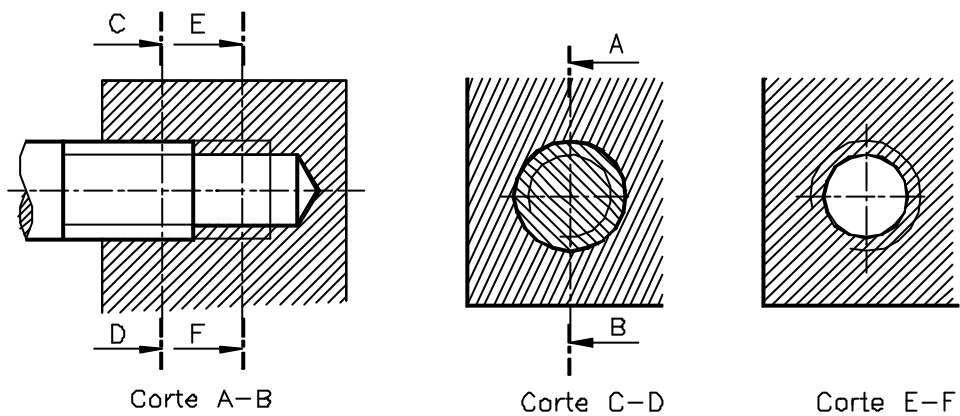
Figura 4.2.45 – Representação convencional para rosca interna

4.3.3 Desenho de conjunto

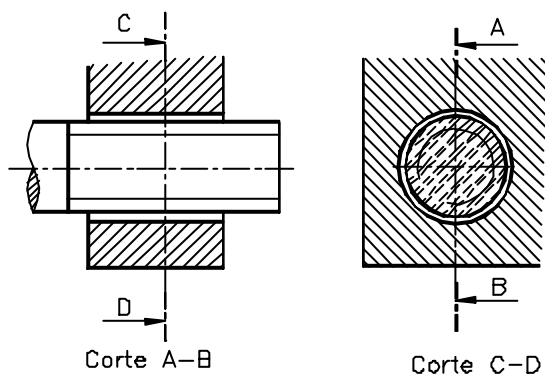
Parafuso em furo passante **com rosca**



Parafuso em furo cego com **rosca**

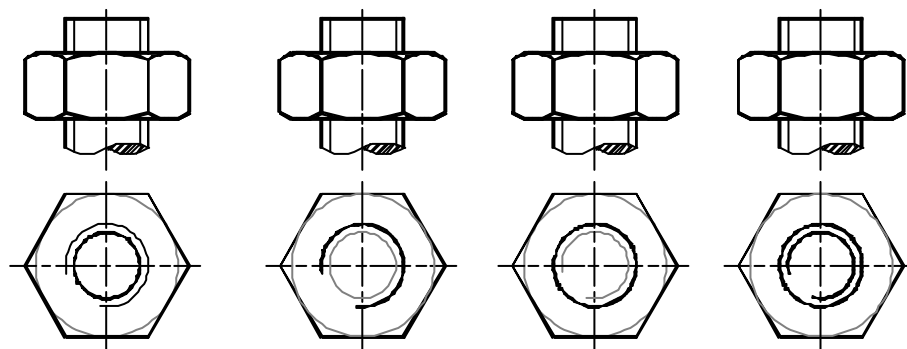


Parafuso em furo passante **sem rosca**



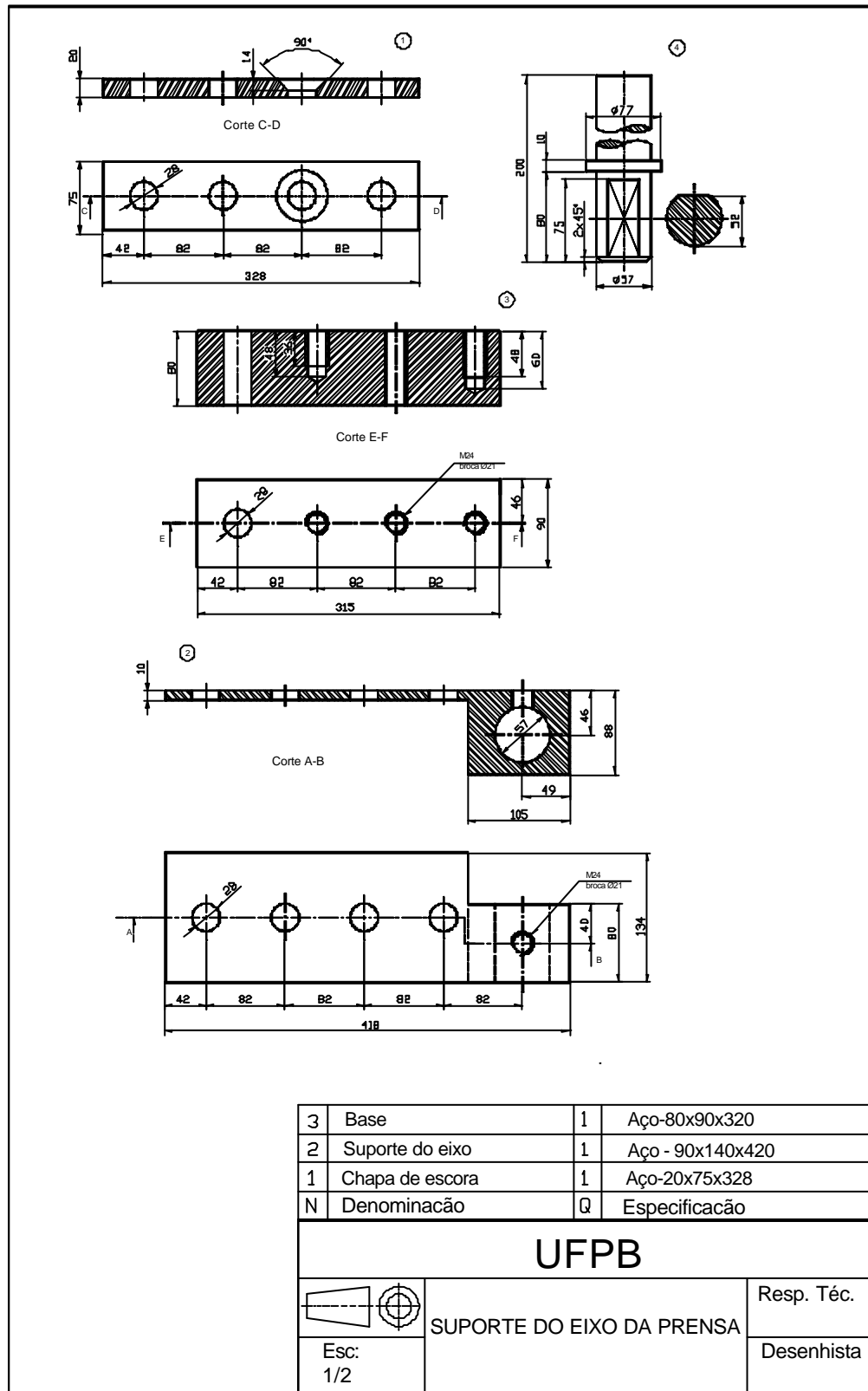
4.3.4- Exercícios

- Identifique qual das representações parafuso/porca está corretamente representada.



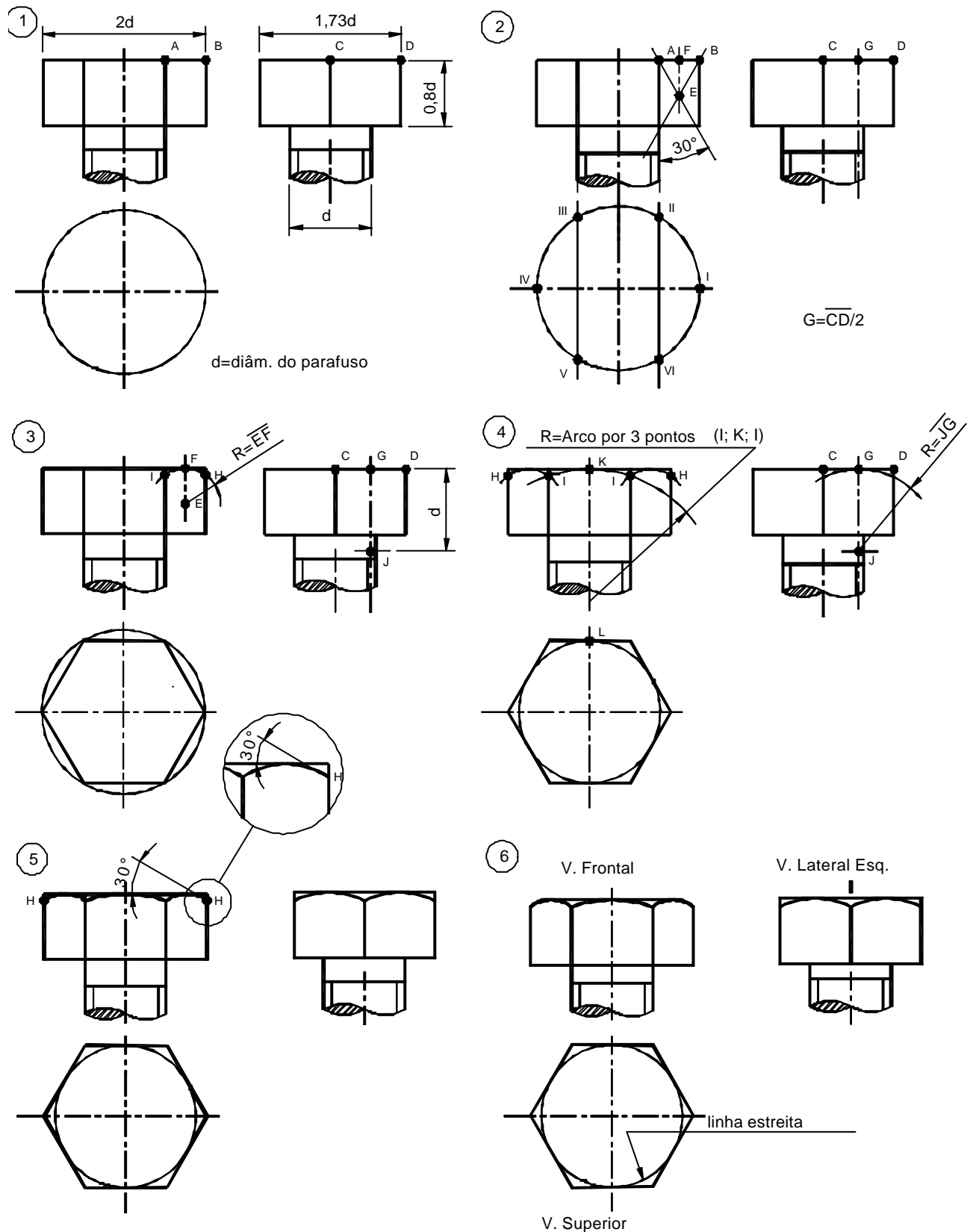
4.3.5 Desenho de detalhes das peças da *Página 4.25*, para parafusos com rosca M24.

Nota: O diâmetro da broca para o **furo com rosca** foi retirado das *Tabelas 4.2 (rosca triangular métrica)*, e o diâmetro da broca **para furo sem rosca** para passagem do parafuso, foi retirado da *Tabela 4.5(acabamento grosso)*.



4.4 Elementos de fixação

4.4.1 Seqüência de traçado do parafuso de cabeça sextavada (os mesmos procedimentos devem ser utilizados para a porca sextavada).

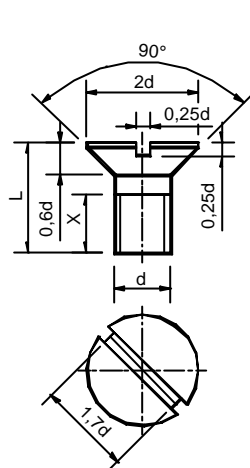


Nota: A porca sextavada é desenhada da mesma forma que o parafuso, apenas muda a altura da porca: $H = 0,6d$ ou d

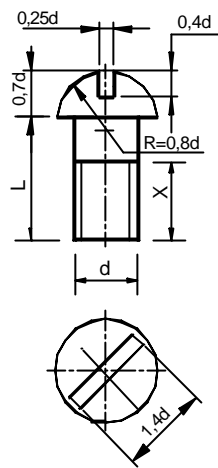
4.4.2 Tipos de parafusos, porcas, arruelas e outros dispositivos

Nota: As dimensões dos elementos deste item em função do diâmetro nominal, é apenas para poder representa-los em desenhos de **conjunto**, não servem para desenho de detalhe, para isto deve-se procurar normas sobre estes elementos ou catálogos de fabricantes.

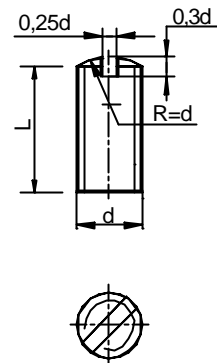
4.4.2.1 Parafusos



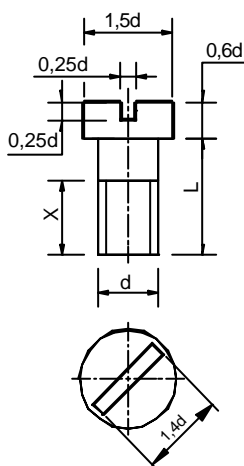
Paraf. Cab. escareada



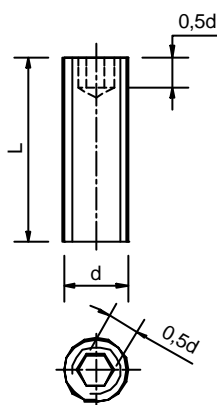
Paraf. Cab. redonda



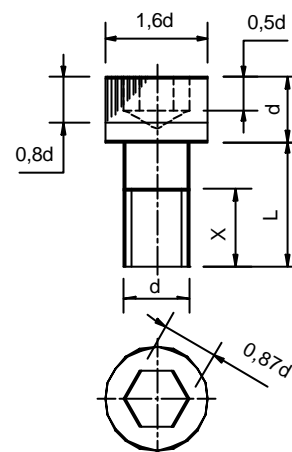
Paraf. Sem cab. com fenda



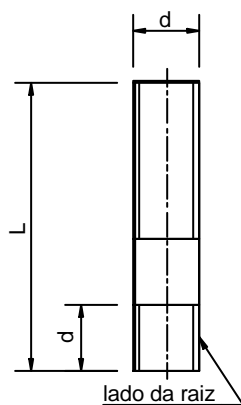
Paraf. Cab cilíndrica



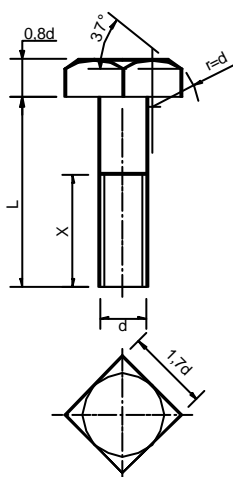
Paraf. Halen s/ cabeça



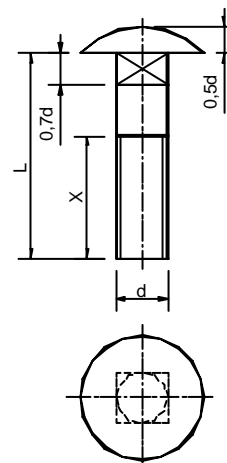
Paraf. Halen c/ cabeça



Paraf. Prisioneiro



Paraf. Cab. quadrada



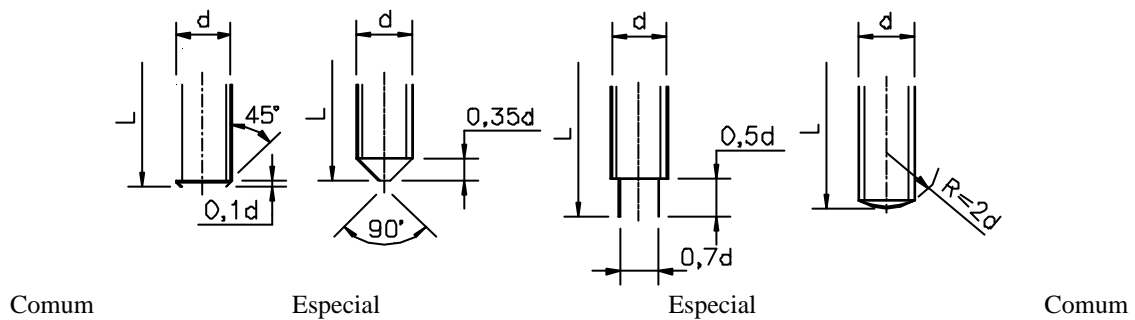
Paraf. C/ pescoço quadrado

Tabela 4.1 – Comprimento padronizado de parafusos – (L) comprimento do parafuso, X comprimento de rosca

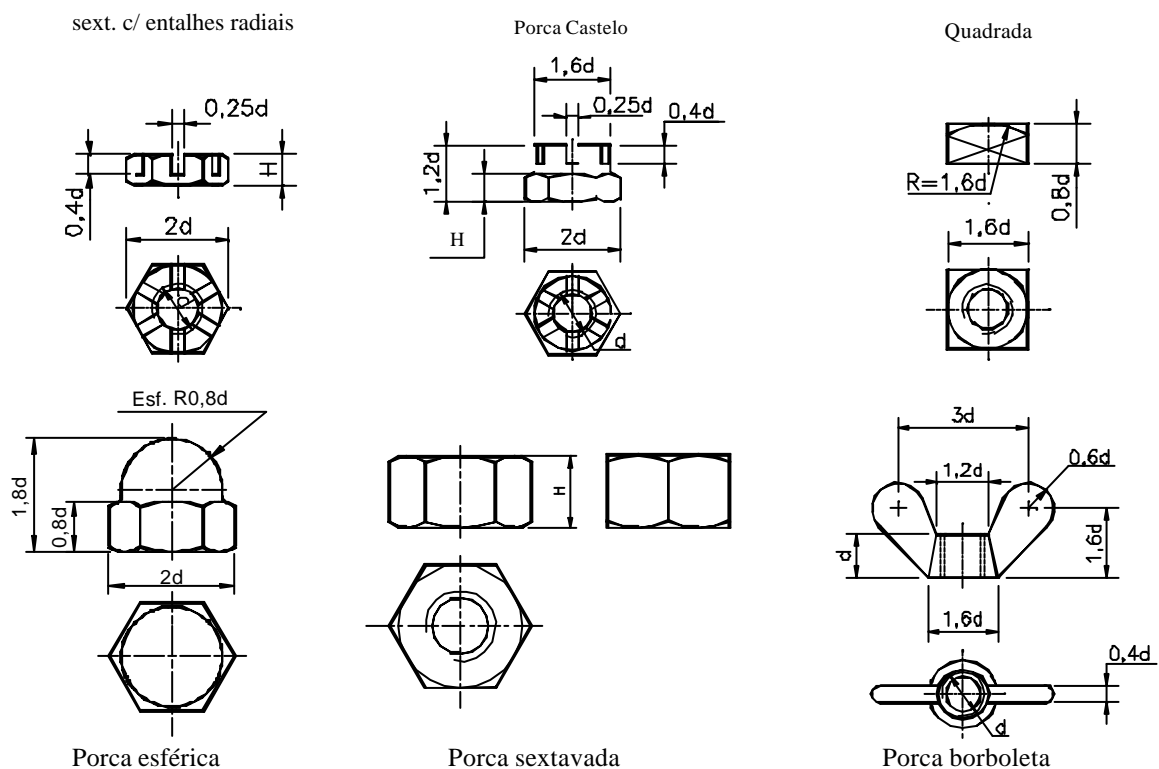
d	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
P	0,4	0,45	0,5	0,6	0,6	0,8	1	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5
	L X	L X	L X	L X	L X	L X	L X	L X	L X	L X	L X	L X	L X	L X	L X
	12 10	12 11	14 12	16 13	16 14	18 16	20 18	22 20	25 22	30 26	35 30	40 34	45 38	50 42	55 46
	14 10	14 11	16 12	18 13	18 14	20 16	22 18	25 20	28 22	35 26	40 30	45 34	50 38	55 42	60 46
	16 10	16 11	18 12	20 13	20 14	22 16	25 18	28 20	30 22	40 26	45 30	50 34	55 38	60 42	65 46
	18 10	18 11	20 12	22 13	22 14	25 16	28 18	30 20	35 22	45 26	50 30	55 34	60 38	65 42	70 46
	20 10	20 11	22 12	25 13	25 14	28 16	30 18	35 20	40 22	50 26	55 30	60 34	65 38	70 42	75 46
				25 12	28 13	28 14	30 16	35 18	40 20	45 22	55 26	60 30	65 34	70 38	80 42
				28 12	30 13	30 14	35 16	40 18	45 20	50 22	60 26	65 30	70 34	75 38	85 42
				30 12	35 13	35 14	40 16	45 18	50 20	55 22	65 26	70 30	75 34	80 38	90 42
						40 14	45 16	50 18	55 20	60 22	70 26	75 30	80 34	85 38	90 42
						50 16	55 18	60 20	65 22	75 26	80 30	85 34	90 38	100 42	110 46
							60 18	65 20	70 22	80 26	85 30	90 34	100 38	110 42	120 46
								70 20	75 22	85 26	90 30	100 34	110 38	120 42	130 46
									80 22	90 26	100 30	110 34	120 38	130 42	140 46
										100 26	110 30	120 34	130 38	140 42	150 46
										110 26	120 30	130 34	140 38	150 42	160 46
										120 26	130 30	140 34	150 38	160 42	170 46
										130 32	140 36	150 40	160 44	170 48	180 52

Nota: Quando o comprimento parafuso dimensionado ou selecionado não se enquadrar em nenhum dos apresentados na tabela acima, selecione um comprimento que seja um número inteiro, Por exemplo M2x8, ou M6x10.

4.4.2.2 Extremidades de parafusos.

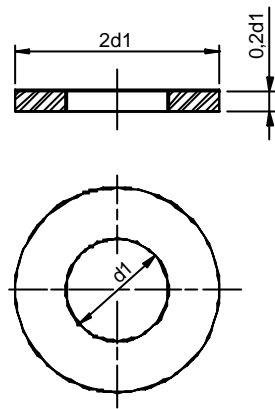


4.4.2.3 Porcas: dimensão característica (altura): $0,6d < H < d$

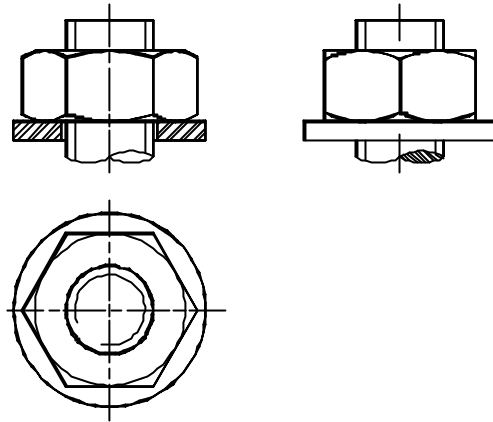


4.4.2.4 Arruelas: dimensão característica (diâmetro do furo): $d_1=1,1d$

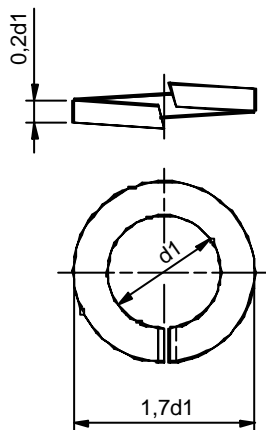
Arruela lisa



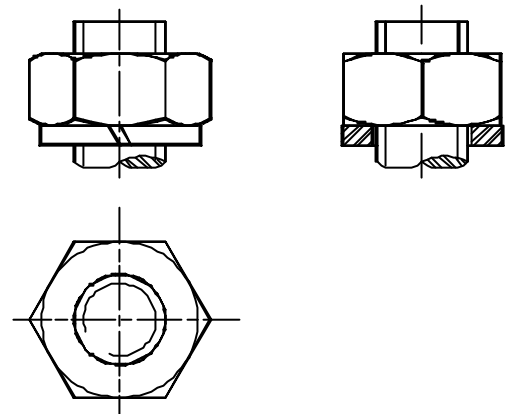
Exemplo de aplicação (pode vir do lado da porca ou do parafuso)



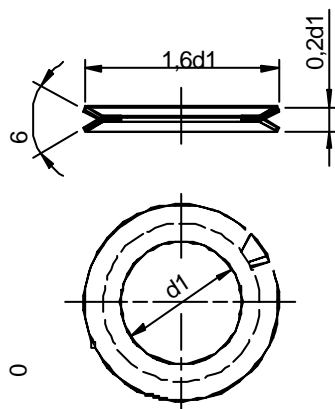
Arruela de pressão



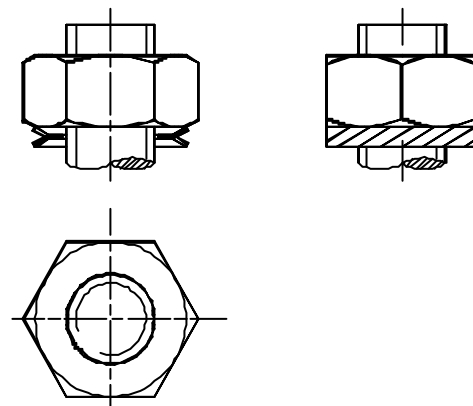
Exemplo de aplicação (pode vir do lado da porca ou do parafuso)



Arruela denteada



Exemplo de aplicação (pode vir do lado da porca ou do parafuso)



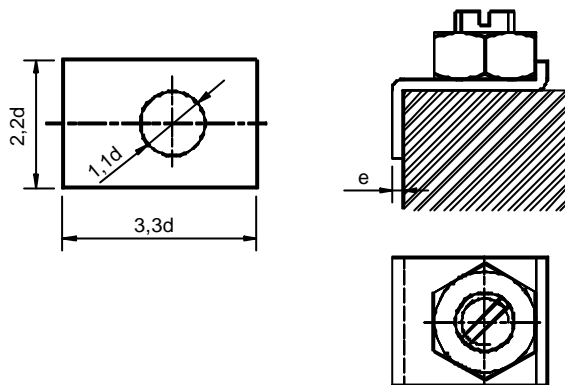
Especificação: nome da arruela, diâmetro do parafuso - material

Exemplo de especificação:

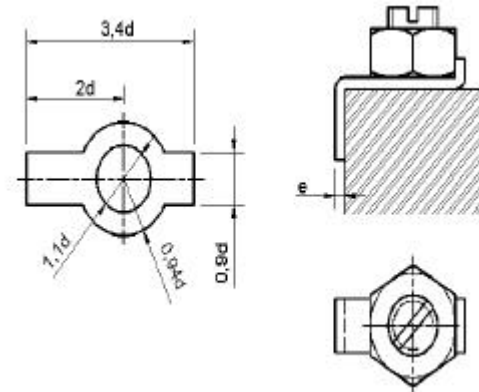
Arruela de pressão - $\phi 10$ - Aço XXX

4.4.2.5 Dispositivos de travamento

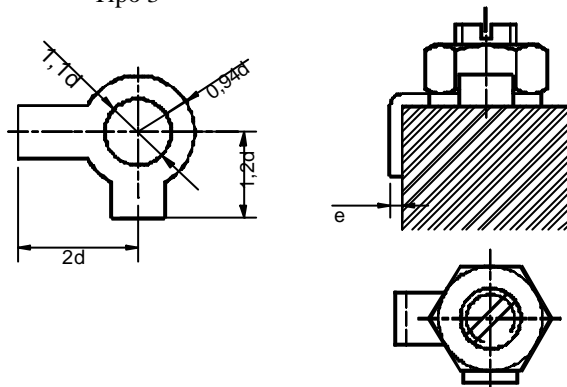
Tipo 1



Tipo 2



Tipo 3



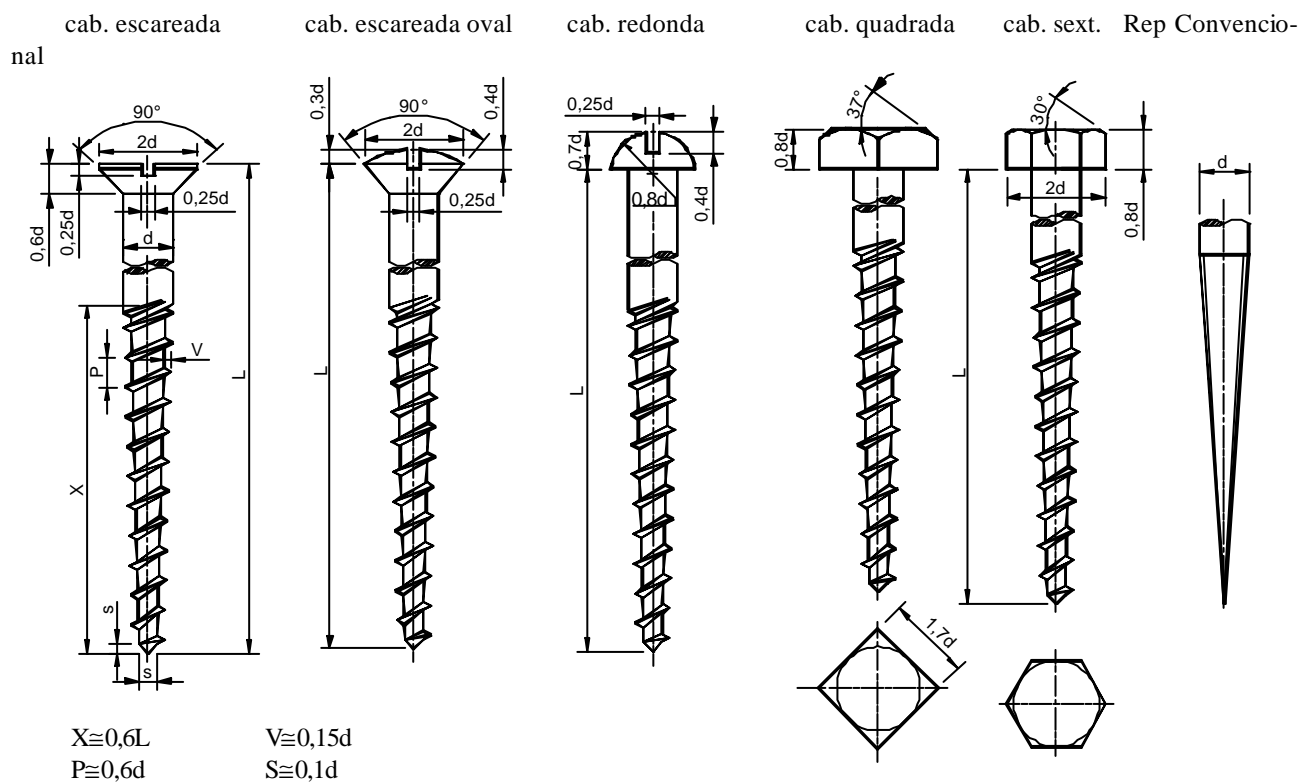
Espessura da chapa do dispositivo (e)

$d \leq 7$	0,5	1,0
$7 < d \leq 22$	1,0	2,0
$22 < d$	1,5	3,0

Nota: dimensões em milímetro

4.4.2.6 Parafusos com rosca ligeira (rosca soberba).

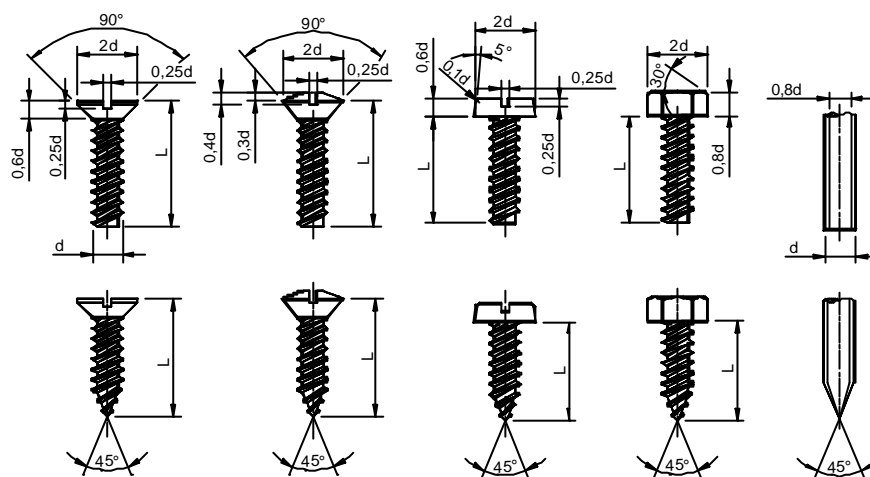
4.4.2.6.1 parafuso com rosca ligeira para madeira – representação simplificada e convencional



Paraf. cab. Escareada, Esc. Oval e Redonda		Paraf. cab. Quadrada e cab. Sextavada	
d	L	d	L
1,4	de 5 a 25	6	de 25 a 80
2	5 a 25	7	30 a 80
2,6	5 a 30	8	30 a 130
3	7 a 40	10	40 a 150
3,5	10 a 50	12	50 a 175
4	10 a 60	14	60 a 225
4,5	10 a 70	16	60 a 250
5	12 a 80	18	70 a 300
6	20 a 150		
7	25 a 150		
8	30 a 150		
10	50 a 150		

Utilizar para os comprimentos sempre valores inteiros

4.4.2.6.2 Parafusos com rosca ligeira para utilização em chapas metálicas, com ponta e sem ponta. – representação simplificada e convencional – os nomes dos parafusos são semelhantes aos do item 4.4.2.6.1.



Bitola Nº		2	4	6	7	8	10	12	14
Diâmetro (d) mm		2,2	2,9	3,5	3,9	4,2	4,8	5,5	6,3
L		Comprimento padronizado em função do diâmetro do parafuso							
mm	pol								
4,5	3/16	X	X						
6,5	1/4	X	X	X					
9,5	3/8	X	X	X	X	X	X		
13	1/2	X	X	X	X	X	X	X	X
16	5/8		X	X	X	X	X	X	X
19	3/4		X	X	X	X	X	X	X
22	7/8			X	X	X	X	X	X
25	1			X	X	X	X	X	X
32	1 1/4				X	X	X	X	X
38	1 1/2					X	X	X	X
45	1 3/4						X	X	X
50	2						X	X	X

Especificação: nome do parafuso, “bitola”, comprimento - material

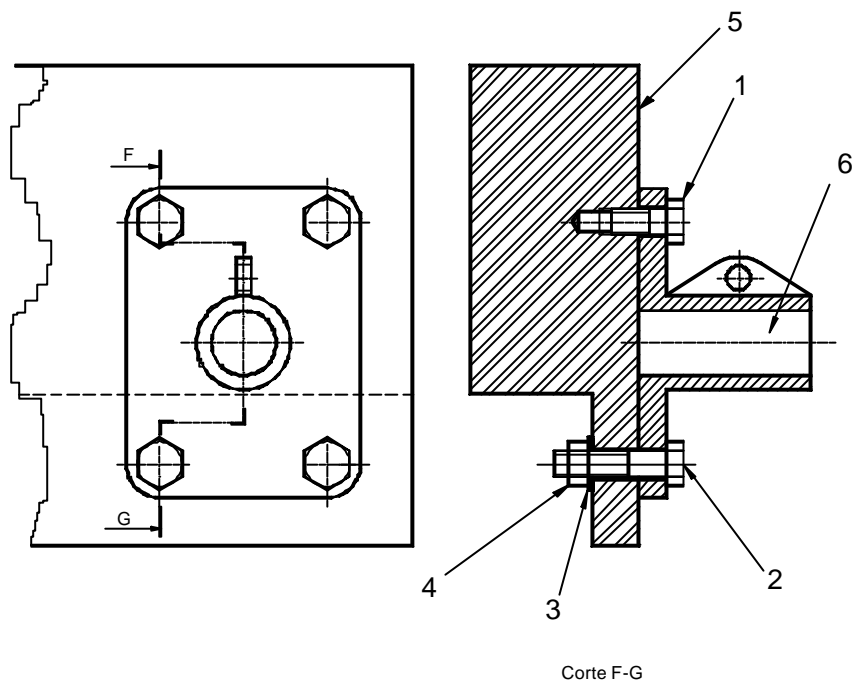
Exemplo de especificação:

Parafuso cab. de panela com ponta Nº 6x5/8”- Aço XXX

Parafuso cab. escareada sem ponta Nº 8x32 – Aço XXX

4.4.3 Desenho de conjunto de uma junta parafusada

Neste tipo de desenho todas as peças são representadas, inclusive as peças padronizadas.



6	Suporte	1	fofo
5	Base	1	fofo - 200x300x500
4	Porca sextavada	2	Aço SAE 1020 - Ø8
3	Arruela lisa	2	Aço SAE 1020 - Ø8
2	Paraf. cab. sextvada	2	Aço SAE 1020 - M8x30
1	Paraf. Cab sextavada	2	Aço SAE 1020 - M8x20
N	Denominação	Q	Especificação e Material

UFPB - Universidade Federal da Paraíba			
	Suporte vertical		Prof. Frederico
Esc. 1:1	Data: 15/10/03	Aluno: Adiana	Mat. 99781014

4.4.4 Desenho de detalhes de uma junta parafusada

Nota: Neste tipo de desenho apenas as peças não padronizadas são representadas. O diâmetro da broca para os furo com rosca é retirado das *Tabelas 4.2, 4.3 ou 4.4*, e o diâmetro da broca para furo sem rosca, para passagem de parafuso, deve ser retirado da *Tabela 4.5*.

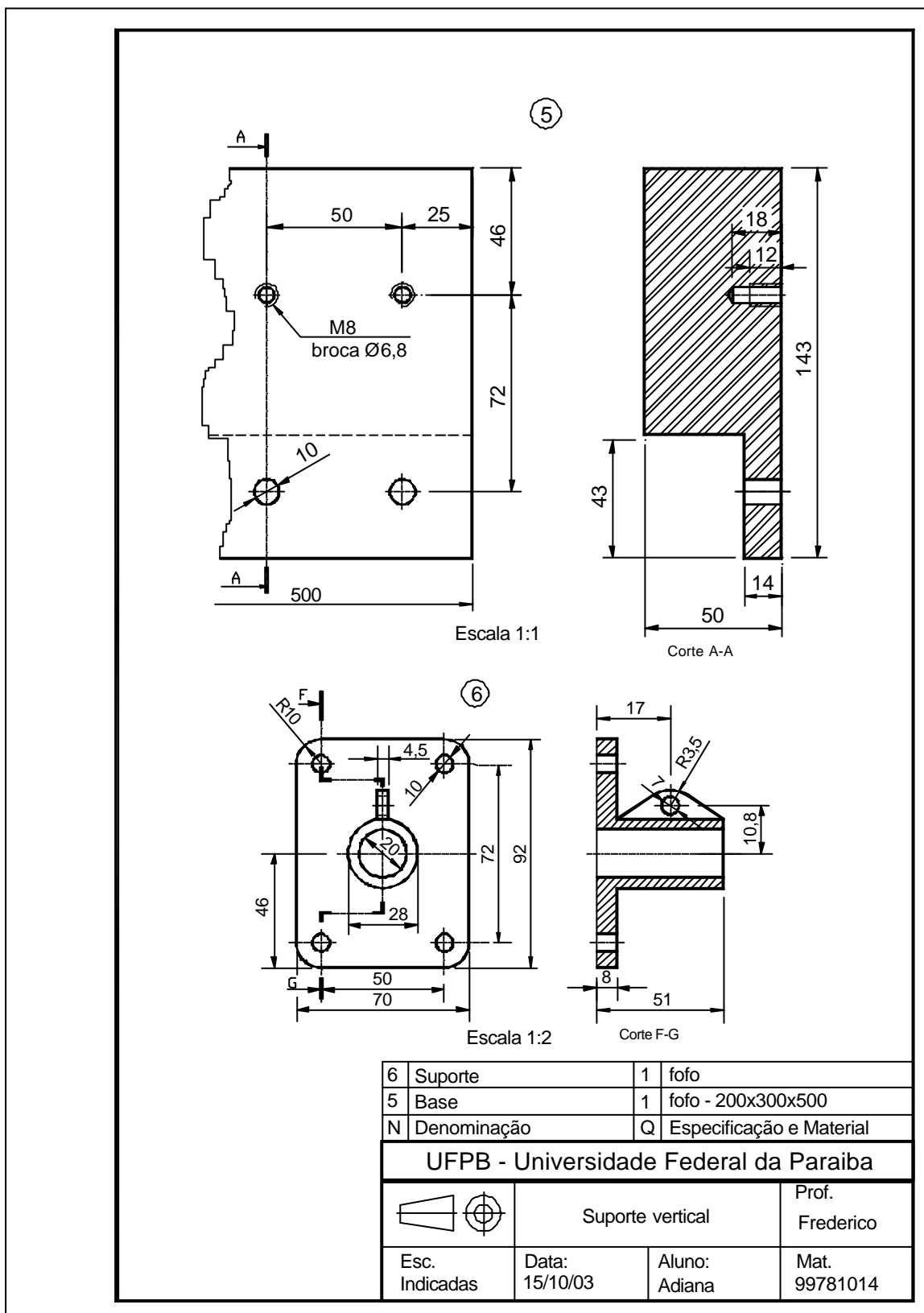
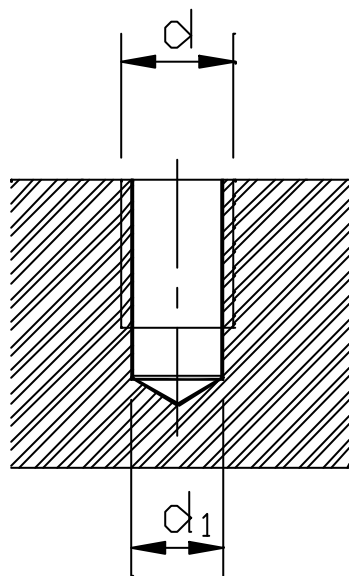
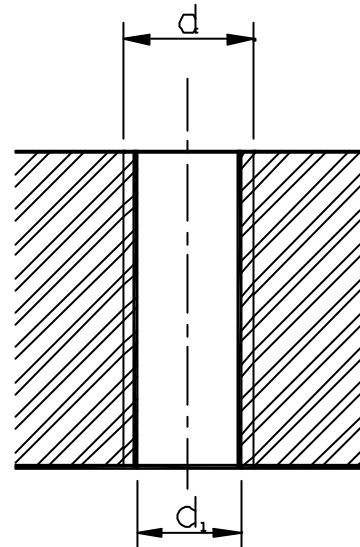


Tabela 4.3 – Diâmetro (d_1) do furo de preparação para rosca **Triangular Métrica**

Rosca de passo Normal						Rosca de passo Fino					
d	P	d_1	d	P	d_1	d	P	d_1	d	P	d_1
1,0	0,25	0,75	10,0	1,50	8,5	1,0	0,20	0,8	10,0	1,00	9
1,1	0,23	0,85	11,0	1,50	9,5	1,1	0,20	0,9	10,0	1,25	8,8
1,2	0,25	0,95	12,0	1,75	10,2	1,2	0,20	1,0	11,0	0,75	10,2
1,6	0,35	1,25	14,0	2,00	12,0	1,4	0,20	1,2	11,0	1,00	10,0
1,75	0,35	1,30	16,0	2,00	14,0	1,6	0,20	1,4	12,0	1,00	11,0
1,8	0,30	1,45	18,0	2,50	15,5	1,8	0,20	1,6	12,0	1,25	10,8
2,0	0,40	1,60	20,0	2,50	17,5	2,0	0,25	1,75	12,0	1,50	10,5
2,2	0,45	1,75	22,0	2,50	19,5	2,2	0,25	1,95	14,0	1,00	13,0
2,3	0,40	1,90	24,0	3,00	21,0	2,5	0,30	2,15	14,0	1,25	12,8
2,5	0,45	2,05	27,0	3,00	24,0	3,0	0,35	2,65	14,0	1,50	12,5
2,6	0,60	2,10	30,0	3,50	26,5	3,5	0,35	3,15	15,0	1,00	14,0
3,0	0,50	2,50	33,0	3,50	29,5	4,0	0,50	3,5	15,0	1,50	13,5
3,5	0,6	2,90	36,0	4,00	32,0	4,5	0,50	4,0	16,0	1,00	15,0
4,0	0,70	3,30	39,0	4,00	35,0	5,0	0,50	4,5	16,0	1,50	14,5
4,5	0,75	3,70	42,0	4,50	37,5	5,5	0,50	5,0	17,0	1,00	16,0
5,0	0,80	4,20	45,0	4,50	40,5	6,0	0,75	5,2	17,0	1,50	15,5
(5,0)	0,75	4,20	48,0	5,00	43,0	7,0	0,75	6,2	18,0	1,00	17,0
(5,0)	0,90	4,10	52,0	5,00	47,0	8,0	0,75	7,2	18,0	1,50	16,5
6,0	1,00	5,00	56,0	5,50	50,5	8,0	1,00	7,0	20,0	1,00	19,0
7,1	1,00	6,00	60,0	5,50	54,5	9,0	0,75	8,2	20,0	1,50	18,5
8,0	1,25	6,80	64,0	6,00	58,0	9,0	1,00	8,0	20,0	2,00	18,0
9,0	1,25	7,80	68,0	6,00	62,0	10,0	0,75	9,2	24,00	2,00	22,0



Furo cego



Furo passante

Tabela 4.4 – Diâmetro (d_1) de furo de preparação para rosca Whitworth

Rosca de passo Normal						Rosca de passo Fino					
d (pol)	N	d_1 (mm)	d (pol)	N	d_1 (mm)	d (pol)	N	d_1 (mm)	d (pol)	N	d_1 (mm)
1/16	60	1,15	7/8	9	19,25	3/16	32	4	1	10	22,5
3/32	48	1,8	1	8	22	7/32	28	4,5	1 1/8	9	25,5
1/8	40	2,5	1 1/8	7	24,7	1/4	26	5,2	1 1/4	9	28,5
5/32	32	3,1	1 1/4	7	27,75	9/32	26	6	1 3/8	8	31,5
3/16	24	3,6	1 3/8	6	30,2	5/16	22	6,6	1 1/2	8	34,5
7/32	24	4,4	1 1/2	6	33,5	3/8	20	8,1	1 5/8	8	37,5
1/4	20	5,1	1 5/8	5	35,5	7/16	18	9,5	1 3/4	7	40,5
5/16	18	6,5	1 3/4	5	38,5	1/2	16	11	2	7	46,5
3/8	16	7,9	1 7/8	4 1/2	41,5	9/16	16	12,5			
7/16	14	9,2	2	4 1/2	44,5	5/8	14	14			
1/2	12	10,5	2 1/4	4	50	11/16	14	15,5			
9/16	12	12	2 1/2	4	56,5	3/4	12	16,5			
5/8	11	13,4	2 3/4	3 1/2	62	13/16	12	18,3			
3/4	10	16,4	3	3 1/2	68,0	7/8	11	19,5			

Nota: N é o número de fios por polegada, é a quantidade de filetes que existem em uma polegada (25,4 mm) de comprimento da rosca.

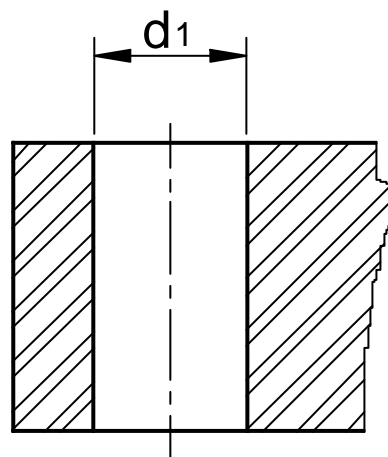
Tabela 4.5 – Diâmetro (d_1) de furo de preparação para rosca UNC e UNF

Rosca UNC			Rosca UNF		
d (pol)	N	d_1 [mm]	d (pol)	N	d_1 [mm]
Nº 5	40	2,6	Nº 5	44	2,7
Nº 6	32	2,85	Nº 6	40	3,0
Nº 8	32	3,5	Nº 8	36	3,5
Nº 10	24	3,9	Nº 10	32	4,1
Nº 12	24	4,5	Nº 12	28	4,7
1/4	20	5,2	1/4	26	5,5
5/16	18	6,6	5/16	24	6,9
3/8	16	8,0	3/8	24	8,5
7/16	14	9,4	7/16	20	9,9
1/2	13	10,8	1/2	20	11,5
9/16	12	12,2	9/16	18	12,9
5/8	11	13,5	5/8	18	14,5
3/4	10	16,5	3/4	16	17,5
7/8	9	19,5	7/8	14	20,5
1	8	22,25	1	12	23,25
1 1/8	7	25,0	1 1/8	12	26,5
1 1/4	7	28,25	1 1/4	12	29,5
1 3/8	6	30,75	1 3/8	12	32,75
1 1/2	6	34,0	1 1/2	12	36,0
1 3/4	5	39,5			
2	4 1/2	45,0			
2 1/4	4 1/2	51,5			
2 1/2	4	57,25			
2 3/4	4	63,5			
3	4	70			

Tabela 4.6 – Diâmetro (d_1) de furo sem rosca para parafusos com rosca **Triangular Métrica, Whitworth, UNC e UNF**

Triangular Métrica (mm)				Whitworth, UNC e UNF (polegada)		
d	d_1			d	d_1	
	Acabamento fino H12	Acabamento médio H13	Acabamento grosso H14		Acabamento fino	Acabamento médio
1	1,1	1,2	1,3	1/4	9/32	5/16
1,2	1,3	1,4	1,5	5/16	11/32	3/8
1,4	1,5	1,6	1,8	3/8	13/32	7/16
1,6	1,7	1,8	2,0	7/16	15/32	1/2
1,8	1,9	2,0	2,1	1/2	17/32	9/16
2	2,2	2,4	2,6	9/16	19/32	5/8
2,2	2,3	2,7	2,8	5/8	21/32	11/16
2,5	2,7	2,9	3,1	3/4	13/16	13/16
3	3,2	3,4	3,6	7/8	15/16	15/16
3,5	3,7	3,9	4,1	1	1 1/16	1 1/16
4	4,3	4,5	4,8	1 1/8	-	1 3/16
5	5,3	5,5	5,8	1 1/4	-	1 5/16
6	6,4	6,6	7	1 3/8	-	1 7/16
7	7,4	7,6	8	1 1/2	-	1 9/16
8	8,4	9	10	1 5/8	-	1 11/16
10	10,5	11	12	1 3/4	-	1 13/16
12	13	14	15	1 7/8	-	1 15/16
14	15	16	17			
16	17	18	19			
18	19	20	21			
20	21	22	24			
22	23	24	26			
24	25	26	28			
27	28	30	32			
30	31	33	35			

Nota: O acabamento do parafuso não é função apenas do passo (fino ou normal), mas também da rugosidade e da tolerância dimensional..



4.4.5 Exercícios de junta parafusada: executar o desenho de conjunto e de detalhes dos dispositivos abaixo.

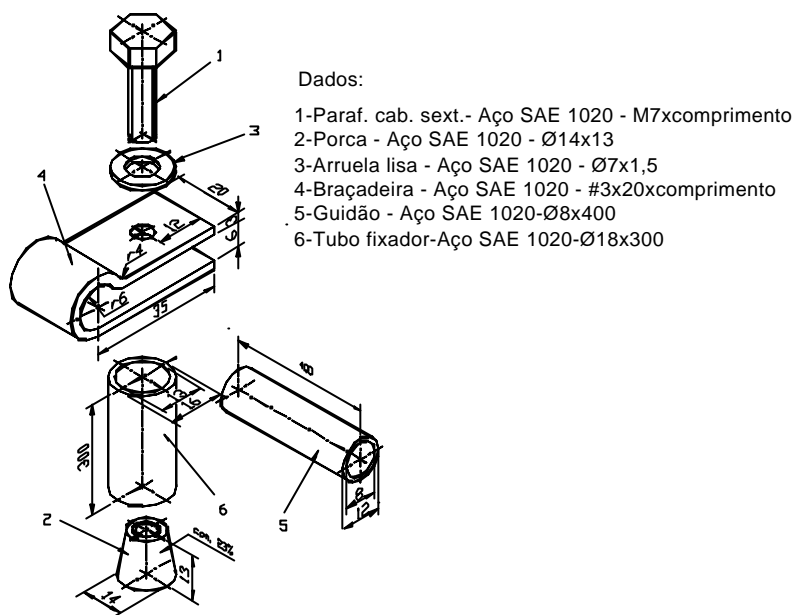


Figura 4.2.47 – Suporte de guidão

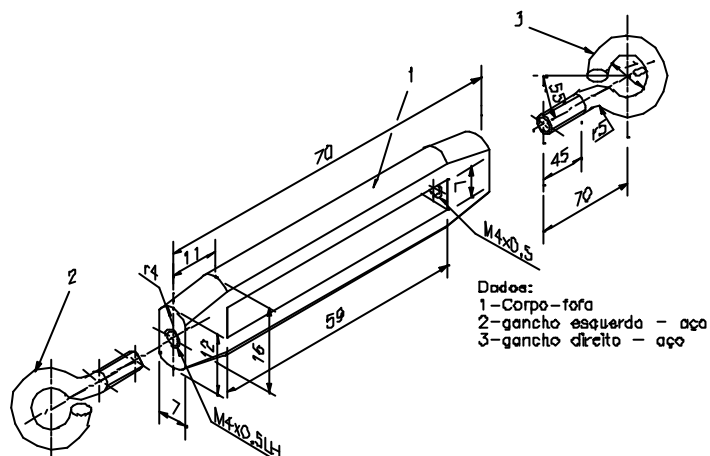


Figura 4.2.48 – Esticador

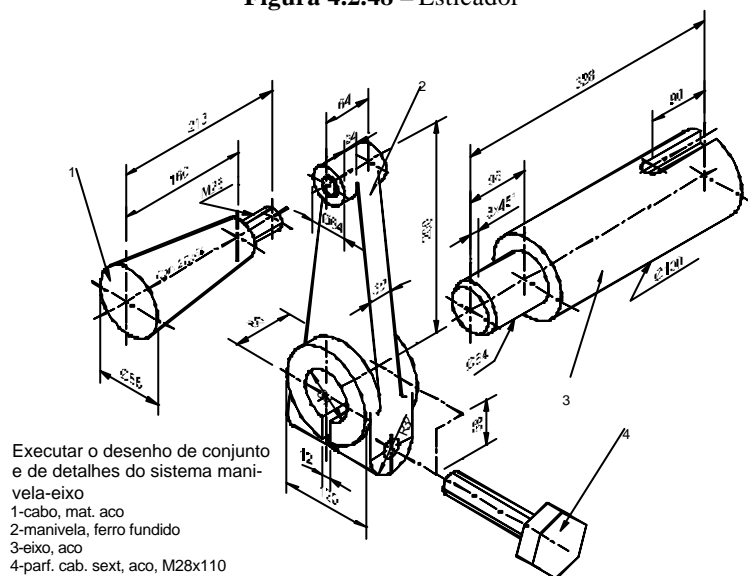


Figura 4.2.49 – Suporte de manivela

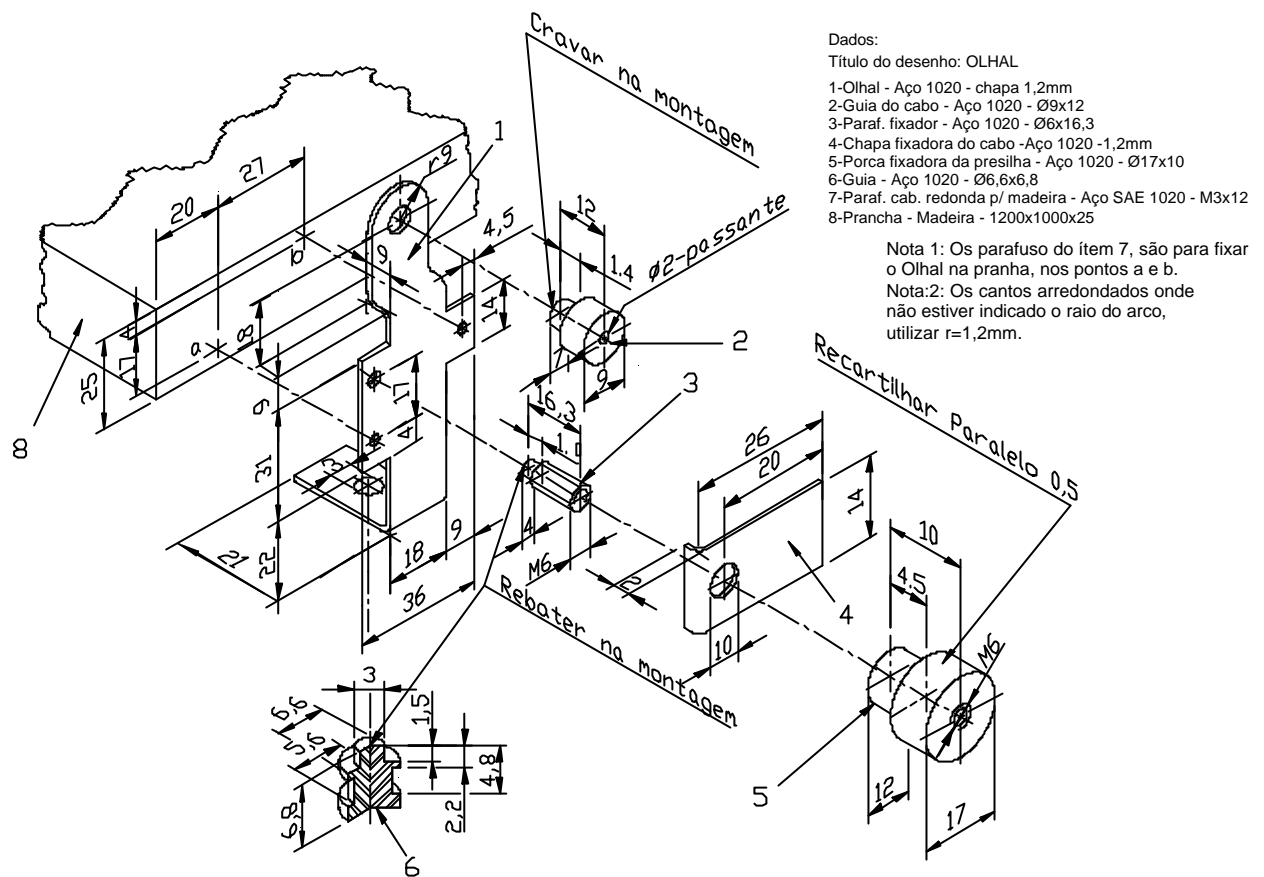


Figura 4.2.50 – Suporte de régua paralela

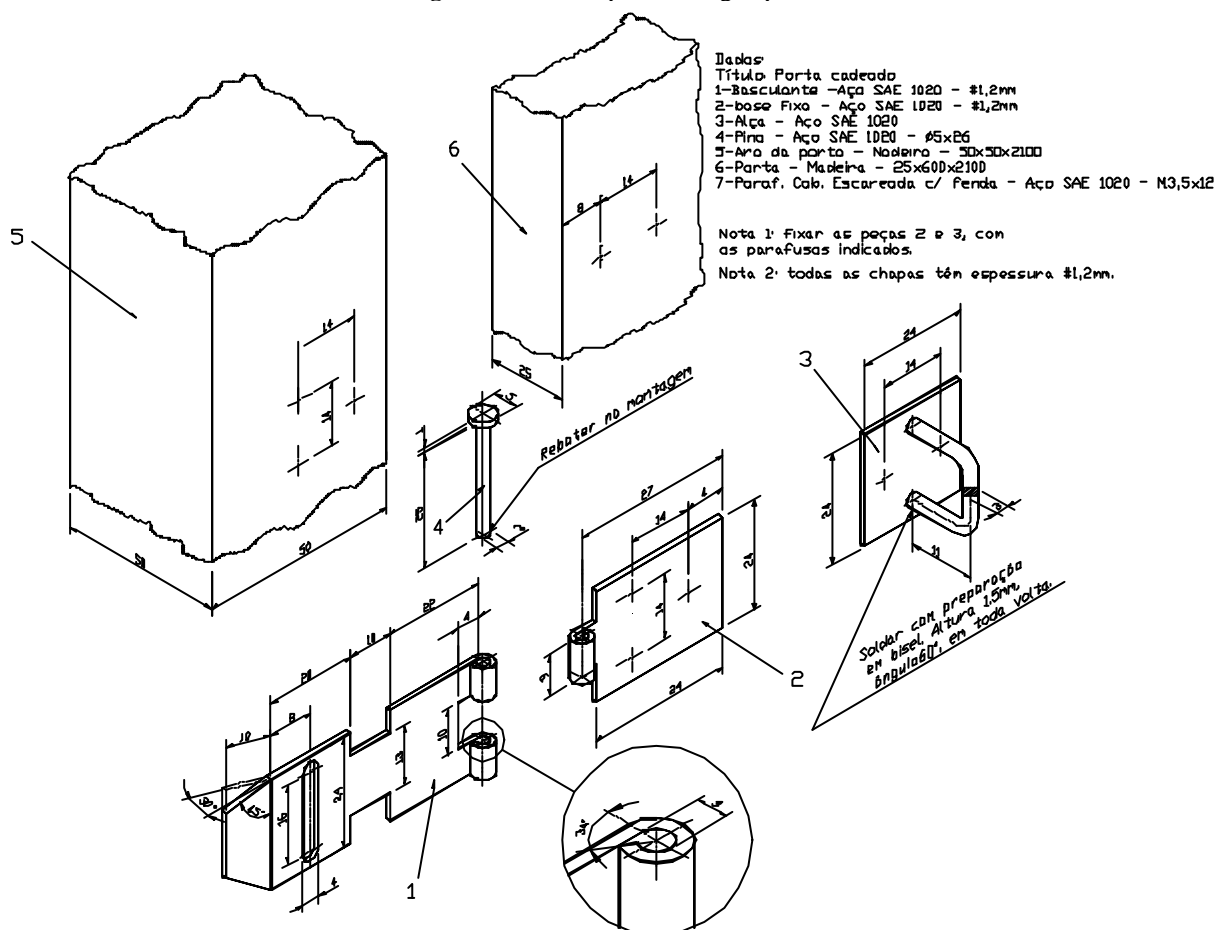


Figura 4.2.51 – Porta cadeado

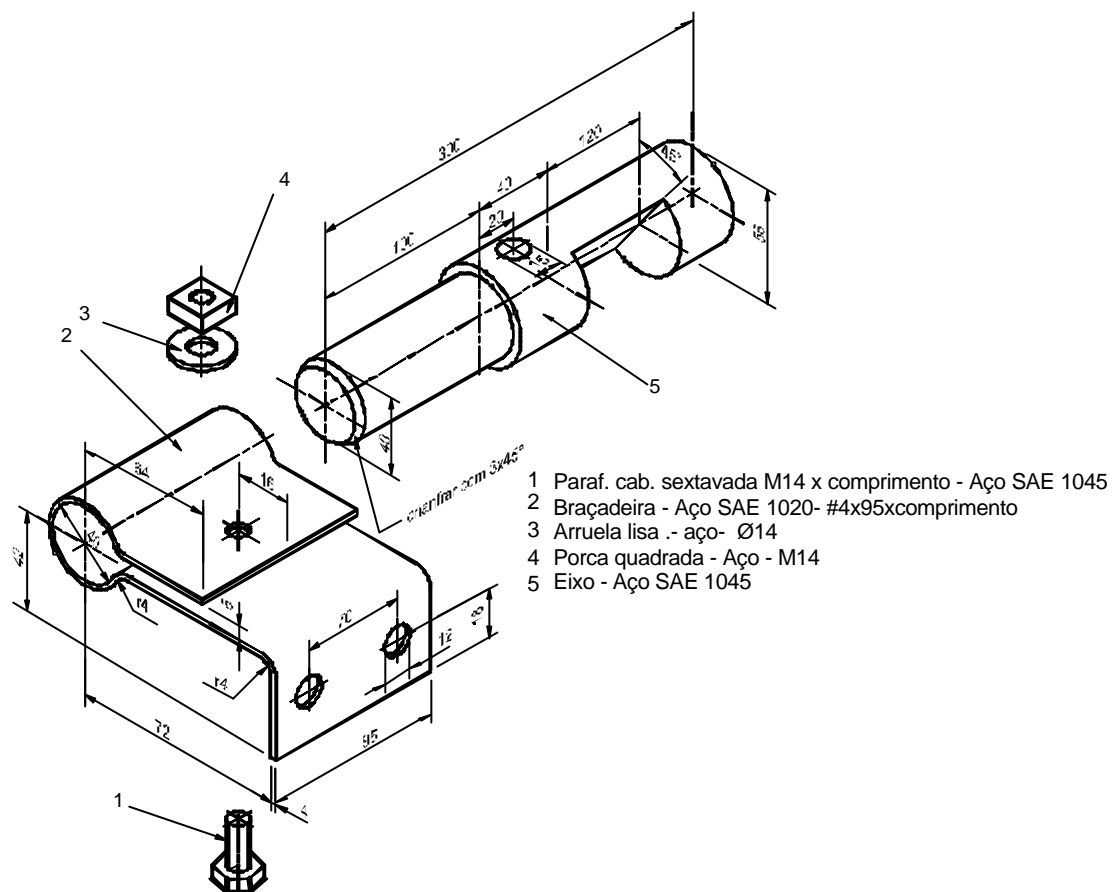


Figura 4.2.53 – Braçadeira de eixo

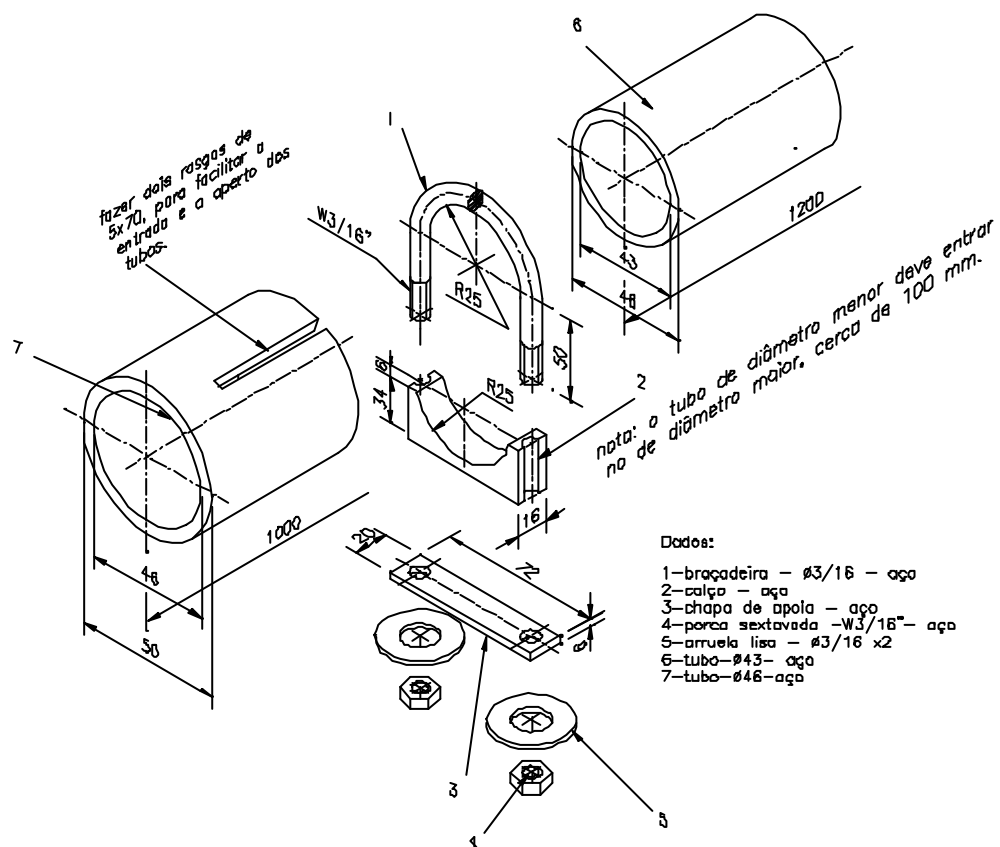


Figura 4.2.54 – Braçadeira de cano

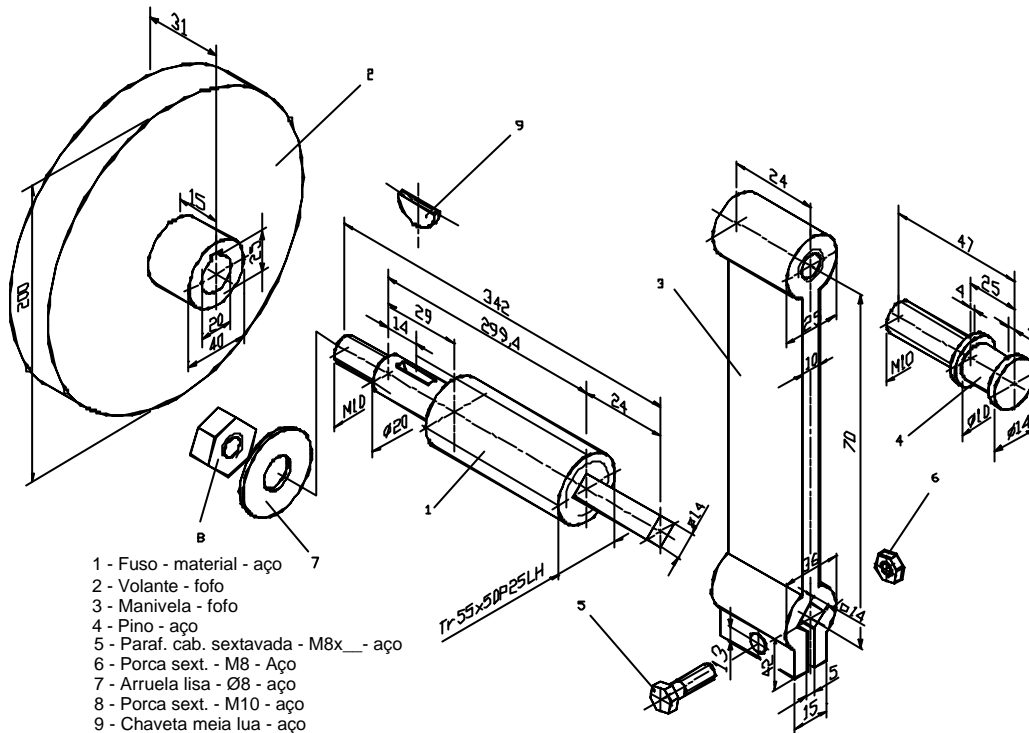


Figura 4.2.56 – Manivela de Polia

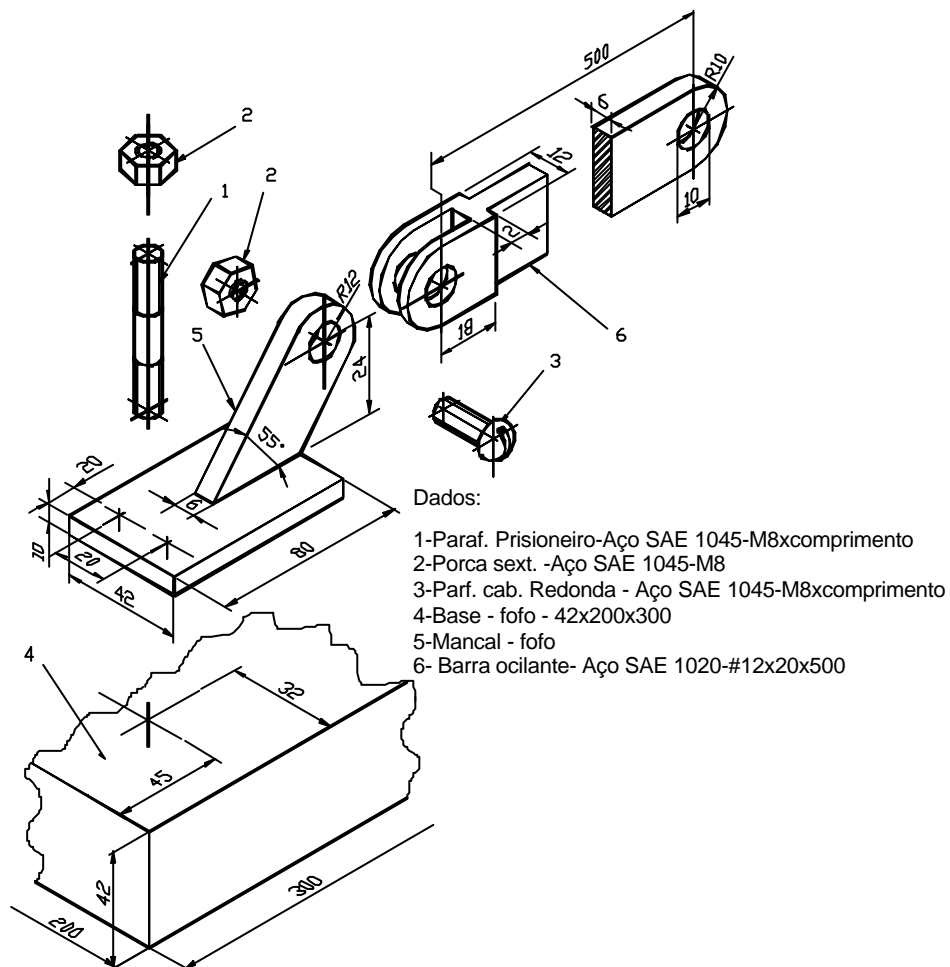


Figura 4.2.57 – Braçadeira

4.5 Rebites

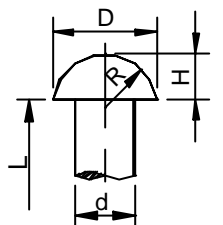
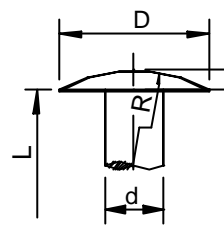
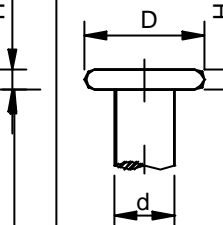
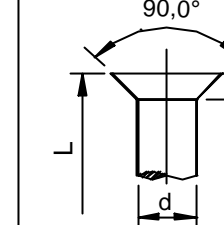
Rebites são elementos mecânicos bastante utilizados na fixação de peças mecânicas e estruturas. Existem rebites das mais diferentes formas e utilizações, desde rebite com extremidade explosiva como uma bala, para ser utilizado em locais de difícil acesso ao popular rebite “POP”, aplicado com alicate especial.

Na representação gráfica de juntas rebitadas, não se deve cortar **longitudinalmente** o rebite, *Figura 4.5.1*.

Para o comprimento do rebite, selecionar quando não dispor de um catálogo de fabricante um valor inteiro.

4.5.1 Rebite estrutural

Tabela 4.7 – Dimensões dos rebites

	Cabeça Redonda			Cabeça de Cogumelo			Cabeça Chata		Cabeça Escareada		
Diâmetro do rebite											
	d	D	H	R	D	H	R	D	H	D	H
3/32		0,166	0,071	0,084	0,238	0,032	0,239	0,190	0,032	0,176	0,040
1/8		0,219	0,094	0,111	0,313	0,042	0,314	0,250	0,042	0,231	0,053
5/32		0,273	0,117	0,138	0,390	0,052	0,392	0,312	0,052	0,289	0,066
3/16		0,327	0,140	0,166	0,468	0,062	0,70	0,374	0,062	0,346	0,079
7/32		0,385	0,165	0,195	0,550	0,073	0,555	0,440	0,073	0,407	0,094
1/4		0,438	0,188	0,221	0,625	0,083	0,628	0,500	0,083	0,463	0,104
9/32		0,492	0,211	0,249	0,703	0,094	0,706	0,562	0,094	0,520	0,119
5/16		0,546	0,234	0,276	0,780	0,104	0,784	0,624	0,104	0,577	0,133
11/32		0,600	0,257	0,304	0,858	0,114	0,862	0,686	0,114	0,635	0,146
3/8		0,656	0,281	0,332	0,938	0,125	0,942	0,750	0,125	0,694	0,159
7/16		0,765	0,328	0,387	1,093	0,146	1,098	0,874	0,146	0,808	0,186

Nota: Dimensões em polegada

4.5.1 Exemplo de aplicação

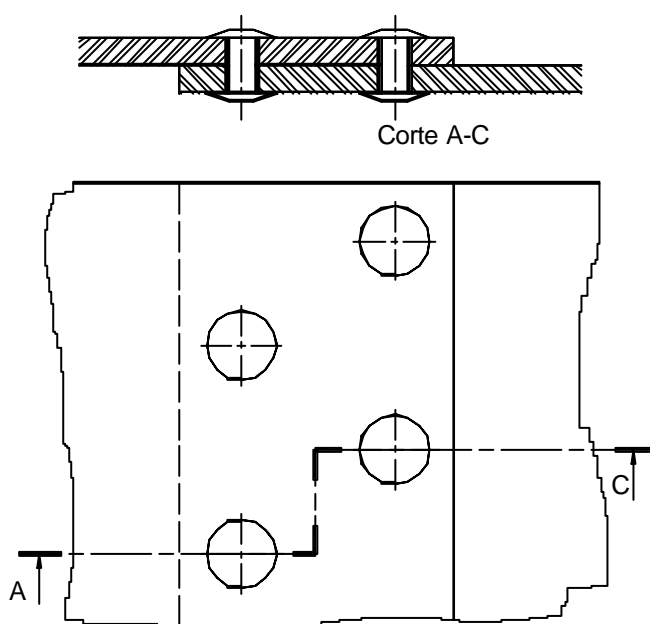


Figura 4.5.1 – Exemplo de aplicação de rebite com cabeça de cogumelo

4.5.2 Rebite “POP”

Este tipo de rebite , existe com o corpo de alumínio e mandril (haste) de aço, corpo de aço e mandril de aço e corpo de aço inoxidável e mandril de aço inoxidável

Definições:

Exemplos de especificação: (normalmente deve-se Ter um catálogo de algum fabricante para especificar mais detalhadamente.

- Exemplo 1: Rebite com corpo de alumínio, mandril em aço, diâmetro 3/32” e comprimento do corpo 10,2mm

Denominação: Rebite “POP” Especificação e material: $\phi 3/32 \times 10,2$ –Alumínio.

Tabela 4.8 Dimensões do rebite

Tipo aberto		Tipo hermético	
Diâmetro do corpo d	Broca (max.) d_{max}	Diâmetro do corpo d	Broca (max.) d_{max}
2,4 (3/32”)	2,6		
3,2 (1/8”)	3,4	3,2 (1/8”)	3,4
4,0 (5/32”)	4,3	4,0 (5/32”)	4,3
4,8 (3/16”)	5,1	4,8 (3/16”)	5,1
6,2 (1/4”)	6,5		

d – diâmetro nominal do rebite

$D_1 \cong 0,6d$

$D_2 \cong 2d$

$R \cong 0,9D_2$

$S \cong 1,5d$

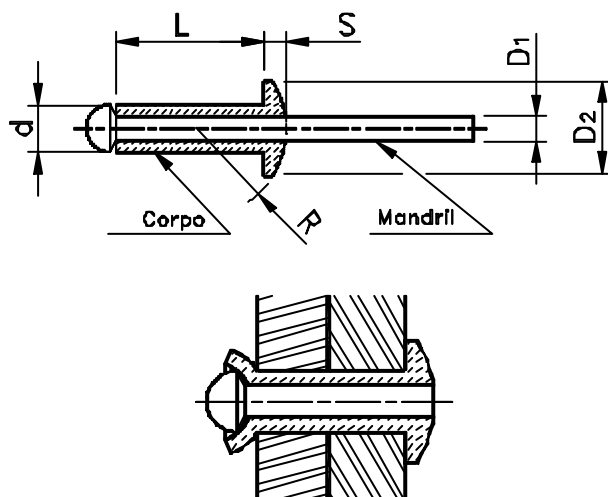


Figura 4.5.2 – Tipo aberto

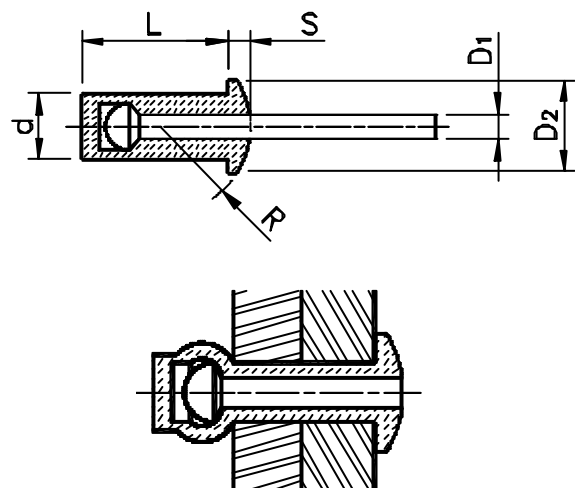


Figura 4.5.3 – Tipo hermético

4.6 Molas

4.6.1 Alguns tipos de molas:

1- mola helicoidal de compressão, *Figura 4.6.1*

2- mola helicoidal de tração, *Figura 4.6.2*

3- barra de torção, *Figura 4.6.3*

4- mola espiral, *Figura 4.6.4*

5- mola em lâminas, *Figura 4.6.5*

6- mola helicoidal de torção, *Figura 4.6.6*

7- mola prato ou de disco, *Figura 4.6.7*

8- mola de borracha, *Figura 4.6.8*

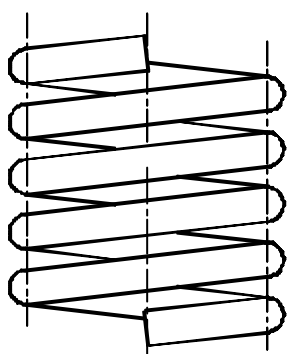


Figura 4.6.1

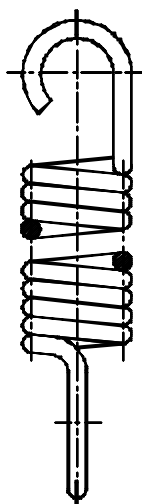


Figura 4.6.2

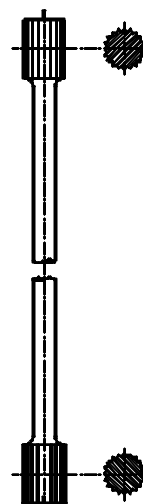


Figura 4.6.3

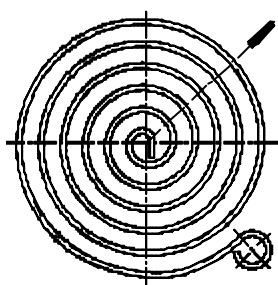


Figura 4.6.4

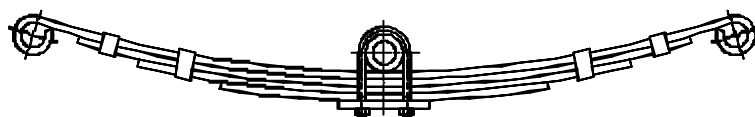


Figura 4.6.5

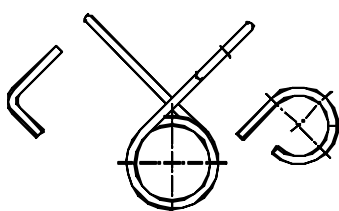


Figura 4.6.6

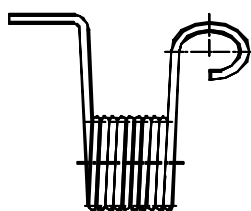


Figura 4.6.7

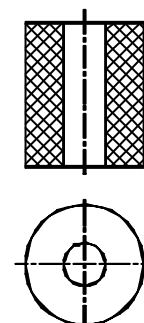
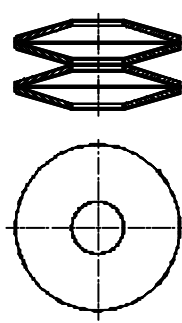


Figura 4.6.8

4.6.2 Molas helicoidais

4.6.2.1 Molas helicoidais de compressão

4.6.2.1.1 Formas de representação

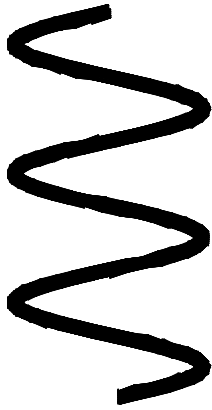


Figura 4.6.9 - Exata

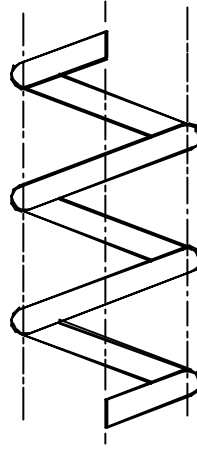


Figura 4.6.10- Simplificada

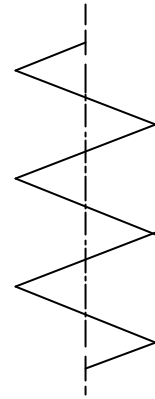


Figura 4.6.11 - Esquemática

De uma maneira geral, pode-se perfeitamente representar as molas helicoidais de tração ou de compressão na forma esquemática, mostrada na *Figura 4.6.11*, caso seja extremamente necessário sua representação na forma simplificada, o desenho é semelhante ao de rosca com uma entrada.

4.6.2.2 Elementos de uma mola helicoidal de compressão

l_0 - comprimento livre da mola

[mm]

D_m - diâmetro médio da mola

[mm]

D_e - diâmetro externo da mola

[mm]

D_i - diâmetro interno da mola

[mm]

d - diâmetro do arame (o arame pode ter seção quadrada ou retangular)

[mm]

K - constante da mola

[N/mm]

β - ângulo de hélice da mola

n - número de espiras totais

n_a - número de espiras ativas

P - passo da mola

[mm]

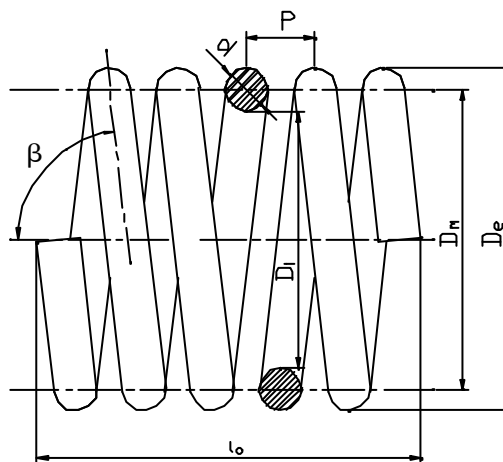


Figura 4.6.12 – Mola helicoidal de compressão

4.6.2.3 Exemplo de aplicação de molas helicoidais:

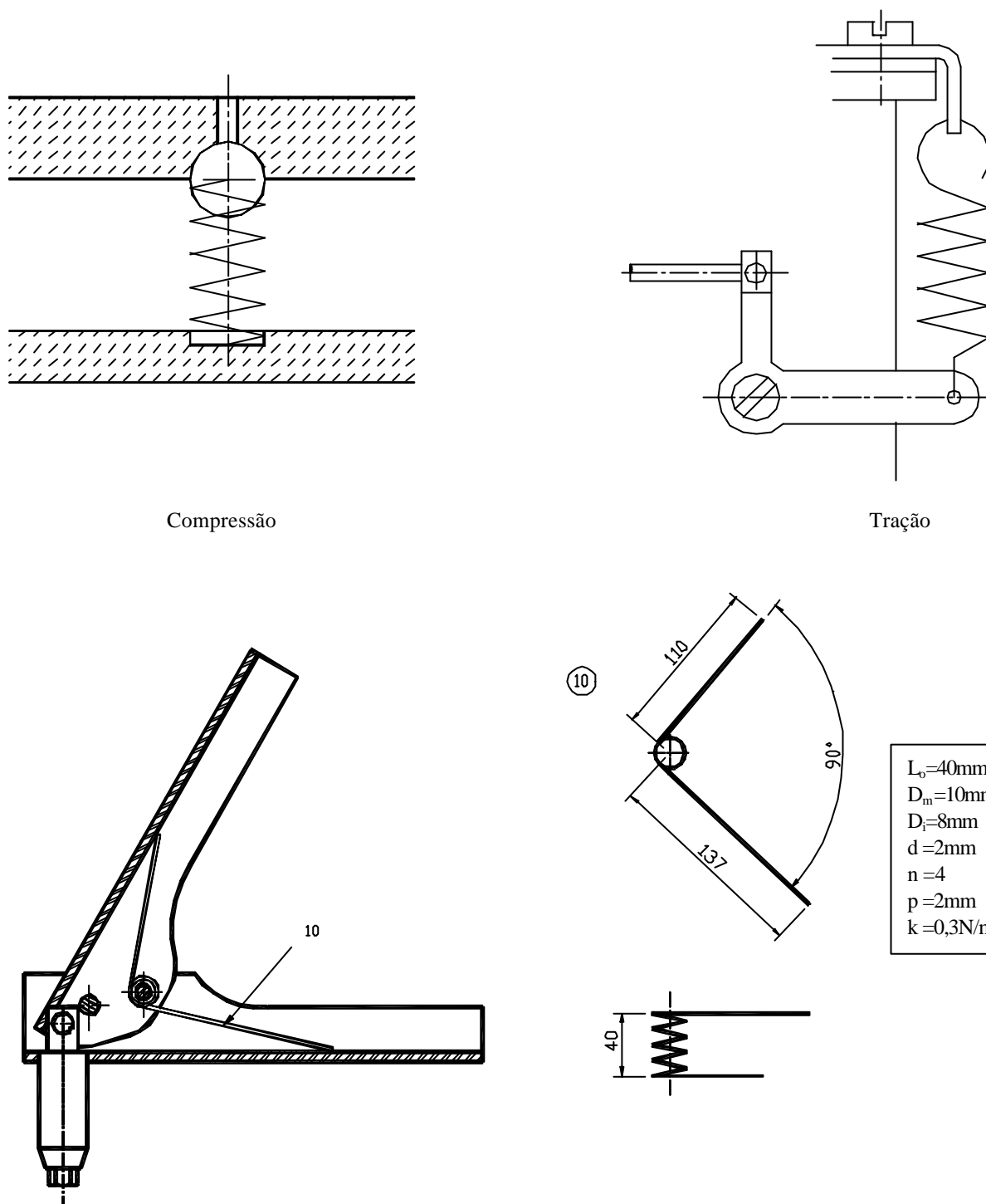


Figura 4.6.13 – Alicate de rebitar – Mola de torção

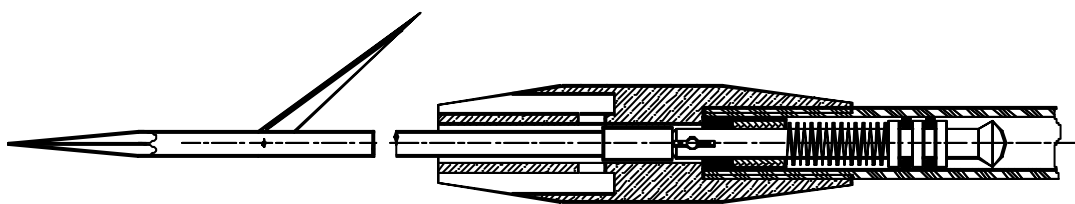












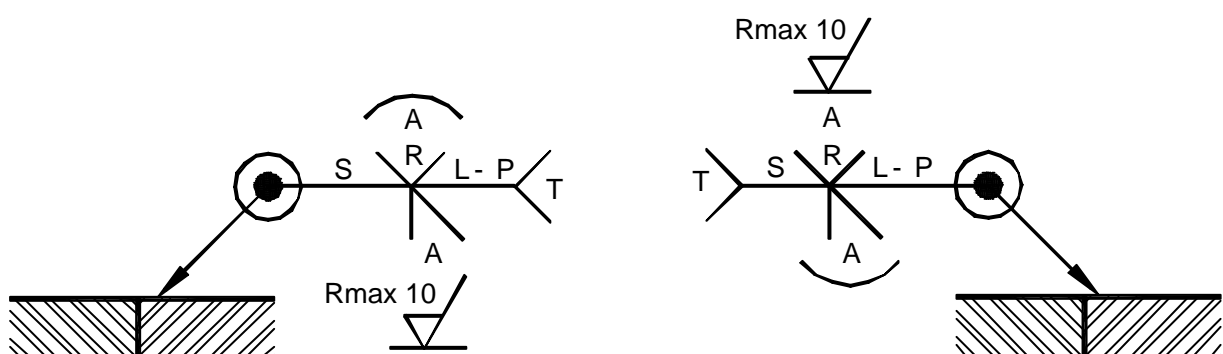
Figura 4.6.14 – Batedor de espingarda sub-aquatica – Mola de compressão

4.7 Simbologia utilizada na representação de junta soldada

Neste capítulo será estudado apenas como se deve indicar nos desenhos técnicos mecânicos se uma peça a ser soldada, deve ser **preparada** ou não antes deste processo. Por preparação deve-se entender, se a peça será chanfrada ou não. A limpeza da peça com jateamento de areia, com lixa ou outro processo qualquer, não se denomina preparação, mas **decapagem**. Também não será visto nesta disciplina os assuntos relativos à **tecnologia da soldagem**, tais como seleção de eletrodo, da faixa da corrente elétrica ou do tipo de equipamento ser utilizado durante a soldagem

SÍMBOLOS BÁSICOS					
SEM PREPARAÇÃO		COM PREPARAÇÃO			
FILETE OU CANTO	SEM CHANFRO	V	BISEL	U	J
					

SÍMBOLOS COMPLEMENTARES			
PASSE (ou reforço)	SOLDA EM TODA VOLTA	SOLDA NO CAMPO (ou na montagem)	ACABAMENTO DE SOLDA
			

4.7.1 Sinal gráfico – O trecho da linha na horizontal é a linha de **REFERÊNCIA**

S - altura do cordão de solda (mm), deve vir do lado esquerdo do símbolo da solda

R - abertura da raiz (mm), distância entre duas peças a ser soldadas

A - ângulo do chanfro em graus

L - comprimento do cordão de solda (mm), deve vir do lado direito do símbolo da solda

P - passo do cordão de solda (mm), deve vir após o comprimento do cordão de solda

T - local para qualquer outra informação a respeito da solda, como tipo de eletrodo, posição e soldagem, processo de soldagem, etc.

4.7.2 Recomendações:

1. o cordão de solda é sempre considerado contínuo, *Figura 4.7.1*, caso não o seja, indicar no símbolo da solda o comprimento do cordão e se necessário o passo, *Figura 4.7.2*.
2. o sinal gráfico deve vir sempre paralelo à legenda.
3. quando o símbolo da preparação é colocado abaixo da linha de referência, significa que a preparação deverá ser realizada no lado "**próximo**", isto é no lado e no local onde a **seta** está apontando, *Figura 4.7.3*.
4. quando o símbolo da preparação é colocado acima da linha de referência, significa que a preparação deverá ser realizada no local "**oposto**" (distante) de onde a **seta** está apontando, *Figura 4.7.4*.
5. nas juntas soldadas em que apenas uma das peças deve ser preparada, a **seta** do sinal gráfico deve apontar para esta peça, *Figuras 4.7.5 e 4.7.6*.
6. nos símbolos de **solda de filete** e **bisel**, a hipotenusa do triângulo deve ficar sempre virada para à **direita**, esteja acima ou abaixo da linha de referência, o mesmo deve acontecer com a "barriga" do **jota**, *Figuras 4.7.7 e 4.7.8*.
7. no **desenho de conjunto** de peças soldadas, os diversos elementos soldados que compõem uma das peças da máquina, recebe apenas um número e uma denominação, salvo se as peças soldadas forem peças padronizadas, como porcas, parafusos, etc.. Ver exemplo de desenho de conjunto de peças soldadas na *Página 4.52*.
8. no **desenho de detalhes** de peças soldadas, estas são desenhadas como se fossem uma única peça, mas os contornos de cada elemento que compõe esta peça, devem ser representados e as hachuras devem ter inclinações diferentes em cada elemento, *Página 4.53*.
9. não indicar os símbolos de preparação de solda no desenho de conjunto, mas no desenho de detalhes.

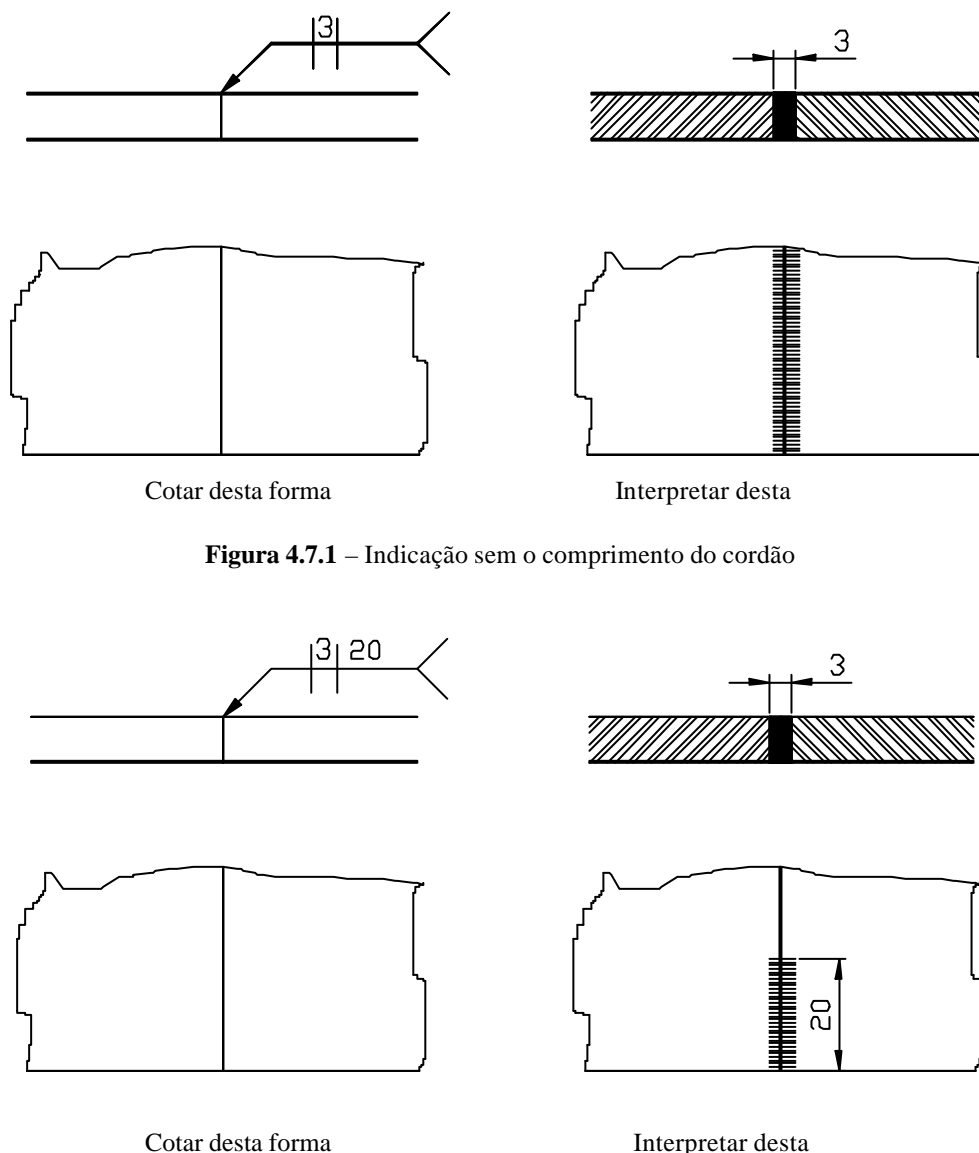


Figura 4.7.2 – Indicação com o comprimento do cordão

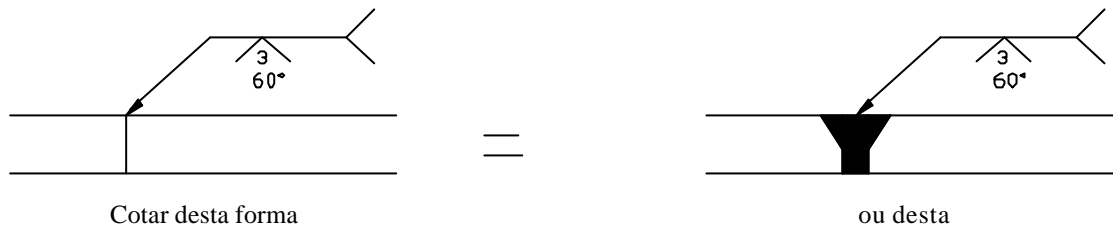


Figura 4.7.3 – Símbolo da preparação abaixo da linha de referência

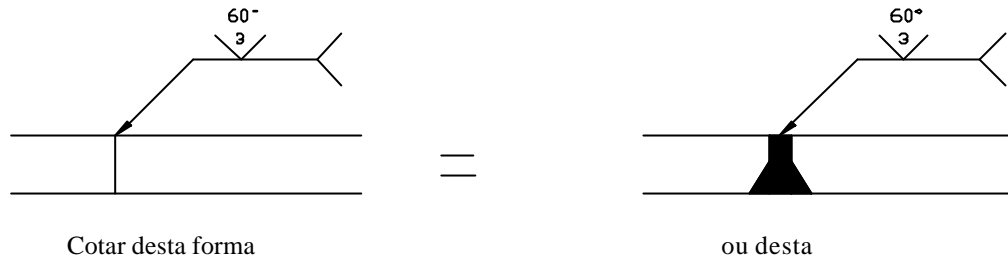


Figura 4.7.4 – Símbolo da preparação acima da linha de referência

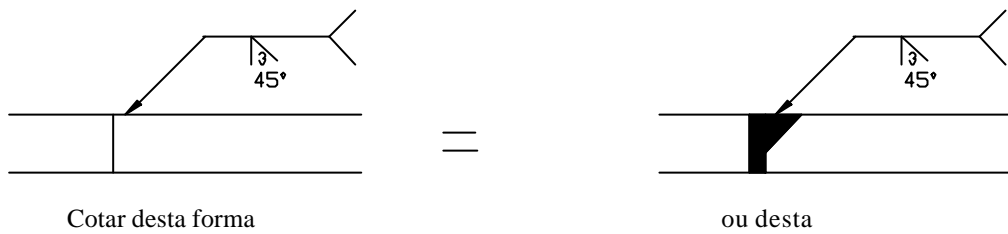


Figura 4.7.5 – Seta indicando qual a peça a ser preparada

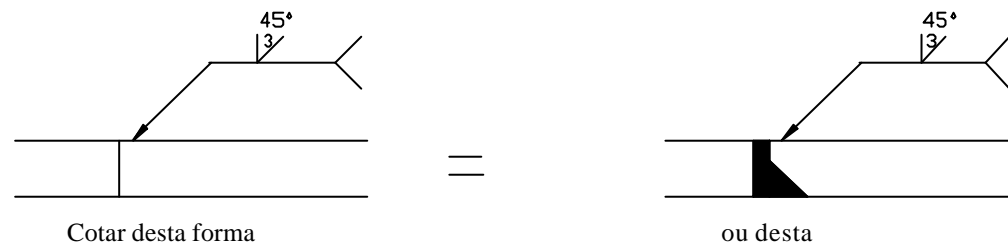


Figura 4.7.6 – Seta indicando qual a peça a ser preparada



Figura 4.7.7 – Posição da “hipotenusa” abaixo e acima da linha de referência



Figura 4.7.8 – Posição da “barriga” do jota, acima a abaixo da linha de referência

4.7.3 Exemplos de cotação e de interpretação de junta soldada:

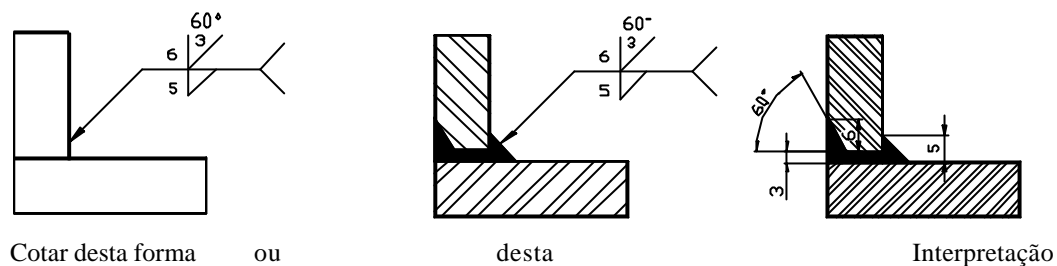


Figura 4.7.9 – Solda de junta em L

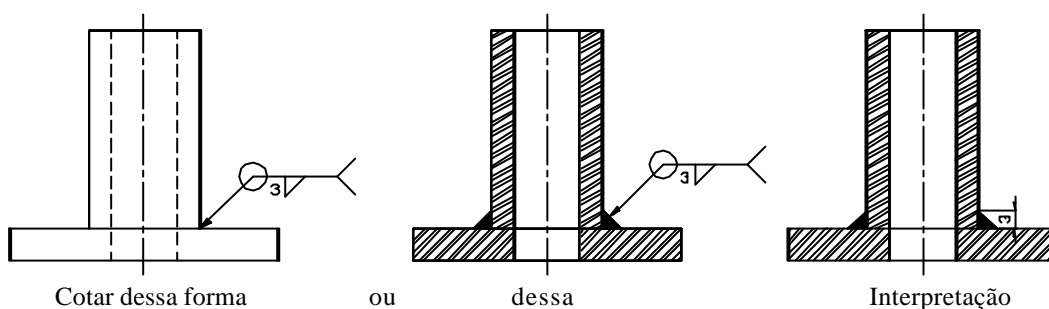


Figura 4.7.10 – Solda em toda volta

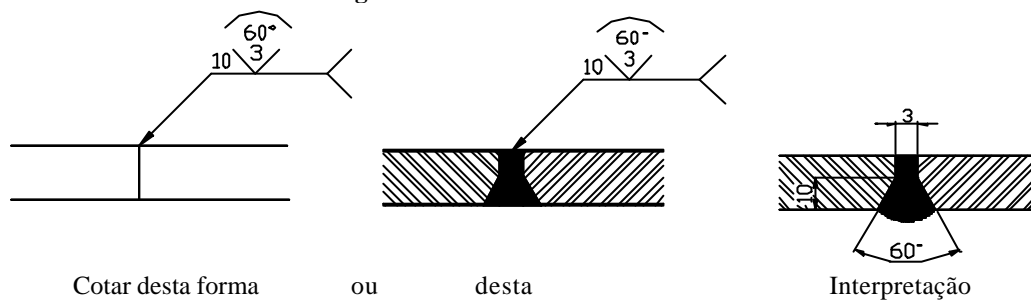


Figura 4.7.11 – Junta soldada com reforço de solda

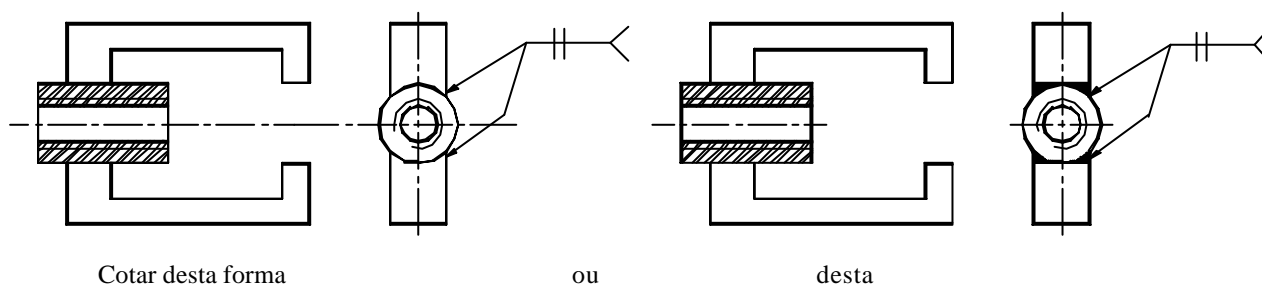


Figura 4.7.12 – Indicação de solda sem chanfro

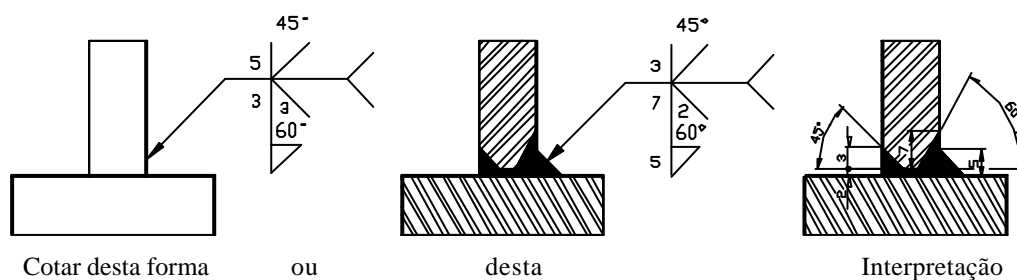


Figura 4.7.13 – Cotação com junta em “T”

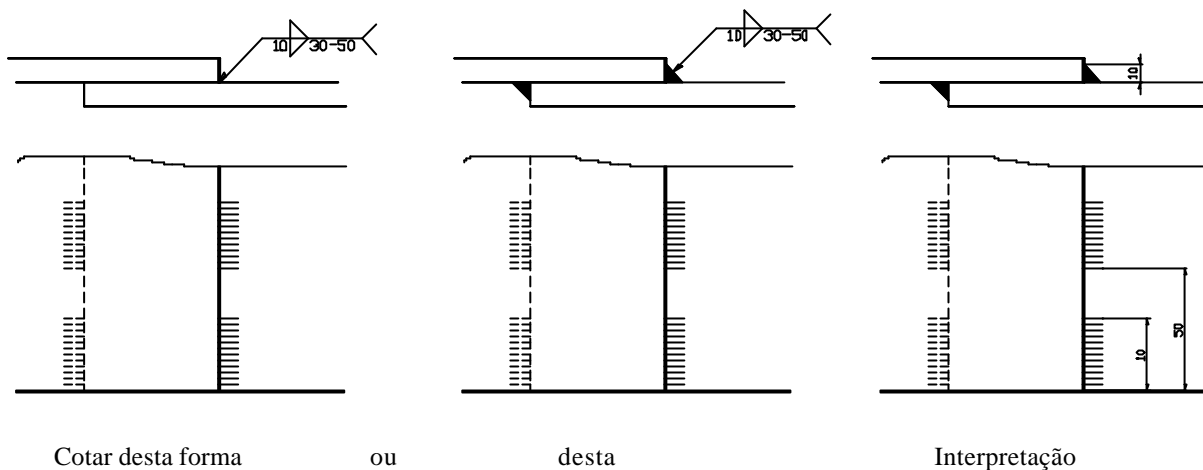


Figura 4.7.14 – Cotagem com comprimento e passo do cordão de solda

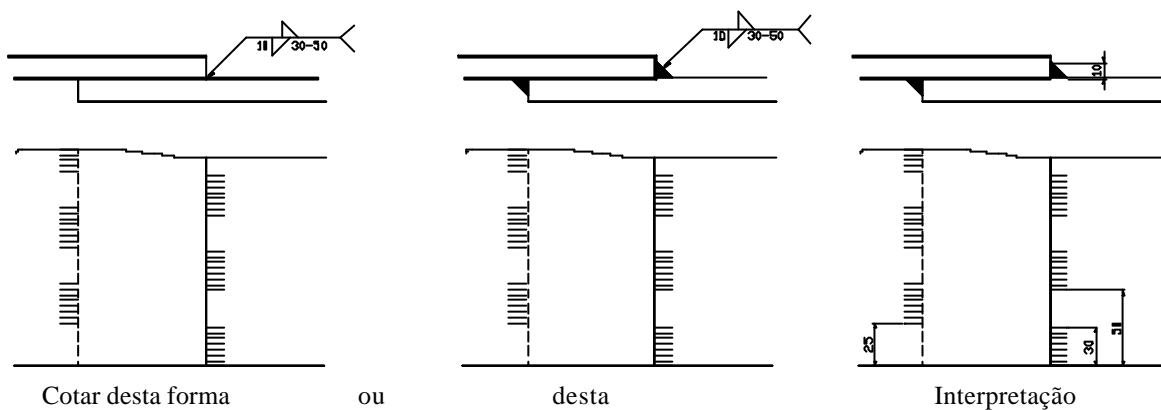


Figura 4.7.15 – Cotagem com comprimento e passo defasado do cordão de solda

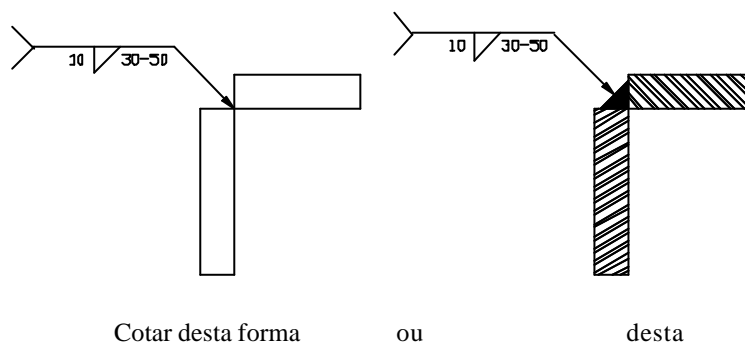


Figura 4.7.16 – Cotagem de outro tipo de junta em “L”

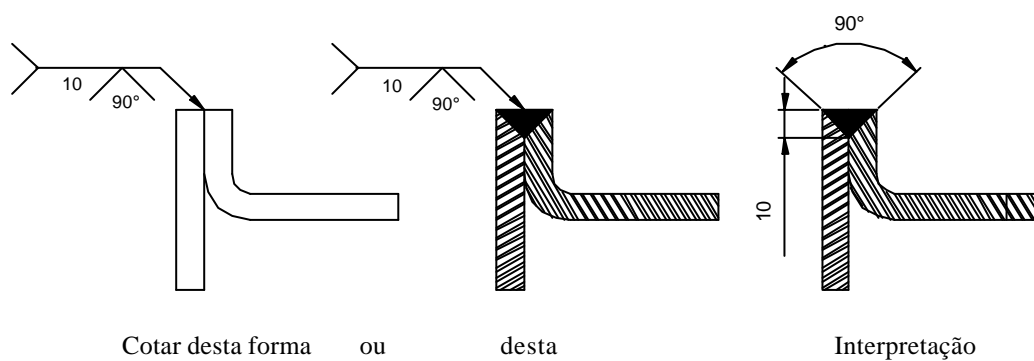
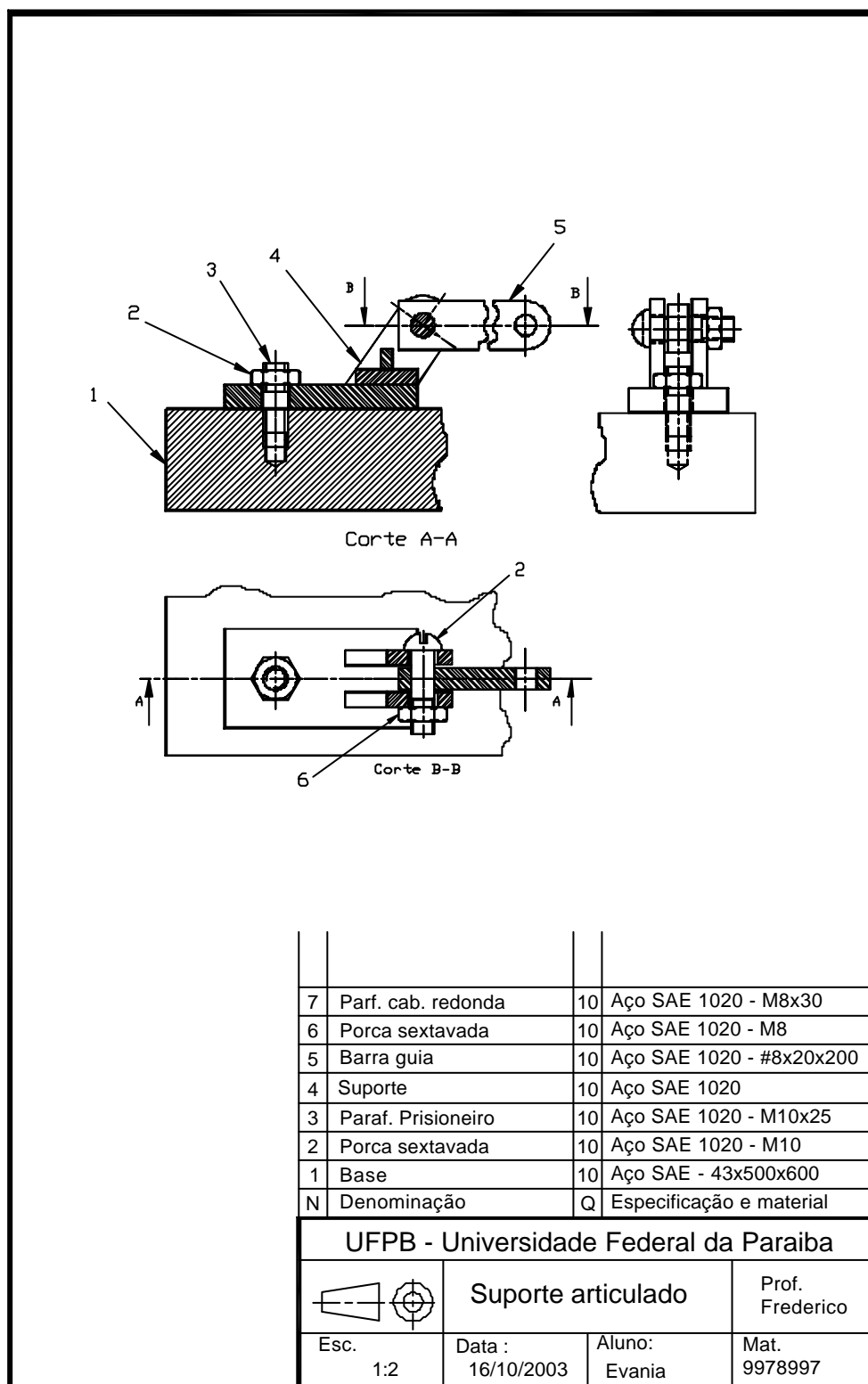


Figura 4.7.17 – Cotagem com chapa sobreposta

4.7.4 Desenho de conjunto de junta soldada

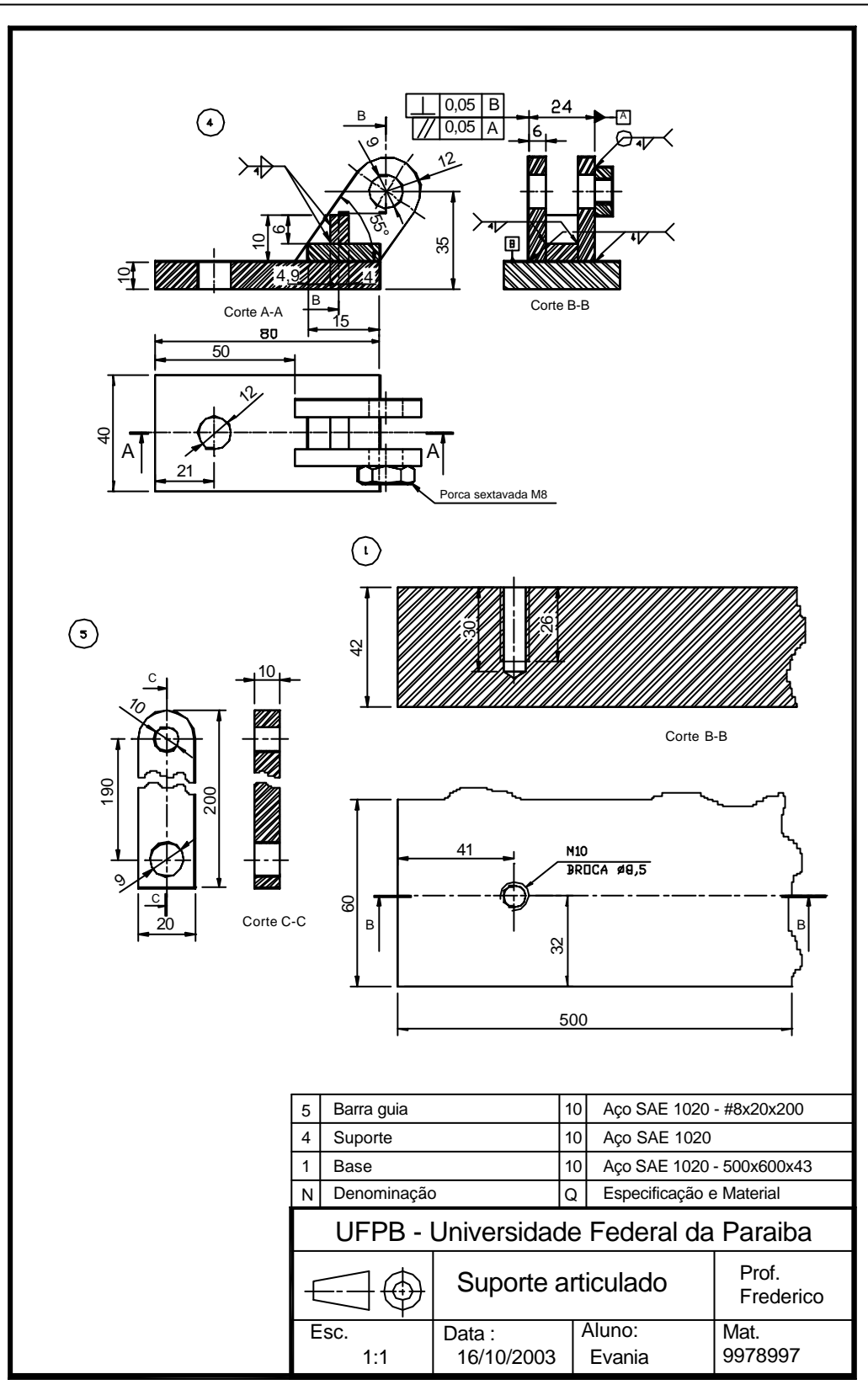
Neste tipo de desenho, os diversos elementos que compõem uma peça soldada, como a peça nº4 (composta de seis elementos soldados), são enumerados como se fosse uma única peça, a exceção é a peça nº 6 (a porca sextavada) que embora soldada à orelha da peça nº 4, é enumerada separadamente, isto porque é uma peça padronizada, ver o desenho de detalhes na página seguinte.

Nota: Sempre que um dos elementos soldados, for um elemento padronizado, como uma porca, um parafuso, etc, deve-se enumerar normalmente como se fosse uma peça não soldada.



4.7.5 Desenho de detalhes de junta soldada

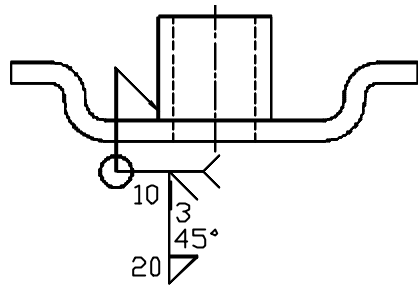
Neste desenho, a peça nº 6 (porca sextavada) é representada, mesmo sendo uma peça padronizada, para que se possa indicar o tipo de solda ou preparação a ser aplicado ao elemento. Observe que as **cotas de forma da porca** (abertura da chave, altura da porca, acabamento, etc), não são indicadas.



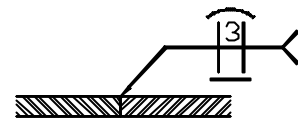
4.7.6 Exercícios de junta soldada

1 - Esboce a interpretação de cada junta soldada representadas abaixo

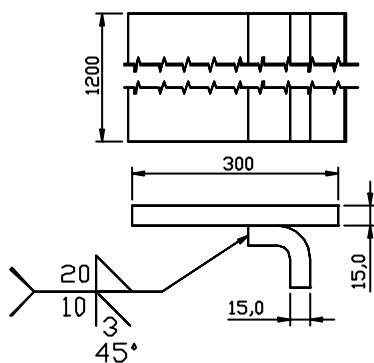
a)



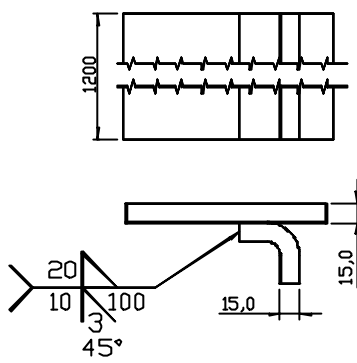
b)



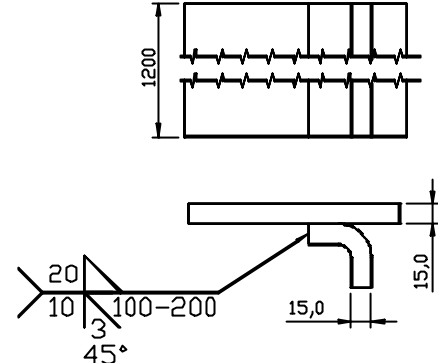
c)



d)

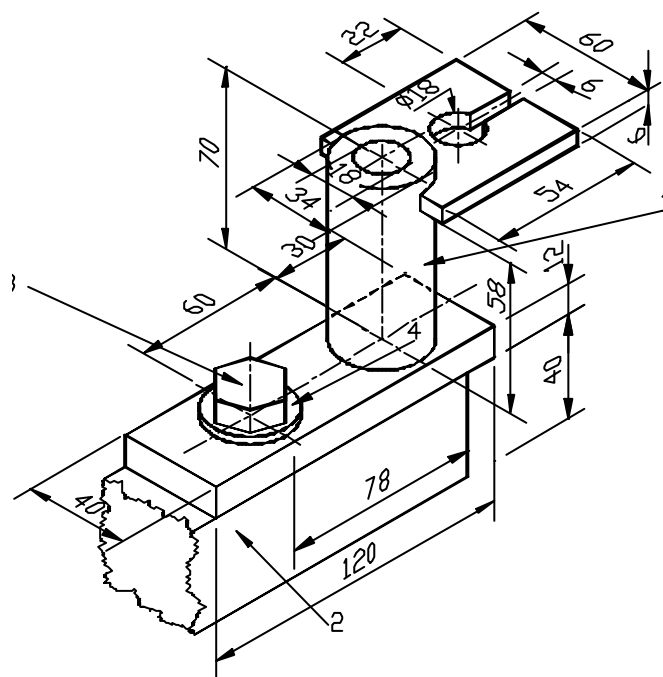


e)



2 – Execute o desenho de conjunto e de detalhes das peças abaixo

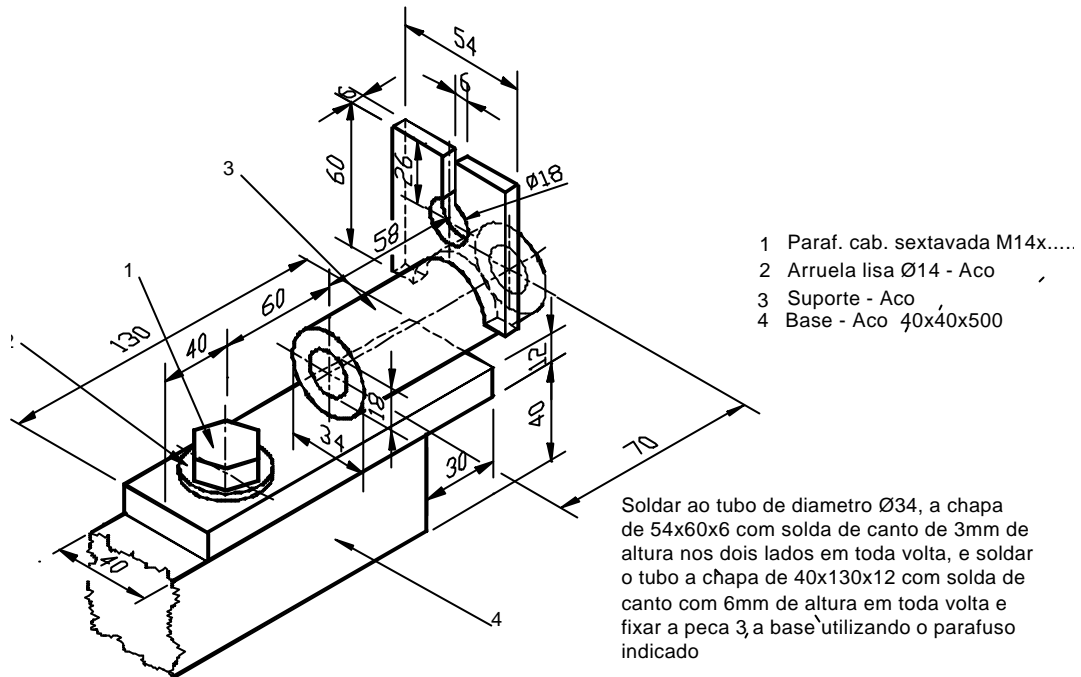
a)



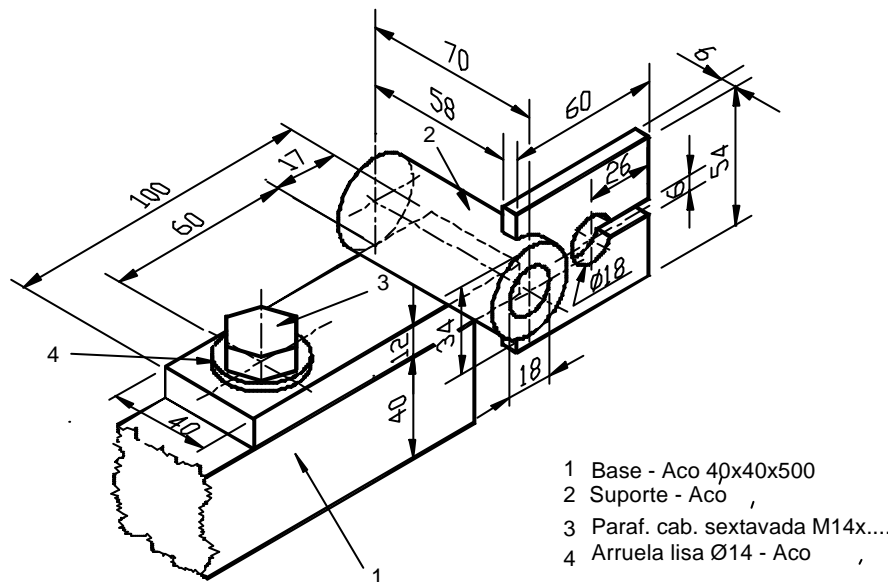
Soldar ao tubo de diâmetro Ø34 à chapa de 54x60x6 com solda de canto de 3mm de altura nos dois lados em toda volta, e soldar o tubo a chapa de 40x120x12 com solda de bisel de 6x60° em toda volta e em seguida fixar a peça 1 à base utilizando o parafuso indicado

- 1 Suporte - Aço
- 2 Base - Aço 40x40x500
- 3 Paraf. cab. sextavada M14x.....
- 4 Arruela lisa Ø14 - Aço

b)



c)



3 - Executar o desenho de conjunto e de detalhes da tubulação de gás abaixo.

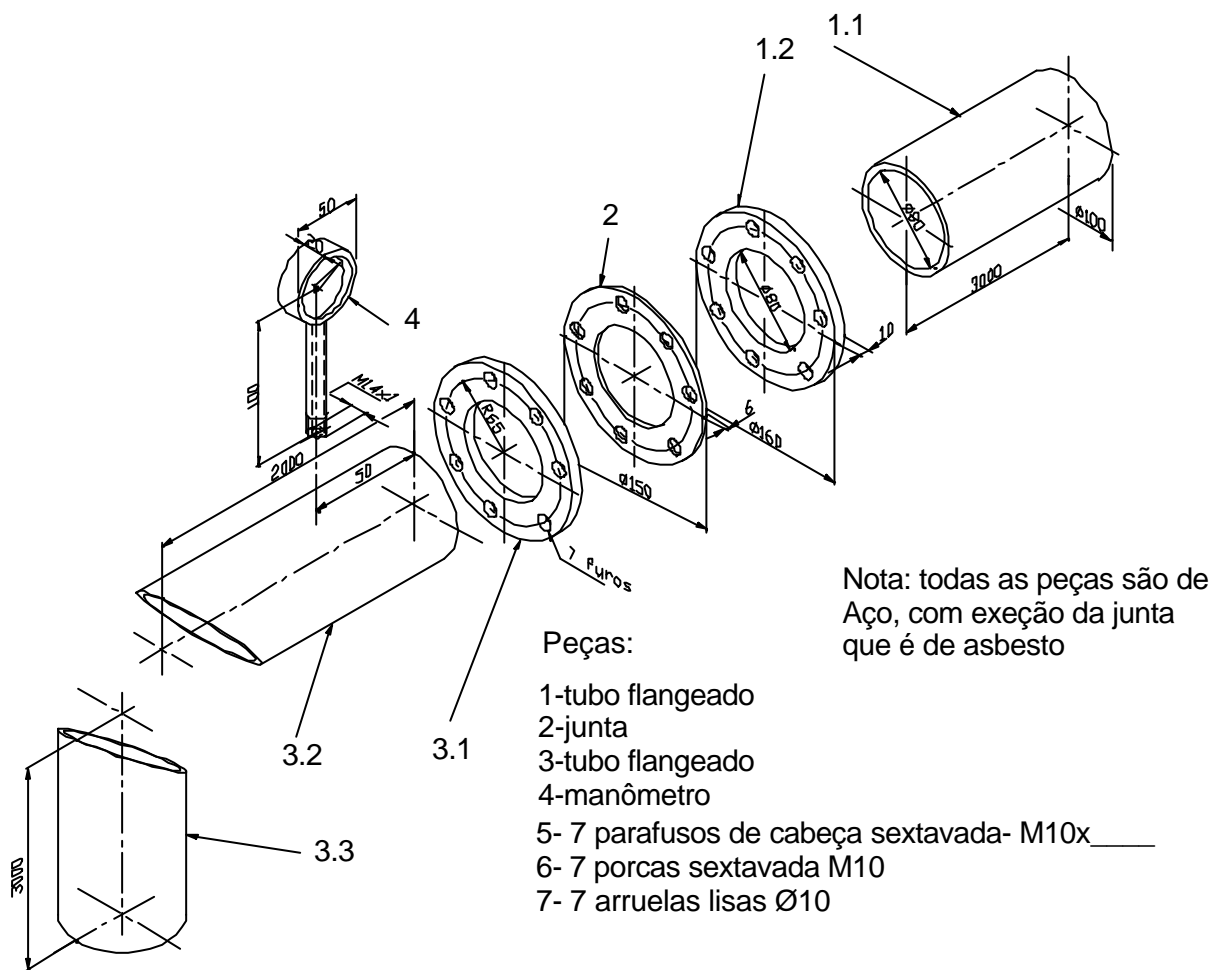
Soldar o tubo 1.1, ao flange 1.22, com preparação em bisel do tubo, em toda volta, e para ser soldado na montagem. O bisel deve ter um ângulo de 45° , e altura de 10 mm.

Soldar o tubo 3.2, ao flange 3.1, com preparação em bisel do tubo, em toda volta, e para ser soldado na montagem. O bisel deve ter um ângulo de 45° , e altura de 10 mm

Soldar o tubo 3.2, ao tubo 3.3, com preparação em bisel do tubo, em toda volta, e para ser soldado na montagem. O bisel deve ter um ângulo de 45° , e altura de 10 mm O tubo deve ser cortado em bico de gaita com ângulo de 45° .

Unir as peças não soldadas com parafusos de cabeça sextavada, com porca e arruela lisa, conforme especificado no desenho.

Abrir um furo com rosca para fixar o manômetro ao tubo 3.2.



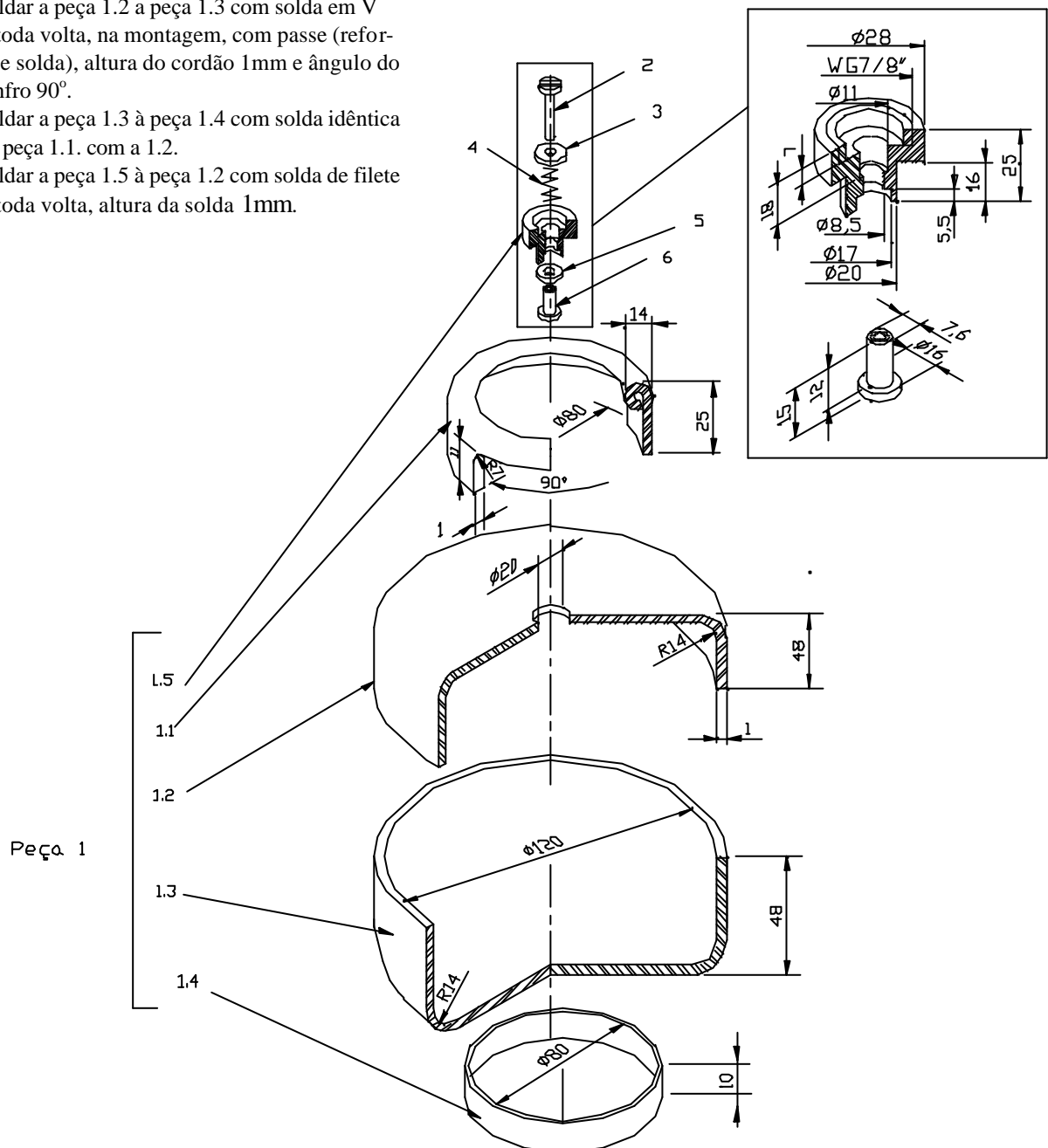
4 - Executar o desenho de conjunto e de detalhes do Botijão de gás abaixo.

- Soldar a peça 1.1 a peça 1.2 com solda de filete em toda volta pelo lado de fora, altura do filete 1mm.

- Soldar a peça 1.2 a peça 1.3 com solda em V em toda volta, na montagem, com passe (reforço de solda), altura do cordão 1mm e ângulo do chanfro 90° .

- Soldar a peça 1.3 à peça 1.4 com solda idêntica à da peça 1.1. com a 1.2.

- Soldar a peça 1.5 à peça 1.2 com solda de filete em toda volta, altura da solda 1mm.



Dados:

Peça nº

- | | |
|---|--|
| 1 | botijão - Aço |
| 2 | parafuso cabeça cilíndrica - Aço - M5x13 |
| 3 | arruela lisa - Aço - Ø5 |
| 4 | mola helicoidal de compressão - Aço
K=50N.m; d=1mm; D _m =9,6mm; n=7;
n _a =6,5; P=2mm |

Peça nº

- | | |
|---|----------------------------------|
| 5 | retentor - Borracha - Ø2,5x7,6mm |
| 6 | válvula - Aço - Ø16x15mm |

4.8 União eixo-cubo

No estudo dos diversos tipos de união eixo-cubo, as peças cônicas, as chavetas e as ranhuras, ocupam um lugar de destaque na engenharia mecânica, principalmente por serem estes tipos de uniões os responsáveis pela maioria das transmissões de potência entre eixo, engrenagens, polias, rodas, etc.. Veremos nesta seção, como interpretar e representar as indicações de conicidade e inclinação, e em seguida alguns tipos de união eixo-cubo mais comuns.

4.8.1 Conicidade:

A conicidade representada pela letra **k**, é adimensional, pode vir indicada na forma de porcentagem, de ângulo ou de uma razão, é definida por:

$$k = 2 \operatorname{tg} \left(\frac{\alpha}{2} \right) = \frac{(D - d)}{L}$$

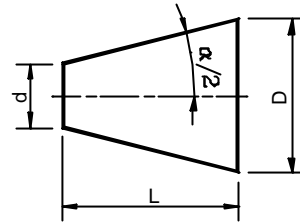


Figura 4.8.1 – Equação da conicidade

4.8.1.1 Exemplo de leitura

Um eixo cônico com o diâmetro maior igual a 100mm e altura 200mm, tem uma conicidade $k=2\%$, qual a dimensão do diâmetro menor e qual o valor do semi-ângulo do cone?

Uma conicidade de 2% ou 2/100, significa que um determinado cone diminui o seu diâmetro à razão de 2 mm para cada 100 mm de altura do cone. Se $D=100\text{mm}$ e $L=200\text{mm}$, aplicando uma regra de três simples encontramos para o diâmetro menor uma dimensão de 96 mm. O semi-ângulo pode ser determinado pela equação mostrada na Figura 4.8.1, onde $k=0,2=2\operatorname{tg}(\alpha/2)$, daí temos que $\alpha/2=6^{\circ}20'42,37''$

4.8.2 Inclinação:

A inclinação é representada pela expressão **Incl.**, é adimensional, pode vir indicada na forma de porcentagem, de ângulo ou de uma razão, é definida por:

$$\text{Incl.} = \operatorname{tg}(g) = \frac{b - a}{L}$$

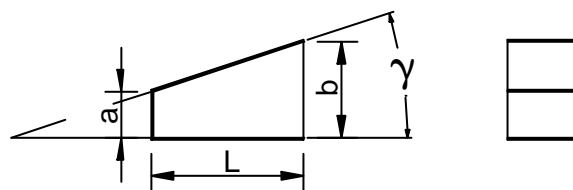
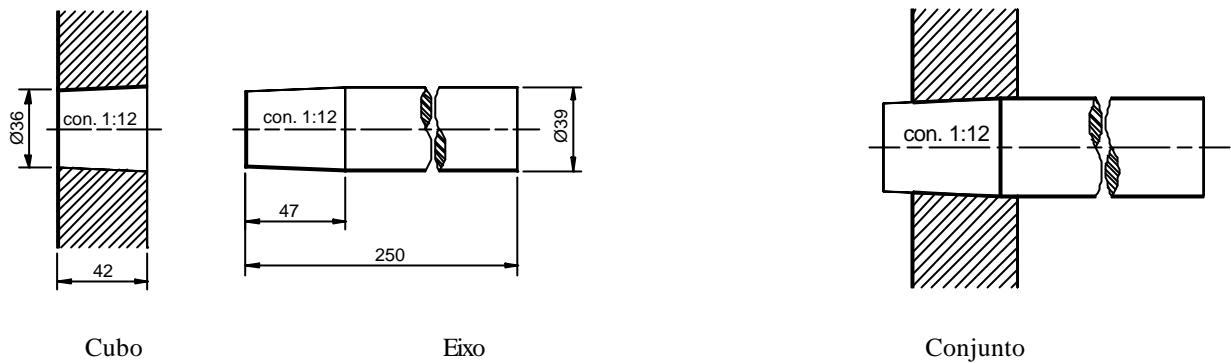


Figura 4.8.2 – Equação da inclinação

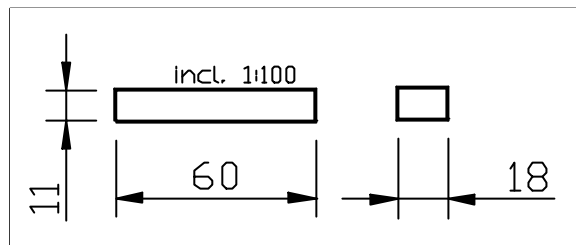
4.8.2.1 Exemplo de leitura:

Uma chaveta de comprimento 25mm, e altura 10mm, tem uma inclinação de 1%. Qual a altura da chaveta na parte mais baixa e qual o valor do ângulo?

Uma inclinação de 1% ou 1/100 em uma chaveta, significa que a altura do plano inclinado, diminui de 1mm para cada 100 mm de comprimento do plano. Se $b=10\text{mm}$ e $L=25\text{mm}$, aplicando uma regra de três simples encontramos que a dimensão da parte mais baixa da chaveta mede 9,8 mm. Para determinar o ângulo aplica-se a equação da Figura 4.8.2, onde $\text{Incl.}=0,01=\operatorname{tg}(\alpha/2)$, daí temos que $(\alpha/2)=0^{\circ}38'11,76''$

4.8.3 Exemplo de indicação de **conicidade**, nos desenhos técnicos mecânicos

Na cotagem de peças cônicas **não se deve** indicar os dois diâmetros do cone. Para eixo cônico, deve-se cotar o diâmetro maior do cone, a altura do cone e a comicidade da peça, para furos cônicos, cotar o diâmetro menor, a profundidade do furo e a conicidade.

4.8.4 Exemplo de indicação de **inclinação**

Quando indicar a **inclinação** de um elemento, não cotar as duas alturas do plano inclinado, deve-se cotar a altura maior, o comprimento do plano e a inclinação da peça

Conicidades padronizadas

Aplicação	Designação	%	$\alpha/2$
Pino cônico	1:50	2%	0°34'22"
Cones p/ fixação de ferramentas	1:30	3,33%	0°57'17"
Furo de centro	60°	115%	30°
Sede de válvula	90°	200%	45°
Cubos de hélices marítimas	1:12	8,33%	2°23'10"

Nota: Deve-se indicar a conicidade nos desenhos destes elementos como está sugerido da coluna “**Designação**”

4.8.5 Exercício.

- Calcule os diâmetros que não estão cotados (duas casas decimais) e os ângulos correspondentes a cada conicidade em graus, minutos e segundos. No exercício em que está cotado o ângulo, determine a conicidade correspondente na forma de proporção.

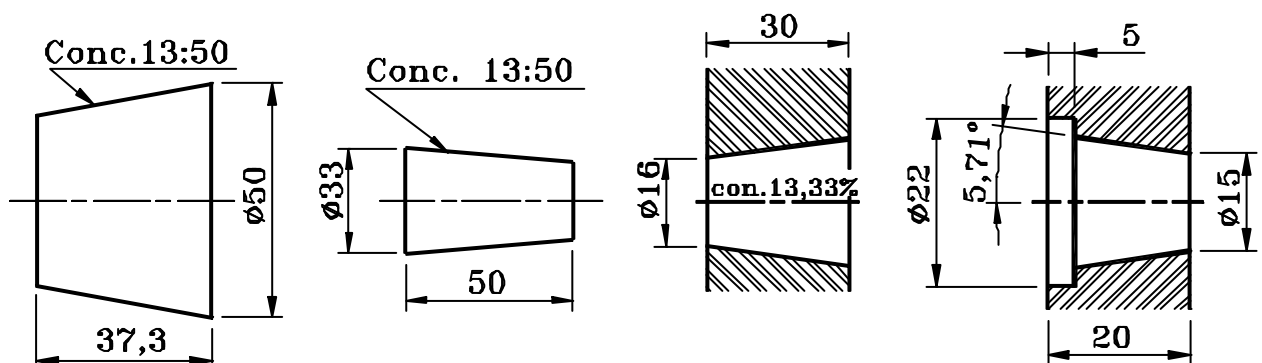
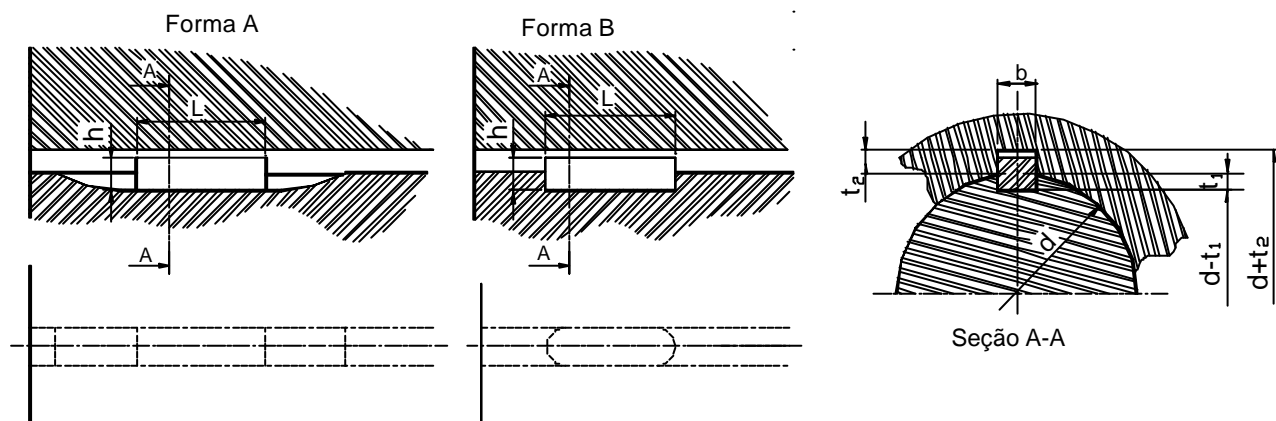


Tabela 4.8 – Dimensões da lingüeta e das ranhuras no eixo e no cubo

Diâmetro do eixo ou do cubo	Dimensões da lingüeta				Dimensões da ranhura	
					Eixo	Cubo
	b	h	L		t_1	t_2
$< d \leq$			de	até		
6	2	2	6	20	1,2	1
8	3	3	6	36	1,8	1,4
10	4	4	8	45	2,5	1,8
12	5	5	10	56	3	2,3
17	6	6	14	70	3	3,3
22	8	7	18	90	4	3,3
30	10	8	22	110	5	3,3
38	12	8	28	140	5	3,3
44	14	9	36	160	5,5	3,8
50	16	10	45	180	6	4,3
58	18	11	50	200	7	4,4
65	20	12	56	220	7,5	4,9
75	22	14	63	250	9	5,4
85	25	14	70	280	9	5,5
95	28	16	80	320	10	6,4

Nota: A chaveta, a lingüeta e a chaveta meia-lua, não devem ser cortadas por planos de corte longitudinais.

**Figura 4.6.3** – União eixo-cubo por lingüeta (chaveta paralela)

Exemplo de seleção e representação da lingüeta e das suas correspondentes ranhuras, para um eixo ou cubo com diâmetro igual a 39mm, lingüeta Tipo B.

- Na tabela 4.8 encontram-se: $b=12\text{mm}$ $h=8\text{mm}$ $t_1=5\text{mm}$ $t_2=3,3\text{mm}$
- O comprimento da lingüeta é dimensão de projeto, em desenho a representamos com comprimento um pouco menor que a largura do cubo.

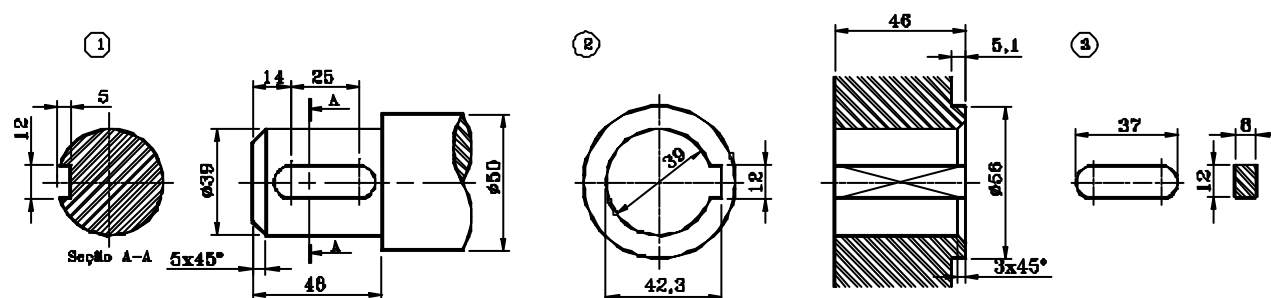
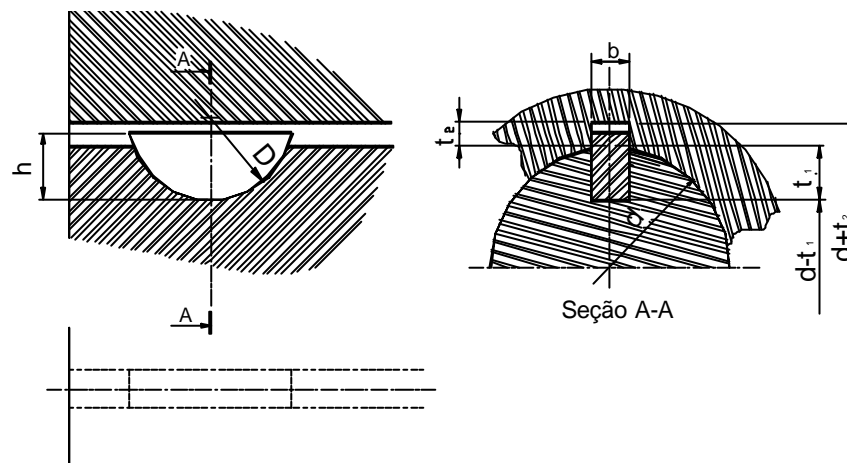


Tabela 4.9 – Dimensões da chaveta meia-lua e das ranhuras no eixo e no cubo

Diâmetro do Eixo ou do cubo		Dimensões da Chaveta meia-lua			Dimensões do rasgo	
					Eixo	Cubo
< d	≤	b	h	D (diâmetro)	t ₁	T ₂
3	4	1	1,4	4	1	0,6
4	6	1,5	2,6	7	2	0,8
6	8	1	1,4	7	1	0,6
		2	2,6		1,8	1
8	10	1,5	2,6	10	2	0,8
		2,5	3,7		2,9	1
		3	3,7		2,5	1,4
10	12	2	2,6	13	1,8	1
		2	3,7		2,9	1
		4	5		3,5	1,8
12	17	2,5	3,7	16	2,9	1
		3	3,7		2,5	1,4
		3	5		3,8	1,4
17	22	4	5	22	3,5	1,8
		6	9		6,5	2,8
22	30	5	6,5	28	4,5	2,6
		8	11		8	3,3
30	38	6	9	32	6,5	2,8
		10	13		10	3,3
>38	-----	8	11	65	8	3,3
		10	15		12	3,3

**Figura 4.6.4** – União eixo-cubo por chaveta meia-lua

Exemplo de seleção e representação da lingüeta meia-lua e das suas correspondentes ranhuras, para um eixo ou cubo com diâmetro igual a 30mm.

- Na tabela 4.9 encontram-se: **b=8mm** **h=11mm** $\phi=28\text{mm}$ **t₁=8mm** **t₂=3,3mm**

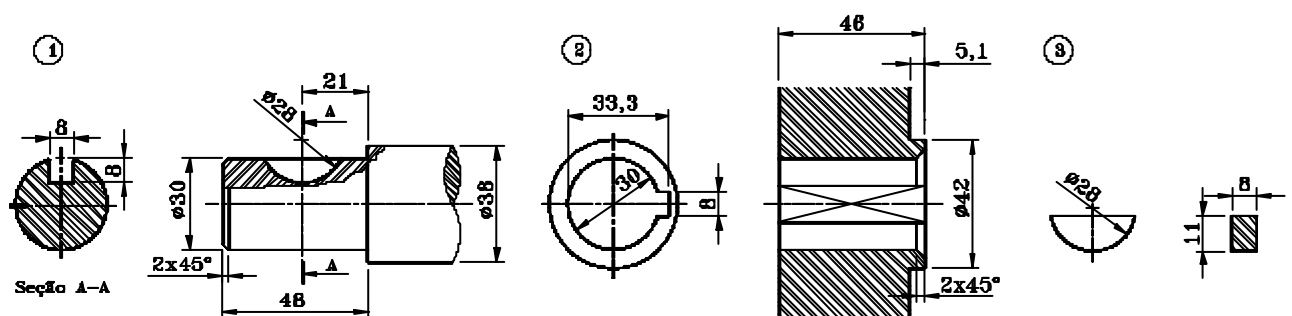


Tabela 4.10 – Dimensões das canaletas para eixo e para cubo

Diâmetro de referência	Diâmetro do eixo	Largura da canaleta	Número de canaletas	Diâmetro do eixo	Largura da canaleta	Número de canaletas
d	D	b	Z	D	b	Z
11	14	4	4	14	3	6
13	16	5	4	16	3,5	6
16	20	6	4	20	4	6
18	22	7	4	22	5	6
21	25	8	4	25	5	6
23	26	6	6	28	6	6
26	30	6	6	32	6	6
28	32	7	6	34	7	8
32	36	6	8	38	6	8
36	40	7	8	42	7	8
42	46	8	8	48	8	8
46	50	9	8	54	9	8
52	58	10	8	60	10	8
56	62	10	8	65	10	8
62	68	12	8	72	12	10
72	78	12	10	82	12	10
82	88	12	10	92	12	10
92	98	14	10	102	14	10
102	108	16	10	112	16	10
112	120	18	10	125	18	10

Nota: As ranhuras não são cortadas por planos longitudinais

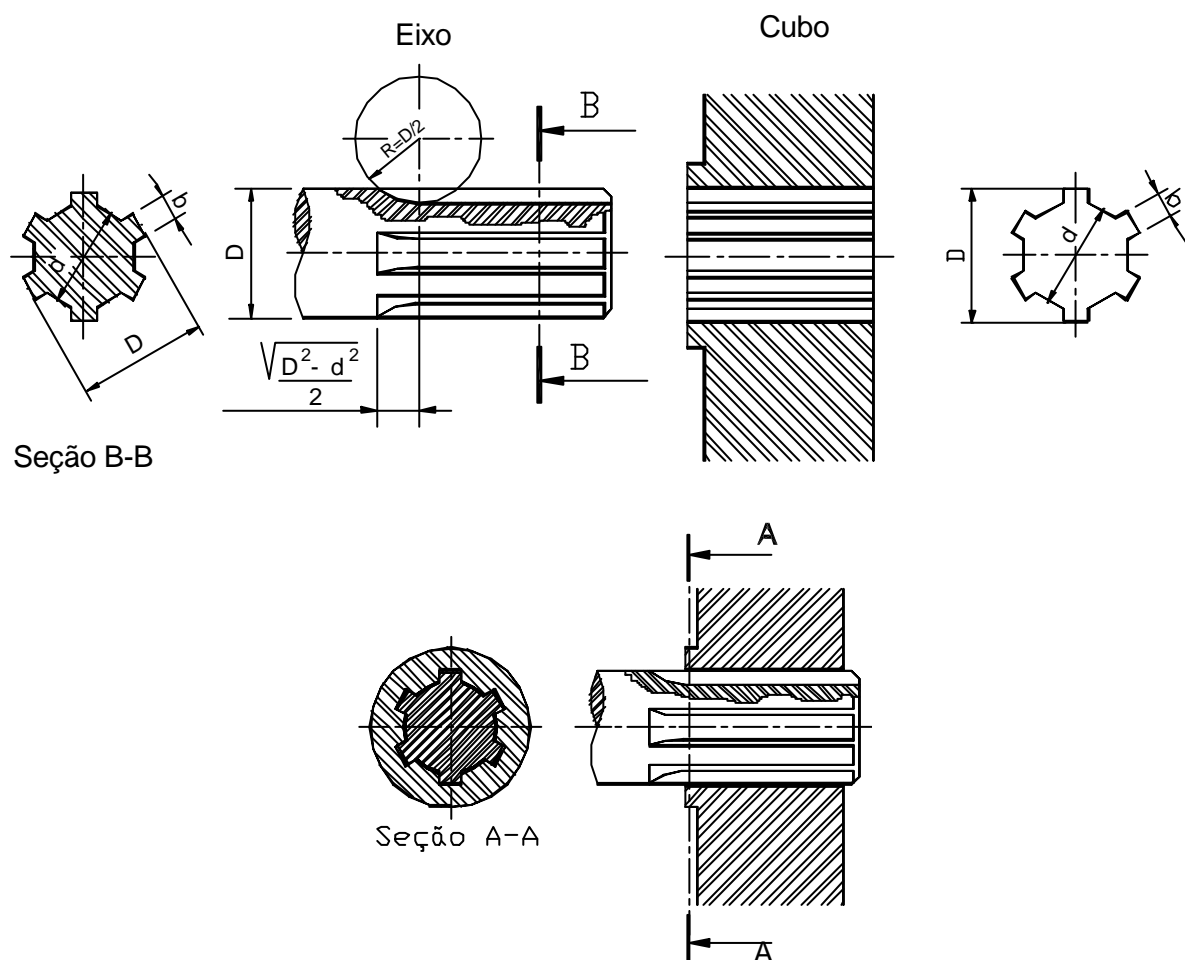
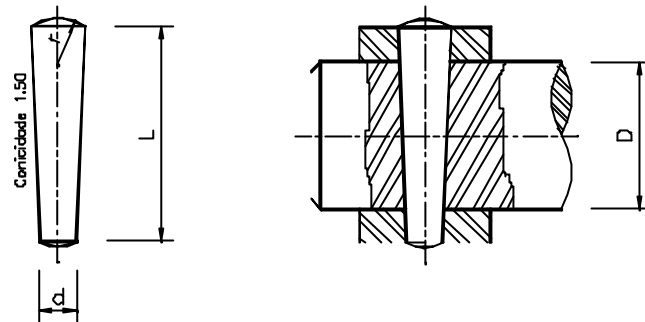
**Figura 4.66** – União por eixo canelado (frezado)

Tabela 4.11 – Pino Cônico

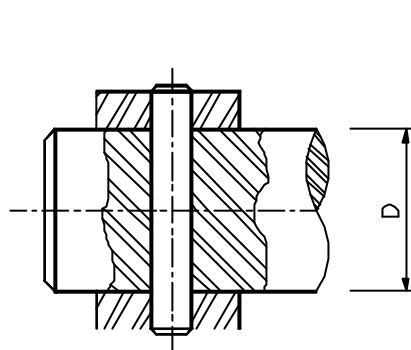
Dimensões padronizadas de pinos cônicos															
d	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30
r	1,5	1,5	2,5	2,5	4	4	6	6	10	10	15	20	20	30	30



Especificação: Pino Cônico; $\phi 5 \times 20$, Material - Aço

Tabela 4.12 – Pino cilíndrico

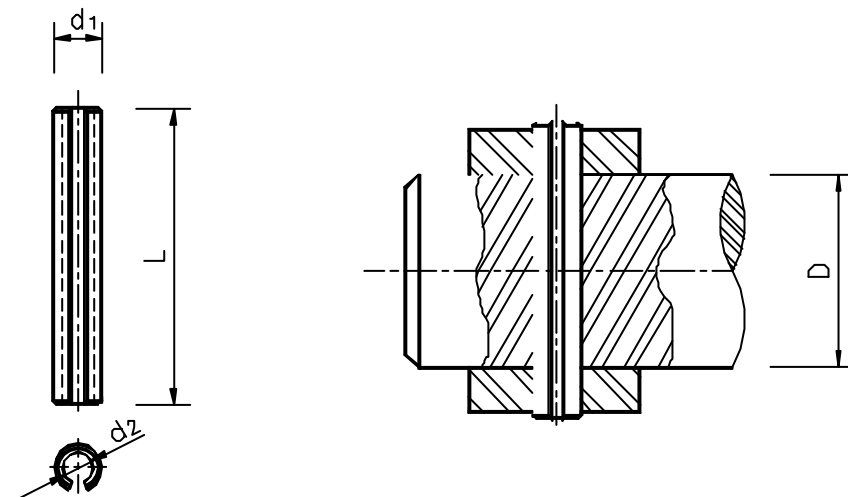
Dimensões padronizadas de pino cilíndrico														
d	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	7	8	10	12	14	16



Especificação: Pino Cilíndrico; $\phi 5 \times 20$, Material - Aço

Tabela 4.13 – Pino elástico

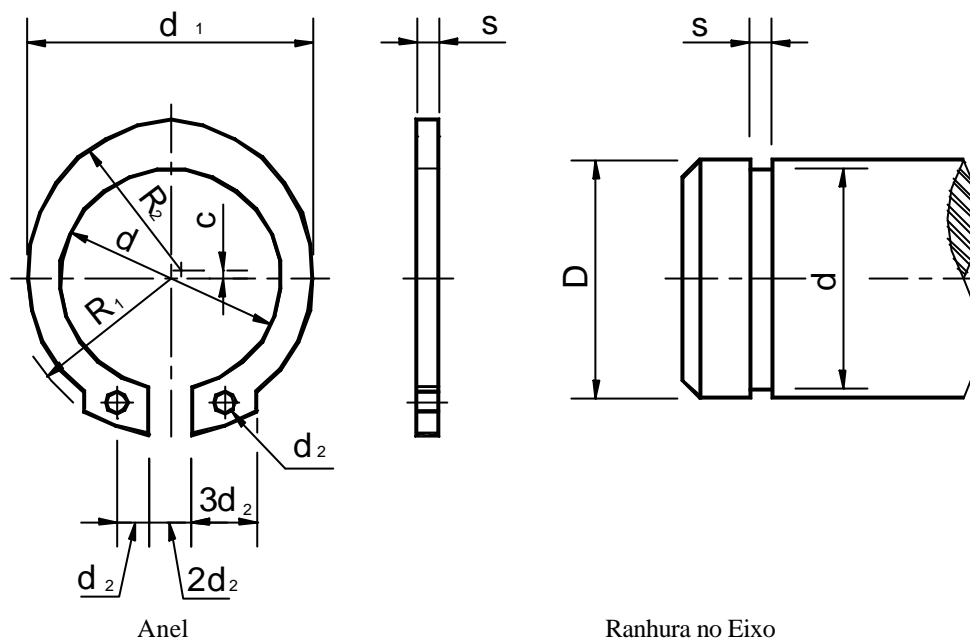
Dimensões padronizadas de pino elástico														
d	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	8	10	12	14	16	18
d ₁	2,3	2,8	3,3	3,8	4,4	4,8	5,4	6,4	8,5	10,5	12,5	14,5	16,5	18,5
d ₂	1,9	2,3	2,7	3,1	3,4	3,8	4,4	4,9	7	8,5	10,5	11,5	13,5	15



Especificação: Pino Elástico; $\phi 5 \times 20$, Material - Aço

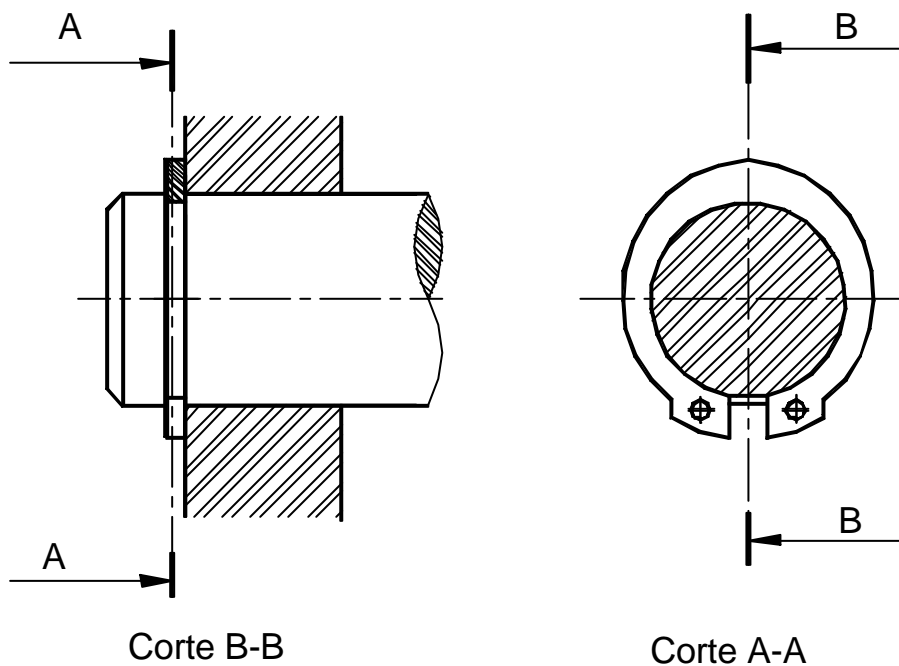
Tabela 4.14 – Anel elástico externo

Dimensões padronizadas de anel externo															
D	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	15	17	20	22	25
S	0,4		0,6	0,7	0,8		1						1,2		



Proporções aproximadas em função do diâmetro do eixo D					
$d=0,92xD+0,07$	$d_1=1,1xD+1,77$	$d_2=0,03xD+1,2$	$R_1=0,56xD+2$	$R_2=0,63xD$	$c=0,003xD$

- Exemplo de aplicação



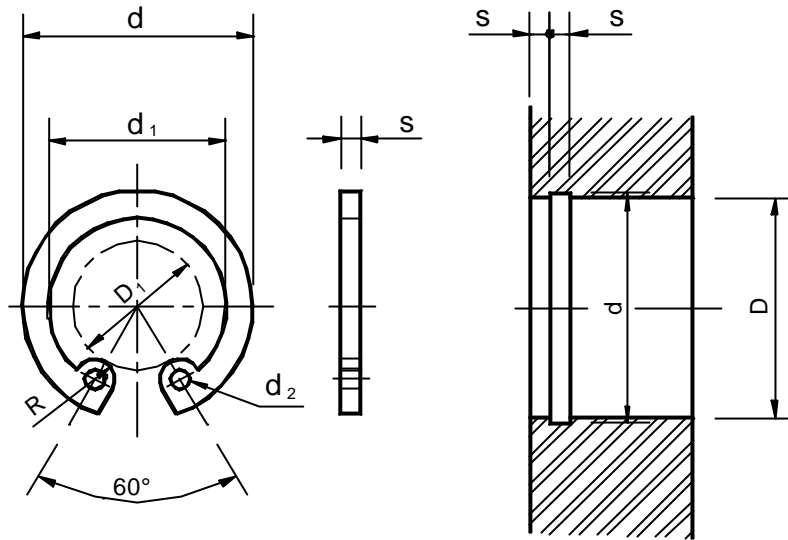
Denominação: Anel elástico externo

Especificação: **DxS**

Exemplo: Anel elástico externo, material - Aço, $\phi 20 \times 1,2$

Tabela 4.15 – Anel elástico interno

Dimensões padronizadas de anel interno																
D	8	9	10	12	14	15	17	20	22	25	28	30	32	35	38	40
S	0,8					1					1,2			1,5		1,75

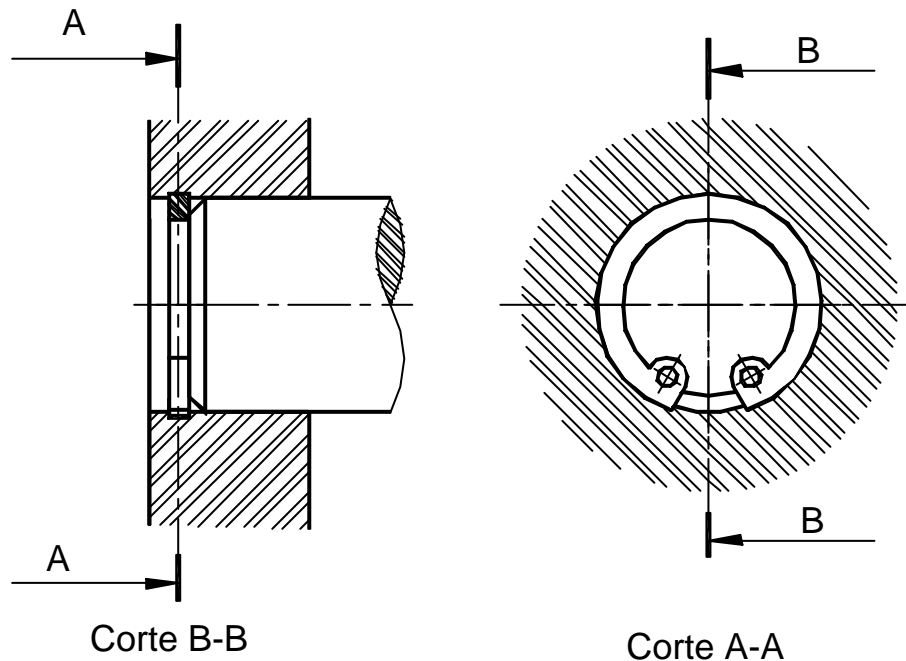


Anel

Ranhura no Cubo

Proporções aproximadas em função do diâmetro do eixo D			
$D_1=0,84 \times D-5$	$d=1,06 \times D-0,24$	$d_1=0,91 \times D-2,1$	$R=2 \times d_2=0,32 \times D+1,2$

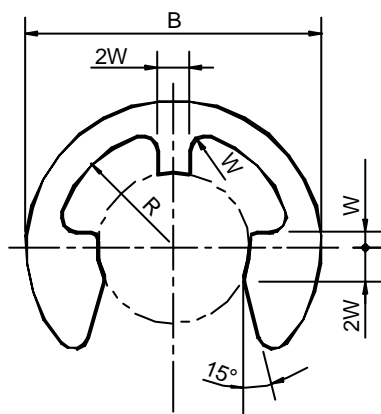
- Exemplo de aplicação



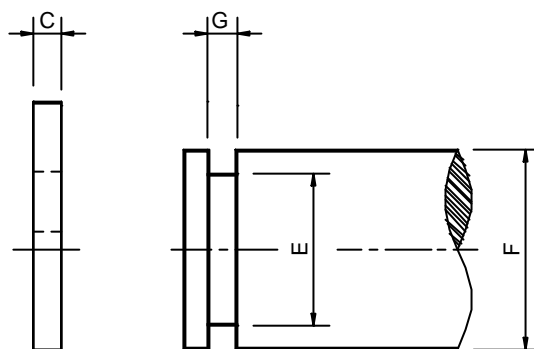
Denominação: Anel elástico interno
Especificação: **D** x **S**
Exemplo : Anel elástico interno, Material - Aço, $\phi 10 \times 1$

Tabela 4.16 – Presilha

Dimensões padronizadas de presilha				
F (de até)	E	G	B	C
1 a 1,4	0,8	0,24	2	0,2
1,4 a 2	1,2	0,34	3	0,3
2 a 2,5	1,5	0,44	4	0,4
2,5 a 3	1,9	0,54	4,5	0,5
3 a 4	2,3	0,64	6	0,6
4 a 5	3,2	0,64	7	0,6
5 a 7	4	0,74	9	0,7
6 a 8	5	0,74	11	0,7
7 a 9	6	0,74	12	0,7
8 a 11	7	0,94	14	0,9
9 a 12	8	1,05	16	1
10 a 14	9	1,15	18,5	1,1
11 a 15	10	1,25	20	1,2
13 a 18	12	1,35	23	1,3
16 a 24	15	1,55	29	1,5
20 a 31	19	1,80	37	1,75



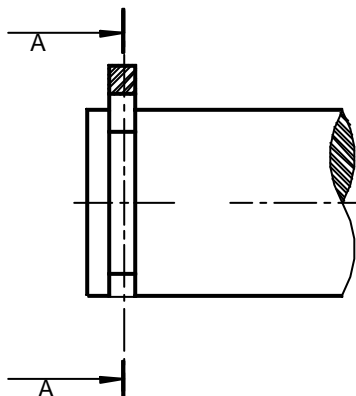
Presilha



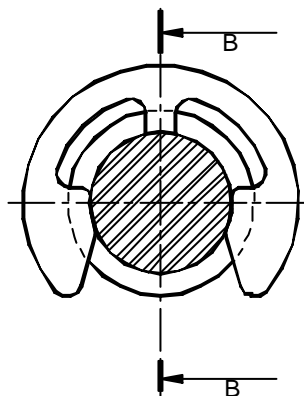
Ranhura no Eixo

Proporções aproximadas da presilha em função do diâmetro interno da garganta no eixo E	
$W = 0,1 E$	$R = 1,3 E$

- Exemplo de aplicação



Corte B-B



Corte A-A

Denominação: Presilha
Especificação: FxC

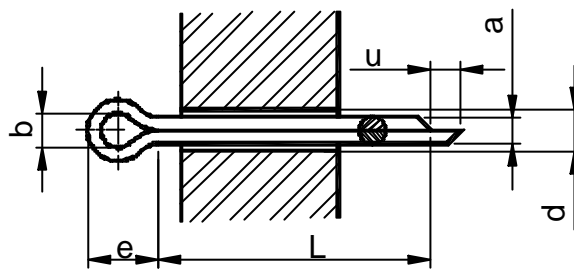
Exemplo: Presilha, material - Aço, $\phi 4 \times 0,6$

Tabela 4.17 – Contra pino

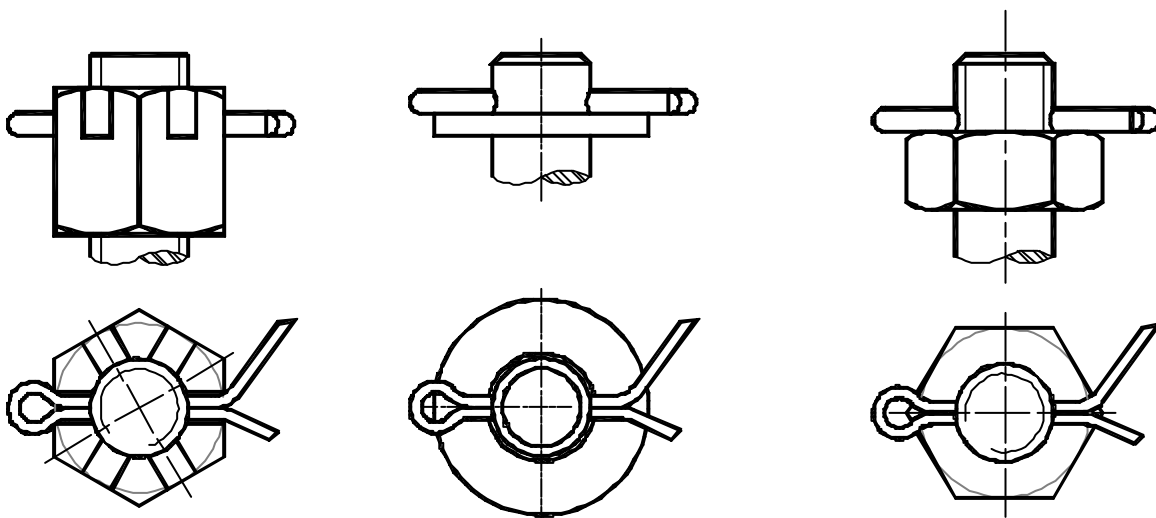
Indicação para designação		Diâmetro real do contra-pino a	Diâmetro da Rosca métrica em função do diâmetro do contra-pino	u	b	e
Diâmetro nominal do contra-pino d	Comprimento L					
0,6	de 4 a 8	0,5	M1,2	1	1,25	2,1
0,8	5 a 12	0,7	M3	1	1,4	2,3
1	5 a 15	0,9	M4	1	1,5	2,5
1,5	8 a 30	1,3	M5 e M6	2	2	3,3
2	10 a 40	1,8	M8 a M10	2	2,3	4
3	15 a 60	2,7	M12 a M14	2	3	5
4	20 a 70	3,7	M16 a M20	3	4,1	7,2
5	28 a 80	4,7	M24	3	4,7	8,2
6	35 a 90	5,7	M30 a M36	3	5,7	10,2
8	45 a 140	7,7	M42 a M48	3	7,7	13,5
10	60 a 170	9,7	M56 a M80	4	9,7	17
13	100 a 240	12,6	> M80	4	12,7	23

Nota: O diâmetro nominal do contra-pino é igual ao diâmetro do furo no qual será alojado.

Comprimentos padronizados de contra-pinos: 5; 6; 8; 10; 12; 15; 18; 20; 25; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90; 95; 100; 110; 120; 130; 150.



Exemplos de aplicação:



Denominação: contra-pino

Especificação: **d**x**L**

Exemplo de especificação: **Contra-pino - f4x50 – Material Aço**

5 ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO

5.1 Roda denteada para corrente de rolos

5.1.1 Roda denteada: 9 a 12 dentes

Seqüência : iniciar pela vista frontal, vista que mostra a seção circular da roda denteada.

1-Calcule o diâmetro primitivo, *Equação 1* e trace a circunferência primitiva com centro em "O".

Sobre esta circunferência, marque a posição angular do centro de cada dente, dividindo $360^\circ/Z$. Trace duas retas passando pelo ponto O_1 , fazendo um ângulo entre si de 120° , como mostrado na *Figura 5.1.1*.

2-Entre na tabela abaixo com os dados da roda (por exemplo A8x2,6-Z=10), e retire o valor **R=2,54**, e trace o arco **12** com centro em O_1 .

2-Entre na tabela e retire o raio do arco **r=4,6**, e trace dois arcos, um a partir do ponto **2** e outro ponto **1**, *Figura 5.1.2*, os centros dos arcos ficam sobre as retas que passam por **O₁1** e **O₁2**.

3-Repita o processo para os outros dente, o ponto de interseção **3** determina o diâmetro externo da roda.

4-Marque a largura do dente (**L=2,6**) para iniciar a vista lateral esquerda. Transfira para esta vista todos os diâmetros (d_e , d_i , etc), determinados na vista frontal.

5 Retire a dimensão **c=1,27** na tabela e marque na vista lateral a partir do diâmetro interno. A partir deste ponto trace uma reta paralela ao eixo da roda, determinando o ponto (4). Retire da tabela a dimensão **R₁=8,5** e trace um arco com centro sobre esta reta e que passe pelo ponto (4) interceptando o diâmetro externo no ponto (5) como mostrado na *Figura 5.1.2*, o arco 45 determina o perfil do dente.

6-As dimensões **K** e **b**, só devem ser utilizadas caso haja a necessidade no projeto de alterar a espessura da roda, de maneira a não permitir a montagem da corrente sobre o cubo, *Figura 5.1.3*.

Equação 5.1

$$d_p = (\text{dia.primitivo}) = P / [\sin(180^\circ / Z)]$$

P = passo da roda

Z = número de dentes

Exemplo de especificação, para uma roda com passo 8mm e largura do dente 2,6mm

Roda dentada A8x2,6-Z=10

Corrente de rolos 8x9,6

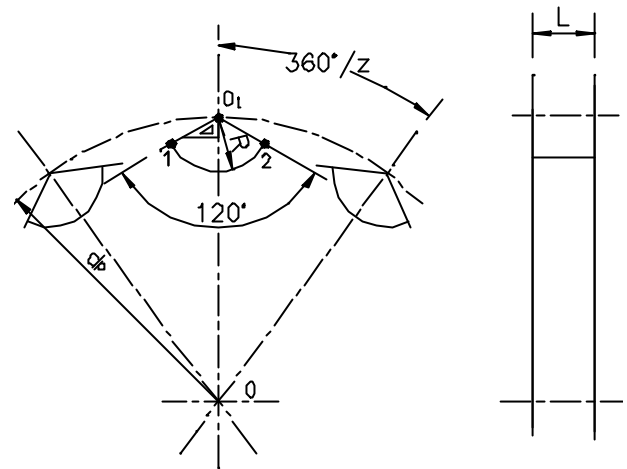


Figura 5.1.1

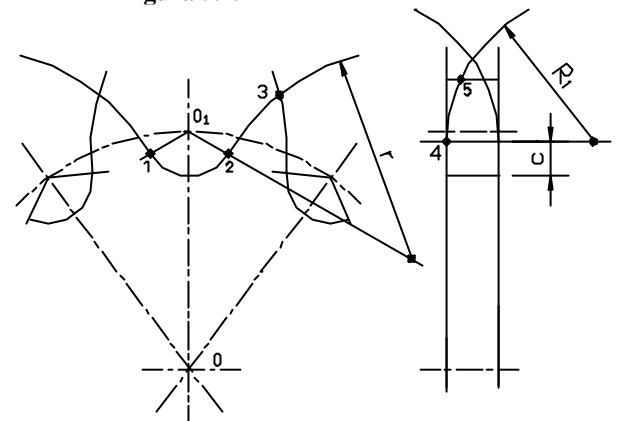


Figura 5.1.2

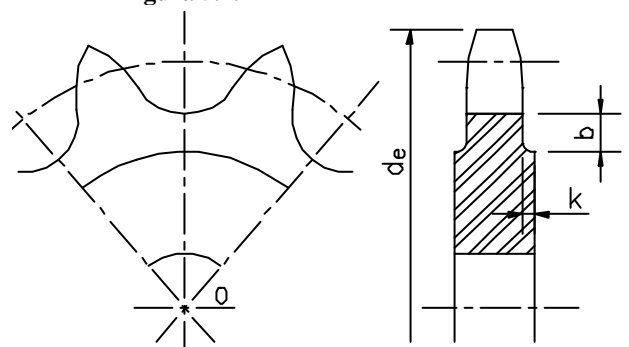


Figura 5.1.3

Roda	Corrente	Rolete	TABELA PARA RODA DE 9 A 12 DENTES						
PxL	Pxe	d	P (mm)	R	r	c	R ₁	b	K
A8x2,6	8x3	5	8	2,54	4,6	1,27	8,5	2,4	0,76
A3/8"x3,5	3/8"x3,9	6,35	9,53	3,2	11,43	1,52	10,0	2,3	0,76
A1/2"x4,4	1/2"x4,9	7,75	12,7	3,91	14,88	2,93	13,5	2,4	0,76
A1/2"x4,7	1/2"x5,2	8,51	12,7	4,29	15,24	1,03	13,5	3,0	0,76
A5/8"x5,9	5/8"x5,5	10,16	15,88	5,14	14,88	2,54	16,8	3,5	0,76
A5/8"x8,9	5/8"x9,6	10,16	15,88	5,14	19,05	2,54	16,8	3,5	0,76
A3/4"x10,8	A3/4"x11,7	12,07	19,05	6,10	22,86	3,05	20,2	4,0	0,76

5.1.2 Roda denteada: 13 a 19 dentes

Seqüência : iniciar pela vista frontal, vista que mostra a seção circular da roda denteada.

1-Calculare o diâmetro primitivo, *Equação 1* e trace a circunferência primitiva com centro em "O".

Sobre esta circunferência, marque a posição angular do centro de cada dente, dividindo $360^\circ/Z$. Trace duas retas passando pelo ponto O_1 , fazendo um ângulo entre si de 120° , como mostrado na *Figura 5.1.4*.

2-Entre na tabela abaixo com os dados da roda (por exemplo A8x2,6-Z=14), e retire o valor $R=2,54$, e trace o arco 12 com centro em O_1 .

3-Entre na tabela e retire o raio do arco $r_1=24,3$, e trace dois arcos, um a partir do ponto 2 e outro do ponto 1, os centros dos arcos se encontram sobre as retas que passam por O_1 e $O_1 2$, *Figura 5.1.5*. Repita o processo para os outros dentes.

4-Retire da tabela o raio do arco $a=2,57$, e trace dois arcos com centro em 2 e em 1 respectivamente, estes arcos irão interceptar o arco de raio r_1 no ponto 4, *Figura 5.1.5*.

5-Retire da tabela o raio do arco $r_2=3,84$, e trace um arco cujo centro se encontra sobre a circunferência primitiva e que passa pelo ponto 4. Repita o procedimento para determinar o ponto 5, este ponto, determina o diâmetro externo da roda.

6-Marque a largura do dente ($L=2,6$), para dar início à vista lateral esquerda. Transfira para esta vista todos os diâmetros (d_e , d_i , etc.) determinados na vista frontal.

7-Retire a dimensão $c=1,27$ na tabela e marque na vista lateral a partir do diâmetro interno. A partir deste ponto trace uma reta paralela ao eixo da roda, determinando o ponto (6). Retire da tabela a dimensão $R_1=8,5$ e trace um arco com centro sobre esta reta e que passe pelo ponto (6), como mostrado na *Figura 5.1.5*, o arco 67 determina o perfil do dente.

8-As dimensões K e b , só devem ser utilizadas caso haja a necessidade no projeto de alterar a espessura da roda de maneira a não permitir a montagem da corrente sobre o cubo, *Figura 5.1.6*.

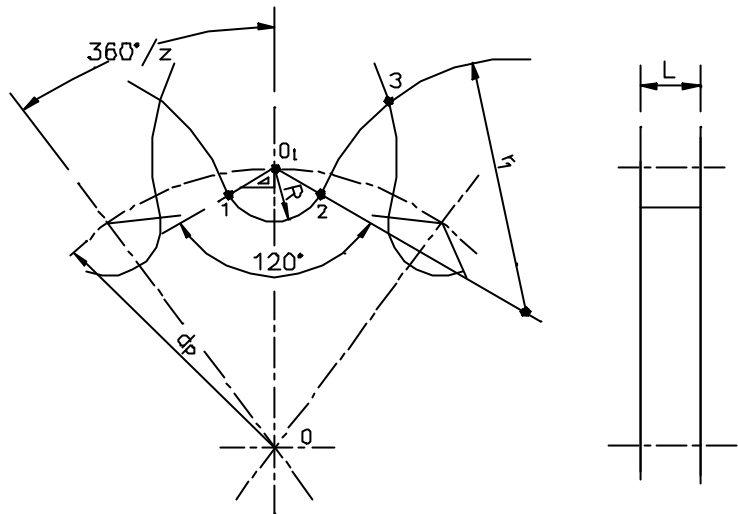


Figura 5.1.4

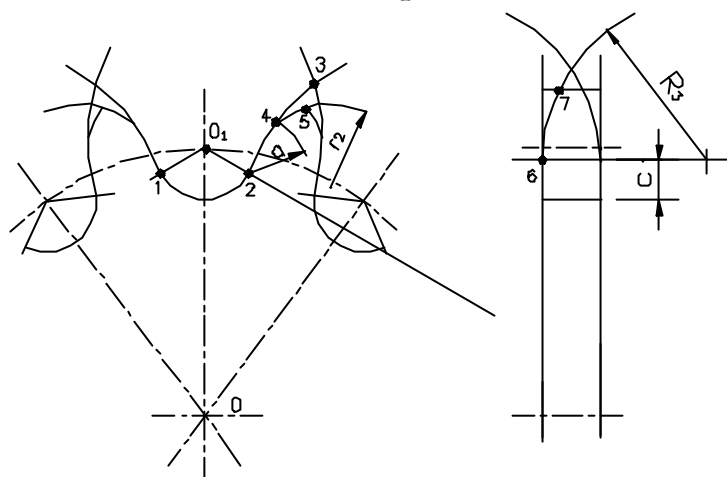


Figura 5.1.5

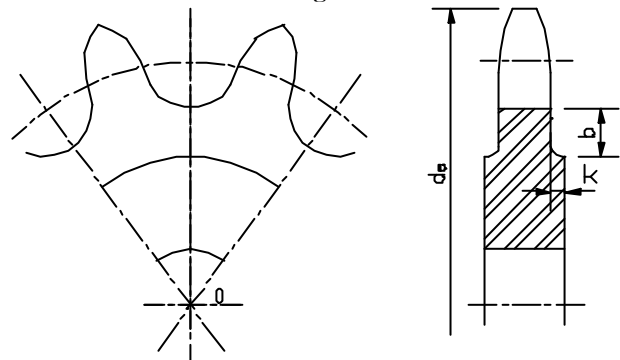


Figura 5.1.6

Roda	Corrente	Roleta	TABELA PARA RODA COM DENTES DE 13 A 19								
PxL	Pxe	d	P (mm)	R	r ₁	a	r ₂	c	R ₁	b	K
A8x2,6	8x3	5	8	2,54	24,30	2,57	3,84	1,27	8,5	2,4	0,76
A3/8"x3,5	3/8"x3,9	6,35	9,53	3,2	28,58	3,05	4,57	1,52	10,0	2,3	0,76
A1/2"x4,4	1/2"x4,9	7,75	12,7	3,91	37,19	3,96	5,94	2,92	13,5	2,4	0,76
A1/2"x4,7	1/2"x5,2	8,51	12,7	4,29	38,10	4,06	6,10	2,03	13,5	3,0	0,76
A5/8"x5,9	5/8"x5,5	10,16	15,88	5,14	37,19	3,96	5,94	2,54	16,8	3,5	0,76
A5/8"x8,9	5/8"x9,6	10,16	15,88	5,14	47,63	5,08	7,62	2,54	16,8	3,5	0,76
A3/4"x10,8	A3/4"x11,7	12,07	19,05	6,10	57,15	6,10	9,14	3,05	20,2	4,0	1,27

5.1.3 Roda dentada: com mais de 20 dentes

Seqüência: iniciar pela vista frontal, vista que mostra a seção circular da roda dentada.

1-Calcule o diâmetro primitivo, *Equação 1* e trace a circunferência primitiva com centro em "O".

Sobre esta circunferência, marque a posição angular do centro de cada dente, dividindo $360^\circ/Z$. Trace duas retas passando pelo ponto O_1 , fazendo um ângulo entre si de 120° , como mostrado na *Figura 5.1.7*.

Fig.1.

2-Entre na tabela com os dados da roda (por exemplo A8x2,6-Z=22), retire o valor $R=2,54$, e trace o arco 12 com centro em O_1 . Levante perpendiculares às retas traçadas anteriormente pelos pontos 1 e 2, como mostrado na *Figura 5.1.7*, e marque sobre esta perpendicular a distância $a=3,35$ determinando o ponto 3, *Figura 5.1.8*.

3-Levante uma perpendicular à reta 23 pelo ponto 3 e trace o arco de raio $r=0,79$ (ver tabela) com centro sobre esta perpendicular, ao repetir o procedimento para os outros dentes, encontra-se o ponto 4 que determina o diâmetro externo da roda, *Figura 5.1.9*.

4-Marque a largura do dente ($L=2,6$), para dar início à vista lateral esquerda. Transfira para esta vista todos os diâmetros (d_e , d_i , etc.) determinados na vista frontal.

5-Retire a dimensão $c=1,27$ na tabela e marque na vista lateral a partir do diâmetro interno. A partir deste ponto trace uma reta paralela ao eixo da roda, determinando o ponto (5). Retire da tabela a dimensão $R_1=8,5$ e trace um arco com centro sobre esta reta e que passe pelo ponto (5), como mostrado na *Figura 5.1.7*, o arco 56 determina o perfil do dente.

6-As dimensões K e b , só devem ser utilizadas caso haja a necessidade no projeto de alterar a espessura da roda de maneira a não permitir a montagem da corrente sobre o cubo, *Figura 5.1.9*.

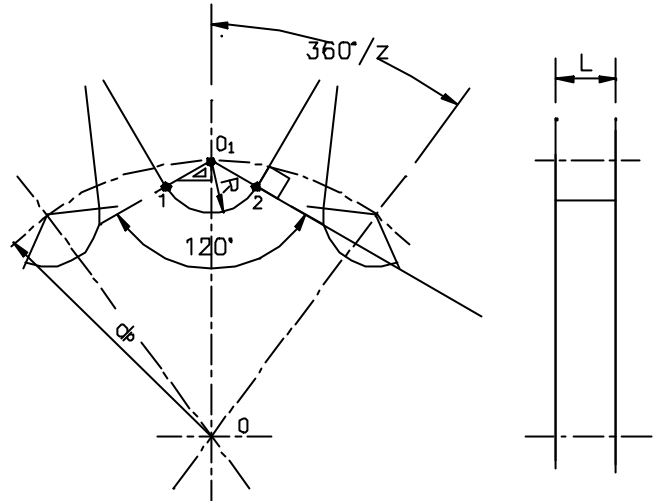


Figura 5.1.7

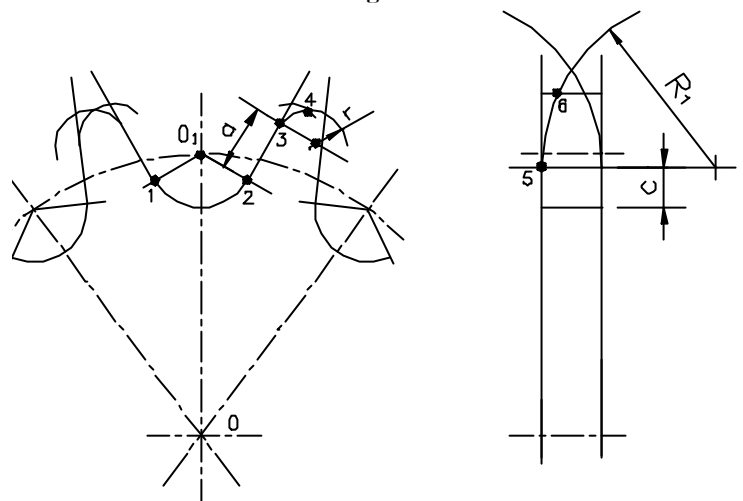


Figura 5.1.8

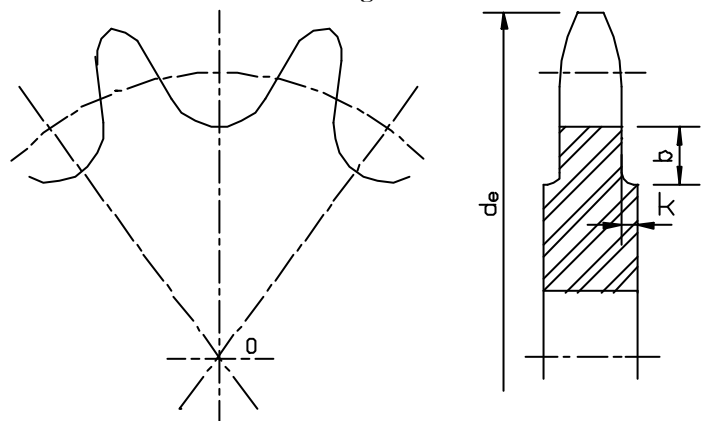
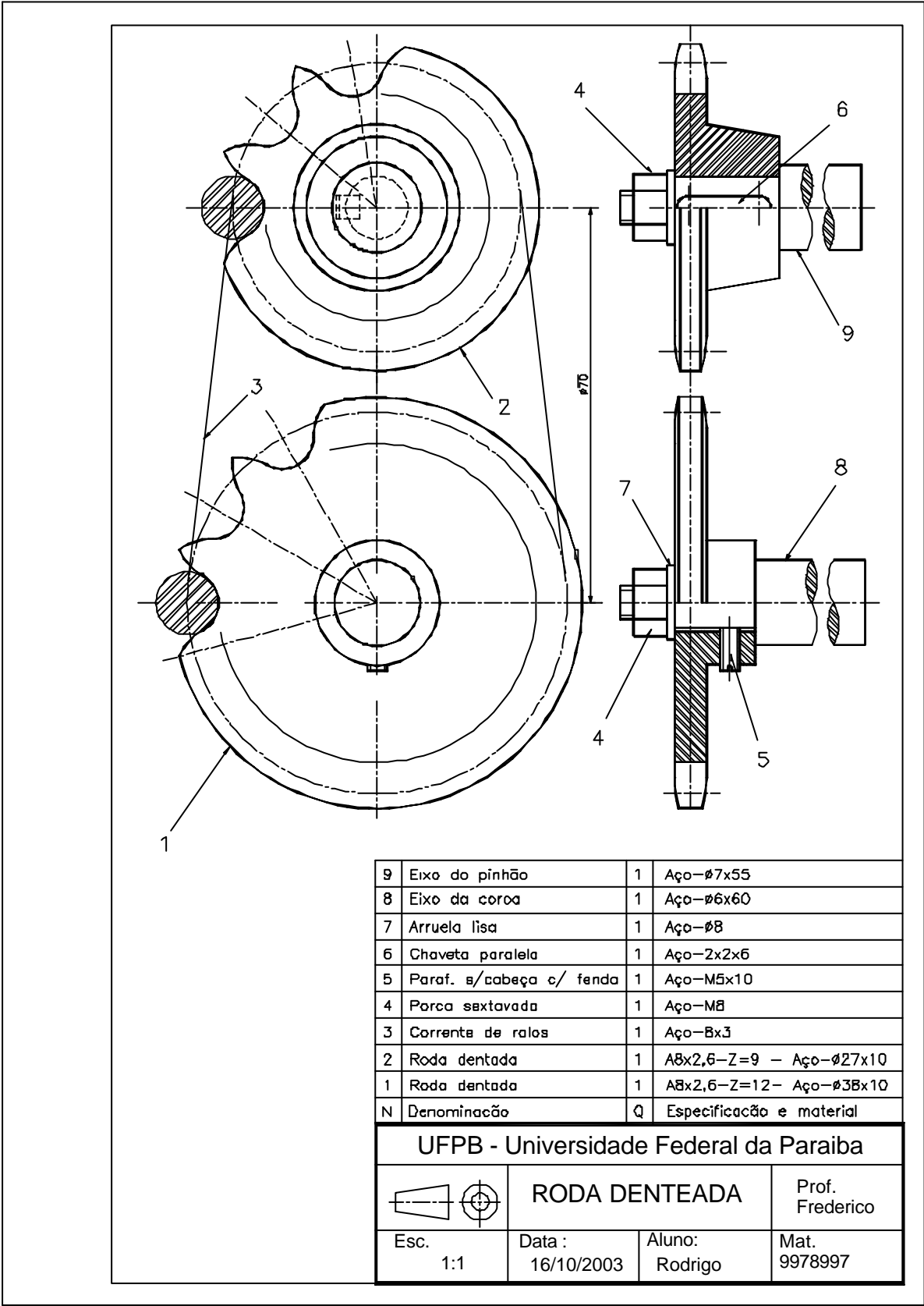


Figura 5.1.9

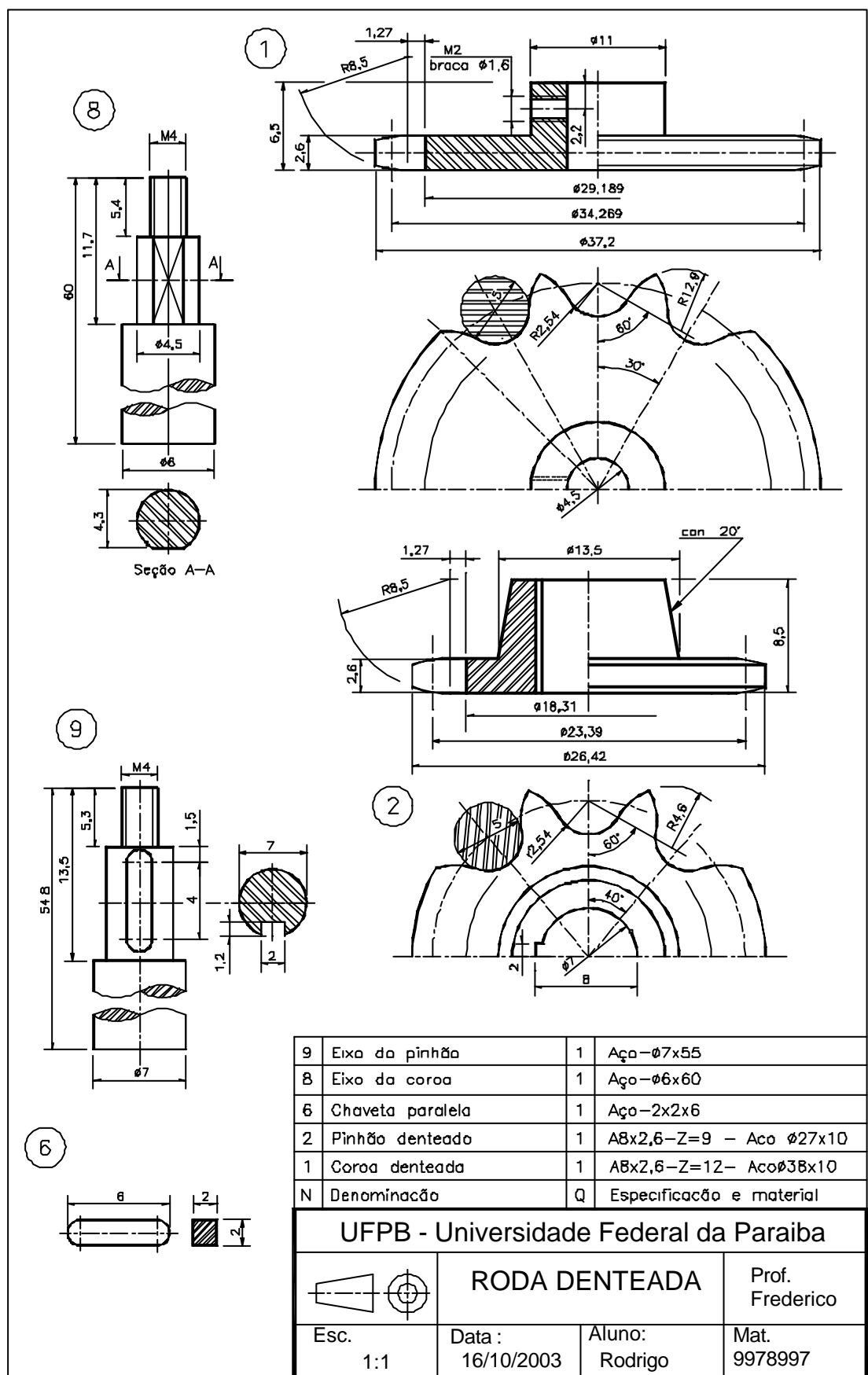
Roda	Corrente	Rolete	TABELA PARA RODA COM MAIS DE 20 DENTES							
PxL	Pxe	d	P (mm)	R	a	r	c	R ₁	b	K
A8x2,6	8x3	5	8	2,54	3,35	0,79	1,27	8,5	2,4	0,76
A3/8"x3,5	3/8"x3,9	6,35	9,53	3,2	4,01	0,94	1,52	10,0	2,3	0,76
A1/2"x4,4	1/2"x4,9	7,75	12,7	3,91	5,33	1,27	2,93	13,5	2,4	0,76
A1/2"x4,7	1/2"x5,2	8,51	12,7	4,29	5,33	1,27	1,03	13,5	3,0	0,76
A5/8"x5,9	5/8"x5,5	10,16	15,88	5,14	5,33	1,27	2,54	16,8	3,5	0,76
A5/8"x8,9	5/8"x9,6	10,16	15,88	5,14	6,35	1,57	2,54	16,8	3,5	0,76
A3/4"x10,8	A3/4"x11,7	12,07	19,05	6,10	8,00	1,91	3,05	20,2	4,0	0,76

5.1.4 Desenho de conjunto de transmissão por roda dentada.

Nota: Observe que neste tipo de desenho a corrente é representada apenas por uma linha primitiva, não havendo a necessidade de representa-la detalhadamente, uma vez que esta é um elemento padronizado.



5.1.5 Desenho de detalhes de transmissão por roda dentada.



5.2 Polia para correia trapezoidal

5.2.1 Desenho de polia para correia trapezoidal

Seqüência :

Exemplo : desenhar uma polia para correia B160

Interpretação: polia para correia tipo B, com diâmetro primitivo $\phi 160$ mm

1-marcar o diâmetro primitivo, e sobre este a largura primitiva da garganta $L_p=14$ mm (tipo B) determinando os pontos **1** e **2**, página 123.

2-entre na *Tabela 5.1* e selecione o ângulo da garganta, $\beta=34^\circ$ (é função do diâmetro primitivo e do tipo da correia). Com o ângulo da garganta traçar duas retas inclinadas entre si de β e que passem pelos pontos **1** e **2**.

3-retirar da *Tabela 5.1* as dimensões $P=4,2$ e $H=10,8$, e marcar como mostrado na figura ao lado. Estas dimensões definem a profundidade da garganta.

4-retirar da *Tabela 5.1* a dimensão $A=4,5$, marcando no diâmetro externo da polia como indicado na figura ao lado.

5-com os dados da *Tabela 5.1*, pode-se chegar até este ponto, para concluir o desenho da polia deve-se possuir os dados do cubo e do corpo da polia, dimensões que são frutos de projeto, e da imaginação de cada projetista.

5.2.2 Especificação da polia e da correia trapezoidal:

Polia:

- indicar primeiro o número de gargantas da polia
- em seguida o tipo da garganta
- por último o diâmetro primitivo da polia

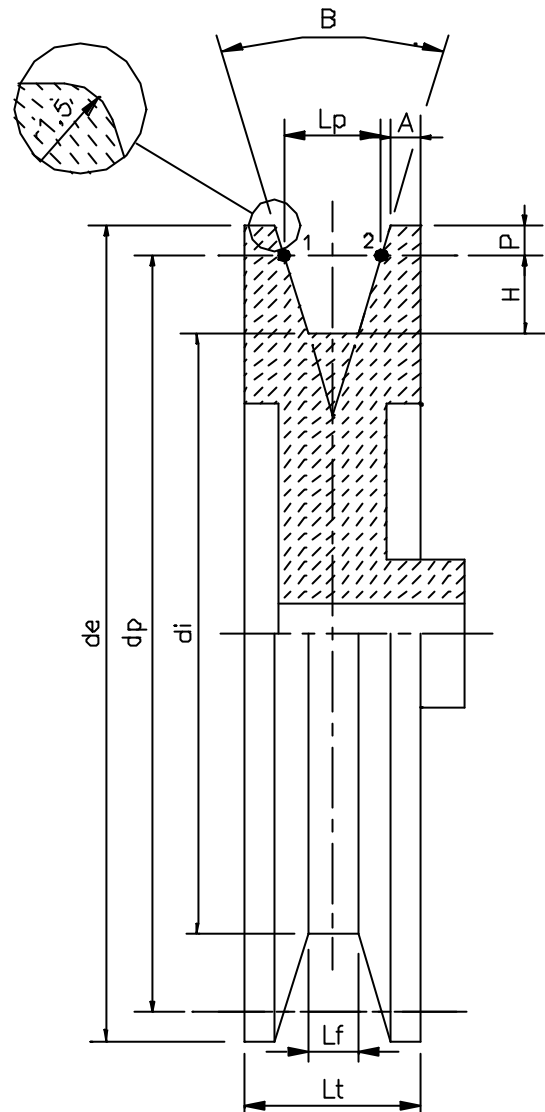
Ex. Polia V, tipo 3B140

- polia para correia V, tipo B com diâmetro primitivo $\phi 140$ mm, com 3 gargantas.

Correia:

- indicar o tipo da correia
- em seguida o comprimento primitivo da correia

Ex. Correia B1250



5.2.3 Equações

$$L_f (\text{largura de fundo}) = L_p - 2H \tan\left(\frac{\beta}{2}\right) \quad L_T (\text{largura da polia}) = 2A + L_p + 2P \tan\left(\frac{\beta}{2}\right)$$

$$C_p (\text{comprimento da correia}) = 2\overline{O_1O_2} \cos(\alpha) + \frac{P}{2} (d_{p1} + d_{p2}) + \frac{\alpha P}{180^\circ} (d_{p1} - d_{p2}), \quad \alpha \text{ em graus.}$$

$$\sin(\alpha) = \frac{d_{p1} - d_{p2}}{2O_1O_2},$$

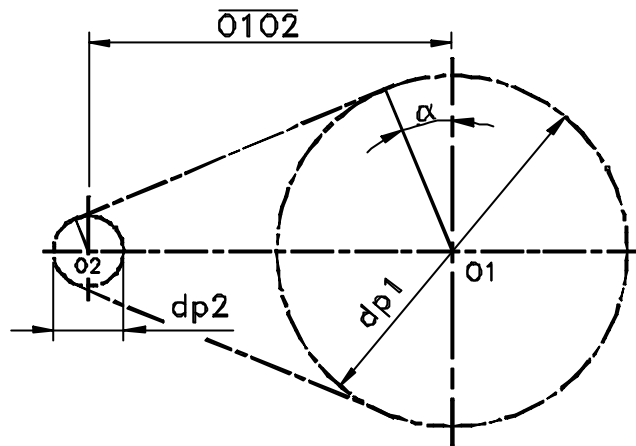
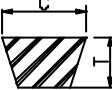
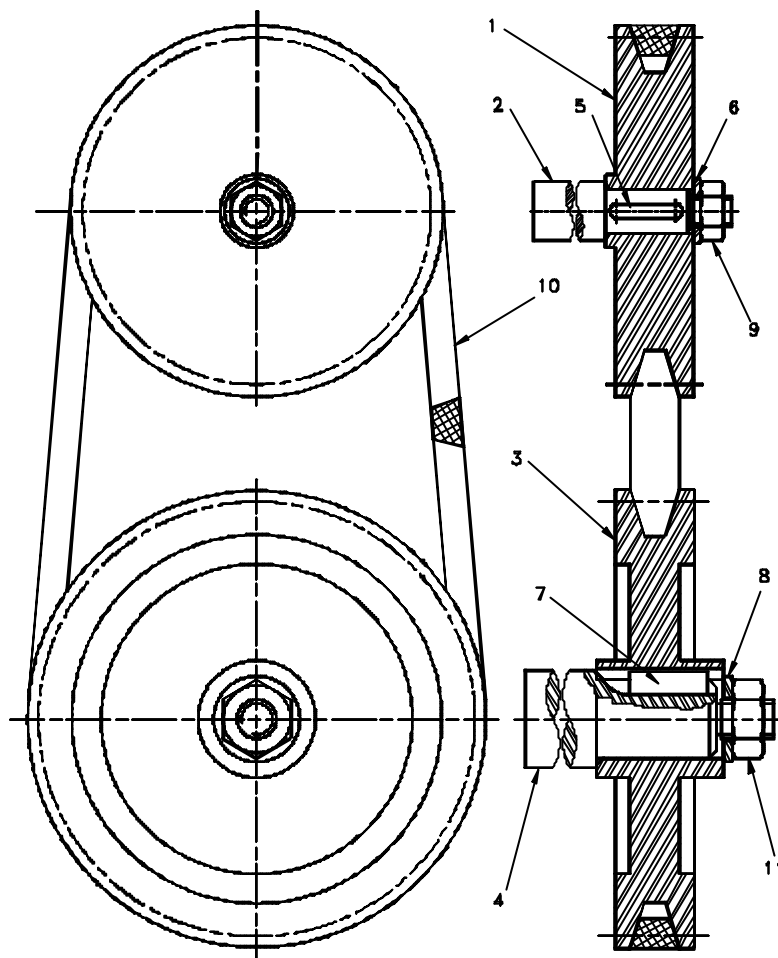


Tabela 5.1 - Dimensões para a garganta da polia para correia trapezoidal (V)

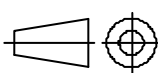
TIPOS DE CORREIA						
 CxT	Z 10X6	A 13X8	B 17X11	C 22X14	D 32X19	E 38X25
L_p	8,5	11	14	19	27	32
d_p	50	75	125	200	355	500
	53	80	132	212	375	530
	56	85	140	224	400	560
	60	90	150	236	425	600
	63	95	160	250	450	630
	67	100	170	265	475	670
	71	106	180	280	500	710
	75	112	200	300	530	800
	80	118	224	315	560	900
	90	125	250	355	600	1000
	100	132	280	375	630	1120
	112	140	300	400	710	1250
	125	150	315	450	750	1400
	140	160	355	500	800	1500
	150	170	375	560	900	1600
	160	180	400	600	1000	1800
P	2,5	3,3	4,2	5,7	8,1	9,6
H	7,0	8,7	10,8	14,3	19,9	23,4
A	3,0	3,5	4,5	6,0	8,0	11,0
β	β	β	β	β	β	β
d_p						
50 a 80	34°	34°				
85 a 118	38°	34°				
125 a 180	38°	38°	34°			
200 a 280			38°	36°		
300 a 475			38°	38°	36°	
500 a 600				38°	38°	36°
600 a 1800					38°	38°

5.2.4 Desenho de conjunto de uma transmissão por correia “V”



11	Porca sextavada	1	Aço SAE1020-M8
10	Correia para polia V	1	Z71x570-Borracha
9	Porca sextavada	1	Aço SAE1020-M6
8	Arruela lisa	1	Aço SAE1020-Ø8
7	Chaveta paralela	1	Aço SAE1020-5x5x16
6	Arruela lisa	1	AçoSAE1020-Ø6
5	Chaveta paralela	1	Aço SAE1020-3x3x15
4	Eixo	1	Aço SAE1020-Ø20x100
3	Polia para correia V	1	ZB9-Aço SAE1020-Ø94x26
2	Eixo	1	Aço SAE1020-Ø12x100
1	Polia para correia V	1	Z71-Aço SAE1020-Ø76x18
N	Denominação	Q	Especificação e material

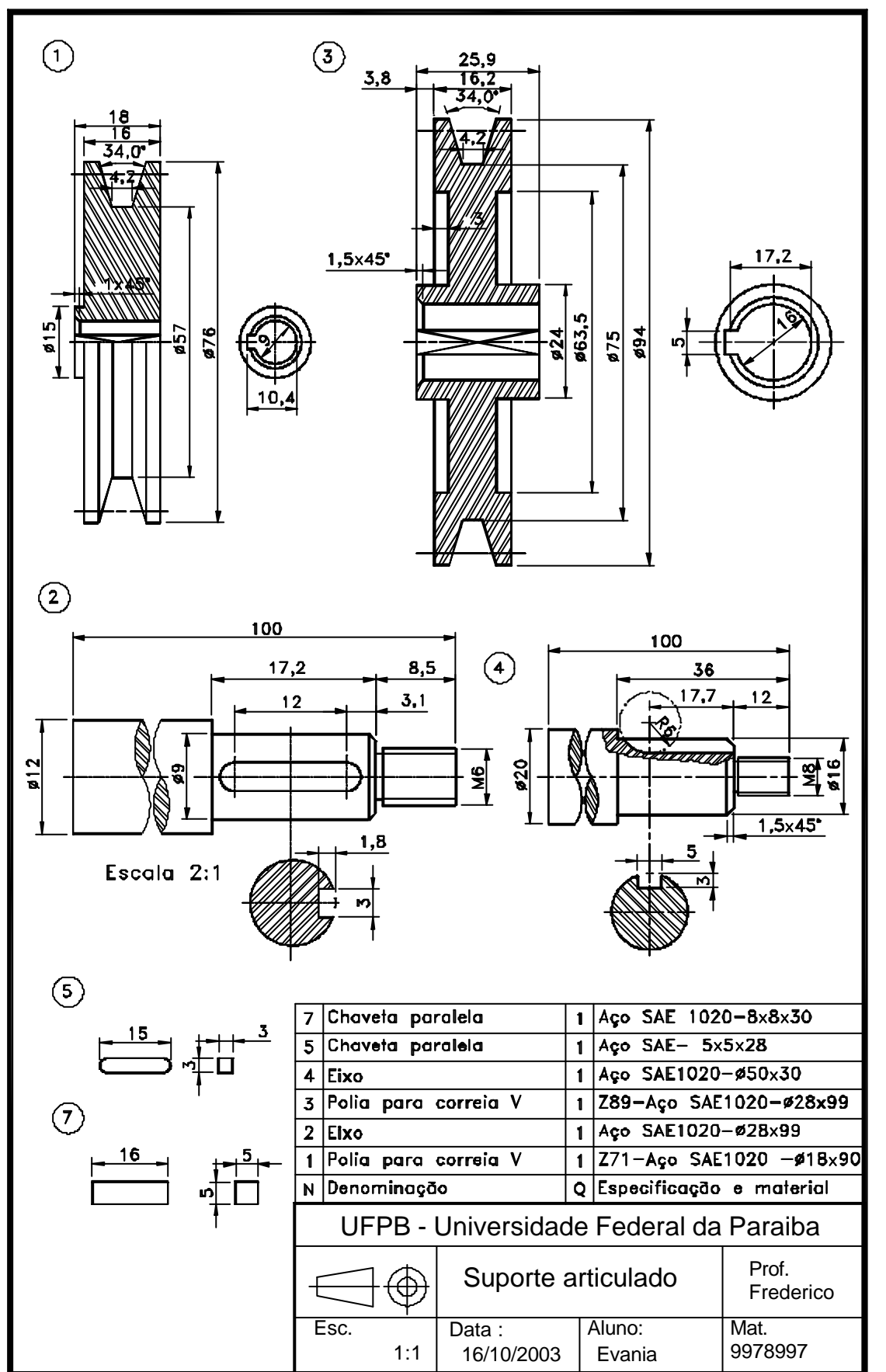
UFPB - Universidade Federal da Paraíba



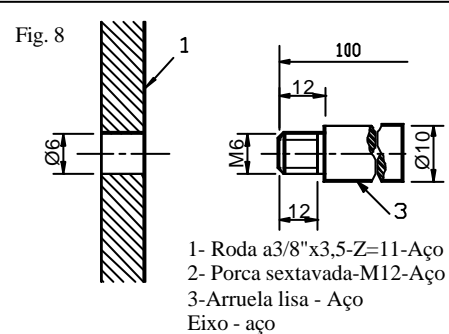
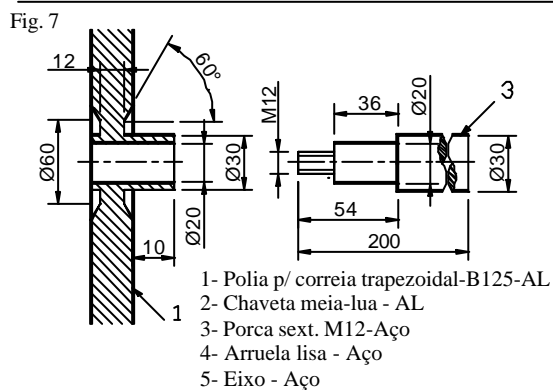
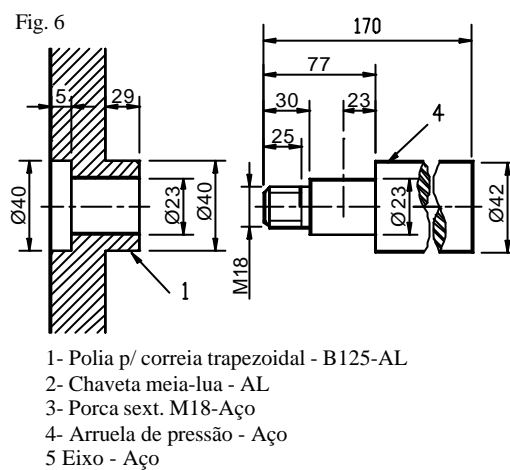
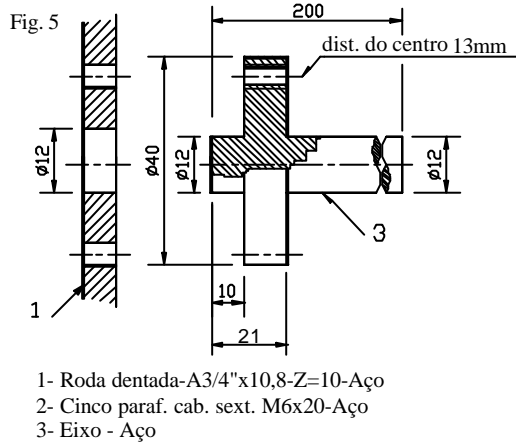
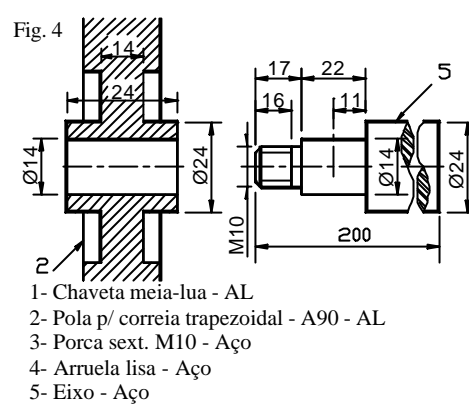
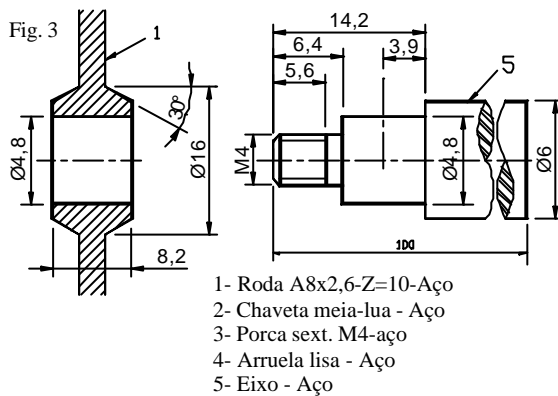
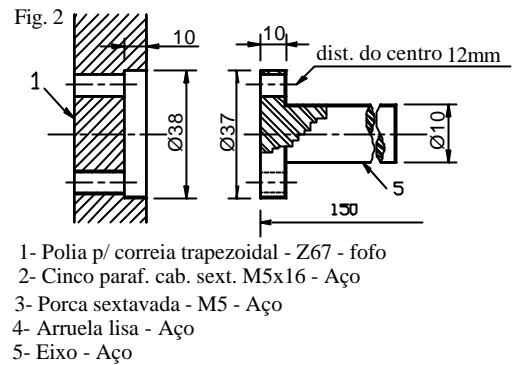
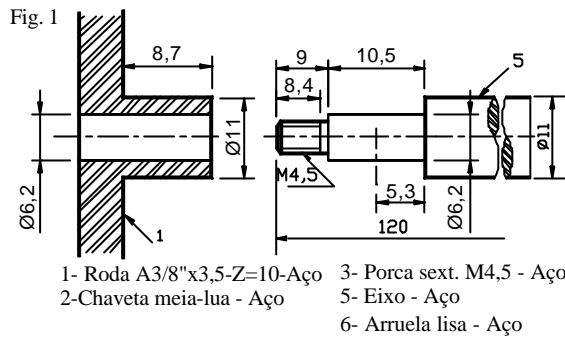
Suporte articulado

Prof.
FredericoEsc.
1:2Data :
16/10/2003Aluno:
EvaniaMat.
9978997

5.2.4 Desenho de detalhes de uma transmissão por correia “V”



5.2.6 Exercícios sobre polia e roda dentada



5.3 Engrenagens

As engrenagens juntamente com os parafusos são os elementos mais comuns e da maior importância na Engenharia Mecânica. Desta forma, a representação gráfica de acordo com as normas dos diversos tipos de engrenagens se faz necessário para uma correta leitura e interpretação dos desenhos, de forma a permitir sua fabricação, montagem e manutenção.

5.3.1 Principais tipos de engrenagens e suas representações

- **Engrenagem cilíndrica de dentes retos:** tem seus dentes sobre um cilindro e estes são paralelos à reta geratriz do cilindro, *Figura 5.3.1*.

No desenho de detalhes de engrenagem cilíndrica de dentes retos, normalmente não se faz necessário a vista que mostra a seção circular desta, *Figura 5.3.1 (a)* e também não existe a necessidade de representar os dentes nesta vista, a não ser em casos especiais em que isto se faça necessário, como por exemplo pesquisa sobre modificação do perfil do dente, etc. Normalmente a vista de perfil, *Figura 5.3.1 (b)* é suficiente, pois nesta já vem representado a largura do dente e o diâmetro da engrenagem. Nos **cortes e seções longitudinais** aos dentes, estes são representados sem hachuras, *Figura 5.3.1 (c)*. Deve-se sempre representar o **diâmetro primitivo** das engrenagens, pois este é de grande importância tanto para a análise cinemática, como para seu dimensionamento.

Este tipo de engrenagem só permite acoplamento entre eixos paralelos, *Figura 5.3.1 (d)*, podendo também se acoplar a engrenagem Cremalheira reta, *Figura 5.3.7*.

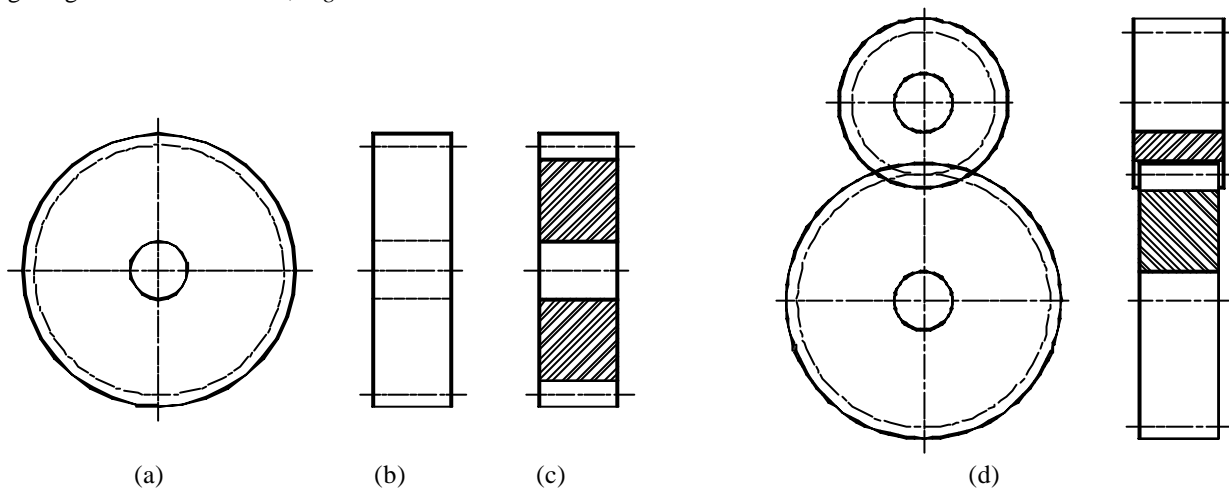


Figura 5.3.1 – Engrenagem cilíndrica de dentes retos

- **Engrenagem cilíndrica de dentes helicoidais:** tem seus dentes sobre um cilindro, e cada um deles é um segmento de uma hélice, *Figura 5.3.21, página 5.29*.

A representação deste tipo de engrenagem é bastante semelhante ao da engrenagem cilíndrica de dentes retos, alguns desenhista para diferenciá-la acrescentam ao desenho as hélices da engrenagem, *Figura 5.3.2 (b) e (c)*.

Quando conjugadas, este tipo engrenagem se acoplam de diversas maneiras em função dos **ângulos de hélices (b)** de cada engrenagem. De uma maneira geral, o ângulo entre os eixos das engrenagens helicoidais devem satisfazer à *Equação 5.1*.

Equação 5.1

$$\Sigma = b_1 \pm b_2$$

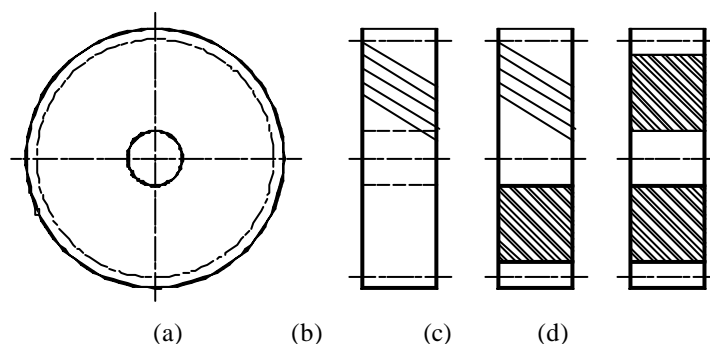


Figura 5.3.2 – Engrenagem cilíndrica de dentes helicoidais

Quando engrenagens helicoidais têm **ângulos de hélices de sentidos opostos**, e a soma dos ângulos resulta em 90° , engrenam com eixos paralelos, *Figura 5.3.3 (a)*, quando os **ângulos de hélice** são de **mesmo sentido**, e a soma dos ângulos resulta em 90° , engrenam com eixos ortogonais, *Figura 5.3.3 (b)*.

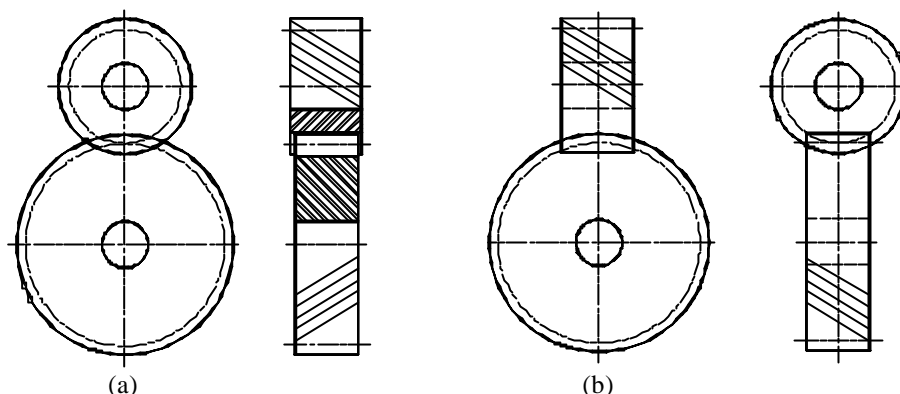


Figura 5.3.3 – Engrenagens cilíndricas de dentes helicoidais, de eixos paralelos (a) e de eixos ortogonais (b)

Quando a soma dos ângulos de hélices é diferente de 90° , **independentemente do sentido das hélices**, o engrenamento se processa com os eixos reversos, *Figura 5.3.4 (a) e (b)*.

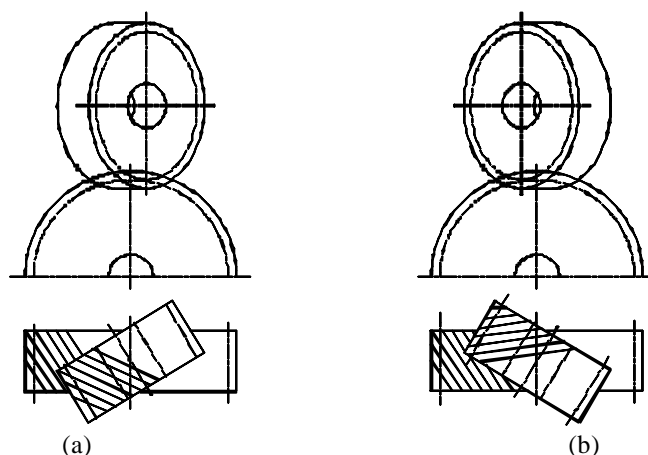


Figura 5.3.4 – Engrenagens cilíndricas de dentes helicoidais, de eixos reversos

- **Cremalheira:** tem seus dentes sobre uma superfície plana, *Figura 5.3.5..*

São engrenagens cujos dentes não possuem perfil evolvental, e sim perfil reto. A cremalheira reta se acopla a engrenagem cilíndrica de dentes retos e a “helicoidal” a engrenagem cilíndrica de dentes helicoidais.

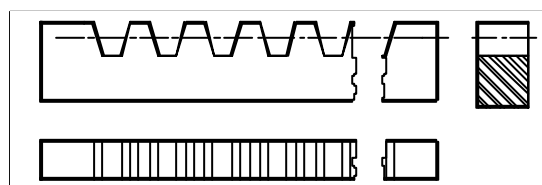


Figura 5.3.5 – Cremalheira reta

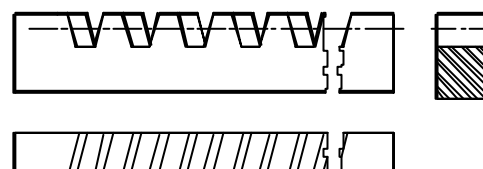


Figura 5.3.6 – Cremalheira “helicoidal”

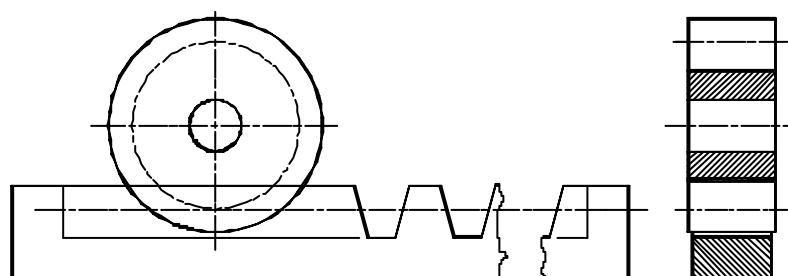


Figura 5.3.7 – Cremalheira reta

- **Engrenagem cônica reta:** tem seus dentes sobre um tronco de cone, *Figura 5.3.8*, e estes são paralelos à reta geratriz do cone, podem se acoplar com eixos a: 75° , 90° (mais comum) e 120° , *Figura 5.3.9*.

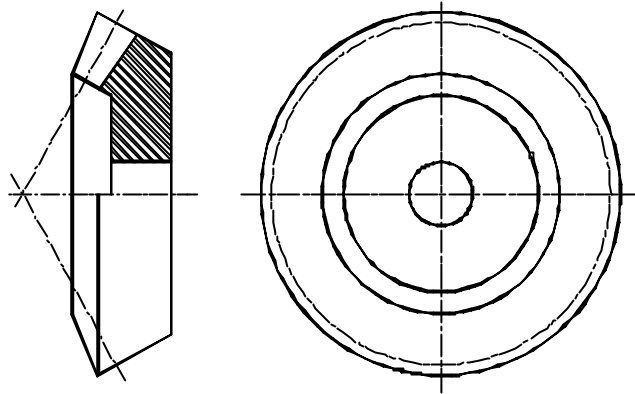


Figura 5.3.8 – Engrenagem cônica reta

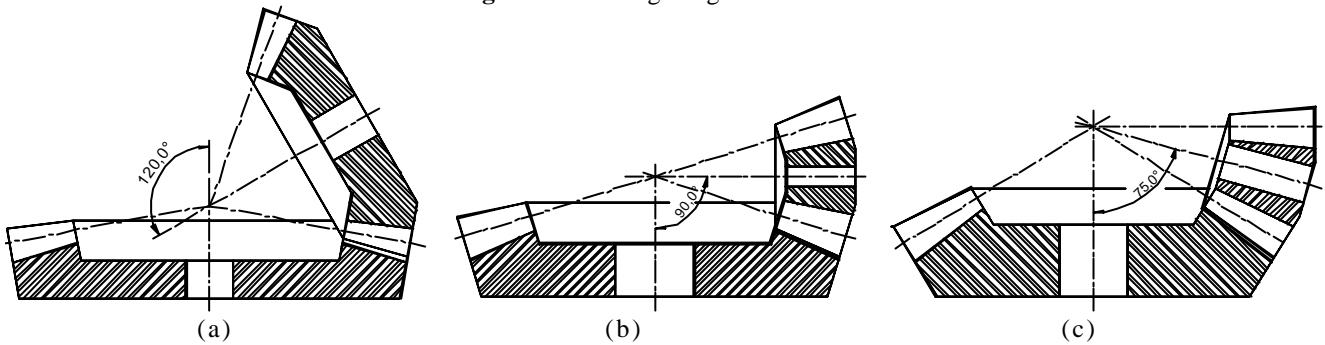


Figura 5.3.9 – Engrenagem cônica reta: ângulo entre eixos

- **Sem-fim**: É um parafuso com rosca trapezoidal, *Figura 5.3.10*, cujas características do perfil do dente é função do ângulo de pressão e do módulo da engrenagem.

A análise do ângulo entre eixos é semelhante ao que foi visto para engrenagem cilíndrica de dentes helicoidais, podendo o parafuso ocupar posições semelhante, eixos paralelos *Figura 5.3.11 (a)*, eixos ortogonais (mais comum) *Figura 5.3.11(b)* e eixos reversos.

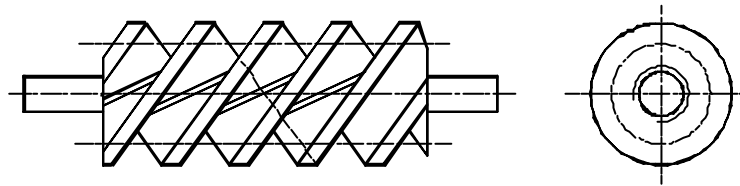


Figura 5.3.10 – Sem-fim

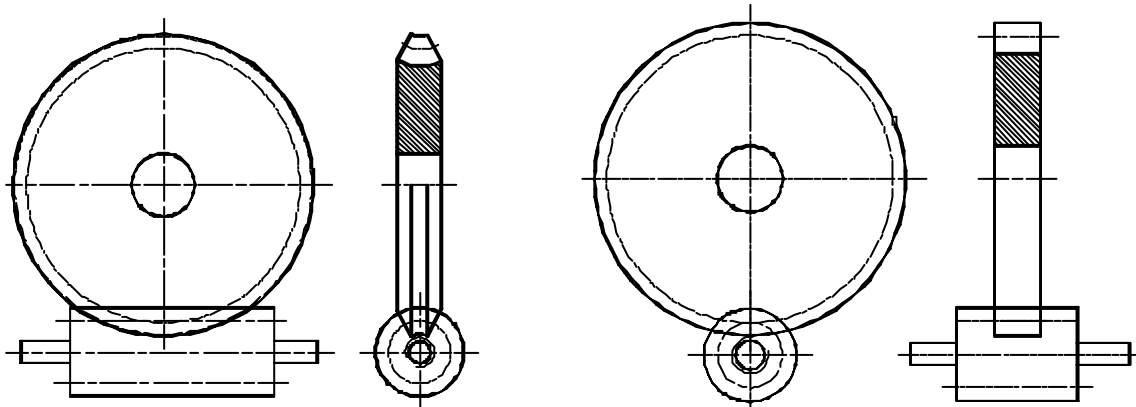


Figura 5.3.11 – Sem-fim Coroa/eixos ortogonais

Figura 5.3.11 – Sem-fim Coroa/eixos paralelos

5.3.2 Perfil dos dentes das engrenagens - Evolvente e cicloide

Dentre as curvas utilizadas na engenharia mecânica juntamente com a hélice, a evolvente e a cicloide são de particular importância, isto porque tanto a evolvente como a cicloide, são curvas que permitem transmissão de movimento com conjugado constante ou com diferenças desprezíveis. Os dentes de engrenagem com perfil cicloidal têm hoje sua aplicação basicamente nas engrenagens cônicas Hipóides e Palóides, já as engrenagens com dentes de perfil evolvental são as utilizadas na maioria das aplicações pesadas, sendo a que mais interessa aos engenheiros mecânicos.

5.3.2.1 Evolvente

Definição: Evolvente é a curva descrita por um ponto de uma circunferência, que se afastar da mesma numa trajetória sempre tangente ao girar em torno da mesma.

Um exemplo bem prático do que seja uma curva evolvente, se consegue enrolando um cordão em torno de um cilindro *Figura 5.3.11*, tendo em sua extremidade um lápis. Se desenrolarmos o cordão mantendo-o sempre esticado, o lápis traçará no papel uma curva parecida com a espiral, que é denominada de evolvente ou evoluta de circunferência. A circunferência em torno do qual se enrolou o cordão é denominada **Circunferência de Base** e é uma das circunferências mais importante no dimensionamento de engrenagens com perfil evolvente.

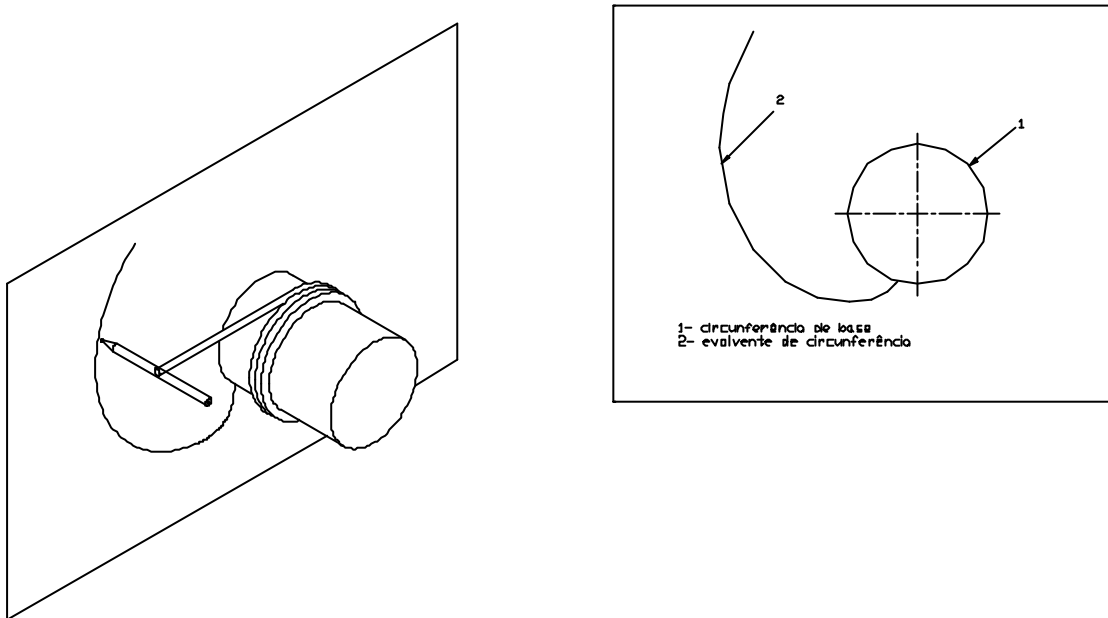


Figura 5.3.11 – Evolvente de circunferência

5.3.2.1.1 Desenho aproximado da curva evolvente.

1-Trace a circunferência de base

2-Divida a circunferência de base em um determinado numero de partes iguais (12 por exemplo), e por cada ponto assim determinado no perímetro da circunferência, traçar uma reta tangente à circunferência.

3-Trace um arco a partir do ponto **12** com centro no ponto **1**, até a reta tangente que passa pelo ponto **1**, e cujo raio é distância de **1** até **12**, para determinar o ponto **1'**, *Figura 5.3.12*. Repita o processo, traçando um segundo arco com centro no ponto **2**, iniciando o arco no ponto **1'**, determinado no processo anterior, até o arco tocar a reta tangente que passa pelo ponto **2**, determinando o ponto **2'**. Repetir o processo centrado o compasso no ponto **3**, traçando um arco do ponto **2'** até a reta tangente que passa por **3**, determinando o ponto **3'**. Repetir este procedimento pela quantidade de vezes desejada, o processo é infinito.

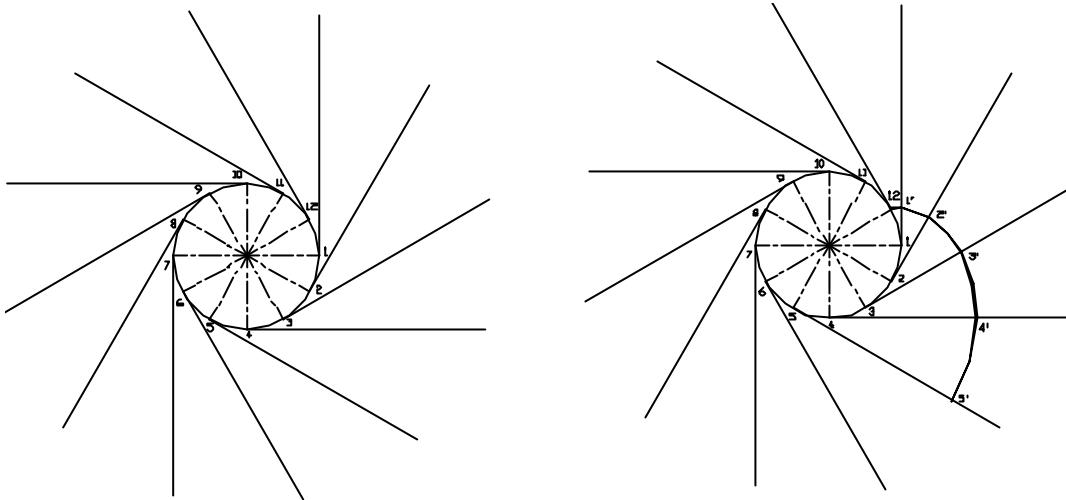


Figura 5.3.12 – Desenho aproximado da evolvente de circunferência

5.3.2.2 Cicloide

Cicloide é a curva descrita por um ponto da circunferência, quando esta rola sem deslizar sobre uma reta, *Figura 5.3.13*. Existem outros dois tipos, a epicloide e a hipocicloide. A primeira acontece quando a circunferência rola sobre outra externamente, e a segunda quando a circunferência rola no interior de outra.

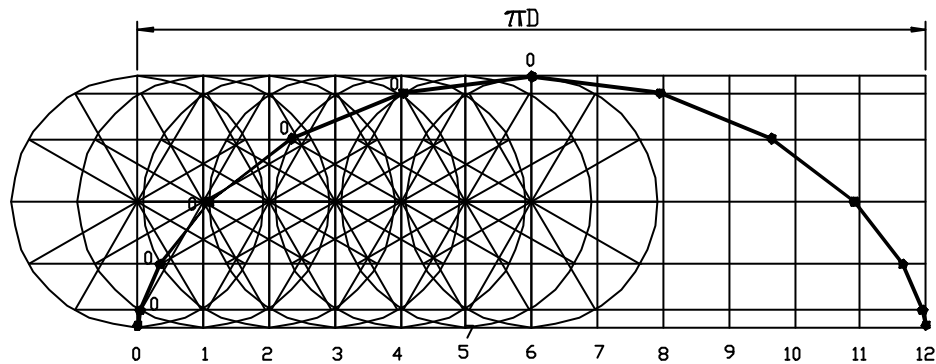


Figura 5.3.13 – Desenho aproximado da cicloide

5.3.2 Principais elementos da engrenagem com perfil do dente evolvental

Elementos fundamentais:

M – módulo [mm] – é o número obtido quando se divide o diâmetro primitivo da engrenagem pelo número de dentes desta.

Z – é o número de dentes da engrenagem.

q – é o ângulo de pressão da engrenagem – define a direção da linha de ação da força que atua sobre o dente da engrenagem, está ligado ao perfil do dente.

Elementos complementares:

d_p – diâ. primitivo = MZ

d_e – diâ. externo = $d_p + 2M$

d_i – diâ. interno = $d_p - 2,5M$

d_b – diâmetro da base = $d_p \cos \theta$

a – cabeça do dente = M

b – pé do dente = $1,25M$

h – altura do dente = $2,5M$

L – largura do dente = $k.M$; onde, $7 \leq k \leq 12$

P – Passo circular = $M\pi$

e – espessura circular = $M\pi/2$

r – raio do pé do dente = $M/4$

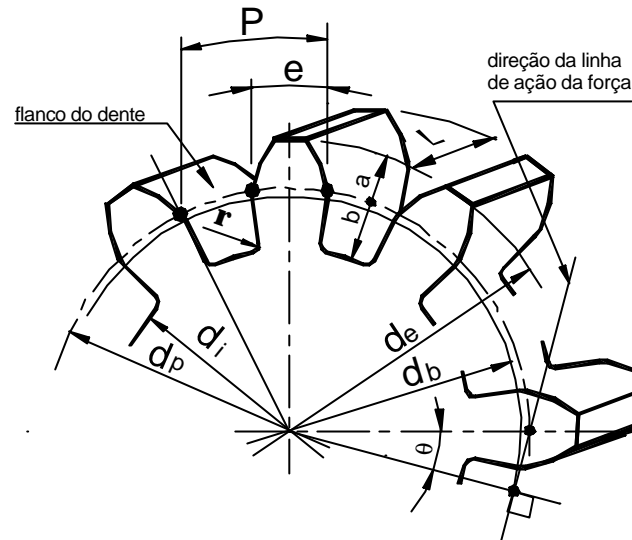


Figura 5.3.14 – Principais elementos da engrenagem

5.3.4 Desenho de dentes de engrenagem

5.3.4.1 Traçado do perfil do dente pelo processo da **evolvente de circunferência**. Este processo é válido para engrenagens com **qualquer** ângulo de pressão, *Figura 5.3.15*.

Seqüência:

- 1-Traçar a circunferência de base, a externa, a interna e a primitiva.
- 2- Marque sobre a cir. primitiva a espessura do dente.
- 2-Traçar uma reta que seja tangente à circunferência de base e que passe pelo ponto na circ. primitiva onde foi marcado a espessura do dente.
- 3- Trace uma reta ligando o ponto assim determinado na **cir. de base** ao centro das circunferências.
- 4- Esta reta e a reta radial que passa pelo ponto marcado na cir. primitiva, devem formar um ângulo de valor igual ao do ângulo de pressão da engrenagem, *Figura 5.3.15*.
- 5-Traçar outras tangentes e seus correspondentes raios, para dar início ao traçado da evolvente como visto na *Figura 5.3.12.*, quanto maior for o número de tangentes mais o processo se aproxima da curva teórica.

Nota. Não é necessário traçar duas evolventes, uma para a direita e outra para a esquerda, basta fazer um gabarito ou uma cópia espelhada da primeira, e ir aplicando nas outras espessuras dos dentes.

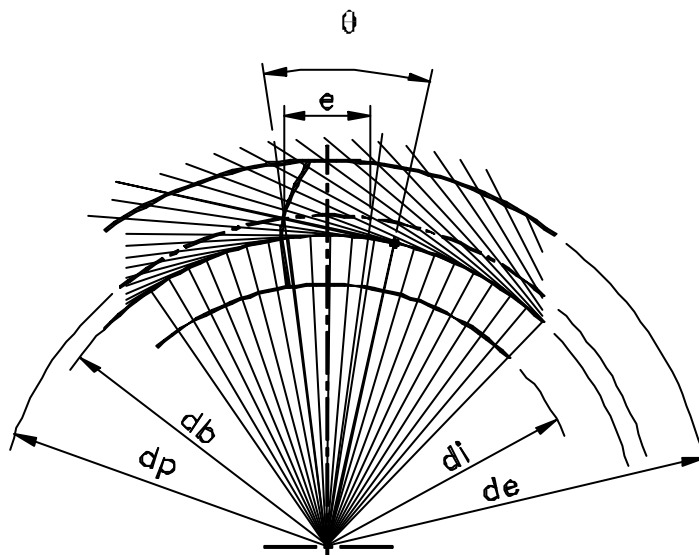


Figura 5.3.15 – traçado dos dentes pelo processo da evolvente

5.3.4.2 Traçado do perfil do dente, pelo método do "Odontógrafo de Grant", *Figura 5.3.16*. Este processo aproxima o traçado da evolvente através de dois arcos de circunferência, desde que a engrenagem tenha **ângulo de pressão 15°**. Na *Tabela 5.1* abaixo são retirados os parâmetro f' e f'' em função do **número de dentes** da engrenagem e com estes são calculados os raios dos arcos da circunferência.

Seqüência:

- 1-Traçar as circunferências: primitiva, de **base (ângulo de pressão de 15°)**, externa e interna.
- 2-Marque a espessura do dente ($e = m\pi/2$) ou ($e_g = 360^\circ/2Z$) na **circunferência primitiva**, determinando os pontos **2** e **2'**. Estes pontos servirão de base para determinação dos **centros** dos arcos de raio R_1 e R_2 na circunferência de base.
- 3-Trace uma circunferência com centro no ponto **2** e raio $R_1 = f'M$. Este arco irá interceptar a circunferência de base no ponto **5**. Repita o procedimento agora centrado a circunferência no ponto **5** e raio R_1 , apague parte da circunferência de forma a permanecer apenas o trecho do ponto **2** ao ponto **1**. Repetir todos os procedimento para o ponto **2'**.
- 4-Trace uma circunferência com centro no ponto **2** e raio $R_2 = f''M$. Este arco irá interceptar a circunferência de base no ponto **6**. Repita o procedimento agora centrado a circunferência no ponto **6** e raio R_2 , apague parte da circunferência de forma a permanecer apenas o trecho do ponto **3** ao ponto **2**. Repetir todos os procedimento para o ponto **2'**.
- 5- Repita o procedimento agora centrado a circunferência no ponto **6** e raio R_2 , apague parte da circunferência de forma a permanecer apenas o trecho do ponto **3** ao ponto **2**. Repetir todos os procedimento para o ponto **2'**.
- 6-A parte que falta no dente, tem direção radial, basta traçar uma segmento de reta do ponto **3** ao centro da engrenagem, o ponto de intercessão entre a reta e o diâmetro interno da engrenagem (ponto **4**), determina o pé do dente do dente.
- 7-Traçar o arco do pé do dente, $r = M/4$

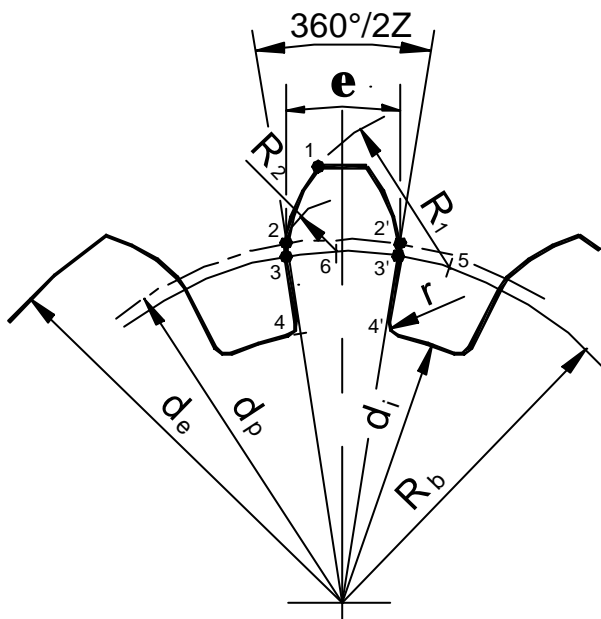


Figura 5.3.16 – Odontógrafo de Grant

Tabela do Odontógrafo de Grant					
Z	f'	f''	Z	f'	f''
8	2,1	0,45	36	4,45	3,23
10	2,28	0,69	37-40	4,20	
11	2,40	0,83	41-45	4,63	
12	2,51	0,96	46-51	5,06	
13	2,62	1,09	52-60	5,74	
14	2,72	1,22	61-70	6,52	
15	2,82	1,34	71-90	7,72	
16	2,92	1,46	91-120	7,78	
17	3,02	1,58	121-180	13,38	
18	3,12	1,69	181-360	21,62	
19	3,22	1,79			
20	3,32	1,89			
21	3,41	1,98			
22	3,49	2,06			
23	3,57	2,15			
24	3,64	2,24			
25	3,71	2,33			
26	3,78	2,42			
27	3,85	2,50			
28	3,92	2,59			
29	3,99	2,67			
30	4,06	2,76			
32	4,20	2,93			
33	4,27	3,01			
34	4,33	3,09			
35	4,39	3,16			

5.3.4.3 Espessura das linhas na representação convencional de engrenagens.

Nos desenhos de engrenagens *Figura 5.3.17*, de uma maneira geral não existe a necessidade de se representar o **perfil** de seus dentes, deve-se dar prioridade às formas apresentadas nas *Figuras 5.3.1até 5.3.11*. A circunferência externa deve ser representada com **linha larga**, e a circunferência primitiva por **linha estreita**. Na seção circular não é necessário representar a circunferência do pé do dente (diâmetro interno da engrenagem), caso queira representá-la deverá ser utilizada **linha estreita**. A circunferência de base não deve ser representada no desenho.

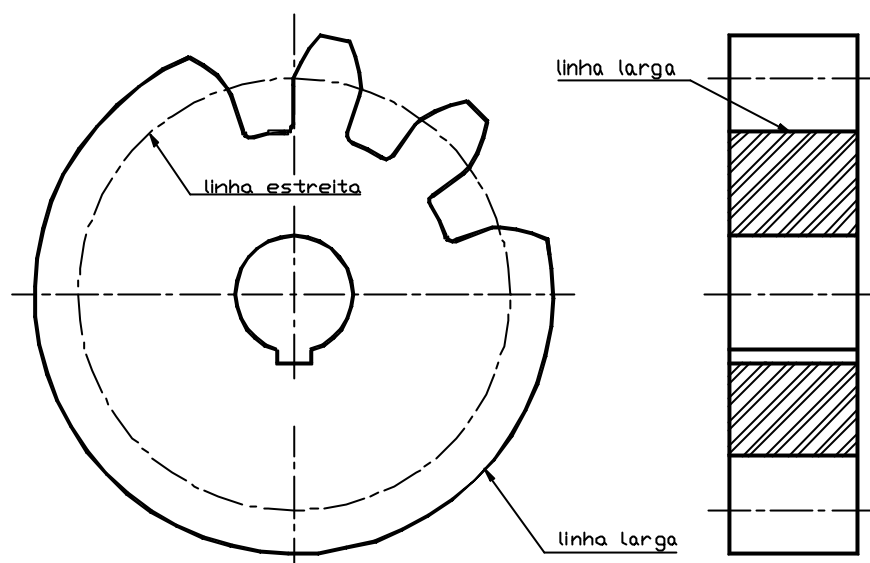


Figura 5.3.17 – Espessuras das linha na representação de engrenagens

5.3.4.4 Módulos e Passo diametrais (sistema norte-americano) normalizados.

Tabela 5.2 – Módulos (**M**) e passos diametrais (**Pd**) normalizados

módulo (mm)	Pd (1/pol)	módulo (mm)	Pd (1/pol)	módulo (mm)	Pd (1/pol)	módulo (mm)	Pd (1/pol)
0,4536	56	1,545	24	3,6285	7,253	11	2,309
0,5	50,799	1,27	22	4	7	11,2887	2,25
0,508	50	1,3368	20	4,233	6,349	12	2,1166
0,5292	48	1,411	19	4,5	6	12,6998	2
0,5522	46	1,5	18	5	5,644	13	1,9538
0,5773	44	1,5875	16,933	5,079	5	14	1,8143
0,6048	42	1,6933	16	5,5	4,618	14,5140	1,75
0,6350	40	1,8143	15	6	4,233	15	1,6933
0,6684	38	1,9538	14	6,3499	4	16	1,5875
0,7055	36	2	13	6,5	3,907	16,9330	1,5
0,7470	34	2,1166	12,7	7	3,6285	18	1,411
0,7847	32	2,3090	12	7,2570	3,5	20	1,27
0,8467	30	2,5	11	8	3,1749	20,3196	1,25
0,9071	30	2,54	10,159	8,466	3	25	1,016
0,9769	28	2,822	10	9	2,822	25,3995	1
1	26	3	9	9,2362	2,85		
1,0160	25,399	3,1749	8,466	10	2,54		
1,0583	25	3,5	8	10,1598	2,6		

Nota: Os módulos e passos diametrais em **negrito** têm a preferência.

O passo diametral é utilizado no **sistema americano** na padronização de engrenagens, **M=25,4/Pd**.

5.3.5 Elementos e representação gráfica da engrenagem cilíndrica de dentes retos

É a engrenagem que tem seus dentes gerados sobre a superfície de um cilindro, e os flanco de seus dentes paralelo a reta geratriz do cilindro. Este tipo de engrenagem só permite engrenamento com eixos paralelos.

5.3.5.1 Elementos da engrenagem cilíndrica de dentes retos, *Figura 5.3.18*

Elementos fundamentais

M - módulo (milímetro)**q** - ângulo de pressão**Z** - número de dentes

Elementos complementares

d_p - diâmetro primitivo = MZ **d_e** - diâmetro externo = $d_p + 2a$ **d_i** - diâmetro interno = $d_p - 2b$ **d_b** - diâmetro de base = $d_p \cos \theta$ **a** - cabeça do dente = M **b** - pé do dente = $1,25M$ **h** - altura do dente = $a + b$ **P** - passo circular = $M\pi$ **e** - espessura circular = $P/2$ **L** - largura do dente = $k.M$, onde $7 \leq k \leq 12$ **r** - raio do pé = $M/4$

Nota: Normalmente como já foi dito anteriormente não existe a necessidade de se representar os dentes da engrenagem, neste caso o motivo é didático, para que se possa visualizar o passo e a espessura do dente.

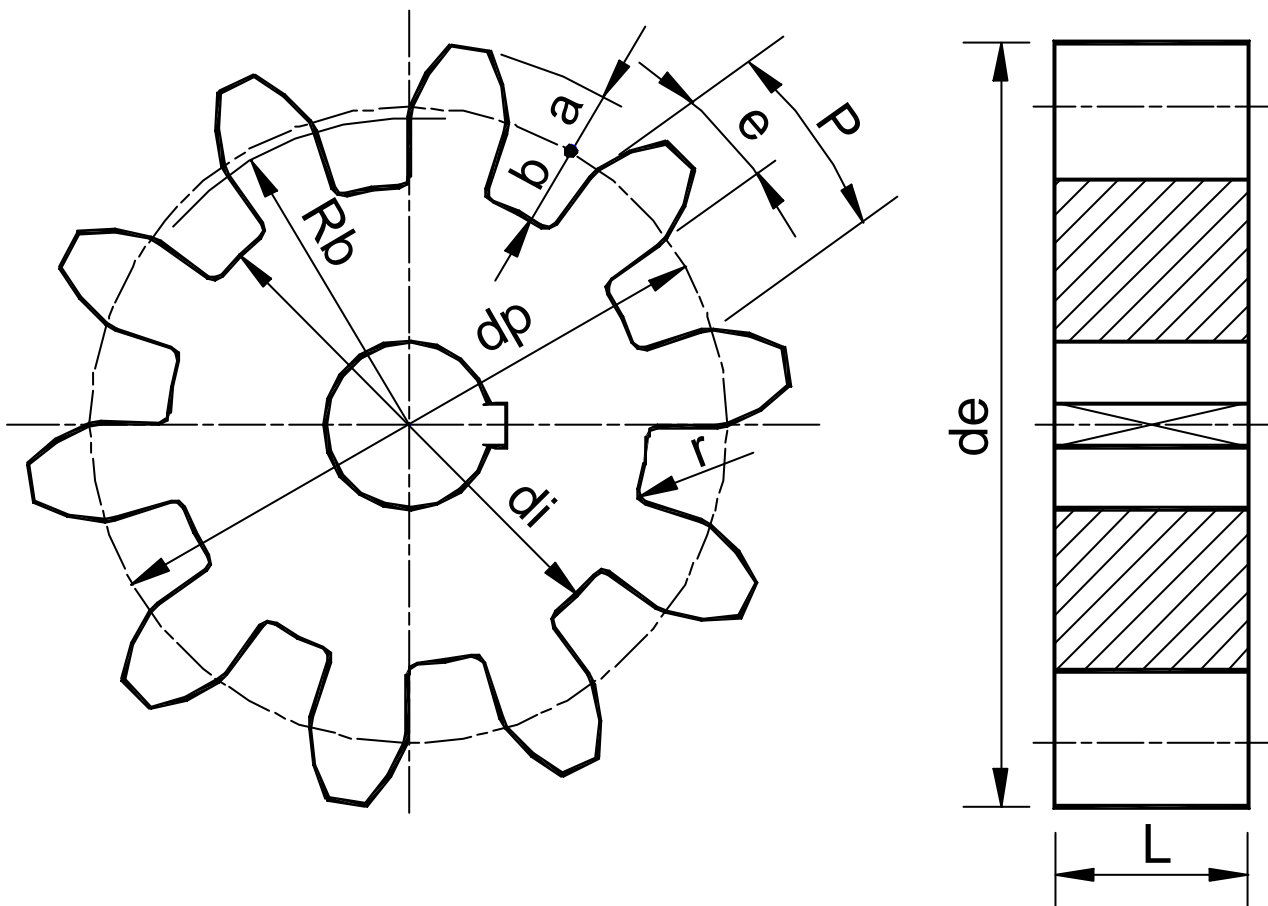


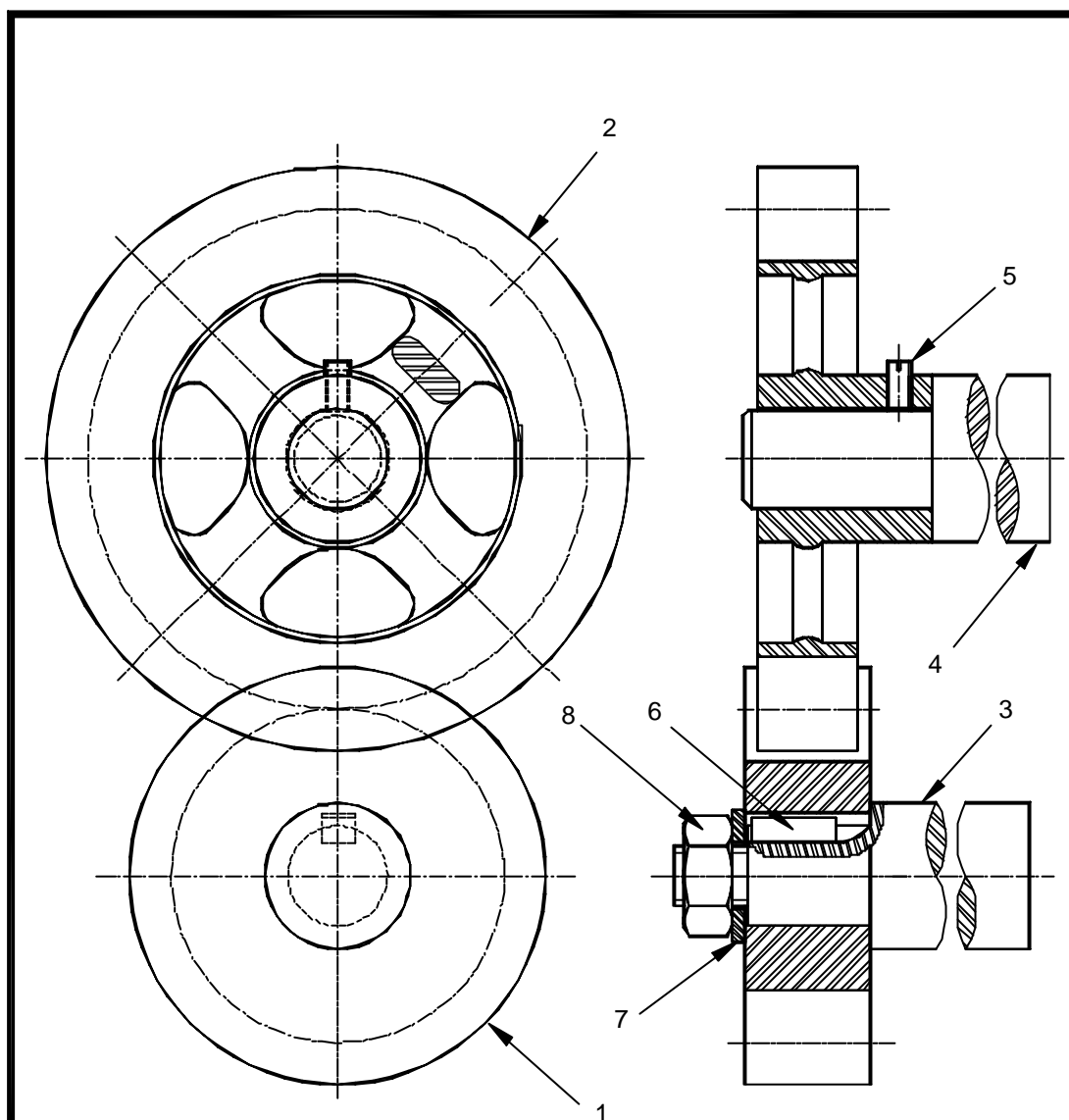
Figura - 5.3.18 – Elementos da engrenagem cilíndrica de dentes retos

Engrenagens de qualquer tipo são normalmente muito difíceis de se determinar o módulo e o ângulo de pressão, principalmente se os dentes da engrenagem foram modificados, coisa comum na indústria. A *Equação 5.2* abaixo permite determinar o módulo da engrenagem desde que a altura da cabeça do dente não tenha sido alterada.

Equação 5.2

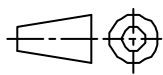
$$M = \frac{d_e}{Z + 2}$$

5.3.5.2 Desenho de conjunto de um redutor a engrenagens cilíndricas de dentes retos



8	Porca sextavada	10	Aço SAE 1020 - M14
7	Arruela lisa	10	Aço SAE 1020 - Ø14
6	Lingueta	10	Aço SAE 1020 - 7x8x14
5	Paraf. s/ cabeça c/ fenda	10	Aço SAE 1020 - M6x10
4	Eixo da coroa	10	Aço SAE 1020 - Ø40x100
3	Eixo do pinhão	10	Aço SAE 1045 - Ø35x100
2	Eng. Cil. de dentes retos	10	Aço SAE 1020 - Ø140x30
1	Eng. Cil. de dentes retos	10	Aço SAE 1020 - Ø100x20
N	Denominação	Q	Especificação e Material

UFPB - Universidade Federal da Paraíba

Redutor a engreagens
Cil. de dentes retosProf.
Frederico

Esc.

1:2

Data :

16/10/2003

Aluno:

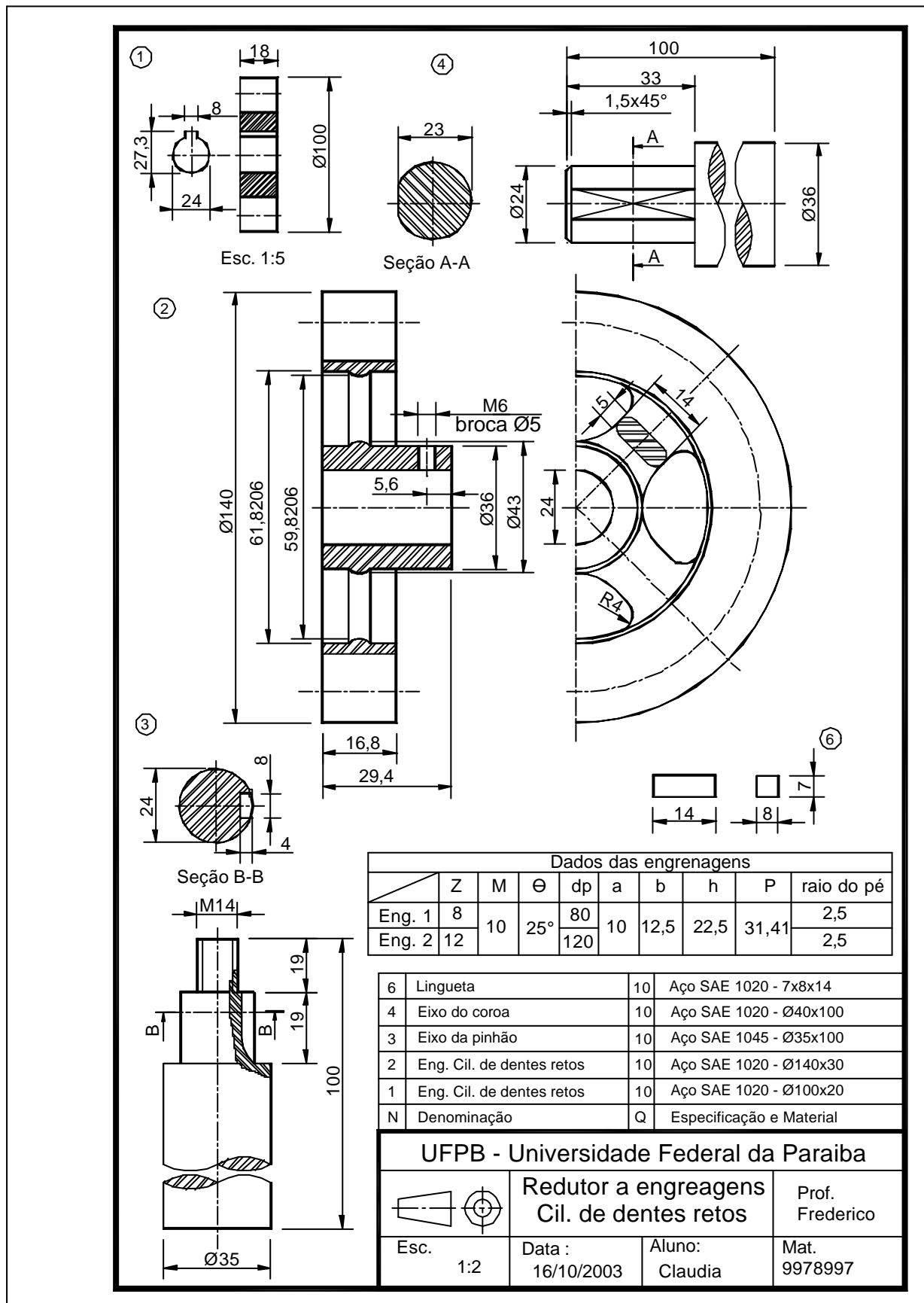
Claudia

Mat.

9978997

5.3.5.3 Desenho de detalhes de um redutor a engrenagens cilíndricas de dentes retos

Nota: Neste tipo de desenho deve-se sempre colocar uma tabela com os dados das engrenagens



5.3.6 Elementos e desenho da cremalheira reta

Este tipo de engrenagem tem o perfil dos dentes retos, e deve-se toda vez que for desenhada ter seus dentes representados, de forma poder se cotar a altura do dente e principalmente o ângulo do flanco de dente.

5.3.6.1 Elementos

Elementos Fundamentais Elementos complementares

M–módulo

q - ângulo de pressão

a - cabeça do dente

b - pé do dente

h - altura do dente

P - passo da engrenagem

e - espessura do dente

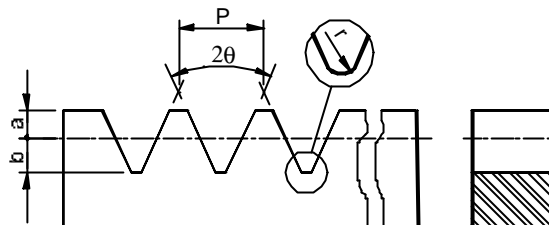
L - largura do dente

onde $7 \leq \mathbf{k} \leq 12$

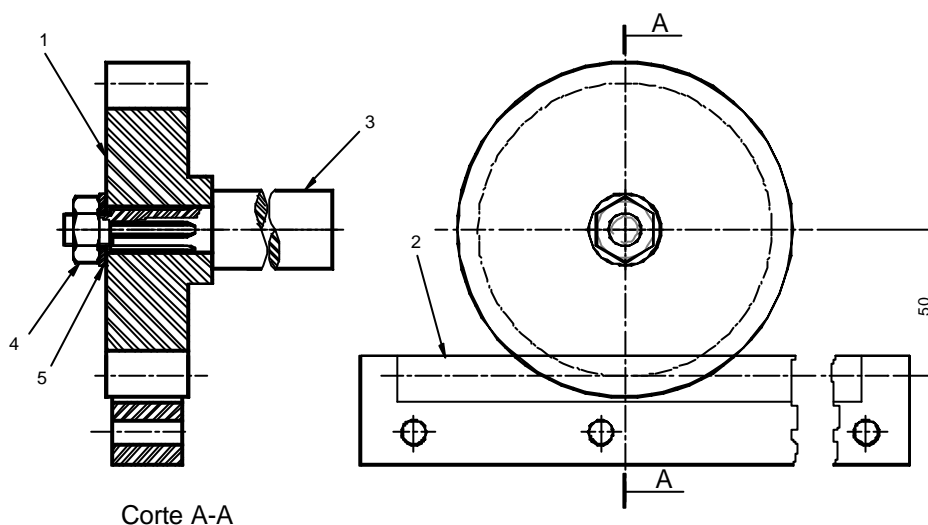
r – raio do pé

$$= \mathbf{M}$$
$$= 1,25M$$
$$= a+b$$
$$= \mathbf{M}\pi$$
$$= P/2$$
$$= \mathbf{kM},$$

onde $7 \leq \mathbf{k} \leq 12$

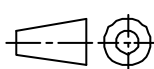
$$= \mathbf{M}/4$$


5.3.6.2 Desenho de conjunto de um redutor a cremalheira reta



5	Arruela lisa	10	Aço SAE 1020 - Ø22
4	Porca sextavada		Aço SAE 1020 - M22
3	Eixo da coroa	10	Aço SAE 1045 - Ø52x200
2	Cremalheira	10	Aço SAE 1020 - 34x53x2500
1	Eng. Cil. de dentes retos	10	Aço SAE 1020 - Ø120x52
N	Denominação	Q	Especificação e Material

UFPB - Universidade Federal da Paraíba



Redutor a engreagens
Cil. de dentes retos

Prof.
Frederico

Esc.

Data :

Aluno:

	Mat.
--	------

1:2

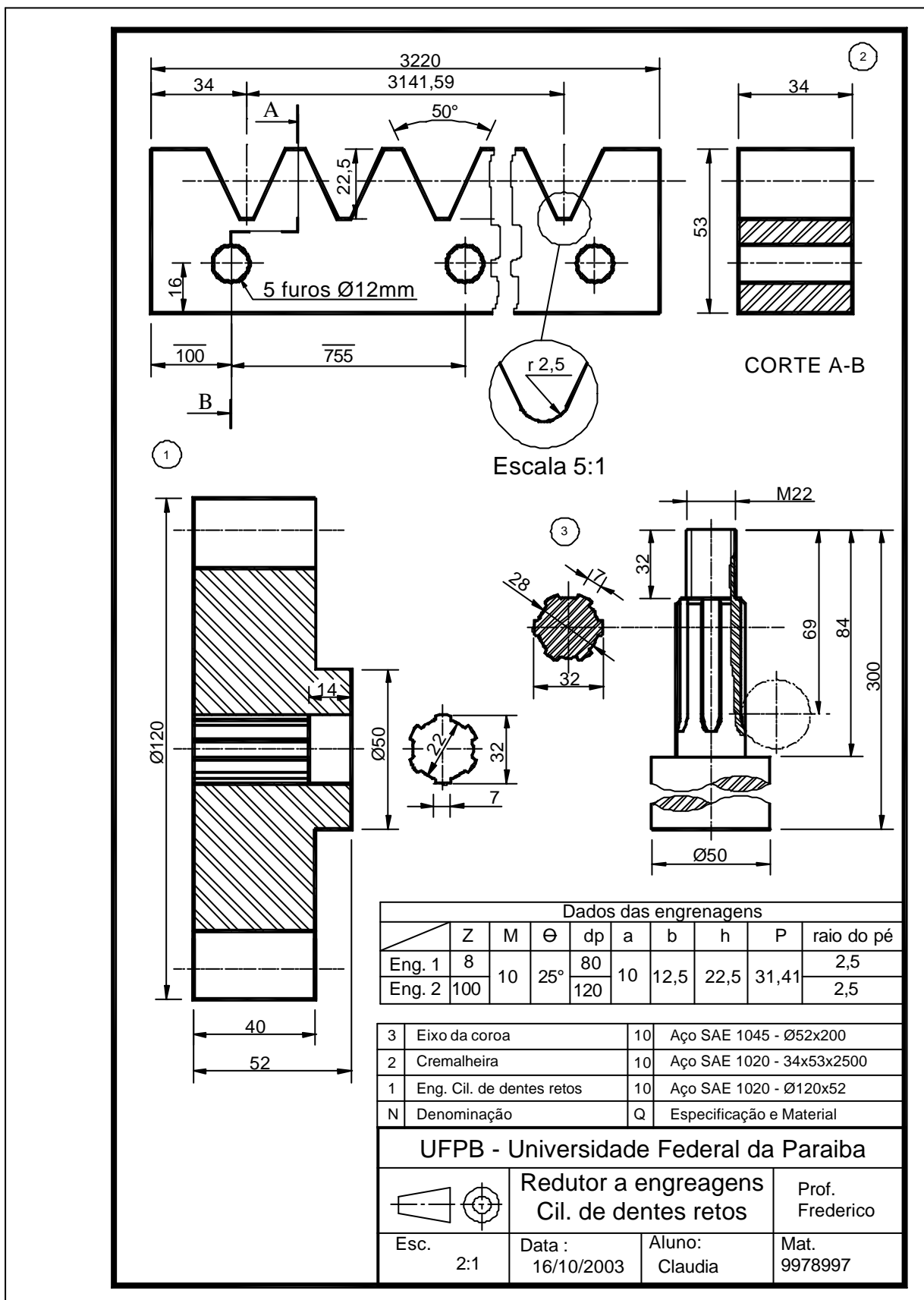
16/10/2003

Claudia

9978997

5.3.6.3 Desenho de detalhes de um redutor a engrenagens cilíndricas de dentes retos e cremalheira reta

Nota: Neste tipo de desenho deve-se sempre colocar uma tabela com os dados das engrenagens

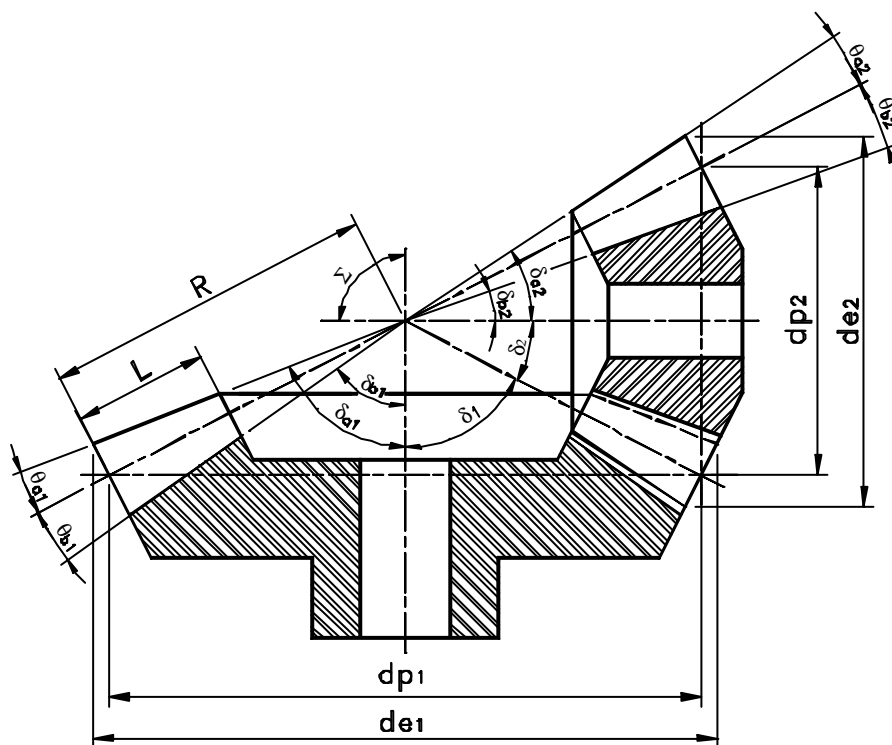


5.3.7 Elementos e desenho da engrenagem cônica reta.

Este tipo de engrenagem tem o flanco de seus dentes, paralelo à geratriz do cone no qual são gerados.

5.3.7.1 Elementos

Denominação	Símbolo	Coroa	Pinhão
Elementos fundamentais			
módulo	M	M	
número de dentes	Z	Z ₁	Z ₂
ângulo de pressão	q	θ	
ângulo entre eixos	S	δ ₁ +δ ₂	
Elementos complementares			
diâmetro primitivo	d _p	MZ ₁	MZ ₂
diâmetro externo	d _e	dp ₁ +2Mcosδ ₁	dp ₂ +2Mcosδ ₂
geratriz do cone primitivo	R	MZ ₁ /2senδ ₁	MZ ₂ /2senδ ₂
semi-ângulo do cone primitivo	d	δ ₁ =tg ⁻¹ $\left\{\text{sen}(\Sigma)\bigg/\left[\frac{Z_2}{Z_1}+\text{cos}(\Sigma)\right]\right\}$	δ ₂ =tg ⁻¹ $\left\{\text{sen}(\Sigma)\bigg/\left[\frac{Z_1}{Z_2}+\text{cos}(\Sigma)\right]\right\}$
semi-ângulo do cone externo	d _a	δ _{a1} =δ ₁ +θ _{a1}	δ _{a2} =δ ₂ +θ _{a2}
semi-ângulo do cone interno	d _b	δ _{b1} =δ ₁ -θ _{b1}	δ _{b2} =δ ₂ -θ _{b2}
ângulo da cabeça	q _a	θ _{a1} =θ _{a2} =tg ⁻¹ $\left(2/\sqrt{(Z_1)^2+(Z_2)^2}\right)$	
ângulo do pé	q _b	θ _{b1} =θ _{b2} =tg ⁻¹ $\left(2,5/\sqrt{(Z_1)^2+(Z_2)^2}\right)$	
altura da cabeça	a	M	
altura do pé	b	1,25M	
altura do dente	h	a+b	
raio do pé	r	M/4	



A determinação do módulo da engrenagem cônica se faz segundo a Equação 5.3,

Equação 5.3

$$M = \frac{d_e}{z + 2 \cos d}$$

5.3.7.2 Como desenhar engrenagem cônica reta

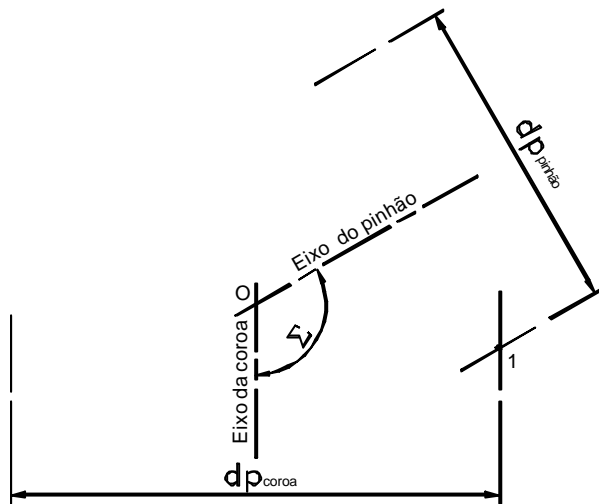


Figura 5.3.19

Sequência:

1-Trace os eixos das engrenagens com a inclinação necessária (α). Marque os diâmetros primitivos das engrenagens perpendiculares aos seus eixos como mostrado na *Figura 5.3.19*, determinando o ponto 1. 2-Trace os cones primitivos das engrenagens, ligando o ponto 1 ao vértice O, *Figura 5.3.20*. Marque sobre os cones a largura (L) do dente, determinando os pontos 2 e 2'. A partir destes pontos levante perpendiculares ao cone primitivo, *Figura 5.3.2.1*. Sobre as perpendiculares traçadas, marque a altura da cabeça do dente (a), e a altura do pé do dente (b), como mostrados na *Figura 5.3.21*.

4-Ligue a cabeça e o pé do dente ao vértice do cone (O). O desenho deve ficar como mostrado na *Figura 5.3.22*.

5-Para que o desenho da engrenagem seja concluído é necessários dados do cubo e do corpo desta. Dispondo destas informações a engrenagem ficará como representada na *Figura 5.3.23*.

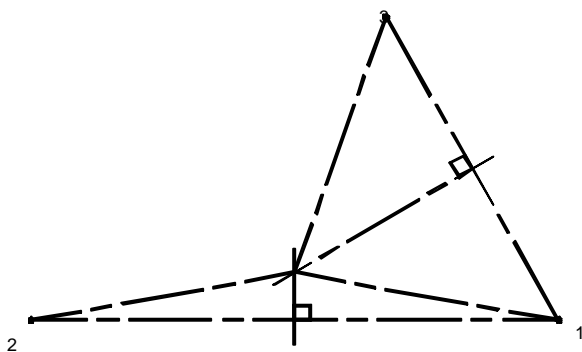


Figura 5.3.20

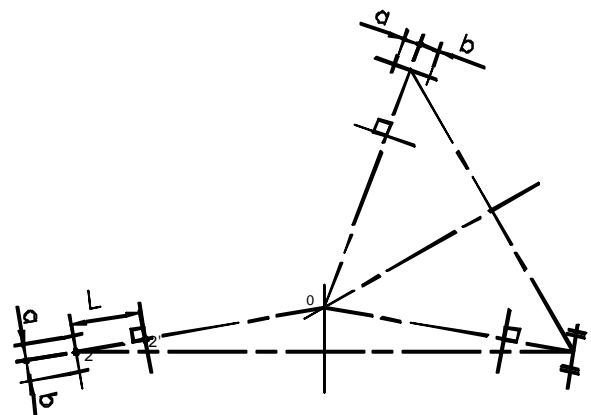


Figura 5.3.21

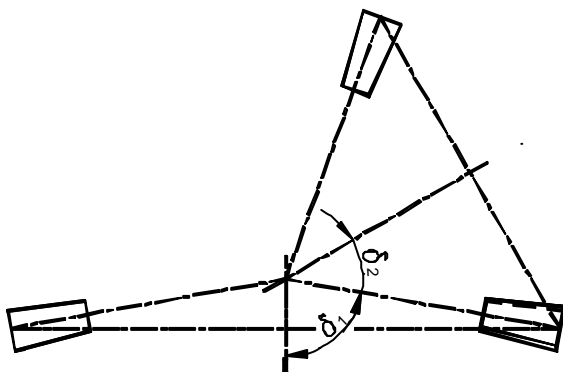


Figura 5.3.22

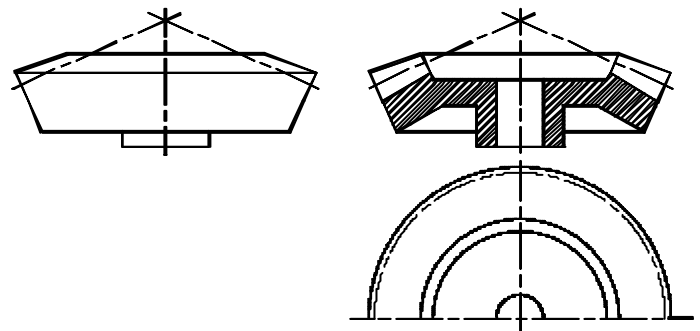
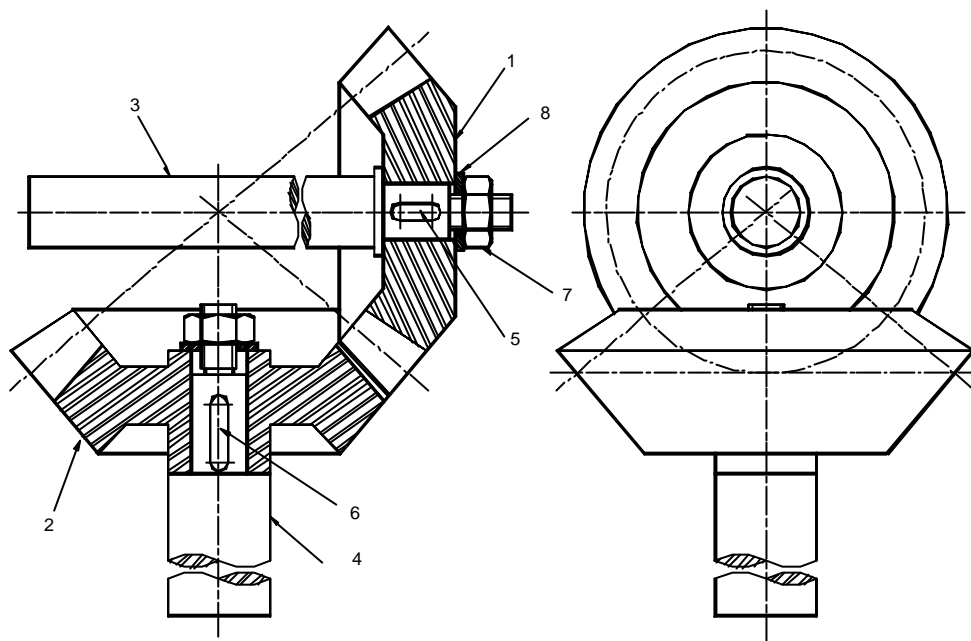
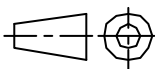


Figura 5.3.23 – Vistas da engrenagem cônica reta

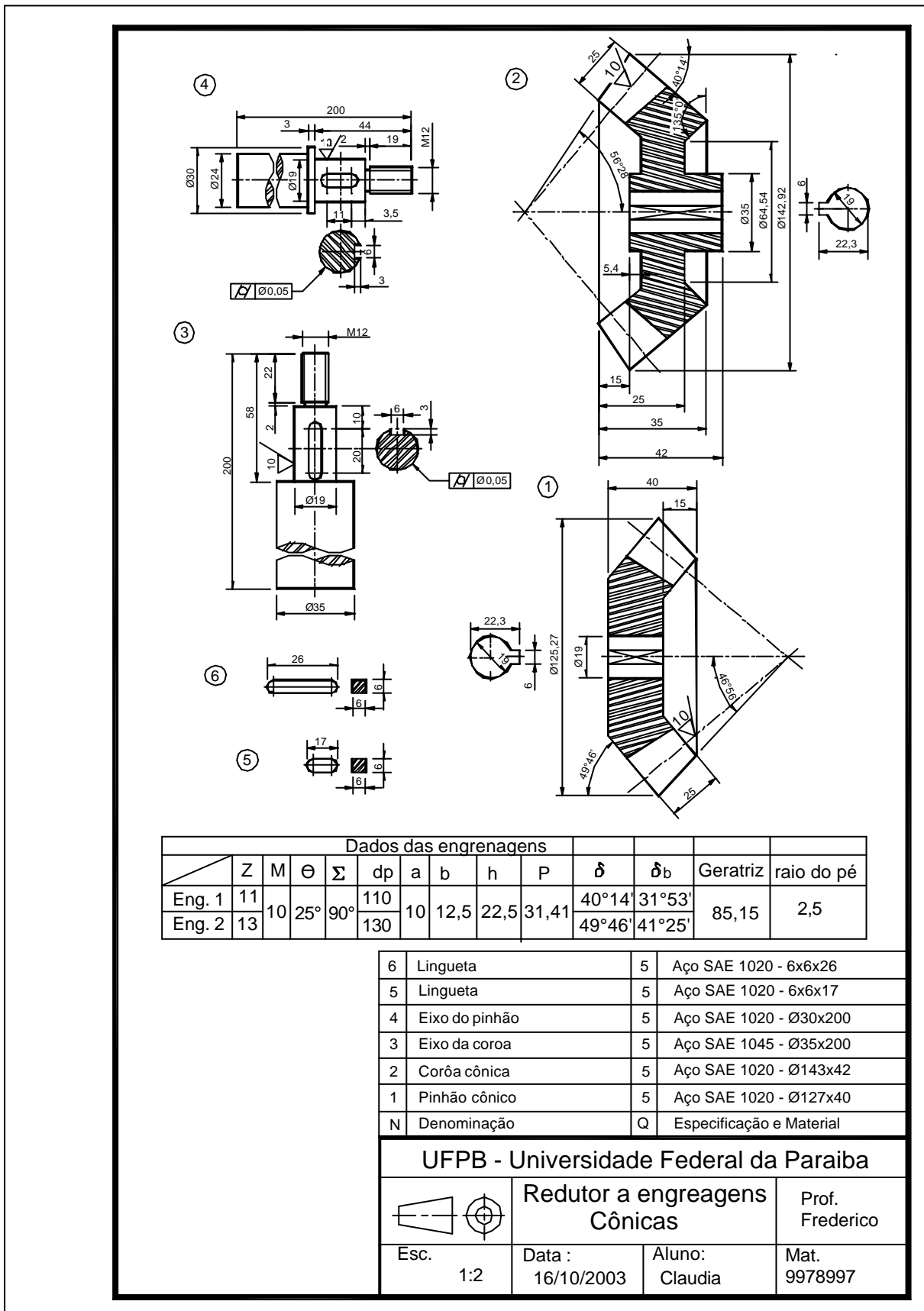
5.3.7.3 Desenho de conjunto de um redutor a engrenagens cônicas



8	Arruela lisa	10	Aço SAE 1020 - Ø12
7	Porca sextavada	10	Aço SAE 1020 - M12
6	Lingueta	5	Aço SAE 1020 - 6x6x26
5	Lingueta	5	Aço SAE 1020 - 6x6x17
4	Eixo do pinhão	5	Aço SAE 1020 - Ø30x200
3	Eixo da coroa	5	Aço SAE 1045 - Ø35x200
2	Corôa cônica	5	Aço SAE 1020 - Ø143x42
1	Pinhão cônico	5	Aço SAE 1020 - Ø126x40
N	Denominação	Q	Especificação e Material
UFPB - Universidade Federal da Paraíba			
		Redutor a engreagens Cônicas	
Esc. 1:2		Data : 16/10/2003	Aluno: Romero
			Mat. 9978997

5.3.7.4 Desenho de detalhes de um redutor a engrenagens cônicas

Nota: Neste tipo de desenho deve-se sempre colocar uma tabela com os dados das engrenagens.



5.3.8 Elementos e desenho de engrenagens cilíndricas de dentes helicoidais.

5.3.8.1 Descrição

Na engrenagem helicoidal cada **dente** é parte de uma **hélice**, *Figura 5.3.21*, é como se estivéssemos tratando com roscas múltiplas, onde cada entrada é um dente, portanto todos os elementos vistos quando do estudo de **roscas**, estarão presentes neste capítulo, a diferença está no perfil do dente da engrenagem, que possui forma **evolvental** e na altura do dente que é função do **módulo** da engrenagem.

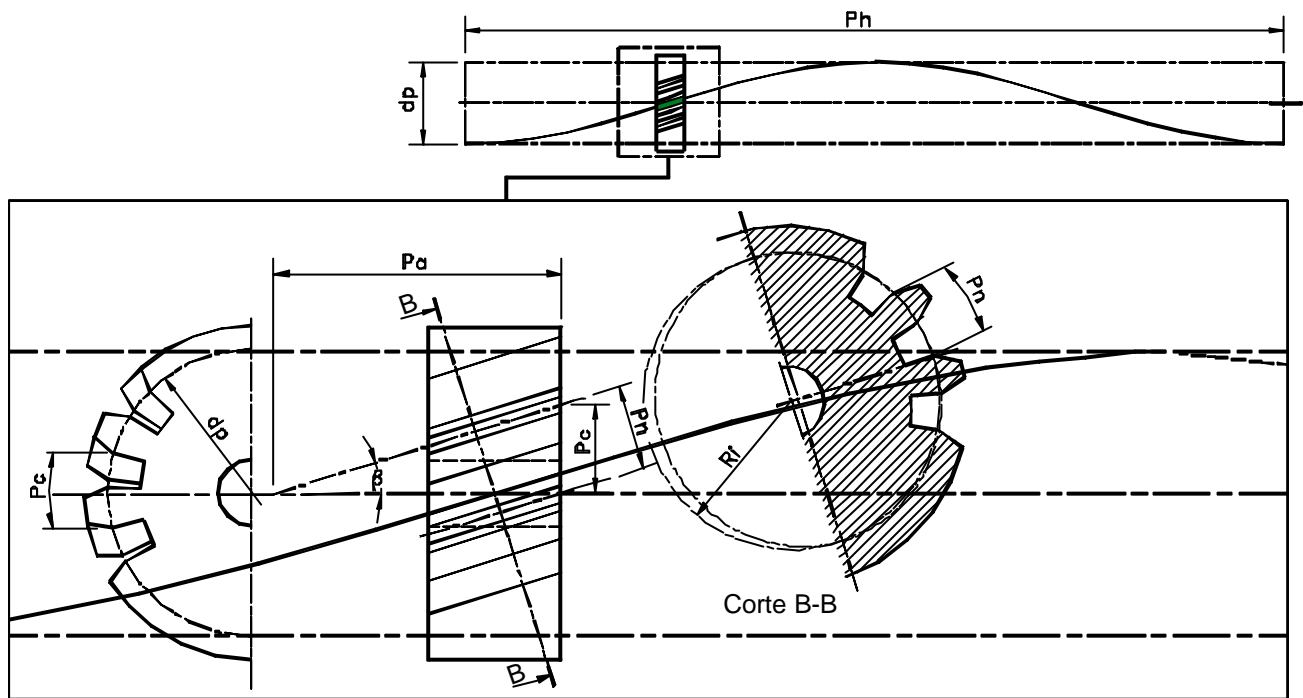


Figura 5.3.21 – Engrenagem helicoidal

5.3.8.2 Elementos

Elementos fundamentais

M - módulo (milímetro)
 θ - ângulo de pressão
 Z - número de dentes
 β - ângulo de hélice
 Sentido da hélice

Elementos complementares

d_p - diâmetro primitivo = $MZ/\cos\beta$
 d_e - diâmetro externo = $d_p + 2a$
 d_i - diâmetro interno = $d_p - 2b$
 d_b - diâmetro de base = $d_p \cos\theta$
 a - cabeça do dente = M
 b - pé do dente = $1,25M$
 h - altura do dente = $a + b$
 D_i - diâmetro primitivo ideal = $d_p / \cos^2\beta$
 Z_i - número de dentes ideais = $Z / \cos^3\beta$
 P_c - passo circular = $M\pi/\cos\beta$
 P_n - passo normal = $M\pi$
 P_a - passo axial = $M\pi/\sin(\beta)$
 P_h - passo da hélice = $M\pi Z/\sin\beta$
 e_n - espessura normal = $P_n/2$
 e_c - espessura circular = $P_c/2$
 r - raio do pé = $M/4$
 L - largura do dente = $k.M$
 $7 \leq k \leq 12$

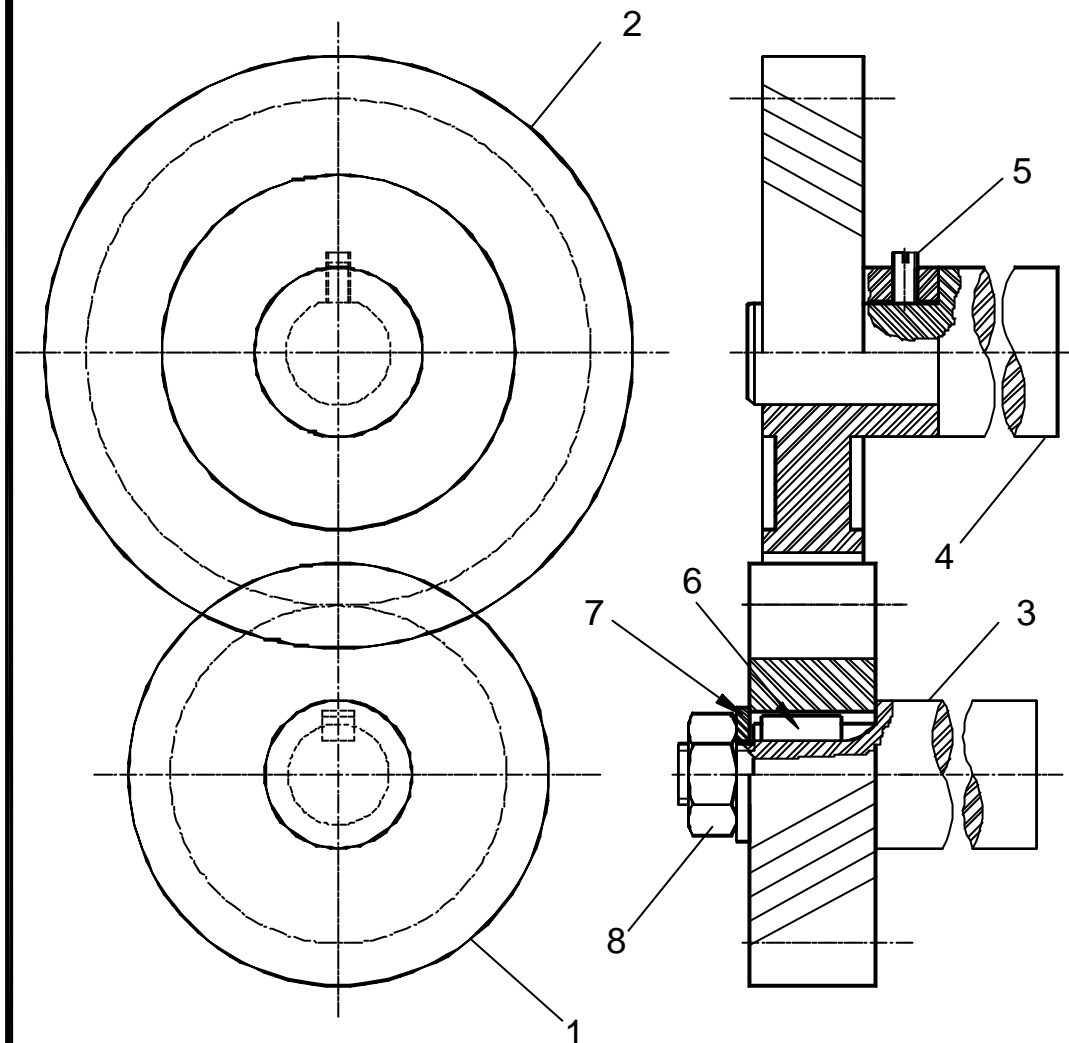
Nota: O número de dentes ideais (Z_i), é utilizado para selecionar a freza, ferramenta utilizada na usinagem de engrenagens.

A determinação do módulo da engrenagem helicoidal se faz segundo a *Equação 5.4*, desde que a cabeça do dente da engrenagem não tenha sido modificada.

Equação 5.4

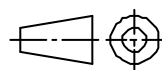
$$M = \frac{d_e}{\frac{Z}{\cos\beta} + 2}$$

5.3.8.3 Desenho de conjunto de uma transmissão por engrenagens cilíndricas de dentes helicoidais, de eixos paralelos.



8	Porca sextavada	10	Aço SAE 1020 - M16
7	Arruela lisa	10	Aço SAE 1020 - Ø16
6	Lingueta	10	Aço SAE 1020 - 7x8x14
5	Paraf. s/ cabeça c/ fenda	10	Aço SAE 1020 - M6x10
4	Eixo do pinhão	10	Aço SAE 1020 - Ø35x100
3	Eixo da coroa	10	Aço SAE 1045 - Ø40x120
2	Coroa helicoidal	10	Aço SAE 1020 - Ø134x30
1	Pinhão helicoidal	10	Aço SAE 1020 - Ø103x20
N	Denominação	Q	Especificação e Material

UFPB - Universidade Federal da Paraíba

Redutor a engreagens
Cil. de dentes helicoidaisProf.
Frederico

Esc.

1:2

Data :

16/10/2003

Aluno:

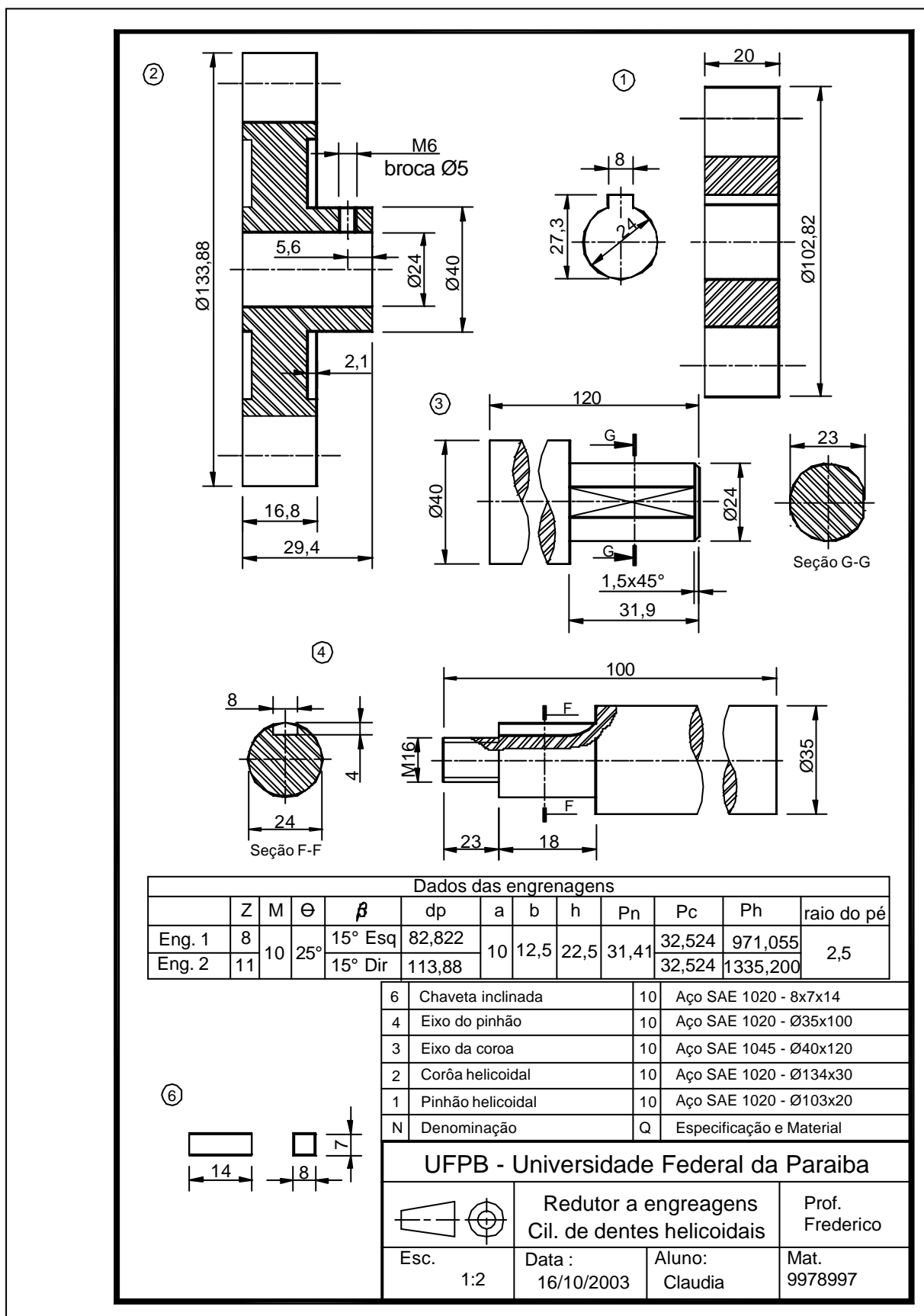
Claudia

Mat.

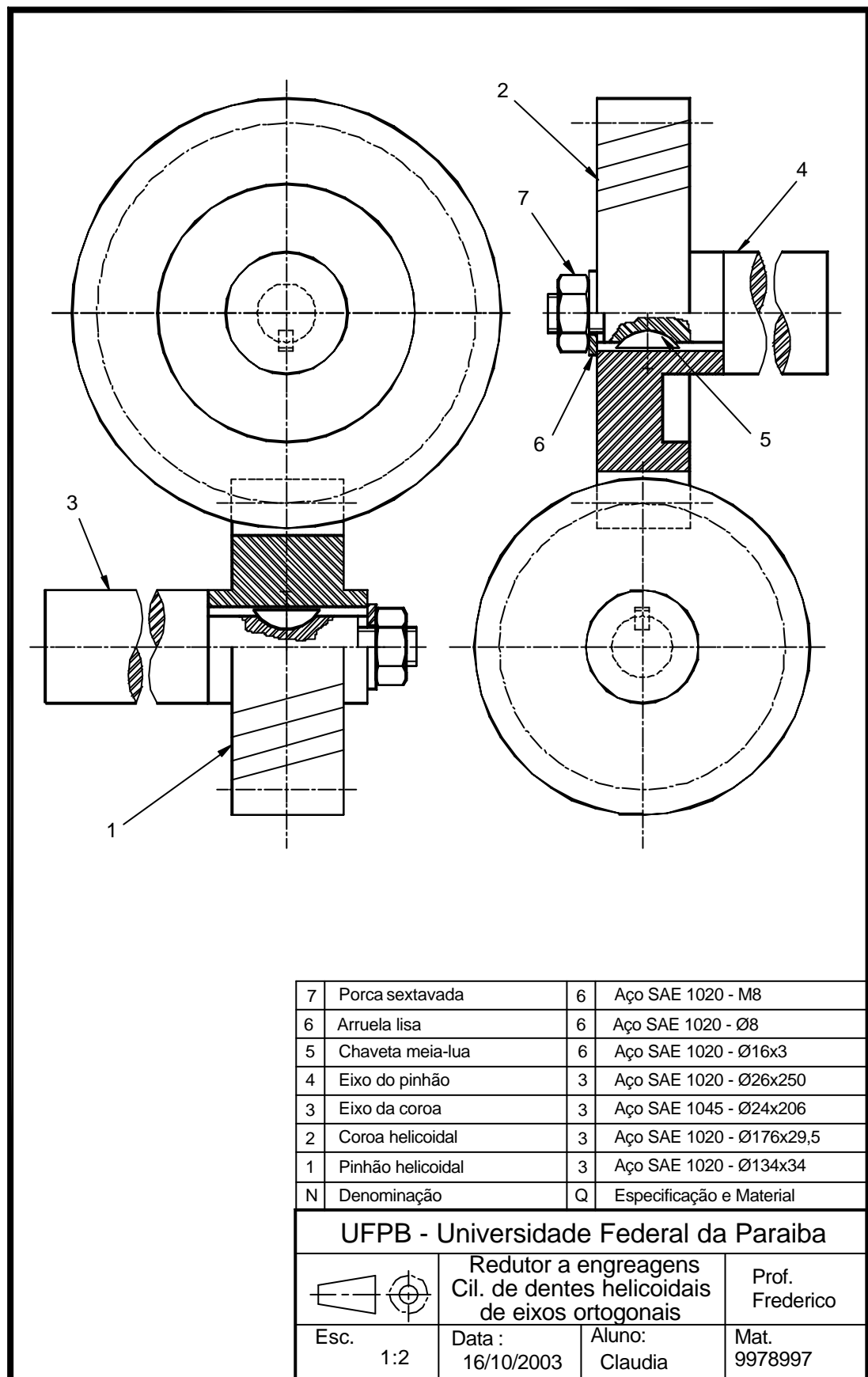
9978997

5.3.8.4 Desenho de detalhes de uma transmissão por engrenagens cilíndricas de dentes helicoidais de eixos paralelos.

Nota: Neste tipo de desenho deve-se sempre colocar uma tabela com os dados das engrenagens

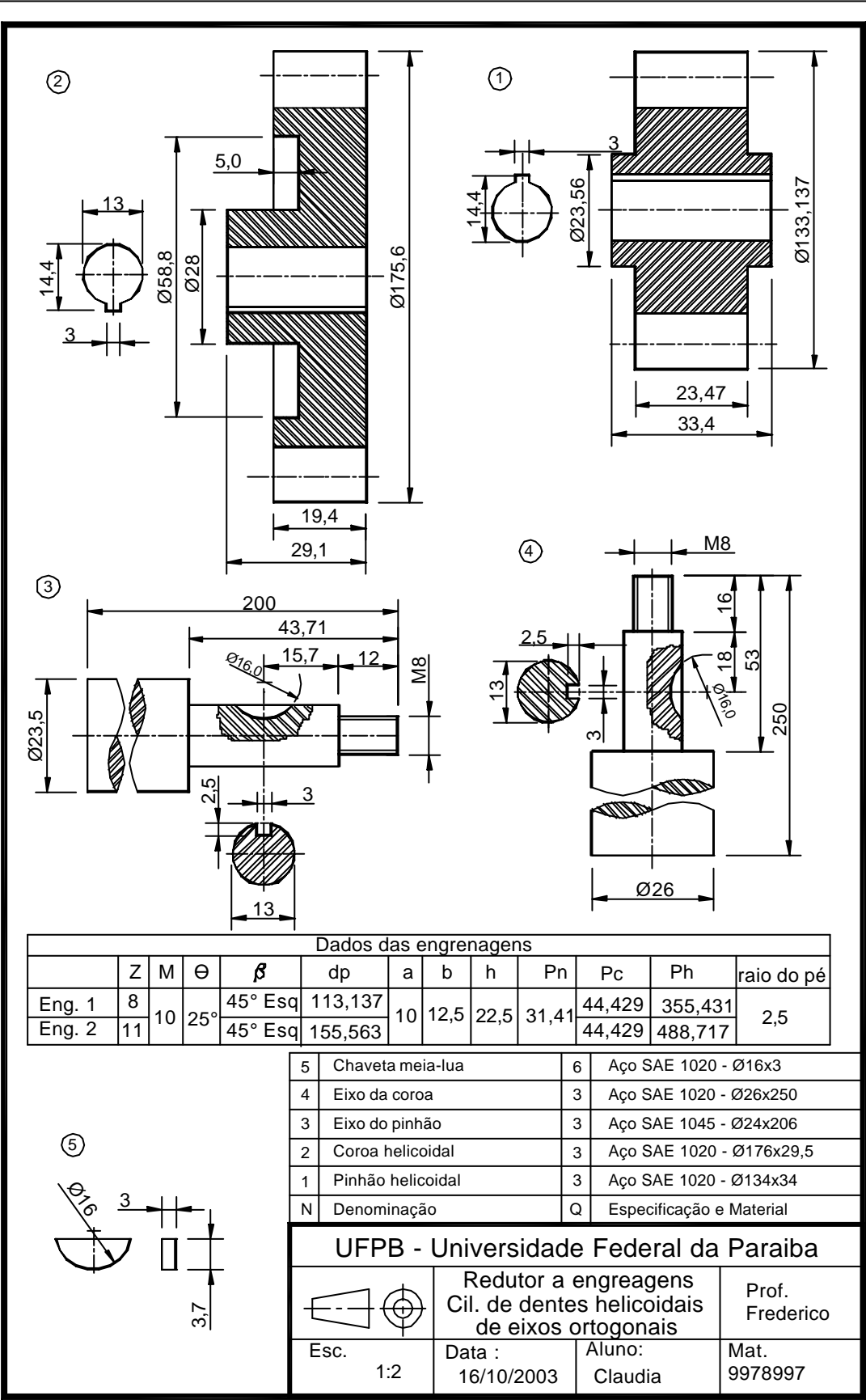


5.3.8.5 Desenho de conjunto de uma transmissão por engrenagens cilíndricas de dentes helicoidais, de eixos ortogonais

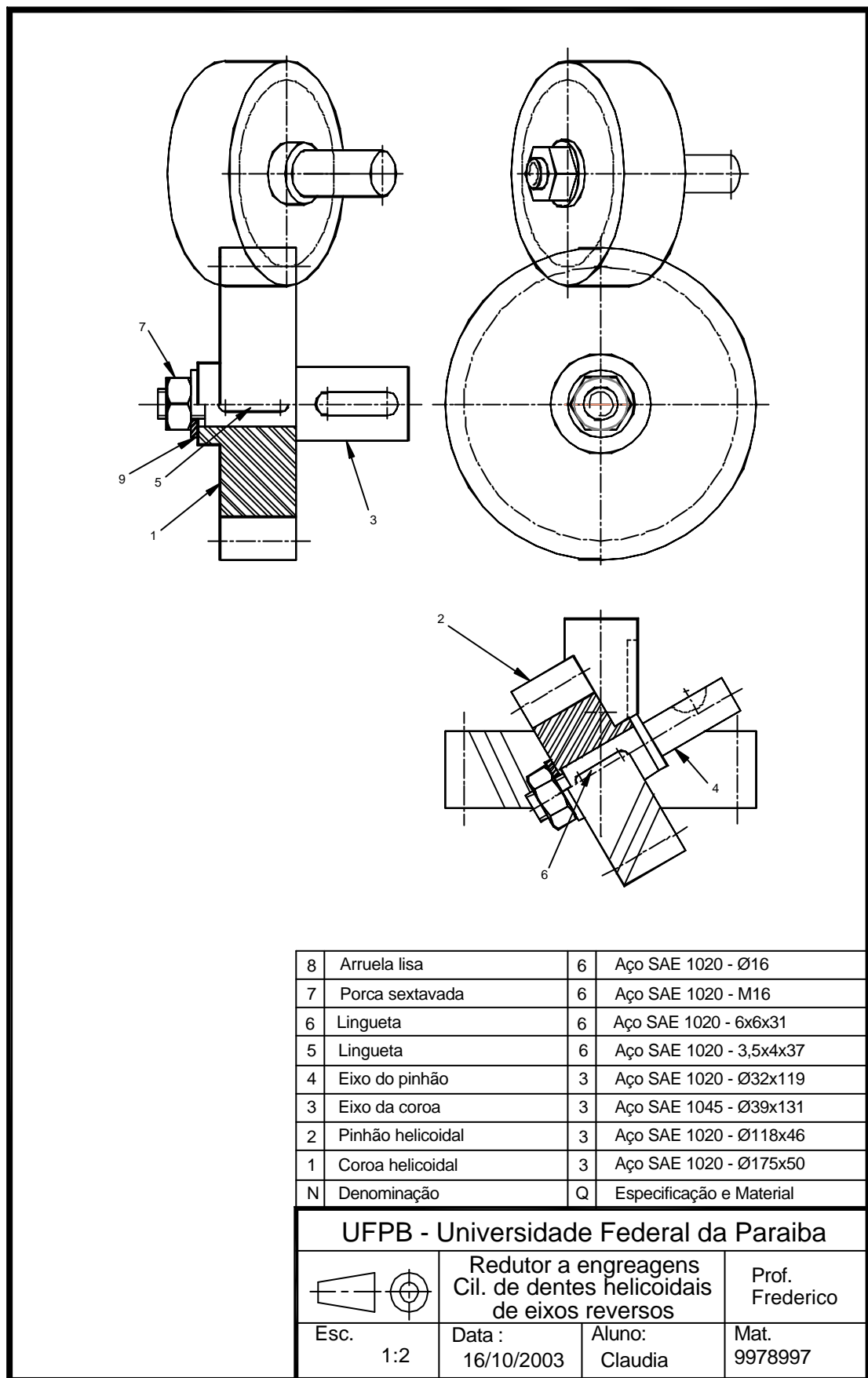


5.3.8.6 Desenho de detalhes de uma transmissão por engrenagens cilíndricas de dentes helicoidais, de eixos ortogonais

Nota: Neste tipo de desenho deve-se sempre colocar uma tabela com os dados das engrenagens



5.3.8.7 Desenho de conjunto de uma transmissão por engrenagens cilíndricas de dentes helicoidais, de eixos reversos



5.3.9 Elementos e desenho do parafuso sem-fim

O perfil da rosca do parafuso sem-fim é muito semelhante à rosca trapezoidal já estudada anteriormente, as diferenças se verificam no ângulo do flanco que é função do **ângulo de pressão** e na altura do filete que é função do **módulo**.

O ângulo entre eixos é função dos ângulos de hélices do sem-fim e da engrenagem helicoidal a ele acoplada, o procedimento para identificar o posicionamento dos eixos é análogo ao visto no item 5.3.2.2.

5.3.9.1 Elementos.

Elementos fundamentais

Módulo	M
Ângulo de pressão	q
Número de dentes	Z (número de entradas)
Ângulo de hélice	b
Ângulo entre eixos	$\Sigma = b_1 \pm b_2$
Ângulo do flanco	$\lambda = 90^\circ - \beta$
Sentido da hélice	Direita ou Esquerda

Elementos complementares

Diâmetro primitivo	$d_p = MZ/\sin(\lambda)$
Diâmetro de base	$d_b = d_p \cos(\theta)$
Diâmetro externo	$d_e = d_p + 2a$
Diâmetro interno	$d_i = d_p - 2b$
Cabeça do dente	$a = M$
Pé do dente	$b = 1,25M$
Altura do dente	$h = a + b$
Passo normal	$P = M\tilde{\theta}$
Passo axial	$P_a = M\tilde{\theta}/\cos(\lambda)$
Passo da hélice	$Ph = Pa Z$
Altura teórica	$H = Pa/2\text{tg}(\Phi/2)$
Ângulo de flanco	$F = 2\theta$

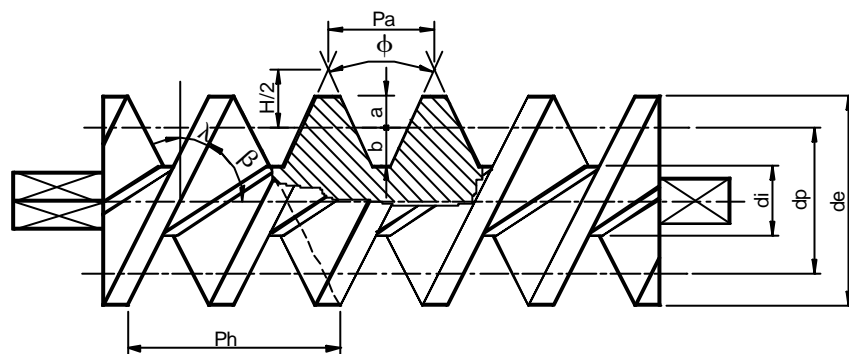


Figura 5.3.22 – Elementos do parafuso sem-fim

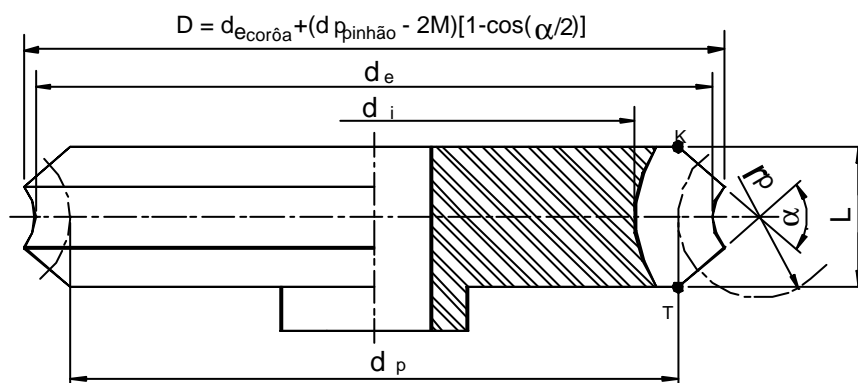
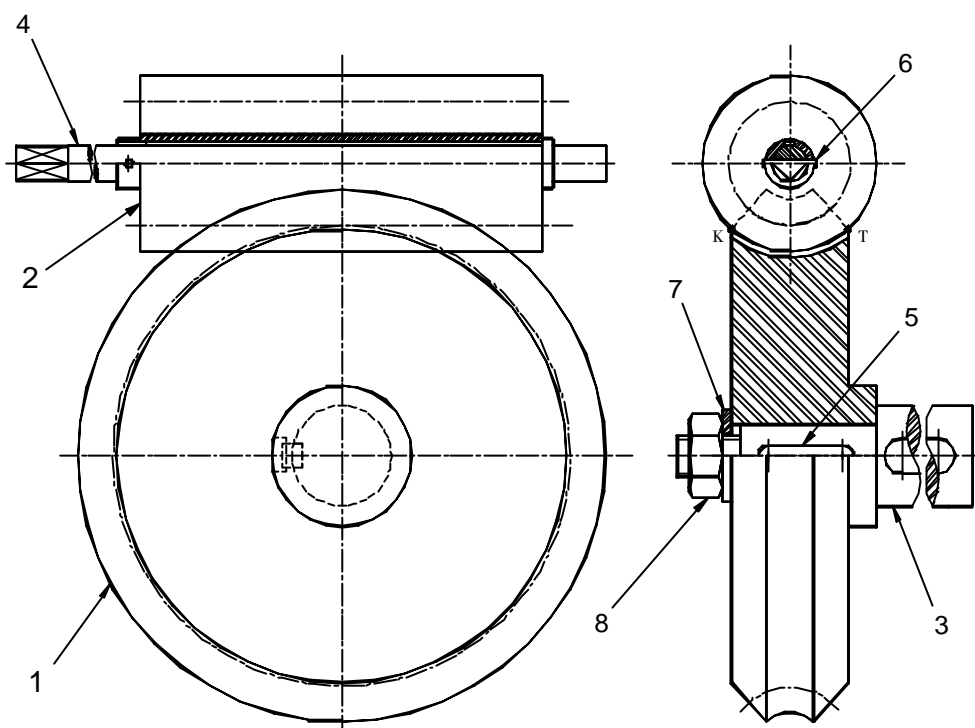


Figura 5.3.23 – Elementos da coroa helicoidal

Nota: **L** – Largura do dente da Coroa Helicoidal: é uma dimensão de projeto (disciplina Elementos de Máquinas), na disciplina Desenho de Máquinas esta largura é fornecida ou medida em um elemento real. Os dados da coroa helicoidal são os mesmos encontrados na Página 5.27.

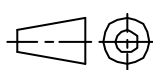
Uma vez dimensionado a largura da Coroa, os pontos **K** e **T** são determinados pela interseção entre a circunferência externa do **sem-fim** e os flancos da **coroa**, ver desenho de conjunto da página seguinte.

5.3.9.2 Desenho de conjunto de uma transmissão por engrenagens parafuso sem-fim e coroa helicoidal



8	Porca sextavada	2	Aço SAE 1020 - M16
7	Arruela lisa	2	Aço SAE 1020 - Ø16
6	Pino cônico	2	Aço SAE 1020 - Ø3x20
5	Lingueta	6	Aço SAE 1020 - 7x8x37
4	Eixo do pinhão	2	Aço SAE 1020 - Ø19x209
3	Eixo da coroa	2	Aço SAE 1045 - Ø39x131
2	Parafuso sem-fim	2	Aço SAE 1020 - Ø68x170
1	Coroa helicoidal	2	Aço SAE 1020 - Ø204x53
N	Denominação	Q	Especificação e Material

UFPB - Universidade Federal da Paraíba



Redutor a engreagens
sem-fim coroa

Prof.
Frederico

Esc.

1:1

Data :

16/10/2003

Aluno:

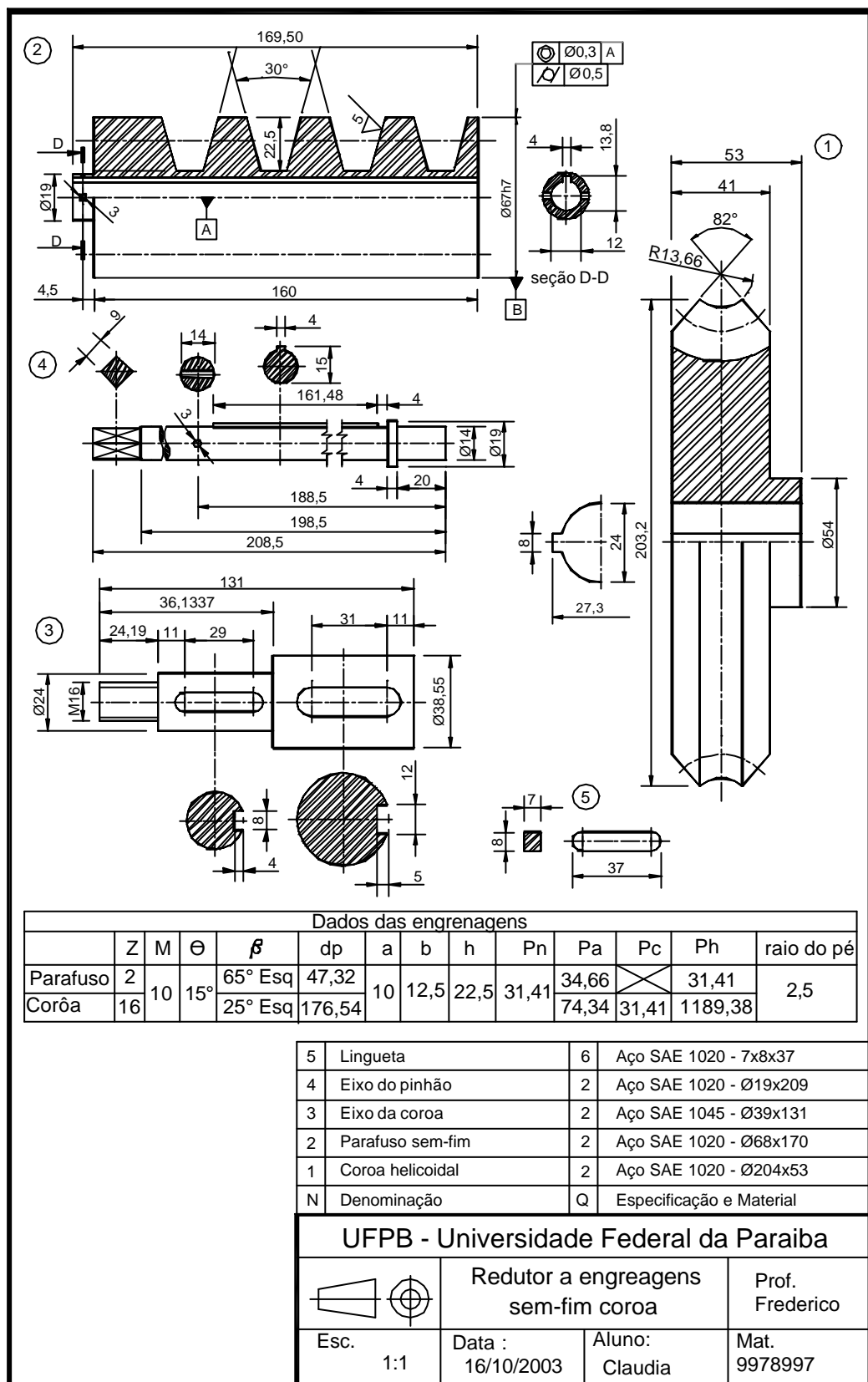
Claudia

Mat.

9978997

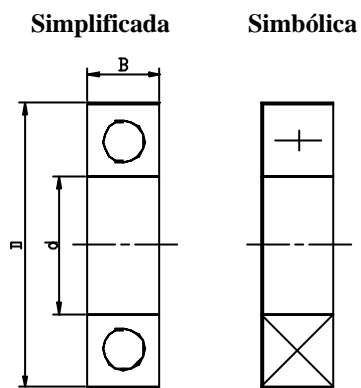
5.3.9.3 Desenho de detalhes de uma transmissão por engrenagens parafuso sem-fim e coroa helicoidal

Nota: Neste tipo de desenho deve-se sempre colocar uma tabela com os dados das engrenagens

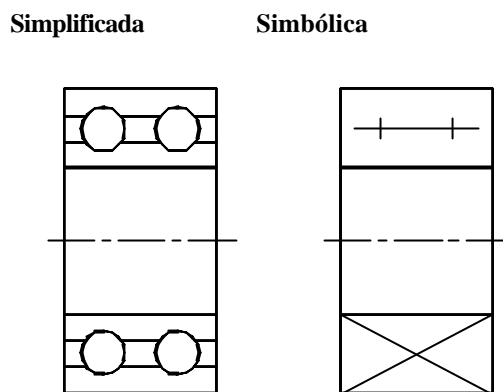


5.4 Representação simplificada e simbólica de rolamentos

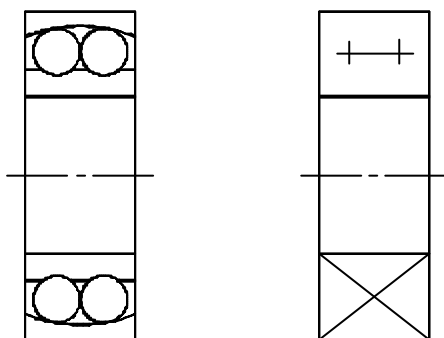
Na representação gráfica de rolamento, deve-se dar preferência a representação **simbólica**, de forma a simplificar o desenho, uma vez que se trata de elemento padronizado.



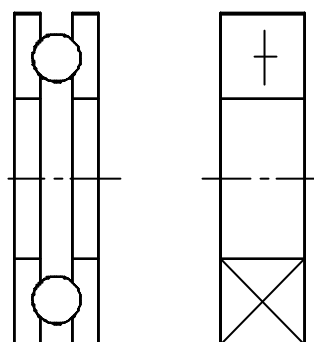
Rolamento rígido de esferas



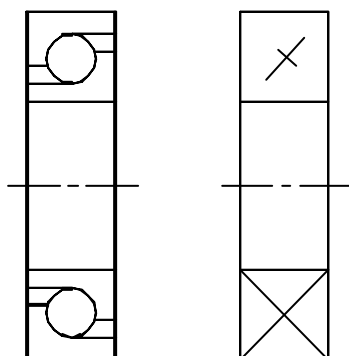
Rolamento rígido de duas carreiras de esferas



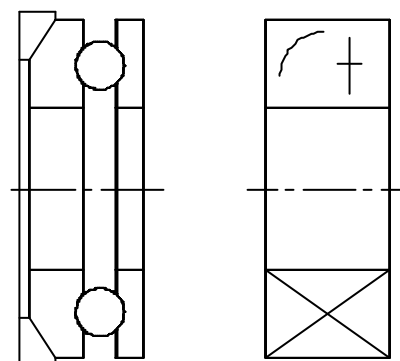
Rolamento autocompensador de esferas



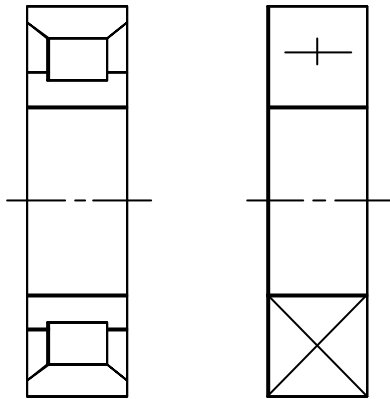
Rolamento axial de esferas



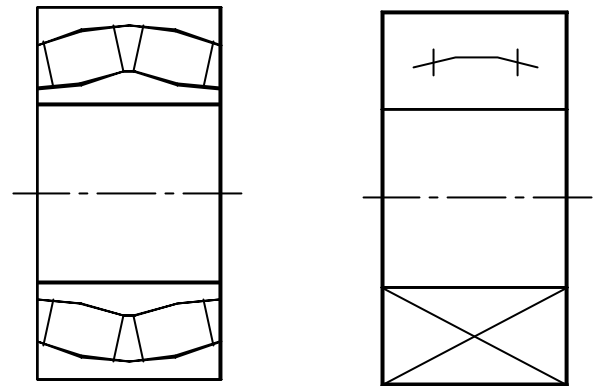
Rolamento de esferas de contato angular



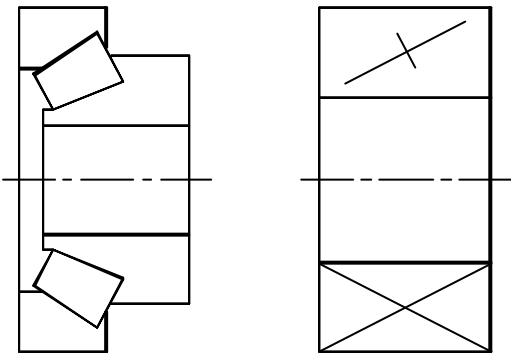
Rolamento axial de esferas com anel de caixa esférica e contraplacada.



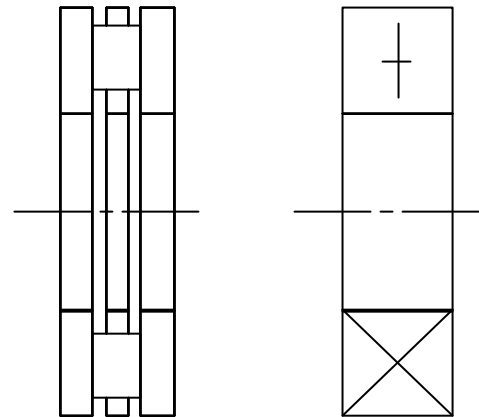
Rolamento de rolos cilíndricos



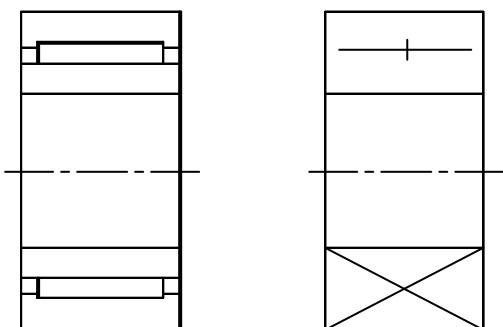
Rolamento autocompensador de rolos



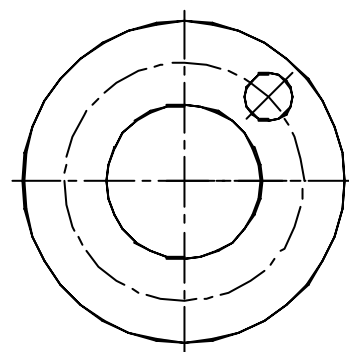
Rolamento de rolos cônicos



Rolamento axial de rolos



Rolamento de agulhas



Vista lateral simbólica para todos os tipos de rolamentos

5.5 Buchas cilíndrica

Tabela 5.3 – Tabela de buchas cilíndricas com e sem flange

Forma A															
Forma B - com flange															
d	3	3	4	4	5	5	5	6	6	7	7	8	8	9	10
D	5	6	7	8	8	9	10	9	10	10	12	12	14	14	16
L	3	3	4	4	5	5	5	6	6	7	7	8	8	9	10
Df	-	8	-	10	-	-	12	-	12	-	16	16	-	-	20
h	-	1	-	1	-	-	1	-	2	-	2	2	-	-	2
d	12	14	14	15	15	16	16	18	18	20	20	22	22	25	28
D	18	18	20	20	22	20	22	22	25	24	26	26	28	30	32
L	12	14	14	15	15	16	16	18	18	20	20	22	22	15	28
Df	22	-	24	-	28	-	28	-	31	-	32	-	35	-	44
h	2	-	2	-	3	-	3	-	3	-	3	-	3	-	3

5.5.1 Desenho de conjunto de um redutor com buchas cilíndricas nos apoios

7	Anel elástico externo	20	Aço SAE 1045 - Ø15x1
6	Pino elástico	20	Aço SAE 1045 - Ø4x25
5	Bucha cilíndrica tipo B	20	Bronze - Ø15xØ22x15
4	Bucha cilíndrica tipo B	20	Bronze Ø20xØ26x20
3	Eixo	20	Aço SAE 1045 - Ø35x155
2	Eng. Cil. de dentes retos	10	Aço SAE 1020 - Ø90x45
1	Eng. Cil. de dentes retos	10	Aço SAE 1020 - Ø100x35
N	Denominação	Q	Especificação e Material

UFPB - Universidade Federal da Paraíba

Redutor a engreagens
Cil. de dentes retos

Prof.
Frederico

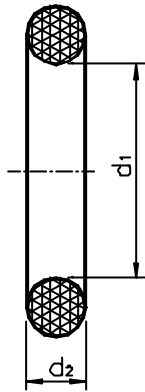
Esc. 1:1

Data : 16/10/2003

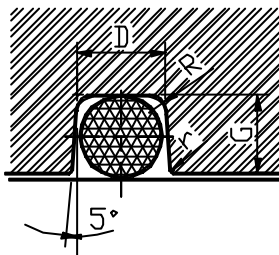
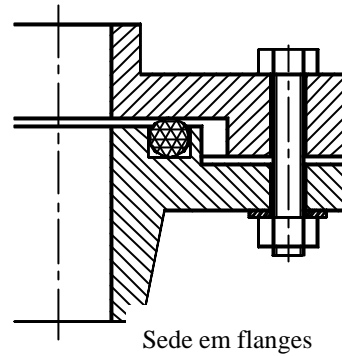
Aluno: Evania

Mat. 9978997

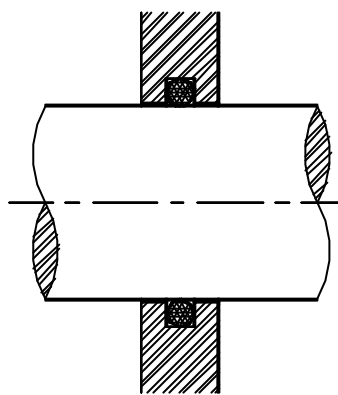
5.6 Retentor ("O"-RING)



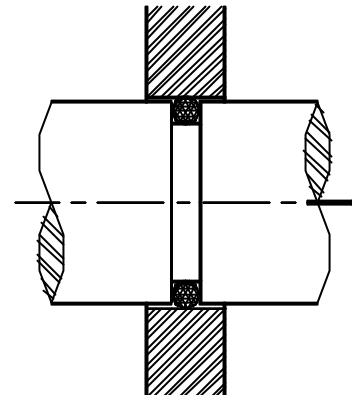
Retentor



Detalhe da sede do O-Ring



Sede no cubo



Sede no eixo

Montagem estática:

$$D=1,20d_2 \text{ a } 1,35d_2$$

$$G=0,80d_1 \text{ a } 0,85d_1$$

Montagem para movimento rotativo:

$$D=0,95d_2$$

$$G=1,05d_1$$

Em qualquer dos casos

$$R=0,2d_2$$

$$r=0,1 \text{ mm}$$

Especificação: Denominação; $d_1 \times (\Omega \text{ ou } \Phi \text{ ou } \& \text{ ou } \oplus)$ - materialExemplo: O-Ring; $\phi 5 \times 1,8$ – Borracha**Tabela 5.4** – Dimensões dos retentores e da ranhura

d_1	d_2	d_1	d_2	d_1	d_2	d_1	d_2	d_1	d_2
1,8	Ω	6,30	Ω	13,2	$\Omega\Phi$	31,5	$\Phi\&$	47,5	$\&\oplus$
2,00	Ω	6,70	$\Omega\Phi$	14,0	$\Omega\Phi$	32,5	$\Phi\&$	48,7	$\&\oplus$
2,24	Ω	6,90	$\Omega\Phi$	15,0	$\Omega\Phi$	33,5	$\Phi\&$	50,0	$\&\oplus$
2,50	Ω	7,10	$\Omega\Phi$	16,0	$\Omega\Phi$	34,5	$\Phi\&$	51,5	$\&\oplus$
2,80	Ω	7,50	$\Omega\Phi$	17,0	$\Omega\Phi$	35,5	$\Phi\&$	53,0	$\&\oplus$
3,00	Ω	8,00	$\Omega\Phi$	18,0	$\Omega\Phi\&$	36,5	$\Phi\&$	54,5	$\&\oplus$
3,15	Ω	8,50	$\Omega\Phi$	19,0	$\Omega\Phi\&$	37,5	$\Phi\&$	56,0	$\&\oplus$
3,55	Ω	9,00	$\Omega\Phi$	20,0	$\Omega\Phi\&$	38,5	$\Phi\&$	58,0	$\&\oplus$
4,00	Ω	9,50	$\Omega\Phi$	21,2	$\Omega\Phi\&$	40,0	$\Phi\&\oplus$	60,0	$\&\oplus$
4,50	Ω	10,00	$\Omega\Phi$	22,4	$\Omega\Phi\&$	41,5	$\Phi\&\oplus$	61,5	$\&\oplus$
5,00	Ω	10,6	$\Omega\Phi$	23,6	$\Omega\Phi\&$	42,5	$\Phi\&\oplus$	63,0	$\&\oplus$
5,30	Ω	11,2	$\Omega\Phi$	25,0	$\Omega\Phi\&$	43,7	$\Phi\&\oplus$	65,0	$\&\oplus$
5,60	Ω	11,8	$\Omega\Phi$	26,5	$\Omega\Phi\&$	45,0	$\Phi\&\oplus$	67,0	$\&\oplus$
6,00	Ω	12,5	$\Omega\Phi$	28,0	$\Omega\Phi\&$	46,2	$\Phi\&\oplus$	69,0	$\&\oplus$

Simbologia:

$$d_2=\Omega=1,80 \text{ mm}$$

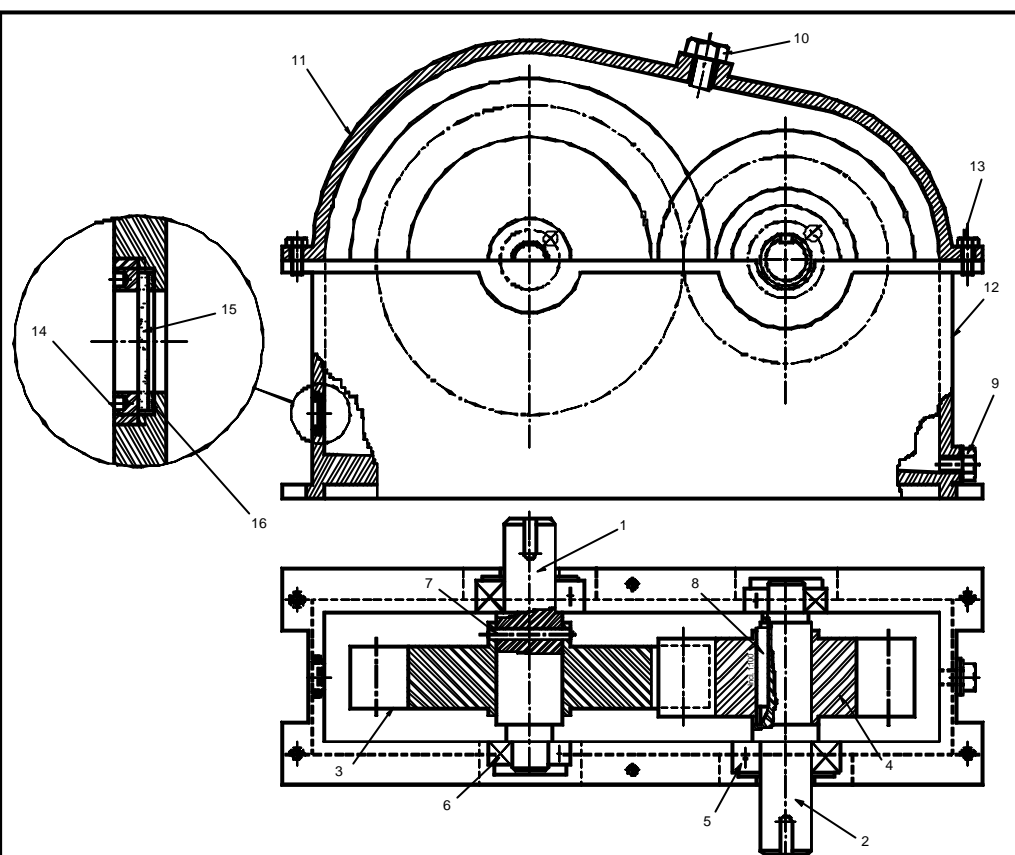
$$d_2=\Phi=2,65 \text{ mm}$$

$$d_2=\&=3,65 \text{ mm}$$

$$d_2=\oplus=5,30 \text{ mm}$$

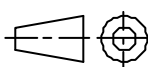
5.7 Desenho de um redutor.

5.7.1 Desenho de conjunto



16	Retentor	10	Aço SAE 1045 - Ø13xØ10x0,5
15	Visor	10	Vidro - Ø13x1,0
14	Aro fixador do visor	10	Aço SAE 1045 - Ø16x2,5
13	Paraf. cabeça sextavada	60	Aço SAE 1020 - M4x11
12	Caixa do redutor	10	fofo
11	Tampa do redutor	10	fofo
10	Paraf. cabeça sextavada	10	Aço SAE 1045 - M8x10
9	Paraf. cabeça sextavada	10	Aço SAE 1020 - M6x10
8	Chaveta inclinada	10	Aço SAE 1045 - 4,3x4,3x31
7	Pino cilíndrico	10	Aço SAE 1020 - Ø4x32
6	Rol. de uma carreira de esferas	20	ZKL 6002
5	Rol. de uma carreira de esferas	20	ZKL 6004
4	Pinhão reto	10	Aço SAE 1020 - Ø105x40
3	Coroa reta	10	Aço SAE 1045 - Ø150x40
2	Eixo do pinhão	10	Aço SAE 1020 - Ø30x100
1	Eixo da coroa	10	Aço SAE 1020 - Ø30x100
N	Denominação	Q	Especificação e Material

UFPB - Universidade Federal da Paraíba



REDUTOR

Prof.
Frederico

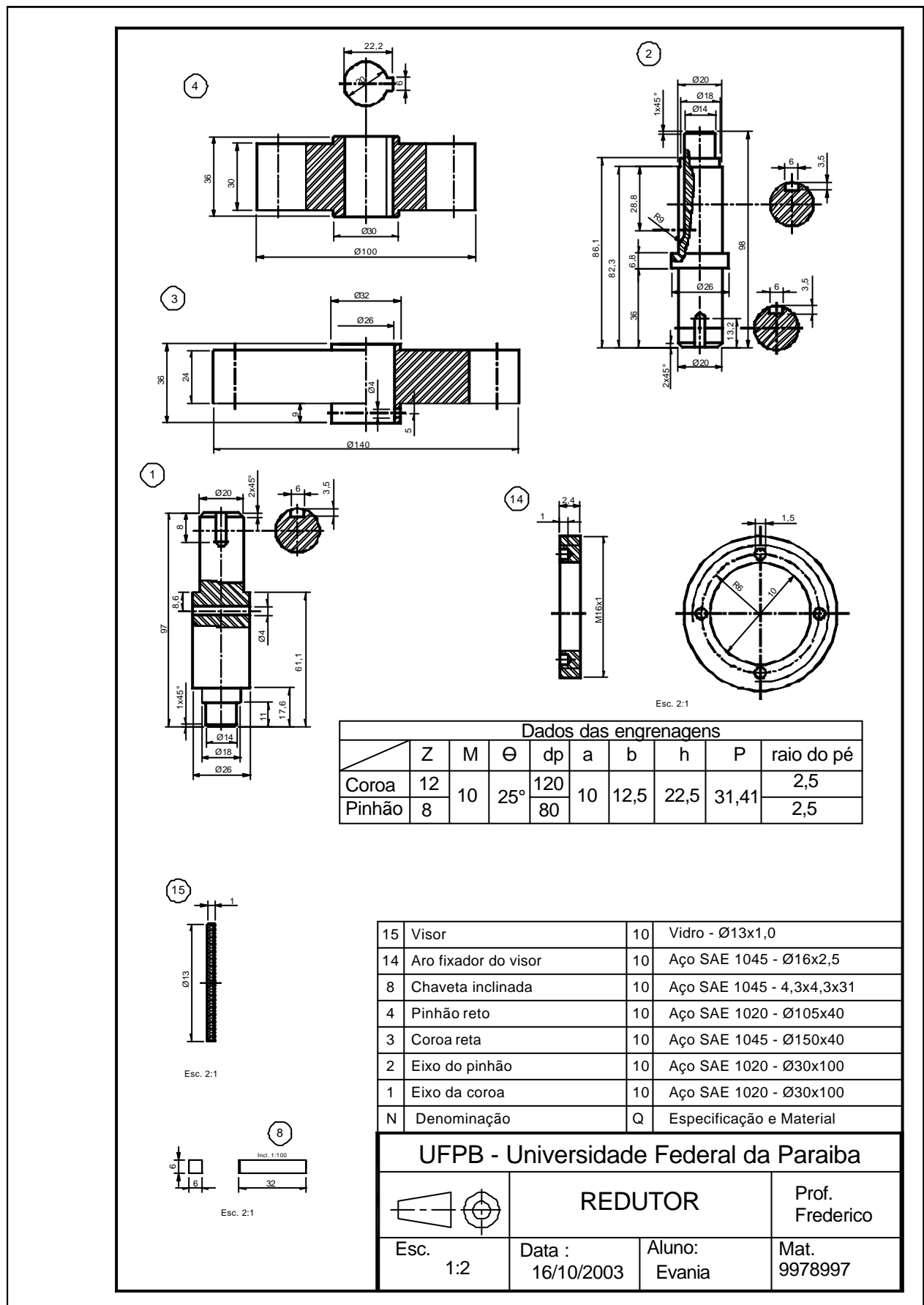
Esc.
1:2

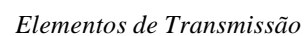
Data :
16/10/2003

Aluno:
Evania

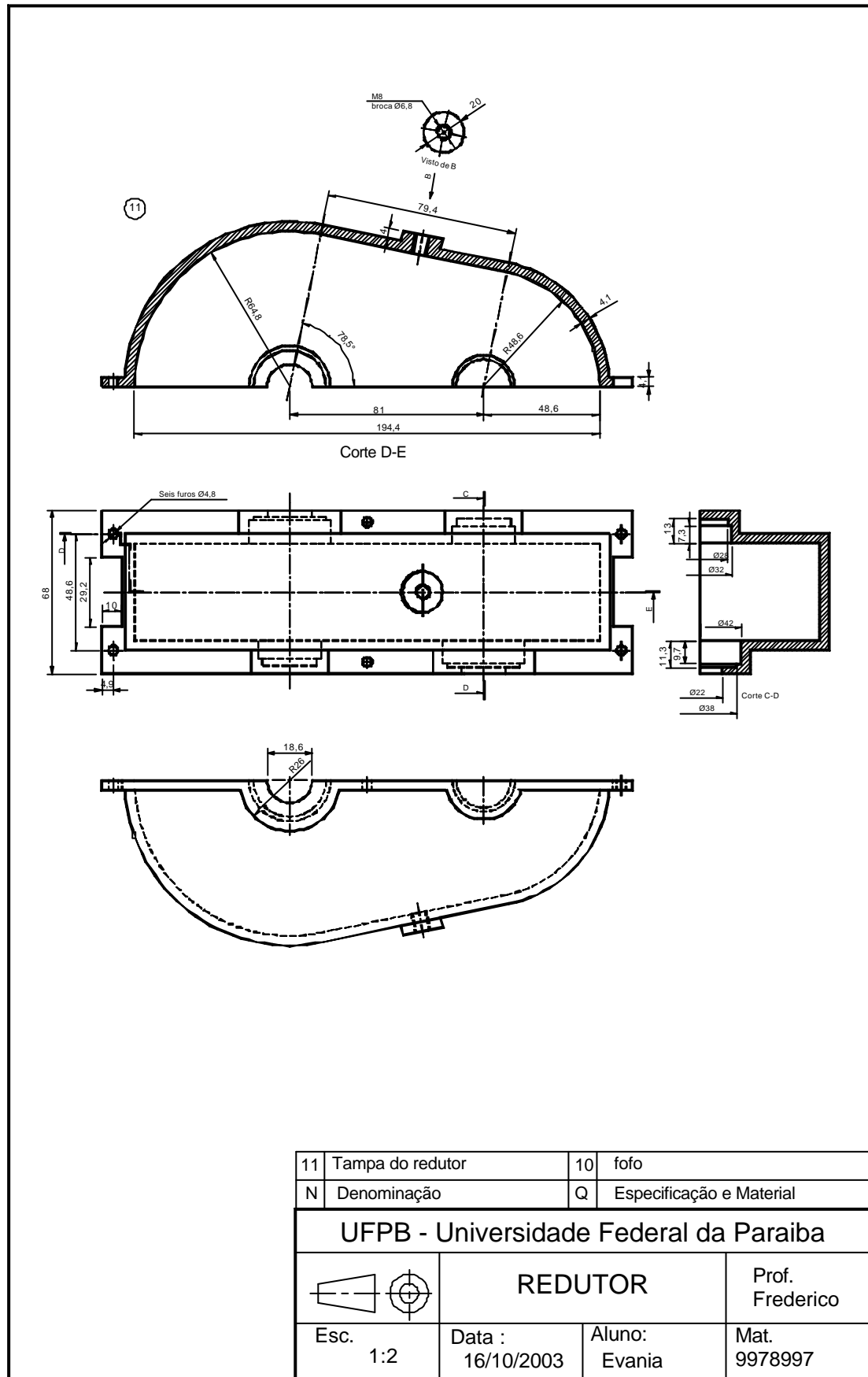
Mat.
9978997

5.7.2 Desenhos de detalhes



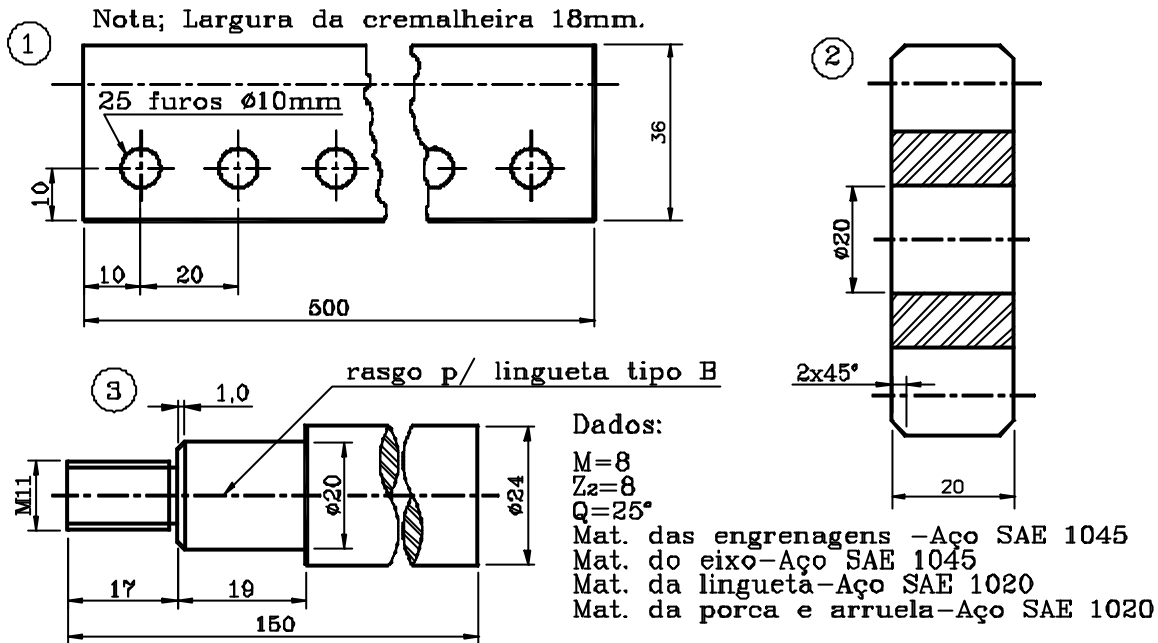


12	Caixa do redutor	10	fofo
N	Denominação	Q	Especificação e Material
<p align="center">UFPB - Universidade Federal da Paraíba</p>			
		<p>REDUTOR</p>	<p>Prof. Frederico</p>
<p>Esc. 1:2</p>		<p>Data : 16/10/2003</p>	<p>Aluno: Evania</p>
			<p>Mat. 9978997</p>

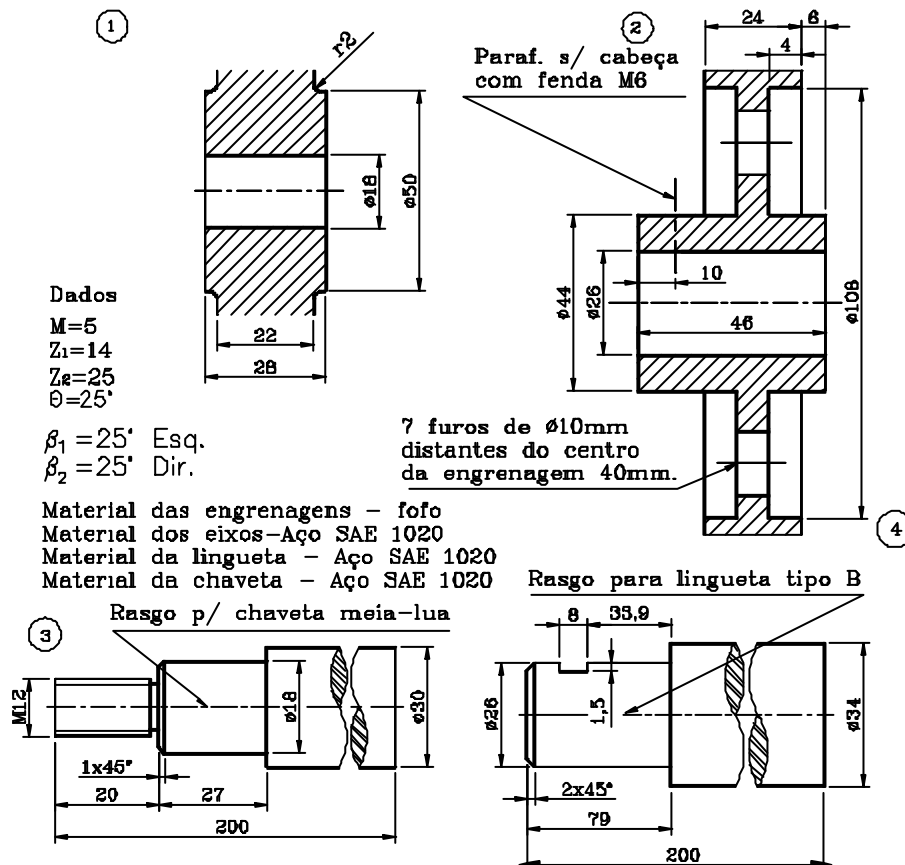


5.8 Exercícios de engrenagens

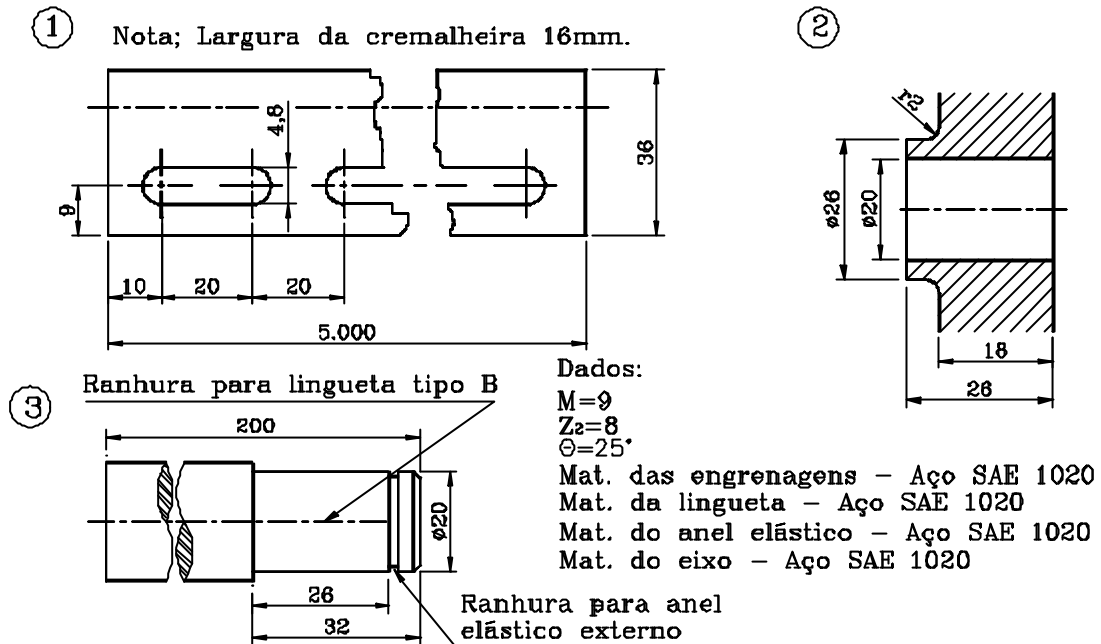
1 – Execute o desenho de conjunto e de detalhes do redutor abaixo indicando tolerância de circularidade de 0,2 mm para a engrenagem e tolerância de retitude de 0,5mm para a cremalheira. Indique rugosidade $Ra=12\mu m$ nos flancos dos dentes das engrenagens, e rugosidade $Ra=10\mu m$ para o eixo e para o cubo da engrenagem no trecho de diâmetro $\phi 20$ mm.



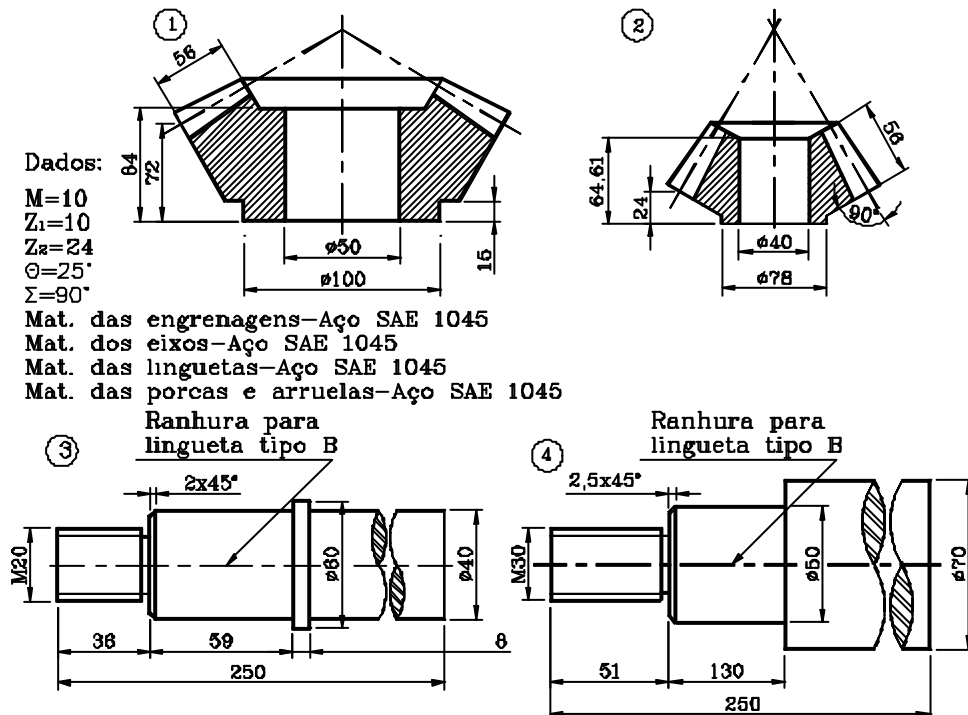
2 – Execute o desenho de conjunto e de detalhes do redutor abaixo indicando tolerância de circularidade de 0,5mm para a engrenagem 1 e 0,2mm para a engrenagem 2. Indique tolerância de cilindridade de 0,3mm para os eixos e para os cubos nos trechos de diâmetro 26mm e 18mm. Indique rugosidade $Ra=12\mu m$ nos flancos dos dentes das engrenagens.



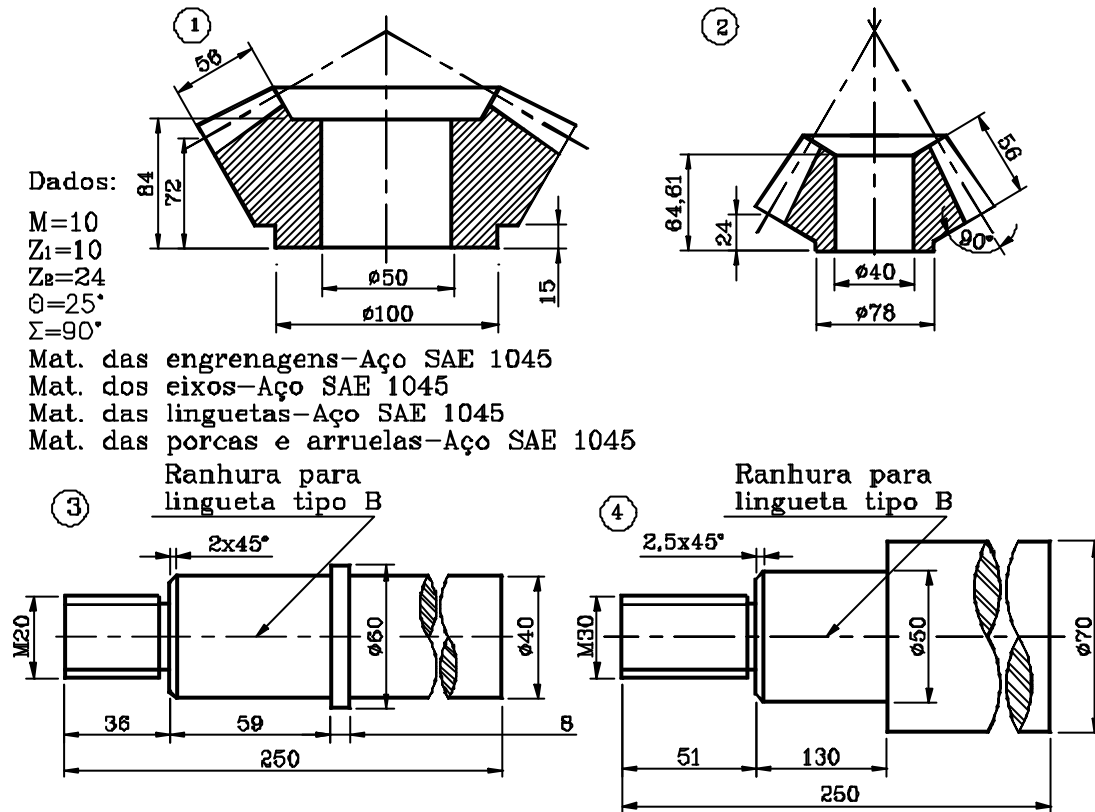
3 – Execute o desenho de conjunto e de detalhes do redutor abaixo e indicando tolerância de retitude de 0,5mm para a cremalheira e tolerância de circularidade de 0,2mm para a engrenagem. Indique rugosidade $Ra=12\mu m$ para os flancos dos dentes das engrenagens e $Ra=15\mu m$ para o cubo e para o eixo nos trechos de diâmetro 20mm.



4 – Execute o desenho de conjunto e de detalhes do redutor abaixo e indicando tolerância de circularidade de 0,5mm nos trechos cônicos dos dentes das engrenagens e tolerância de cilindricidade de 0,3mm para os eixos nos diâmetros de 40mm e 50mm. Indique rugosidade $Ra=12\mu m$ para os flancos dos dentes e $Ra=10\mu m$ para os eixos nos diâmetro 40 e 50 mm.

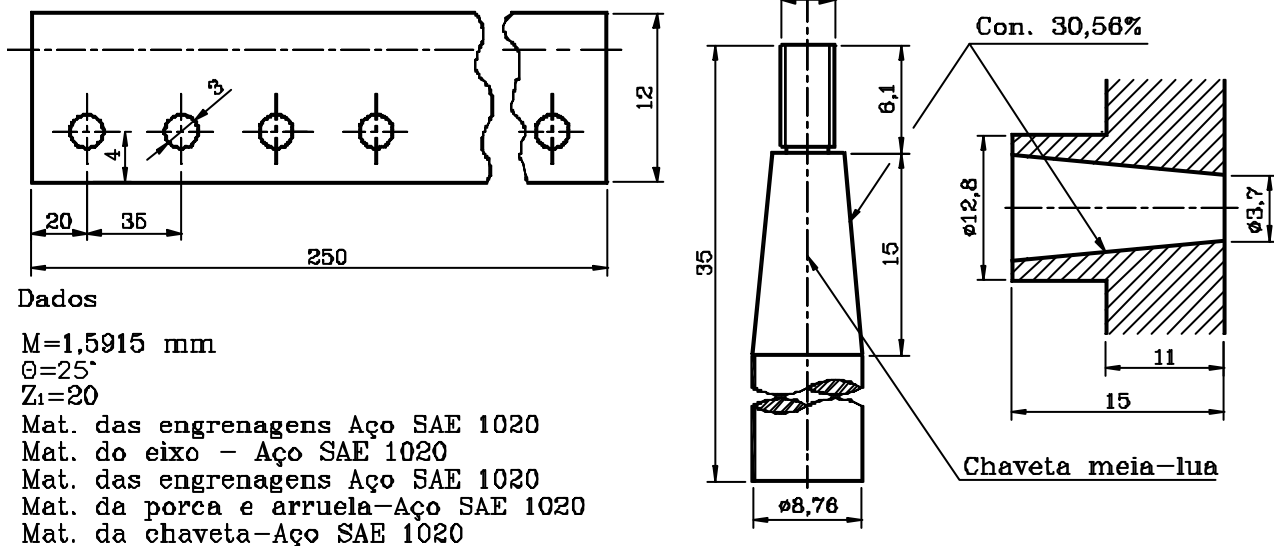


5 – Execute o desenho de conjunto e de detalhes do redutor abaixo indicando tolerância de circularidade de 0,5mm nos trechos cônicos dos dentes das engrenagens e tolerância de cilindridade de 0,3mm para os eixos nos diâmetros 40mm e 50mm. Indique rugosidade $Ra=12\mu m$ para os flancos dos dentes e $Ra=20\mu m$ nas demais partes das engrenagens.

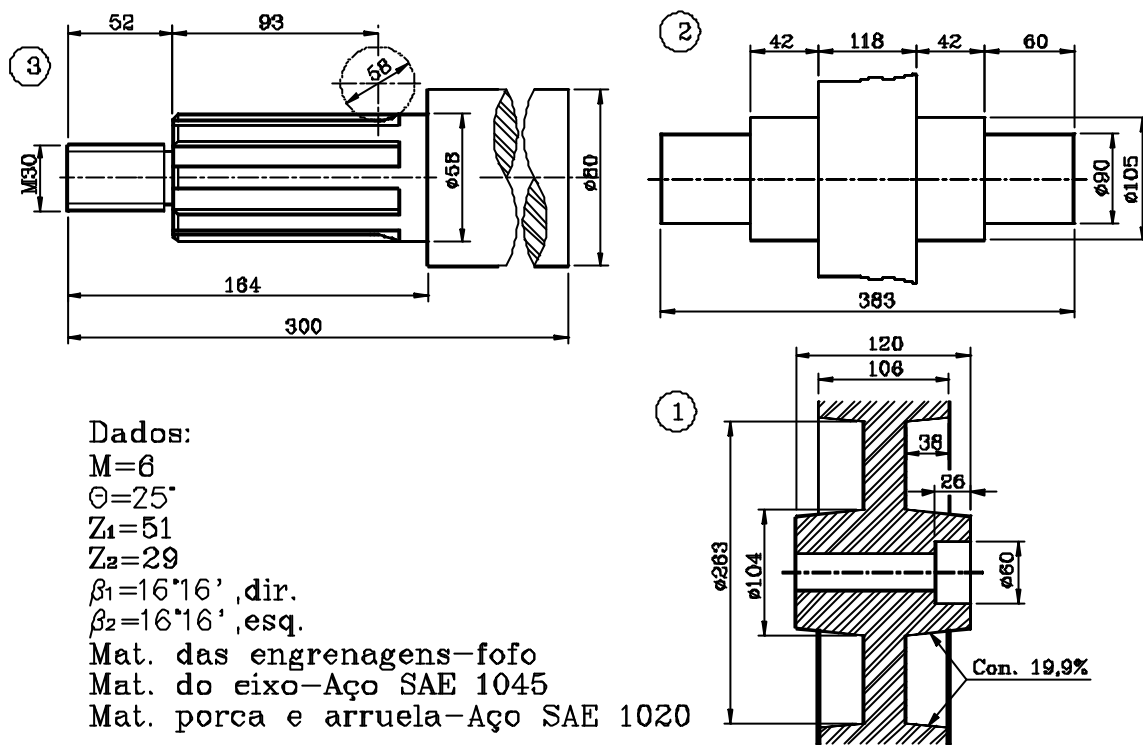


6 – Execute o desenho de conjunto e de detalhes do redutor abaixo indicando tolerância de retitude de 0,4mm para a cremalheira e tolerância de circularidade de 0,2mm e de cilindridade de 0,3mm para a circunferência externa da engrenagem. Indique rugosidade $Ra=15\mu m$ para os flancos dos dentes da engrenagem.

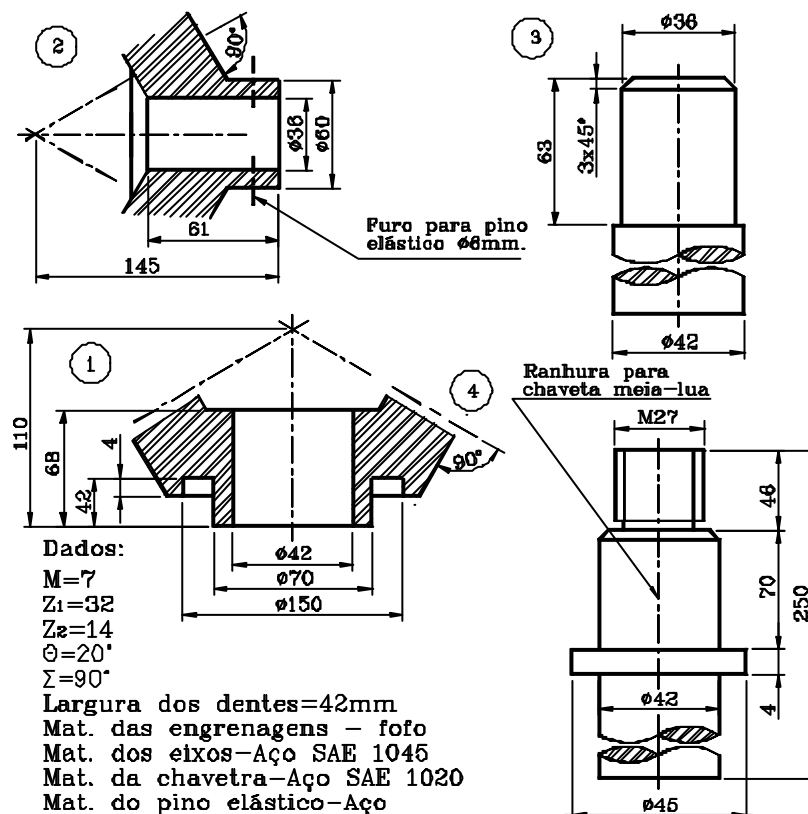
Nota: espessura da cremalheira 9mm.



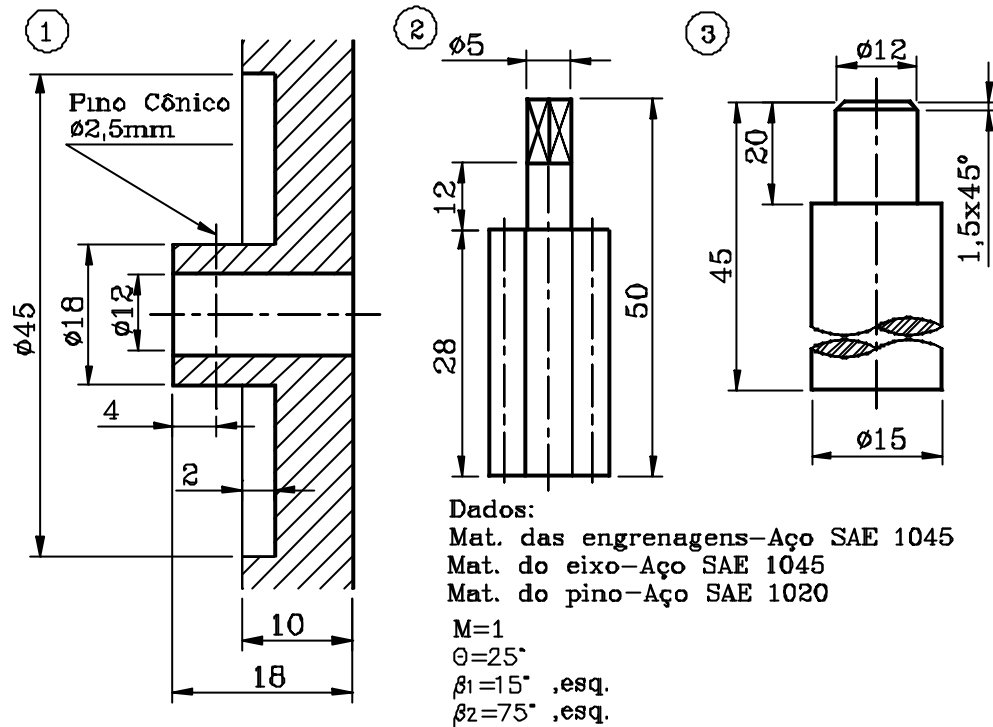
- 7 – Execute o desenho de conjunto e de detalhes do redutor abaixo e indicando tolerância de circularidade de 0,02mm e cilindridade de 0,04mm para as circunferências externas das engrenagens. Indique rugosidade $Ra=15\mu m$ para os flancos dos dentes das engrenagens e $Ra=18\mu m$ nas demais partes das engrenagens.



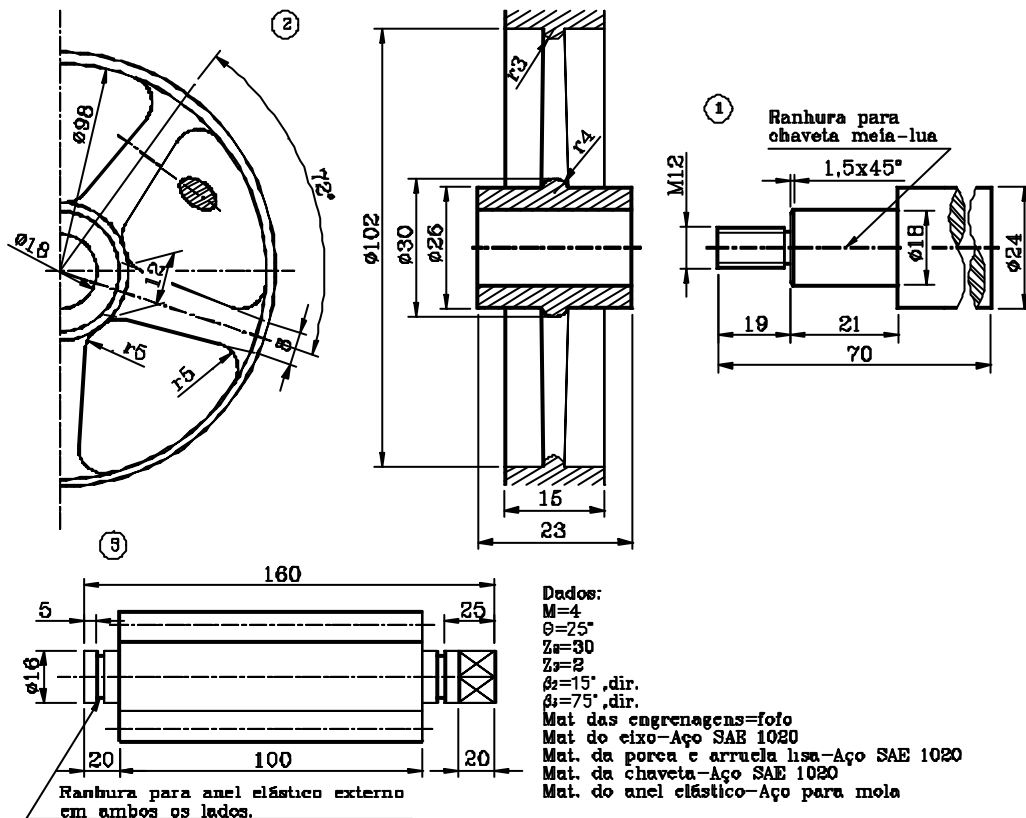
- 8 – Execute o desenho de conjunto e de detalhes do redutor abaixo. Indique tolerância de cilíndricidade de 0,3 mm para os eixos nos diâmetros de 36mm e 42mm, e rugosidade $R_a = 10\mu\text{m}$ para os cubos e eixos nos diâmetros 36mm e 42mm. Indique também $R_a = 16\mu\text{m}$ para os flancos dos dentes das engrenagens.



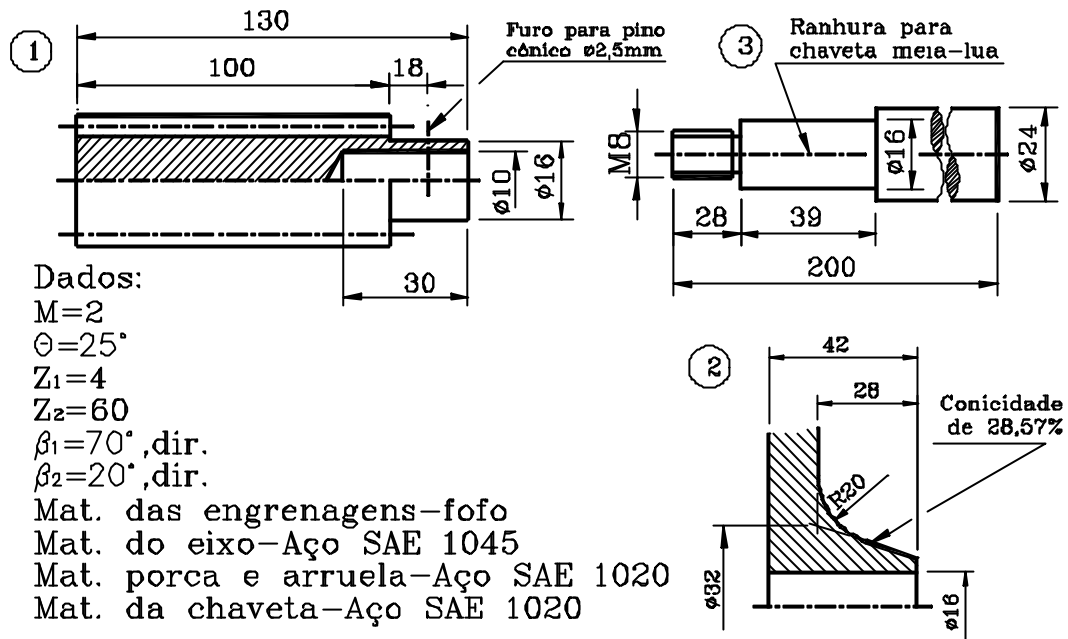
9 - Execute o desenho de conjunto e de detalhes do redutor abaixo e indique tolerância de circularidade de 0,10 mm para as circunferências externas da engrenagem e do sem-fim. Indique rugosidade $Ra=15\mu\text{m}$ nos flancos dos dentes das engrenagens, e rugosidade $Ra=12\mu\text{m}$ para o eixo e para o cubo da engrenagem no diâmetro 12 mm.



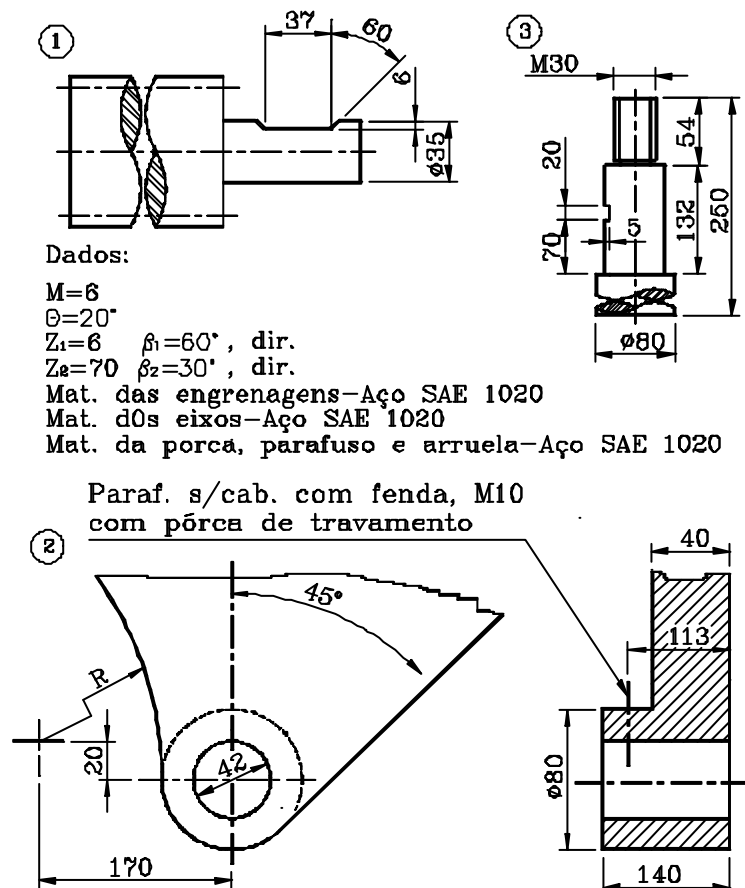
10 - Execute o desenho de conjunto e de detalhes do redutor abaixo e indique tolerância de cilindridade de 0,15 mm para as circunferências externas da engrenagem e do sem-fim. Indique rugosidade $Ra=10\mu\text{m}$ nos flancos dos dentes das engrenagens, e $Ra=10\mu\text{m}$ para o eixo e para o cubo da engrenagem no diâmetro 18 mm.



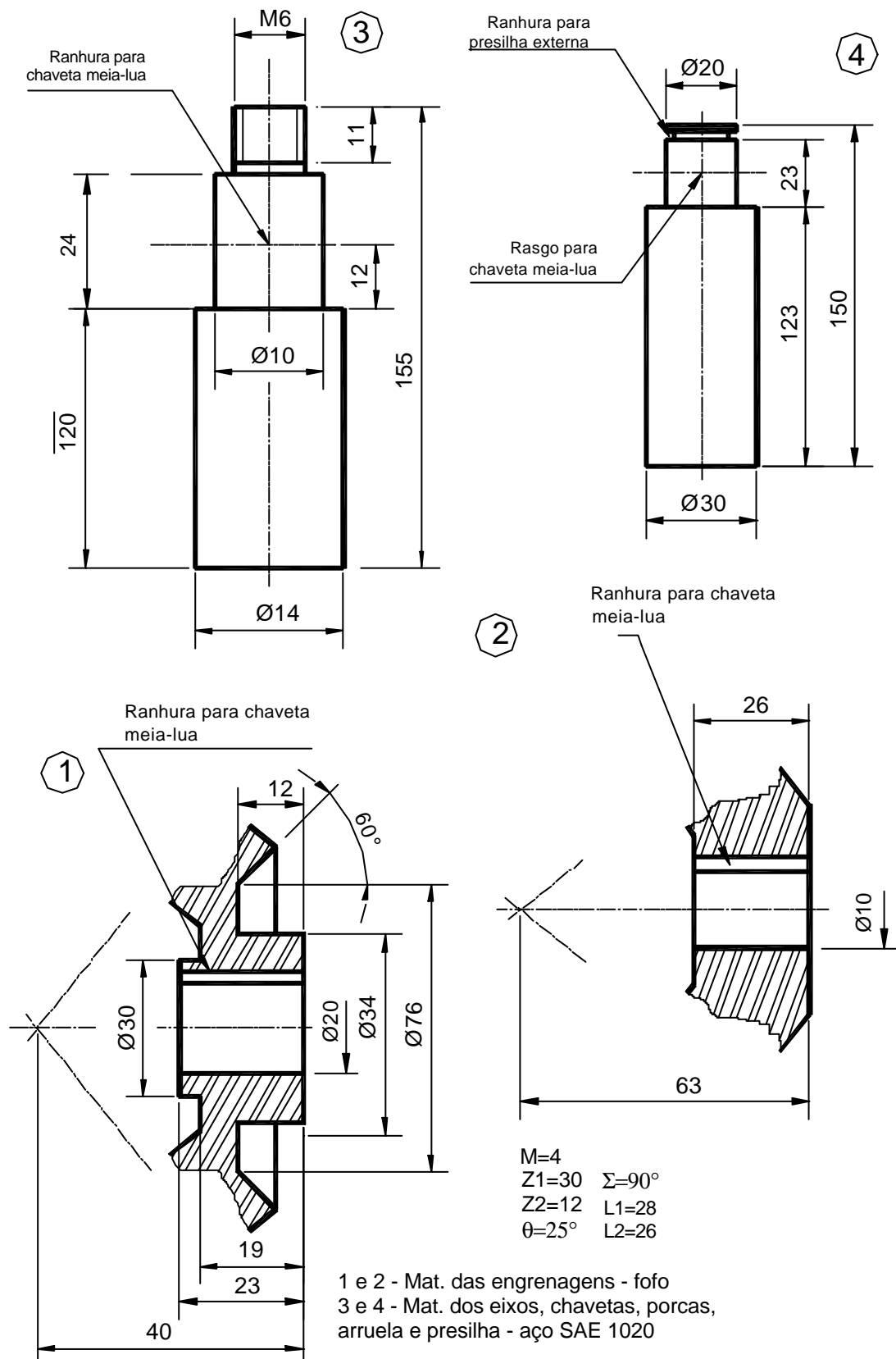
11 - Execute o desenho de conjunto e de detalhes do redutor abaixo e indique tolerância de cilindridade de 0,05 mm para as circunferências externas da engrenagem e do sem-fim. Indique rugosidade $Ra=10\mu\text{m}$ nos flancos dos dentes das engrenagens, e $Ra=10\mu\text{m}$ para o eixo e para o cubo da engrenagem no diâmetro 16mm.



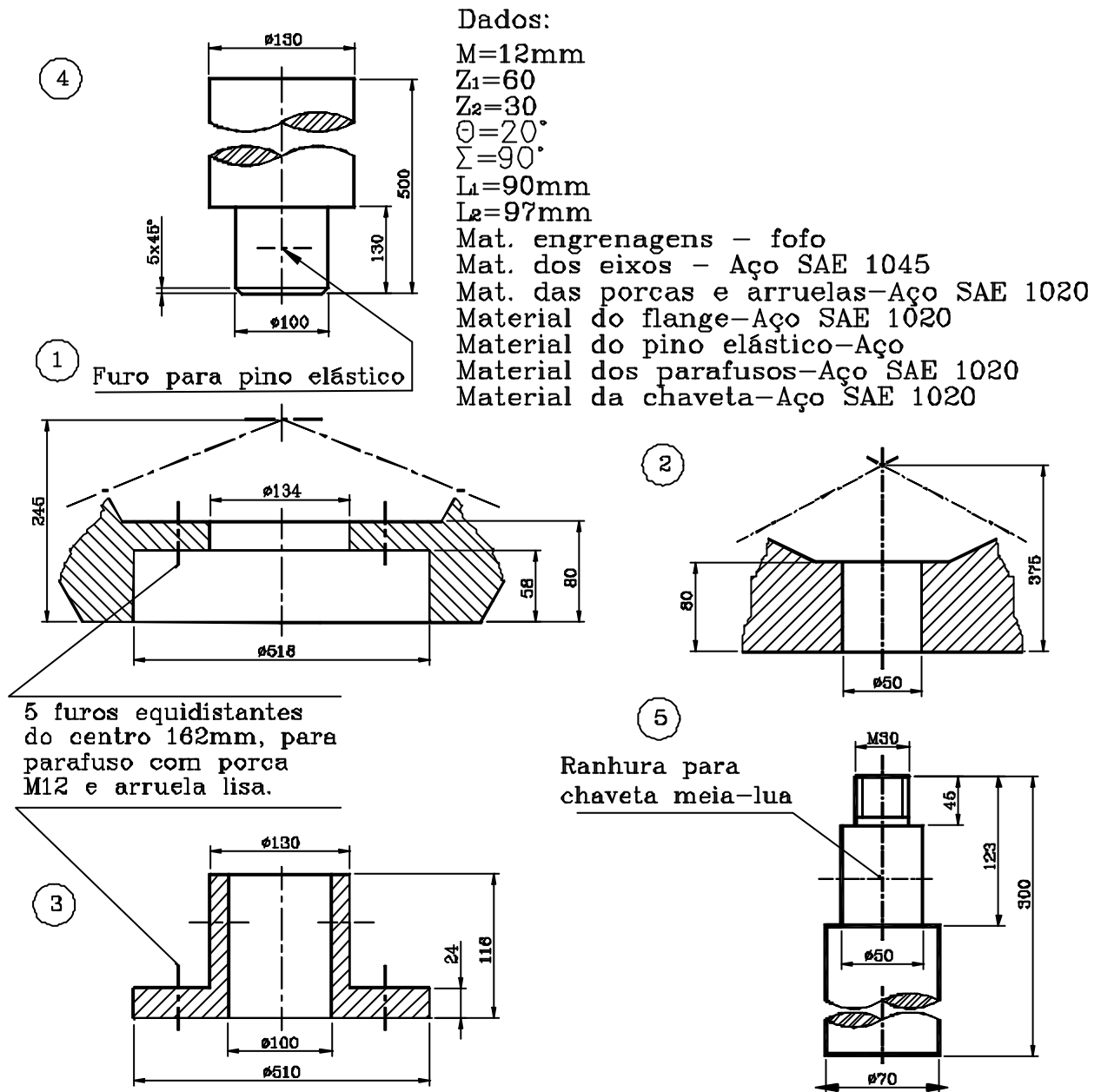
12 - Execute o desenho de conjunto e de detalhes do redutor abaixo e indique tolerância de cilindridade de 0,15 mm para as circunferências externas da engrenagem e do sem-fim. Indique rugosidade $Ra=10\mu\text{m}$ nos flancos dos dentes das engrenagens, e $Ra=10\mu\text{m}$ para o eixo e para o cubo da engrenagem no diâmetro 42 mm.



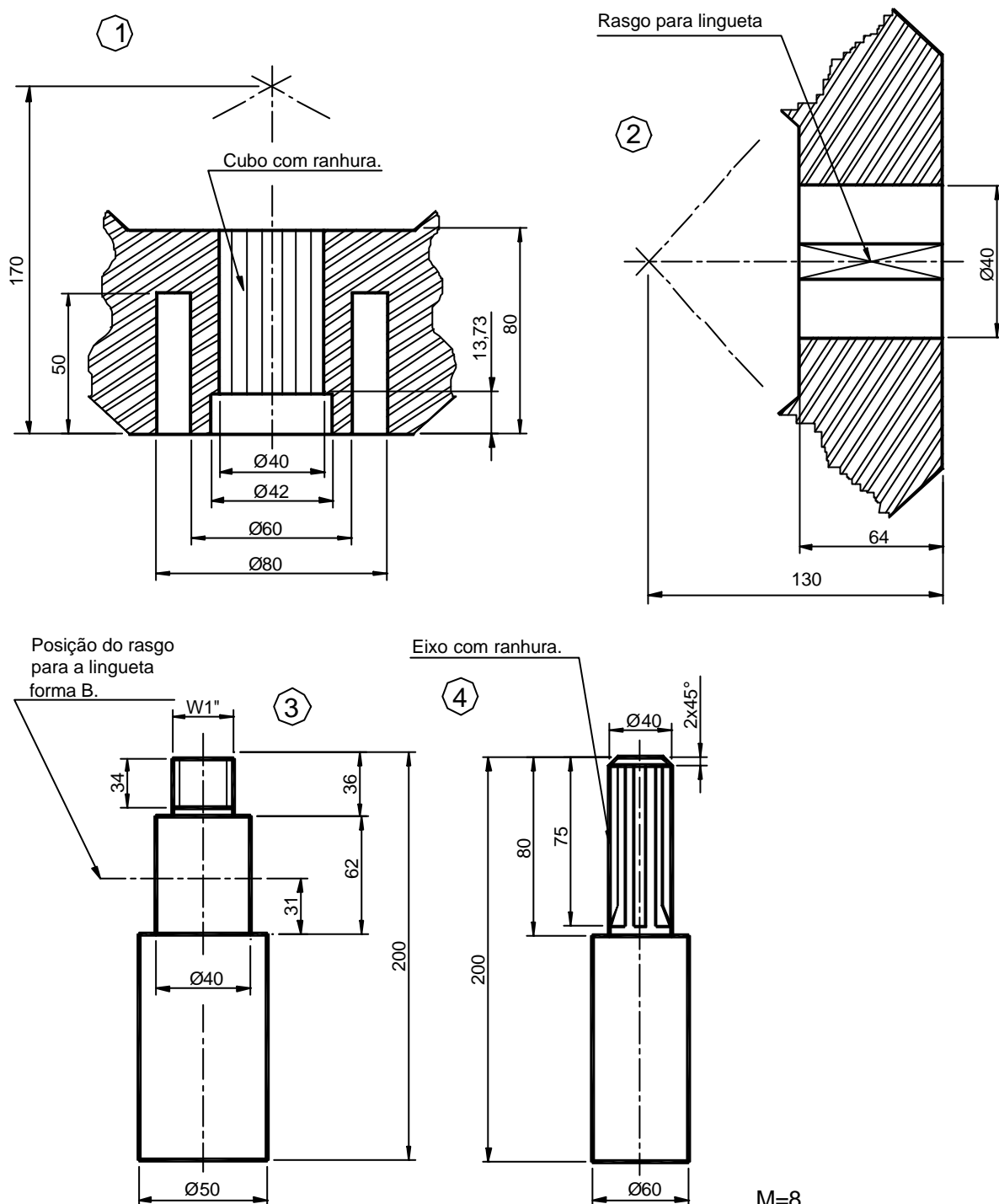
13 - Execute o desenho de conjunto e de detalhes do redutor abaixo e indique tolerância de circularidade de 0,05 mm para as circunferências externas da engrenagem e do sem-fim. Indique rugosidade $Ra=20\mu\text{m}$ nos flancos dos dentes das engrenagens, e $Ra=25\mu\text{m}$ para o eixo e para o cubo das engrenagens nos diâmetros 10 mm e 20 mm.



14 - Execute o desenho de conjunto e de detalhes do redutor abaixo e indique tolerância de cilindridade de 0,25 mm para os eixos nos diâmetros de 50 e 100 mm. Indique rugosidade $Ra=15\mu m$ nos flancos dos dentes, e $Ra=10\mu m$ para os eixos e cubos das engrenagens, nos diâmetros 50 e 100 mm



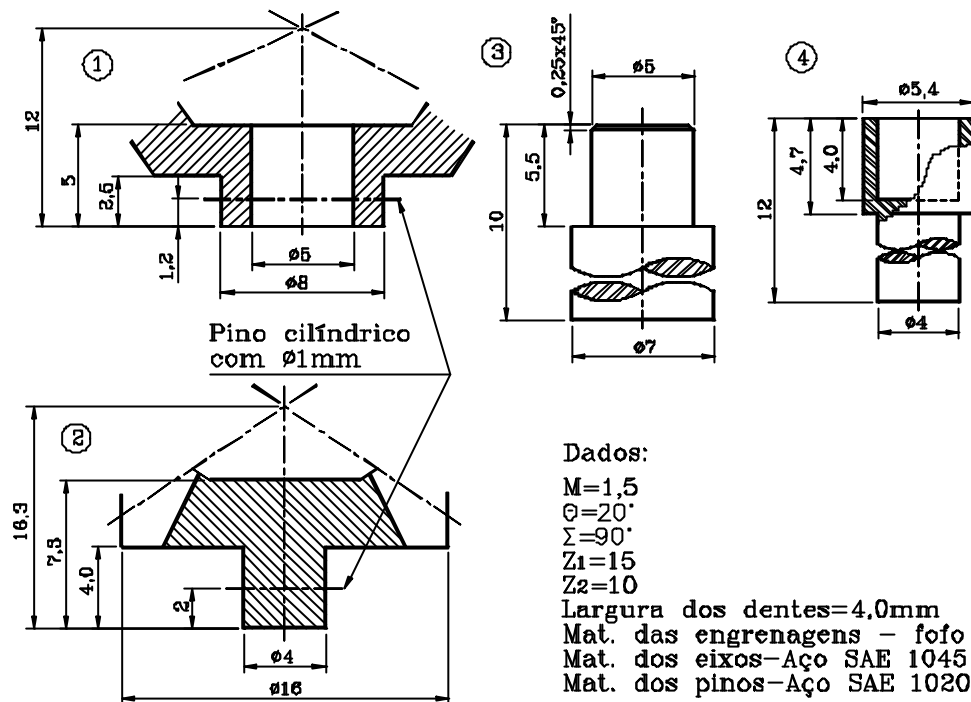
15 - Execute o desenho de conjunto e de detalhes do redutor abaixo e indique tolerância de cilindridade de 0,25 mm para os eixos no diâmetro de 40 mm. Indique rugosidade $Ra=25\mu m$ nos flancos dos dentes, e $Ra=15\mu m$ para os eixos e cubos das engrenagens, no diâmetro 40 mm.



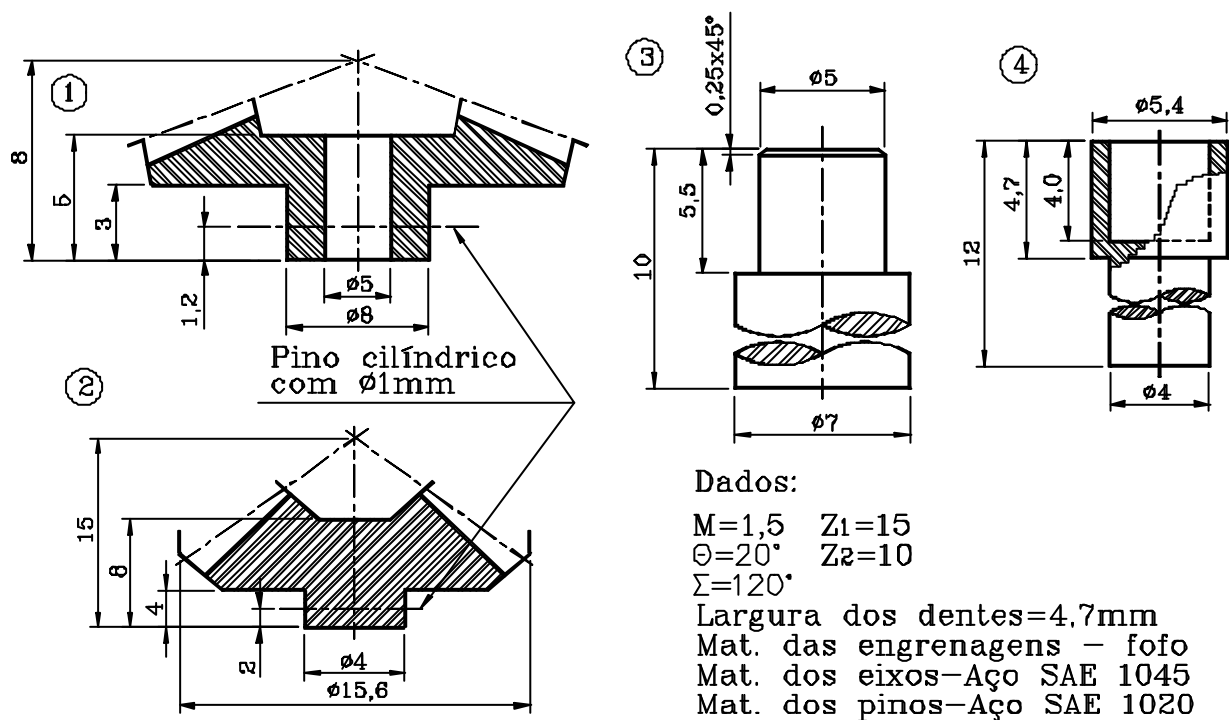
1 e 2 - Mat. das engrenagens - fofo
3 e 4 - Mat. dos eixos, chavetas, porcas,
arruela - aço SAE 1020

M=8
Z1=22 $\Sigma=90^\circ$
Z2=40 L1=90
 $\theta=25^\circ$ L2=91

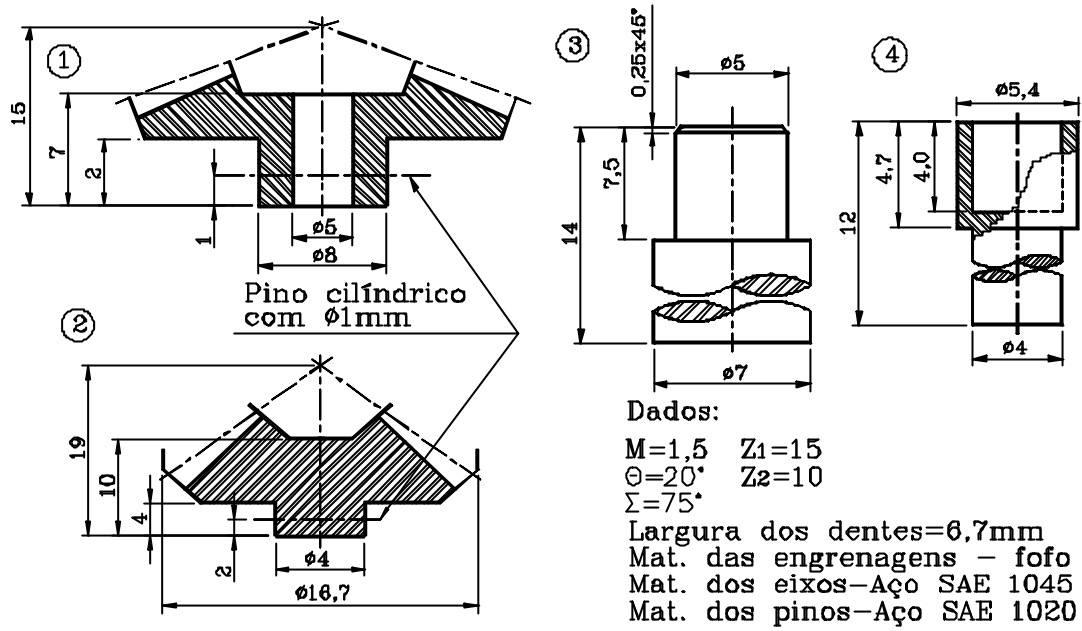
16 - Execute o desenho de conjunto e de detalhes do redutor abaixo e indique tolerância de cilindridade de 0,25 mm para os eixos e cubos com diâmetro de 4 e 5 mm. Indique rugosidade $R_a=25\mu\text{m}$ nos flancos dos dentes, e $R_a=15\mu\text{m}$ para os eixos e cubos das engrenagens, no diâmetro 4 e 5 mm.



17 - Execute o desenho de conjunto e de detalhes do redutor abaixo e indique tolerância de cilindridade de 0,25 mm para os eixos no diâmetro de 4 e 5 mm. Indique rugosidade $R_a=25\mu\text{m}$ nos flancos dos dentes, e $R_a=15\mu\text{m}$ para os eixos e cubos das engrenagens, com diâmetro 4 e 5mm.



18 Execute o desenho de conjunto e de detalhes do redutor abaixo e indique tolerância de cilindridade de 0,25 mm para os eixos no diâmetro de 4 e 5 mm. Indique rugosidade $R_a=25\mu\text{m}$ nos flancos dos dentes, e $R_a=15\mu\text{m}$ para os eixos e cubos das engrenagens, com diâmetro 4 e 5mm



19 - Execute o desenho de conjunto e de detalhes do redutor abaixo e indique tolerância de cilindridade de 0,25 mm para o eixo e cubo no diâmetro de 6 mm. Indique rugosidade $R_a=25\mu\text{m}$ nos flancos dos dentes das engrenagens, e $R_a=15\mu\text{m}$ para o eixo e cubo da engrenagem, no diâmetro 6 mm.

