

PROJETO MECÂNICO (SEM 0347)

Notas de Aulas v.2016

Aula 09 – Do Esboço Digital aos desenhos projetivos

Professores: Carlos Alberto Fortulan
Benedito de Moraes Purquerio

Pelo computador é possível praticar o conceito do esboço digital, onde entidades prismáticas conceituam o equipamento.

Quando estruturado, o projeto se torna muito rápido sem redundância de tarefas. Subdivide o projeto em subconjuntos e gere esta arquitetura nos arquivos do windows.

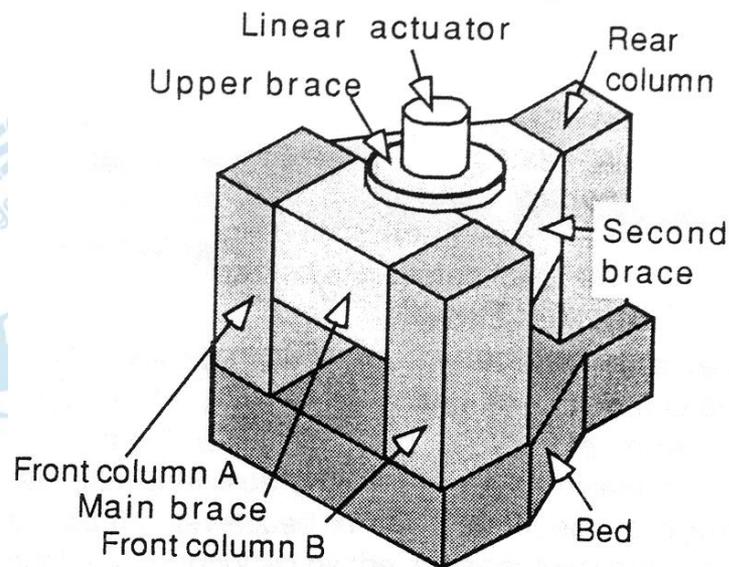
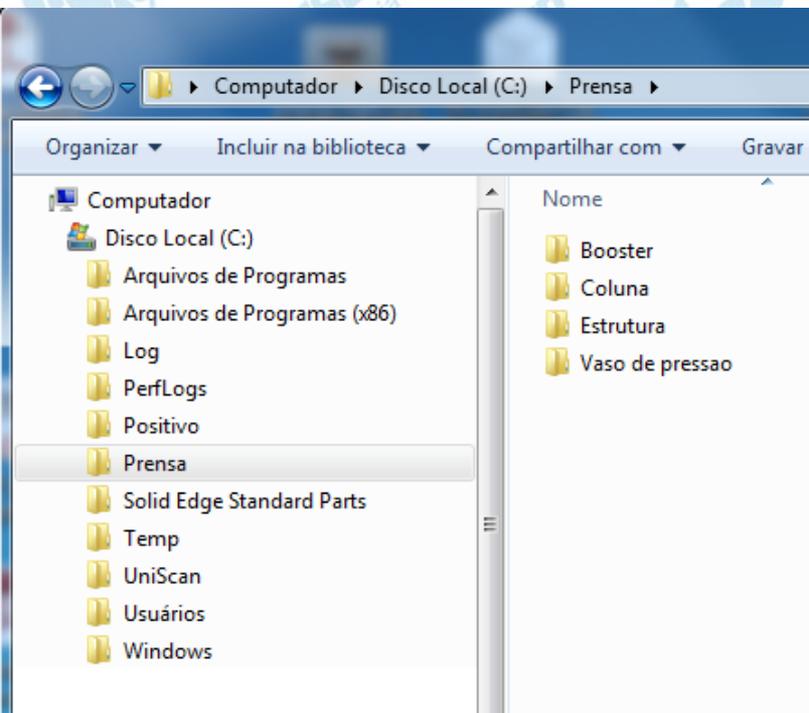
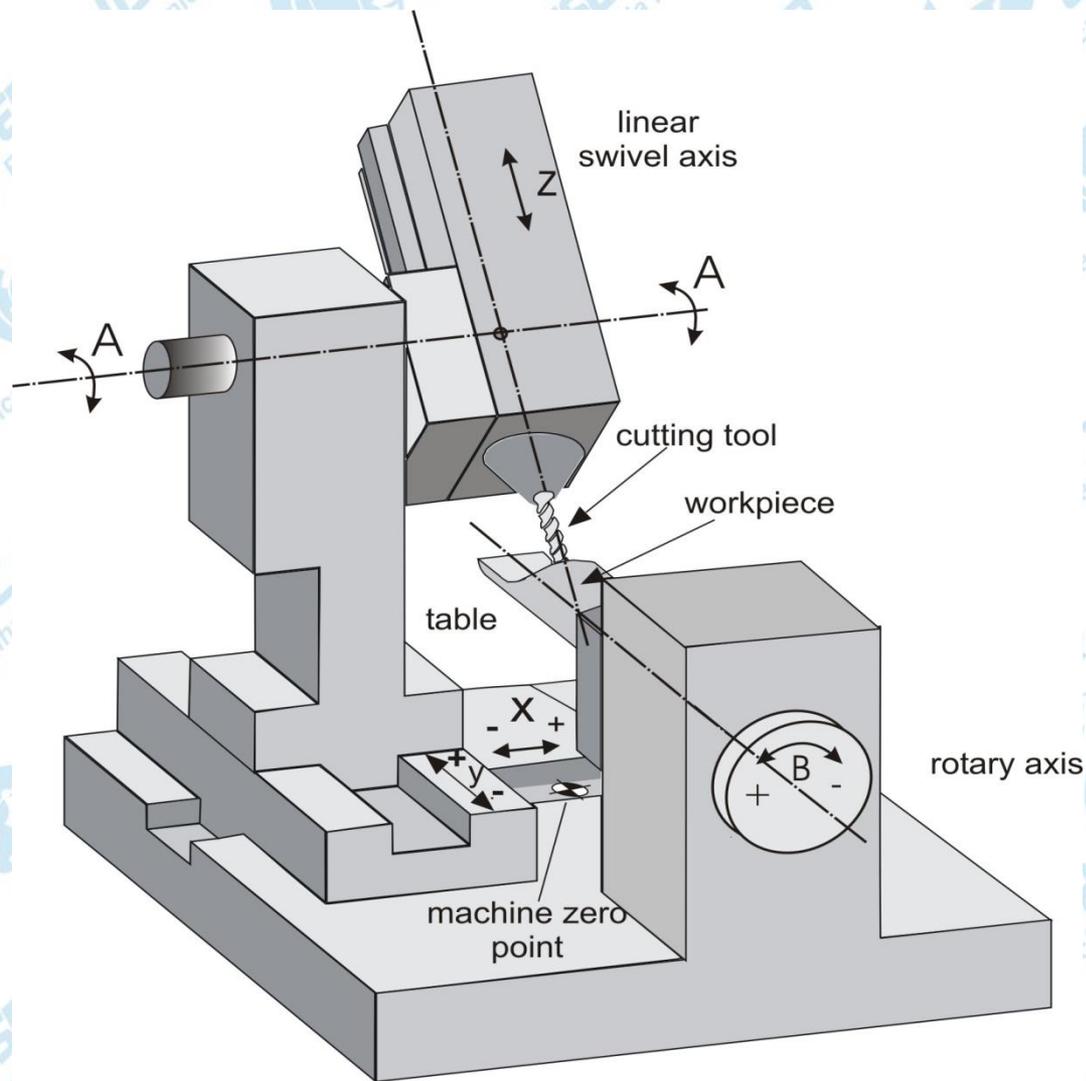


Figure 2 : Basic structure

[ABE KOZO](#) (Nippon Steel Corp.) [KOMA YUTAKA](#) (Disco Corp.) [ISOBE SHO](#) (Sumitomo Heavy Ind., Ltd.). Development of a Ultra-precision Grinding Machine with Trigonal Prism Type Pentahedral Structure for Super-Large and Super-Flat Silicon Wafer. Journal of the Japan Society for Abrasive Technology (JSAT) **VOL.45;NO.6;PAGE.266-268(2001)**



Para cada subconjunto faça os desenhos dos componentes (.par) e monte-os no *assembly*, porém inicie pelo principal como entidade prismática e carregue-o no *assembly* e salve com o nome do subconjunto.

No arquivo principal faça o desenho do conjunto (*assembly*) com a montagem de todos subconjuntos.*

Gere arquivos draft (.dft) do desenho de conjunto e dos desenhos de subconjunto.

**O objetivo de ter um conjunto (assembly) de sub conjuntos (sub-assembly) é o de não ter uma um montagem com muitos componentes na lista principal de componentes que torna o processo muito lento e de difícil manutenção.*

Tutorial

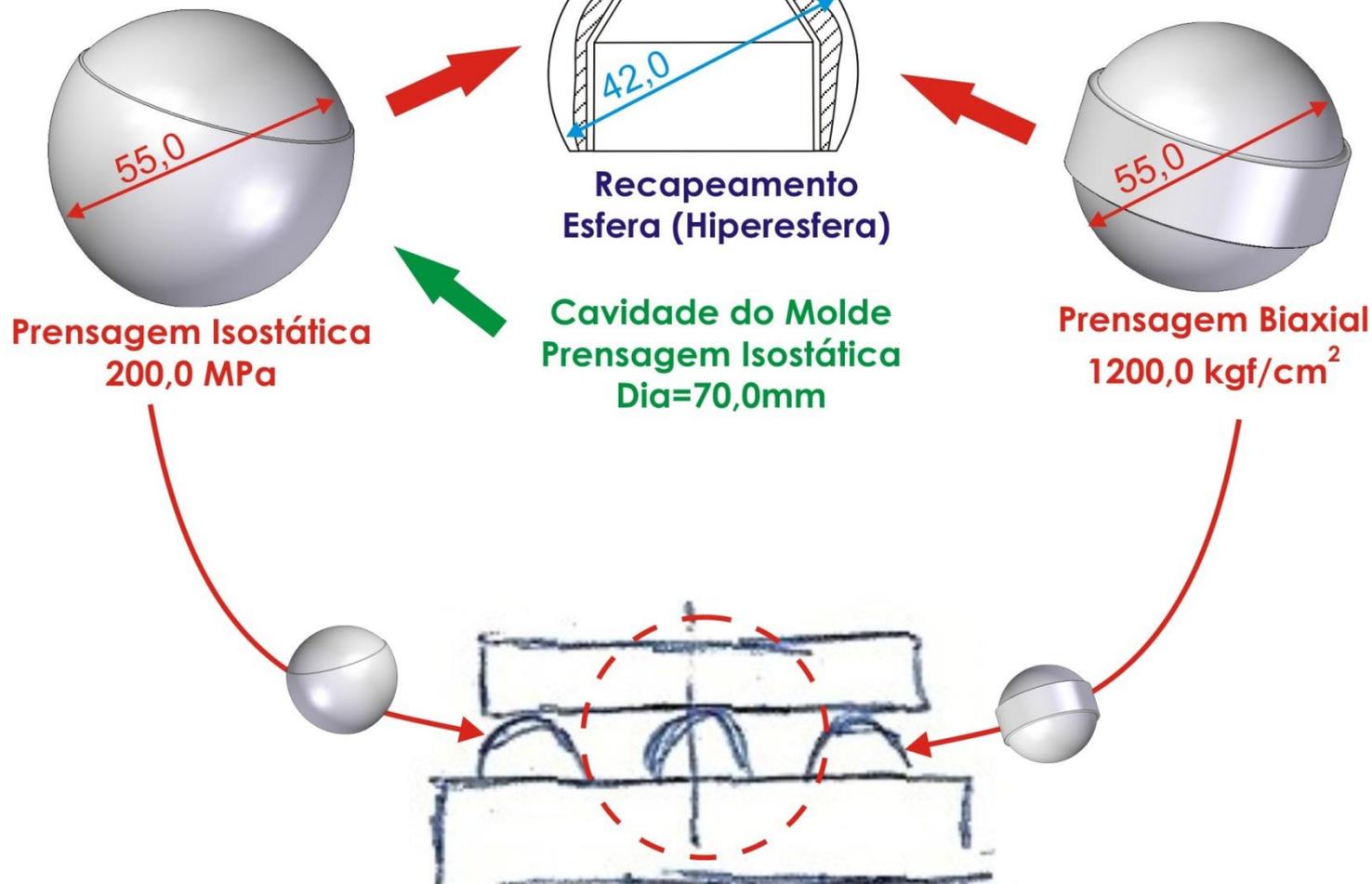
*Do croqui manual ao esboço digital
de uma míni máquina geradora de
esferas (GEA)*

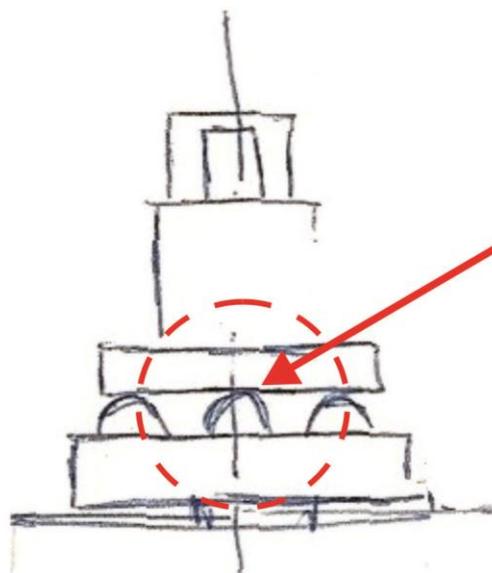
GERADORA DE ESFERAS DE CERÂMICAS GEA CROQUIS

B. de M. Purquerio

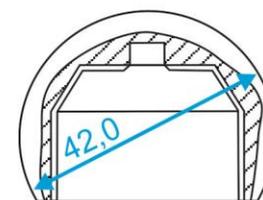
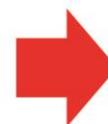
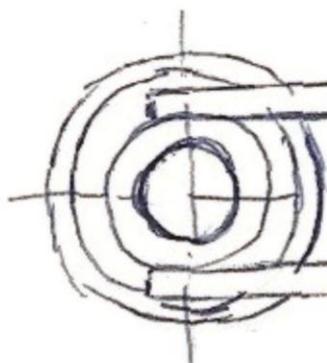
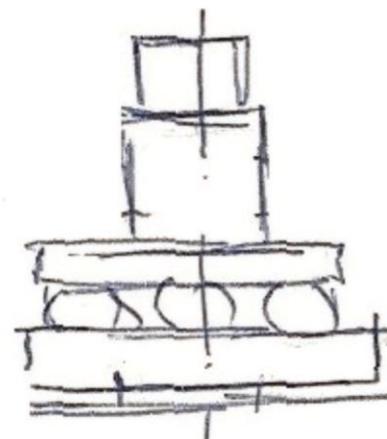
Engenheiro Mecânico, M. Sc., Ph. D.

DADOS do Projeto



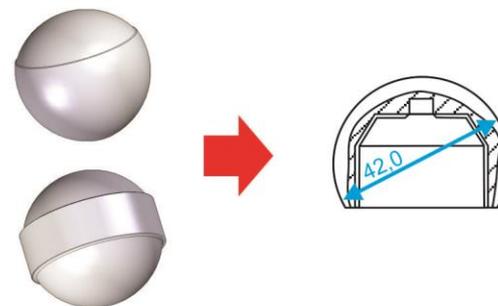
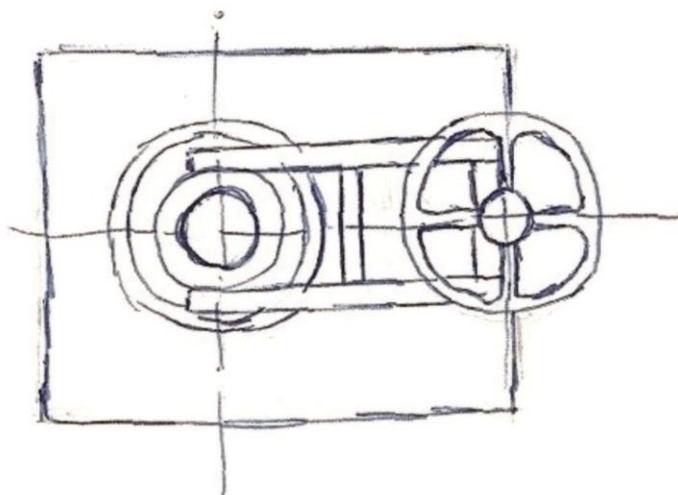
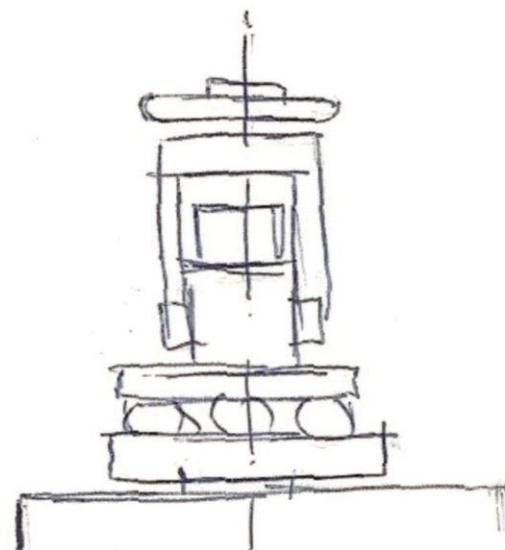
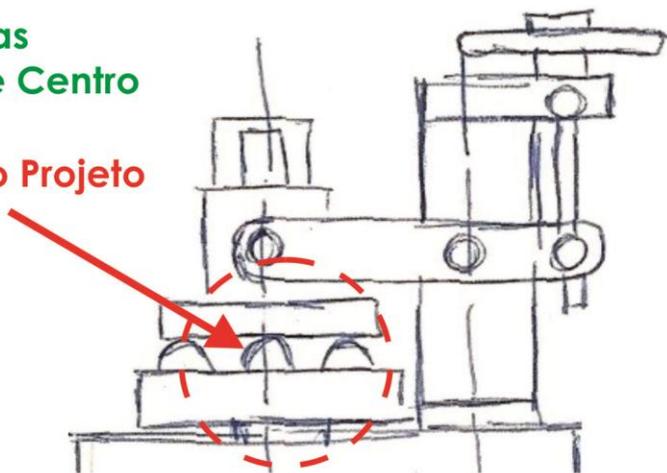


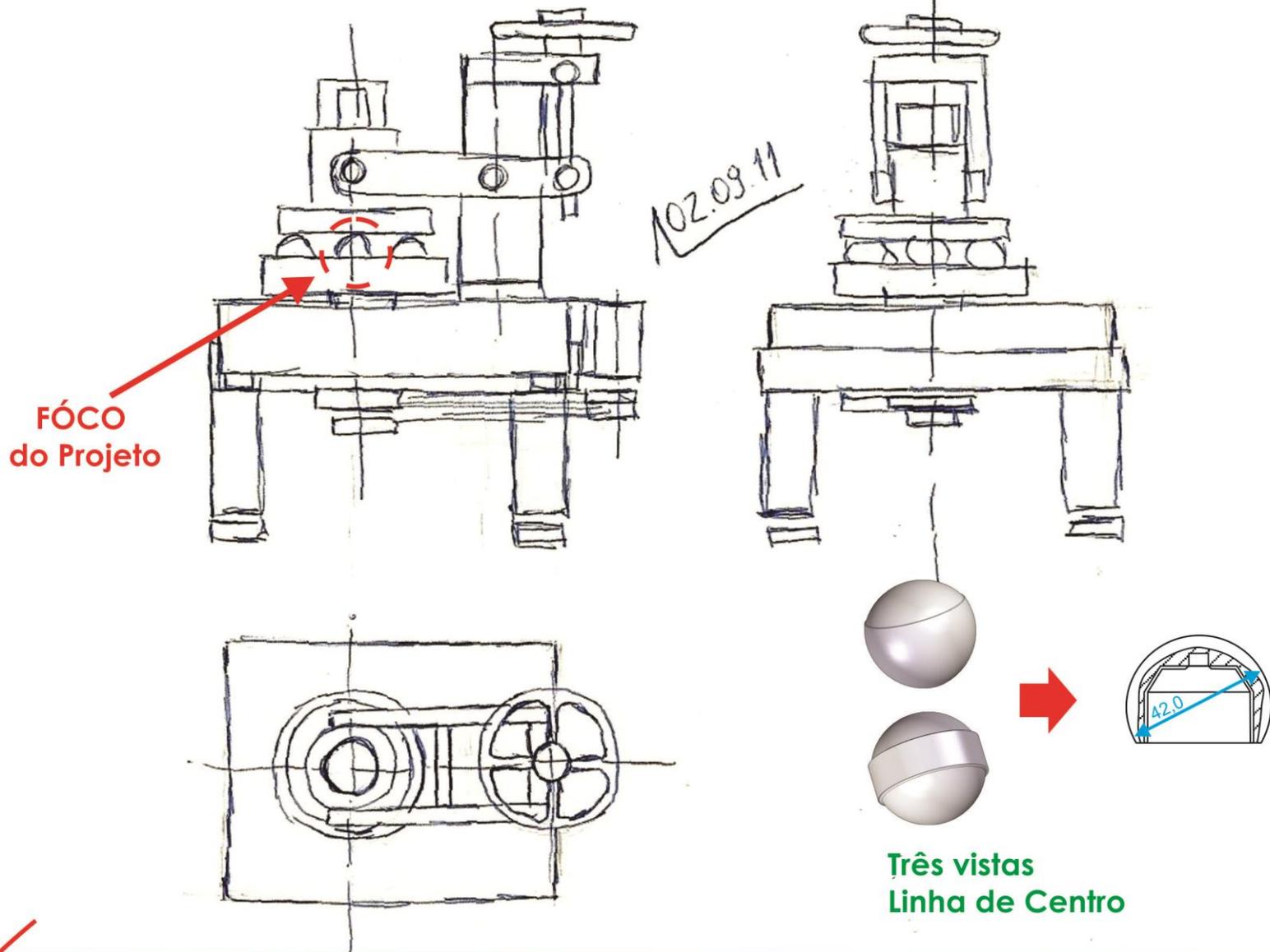
FÓCO do Projeto
Três vistas
Linha de Centro



Três vistas
Linha de Centro

FÓCO do Projeto

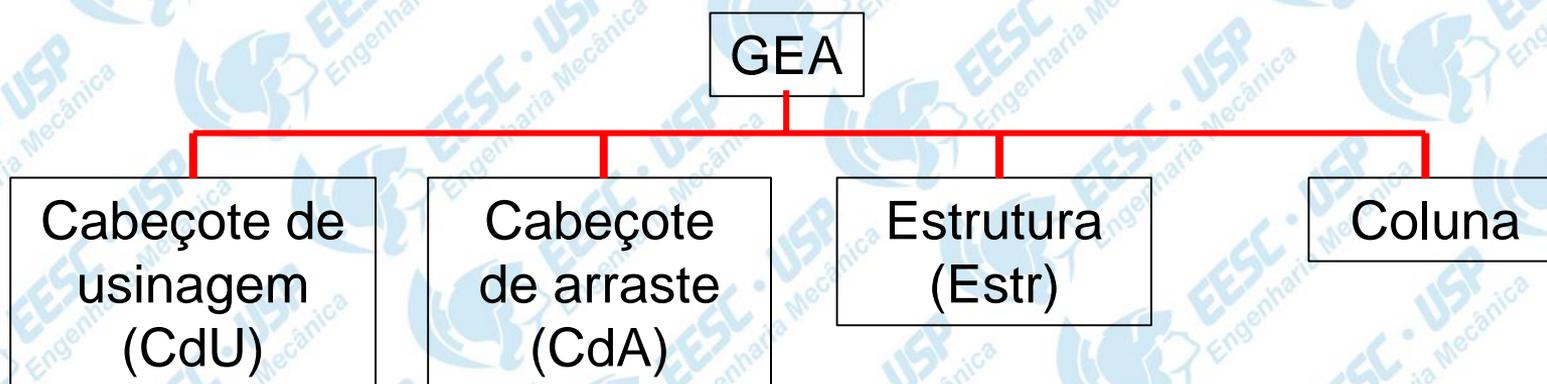




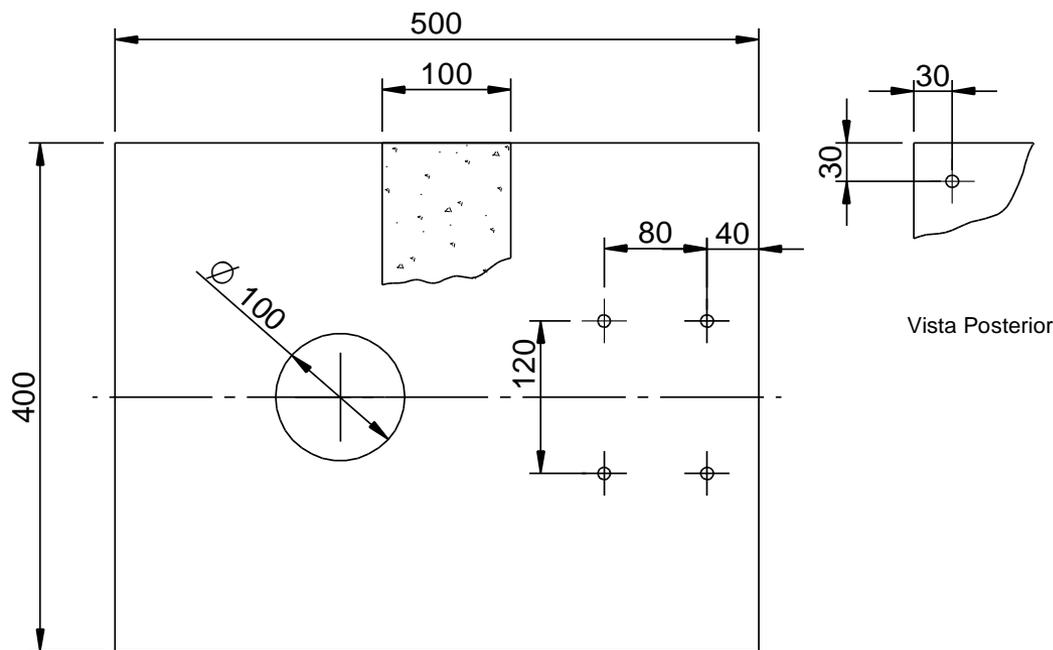
Desenhando em 3 dimensões no Solid Edge

O software 3D pode ser trabalhado como desenho de conjunto ao longo de todo o desenvolvimento do projeto. Um dos caminhos é elaborar desenho no conceito esboço digital.

O planejamento é essencial então divide o equipamento em subconjuntos, então para a GEA é possível fazer a seguinte estrutura de arquivos



Inicie pela estrutura, que inicialmente será composta por base (em granito que contém os insertos, estrutura propriamente). Então desenhe um esboço em 3D no **part** (nomeie como: mesa) da estrutura como proposto:



Dica: referencie a mesa na mesma posição espacial que estará no conjunto

O esboço inclui o furo onde será colocada o cabeçote de arraste, um bloco com quatro furos para a coluna e os quatro furos para os pés. Os furos dos insertos com parafusos poderão ser da medida nominal do parafuso (D) *versus* profundidade duas vezes a nominal (2D).

Faça uma geração em 2D (draft) e nomeie como mesa.

Dicas: é possível automaticamente eliminar as arestas e contornos invisíveis, para isso clique com a tecla direita do mouse sobre o box da figura e selecione **Properties**, selecione **Display** e desabilite a condição **Hidden Edge Style**.

Se o desenho draft receber uma moldura estreita significa que o desenho foi modificado no Part e não atualizado, para isso clique em **Update views (Home)**.

Abra um arquivo em ISO Assembly insira a mesa e salve como: estrutura.

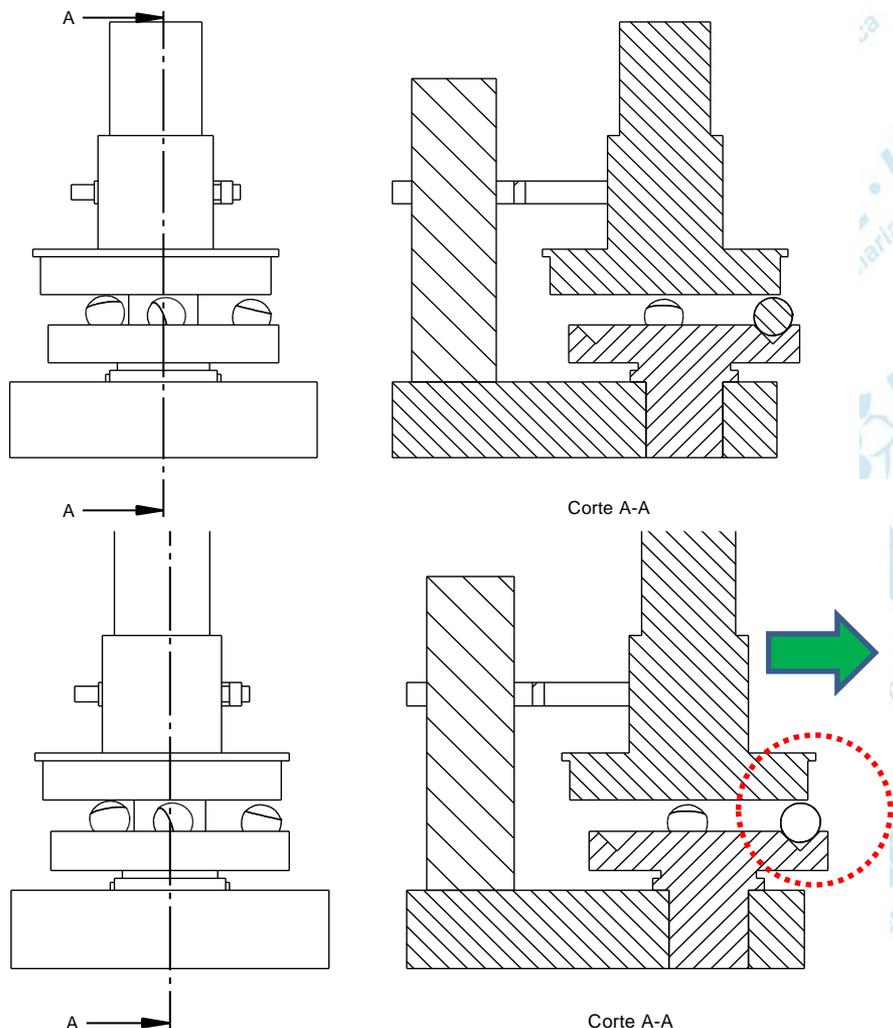
Faça o esboço (3D – Part) do cabeçote de arraste, um único bloco que engloba todas as peças e nomeie com aquela que irá apoiada na mesa, p.ex: *camisa externa*.

Abra um desenho novo em **ISO Assembly** insira a mesa e salve como: CdA

Importe para o draft (**view wizard**) o desenho CdA.asm.

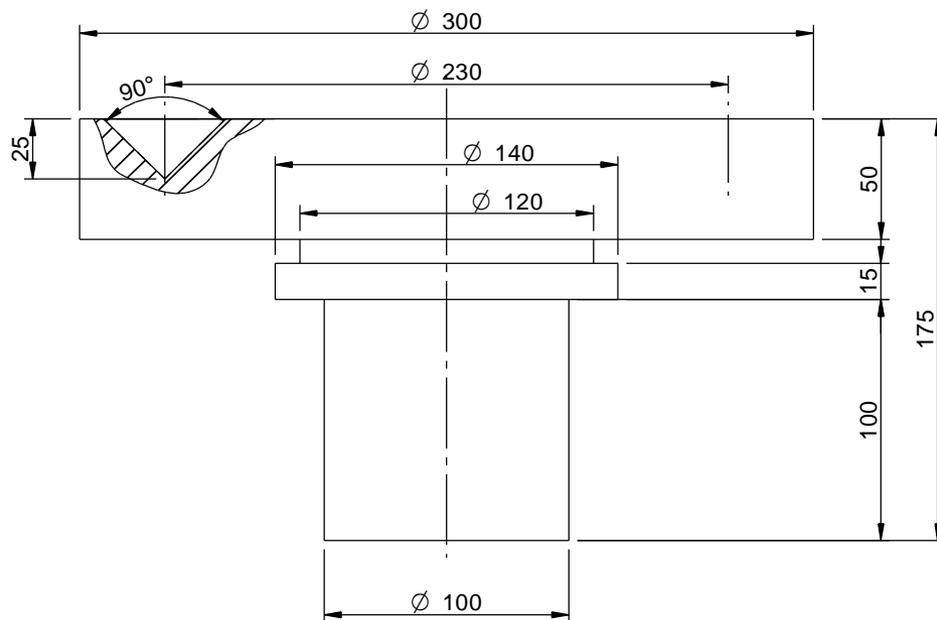
Faça as alterações nos desenhos part e após salvo, abra, salve e feche o asm. Se aparecer no draft uma moldura com os cantos espessados é porque houve alguma alteração no part e não foi aberto o asm para atualização. Atualizando o asm pela simples abertura e salvamento a moldura ficará estreita, então atualize o draft com o **Update views** e deverá ficar sem qualquer moldura.

Ao fazer um corte é possível solicitar que alguns componentes não sejam cortados.



Clique com tecla direita do mouse sobre o conjunto em corte, selecione **properties** → **display**, clique em **section** (desabilite remover o tic) e no **parts list** selecione com o mouse os componentes que deseja fazer omissão de corte (com a tecla ctrl pressionada), clique em **section** (habilite novamente (tic)) clique em aplicar e em seguida de **Update Views** e verifique.

Abrindo o desenho *draft* com dois cliques vá ao 3D e faça as mudanças necessárias, salve e feche o 3D que retornará ao draft, clique em **Update views** e terá as atualizações feitas.

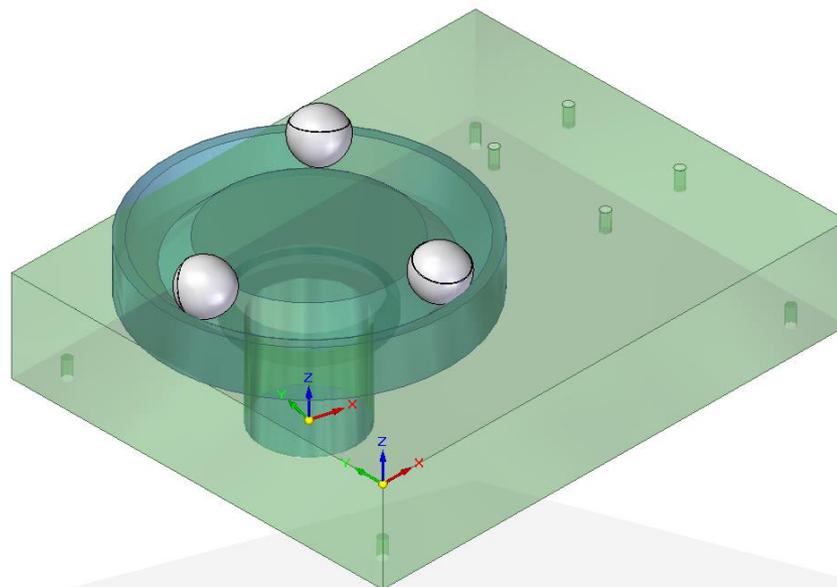


Faça já uma primeira montagem do cabeçote de arraste e tenha uma idéia das proporções

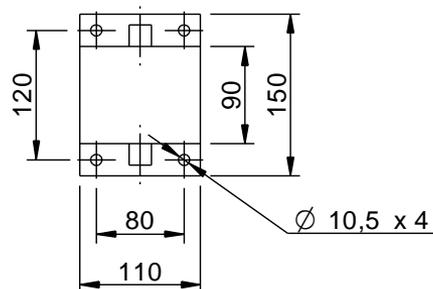
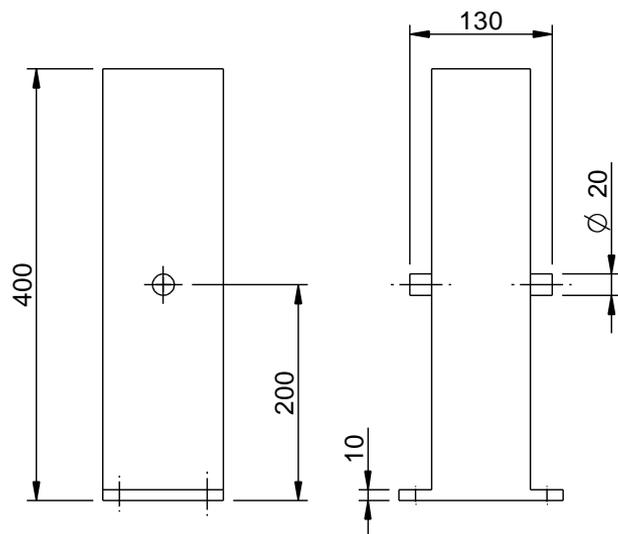
Faça o esboço (3D – Part) do cabeçote de usinagem, um único bloco que engloba todas as peças e nomeie com aquela que irá apoiada na mesa, por exemplo: *camisa*.

Abra um desenho novo em *ISO Assembly* insira o cabeçote e salve como: CdU

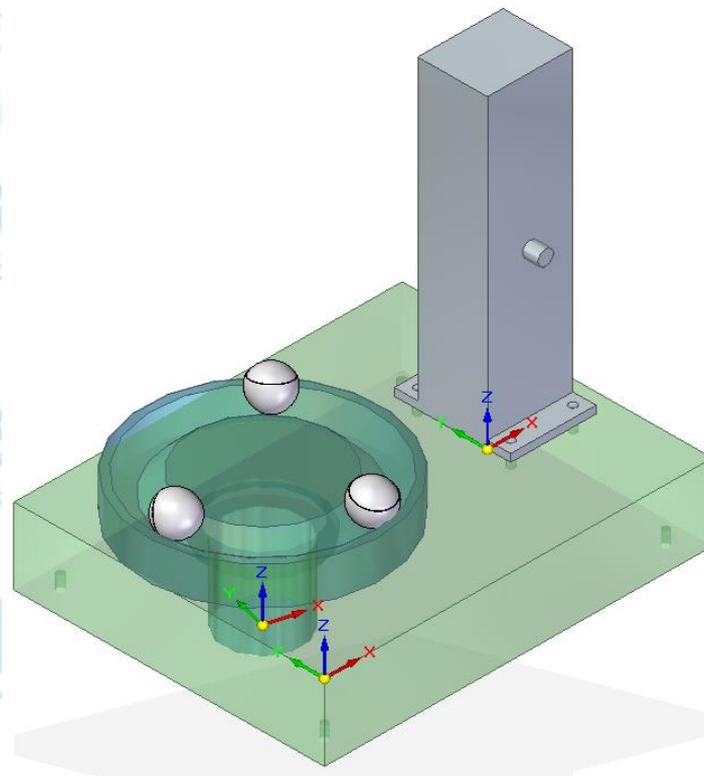
Importe para o draft (***view wizard***) o desenho CdU.asm e salve as vistas do CdU.dft. Coloque três esferas e apure o *feeling* da dimensão do foco sobre a dimensão da mesa.



Repita os passos anteriores para a coluna

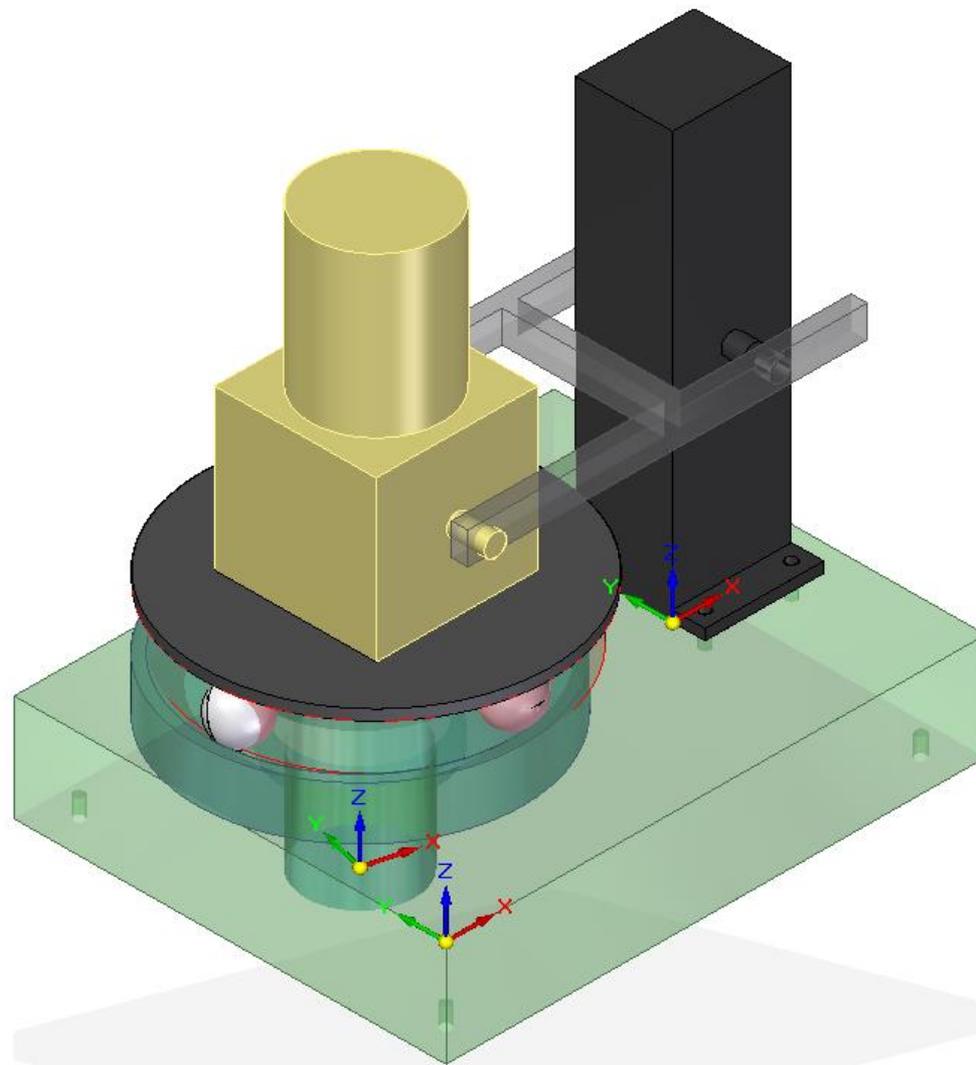


Torre

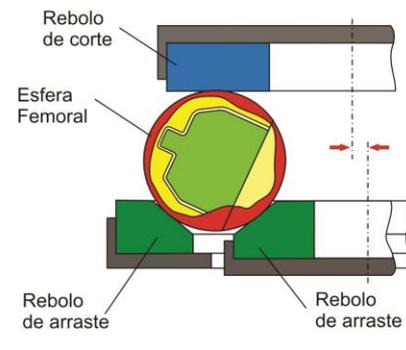
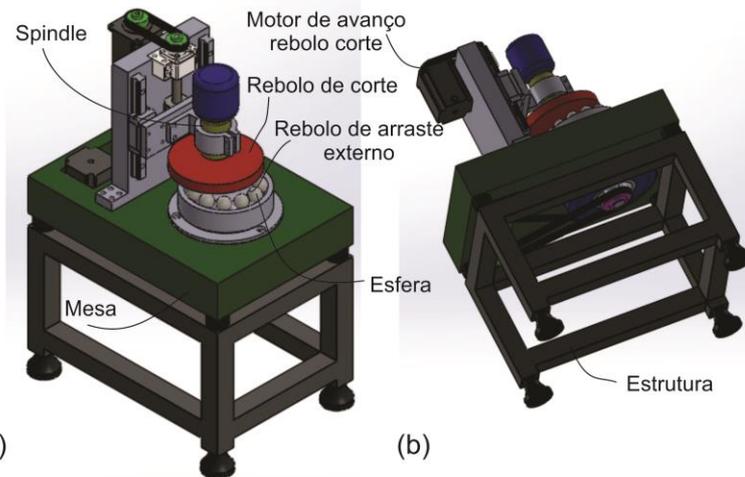
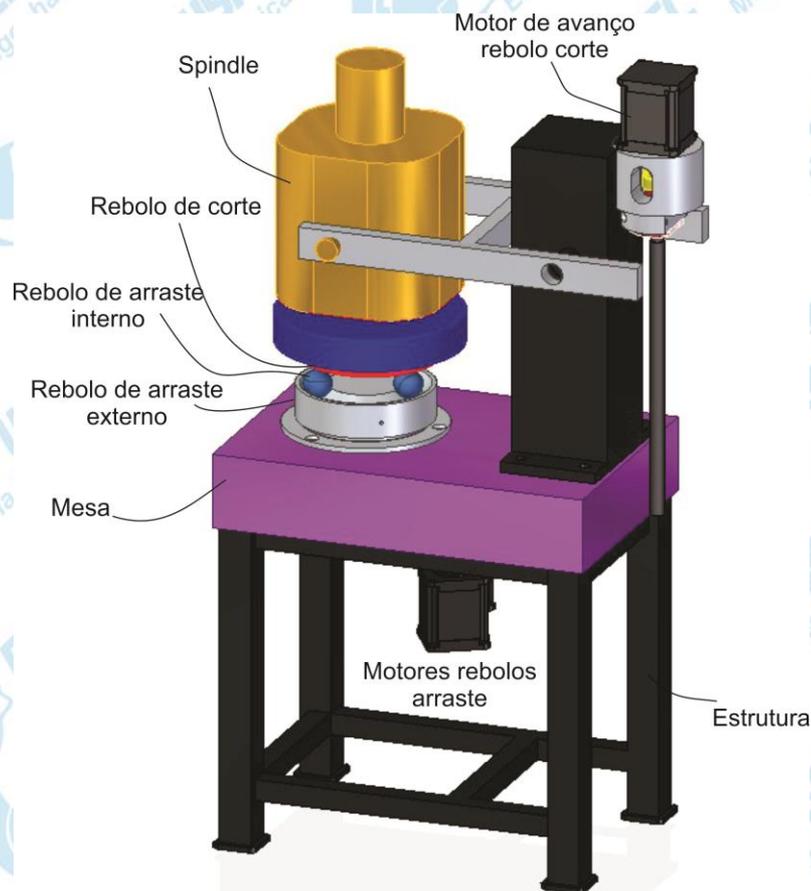


Modelo 3D

Repita os passos anteriores para o cabeçote de usinagem



Passo a passo vá desenhando os componentes e introduzindo-os nos subconjuntos. O conjunto e subconjunto serão atualizados a cada vez que forem abertos.



Desenhos Projetivos

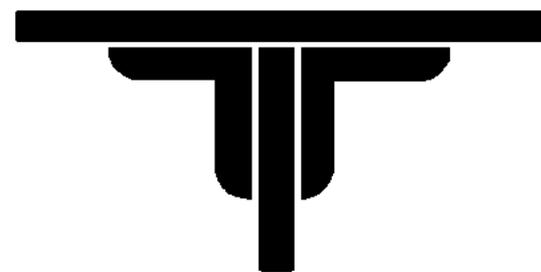
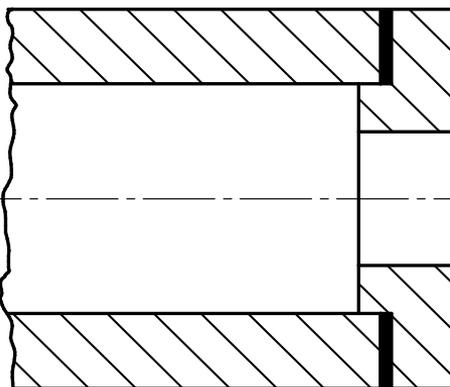
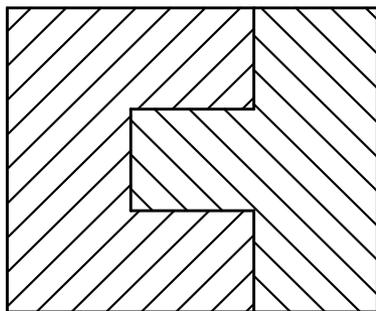
A comunicação e registro “oficial” em projeto mecânico ainda é feito por desenhos projetivos.

Regras e normas são instrumentos legais

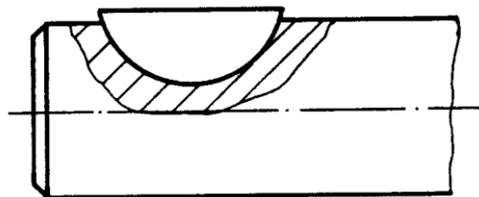
Tópicos:

- ✓ Redundância;
- ✓ Linhas de centro;
- ✓ Elementos não cortados;
- ✓ Face de referência: fabricação – metrologia;
- ✓ Roscas;
- ✓ Chanfros;
- ✓ Adoçamento – concentração de tensão

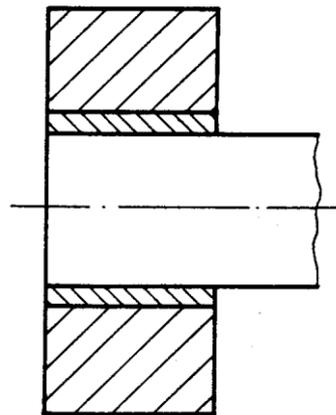
Hachuras



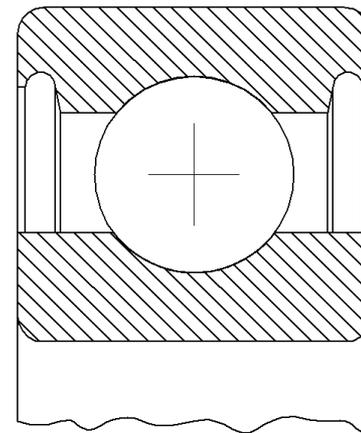
ELEMENTOS NÃO CORTADOS



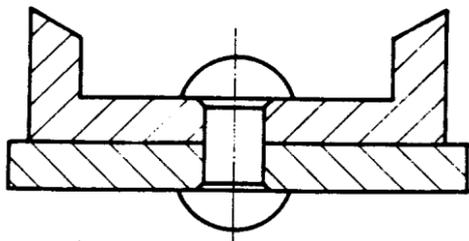
Chavetas



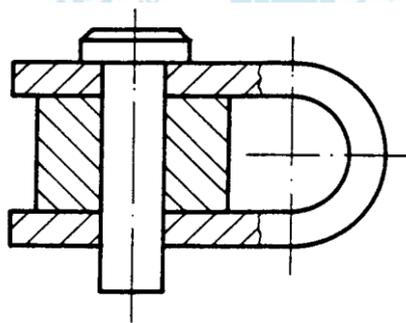
Eixos



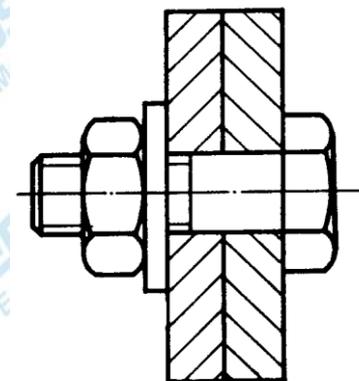
Esferas



Rebites

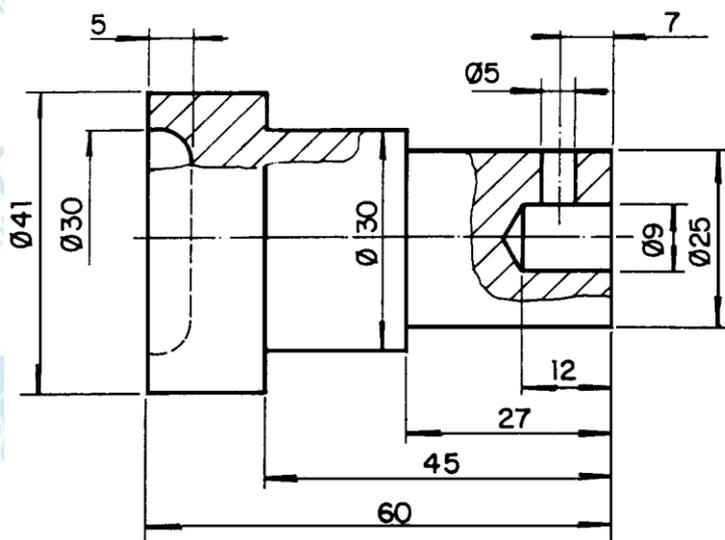
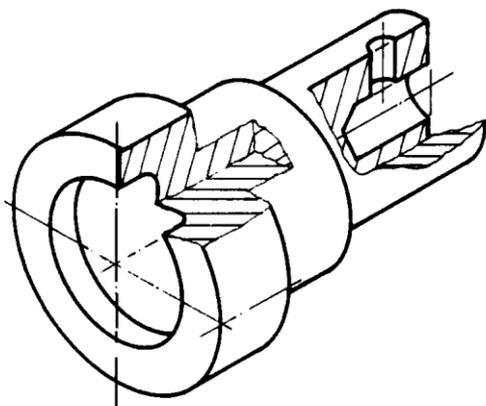


Pinos

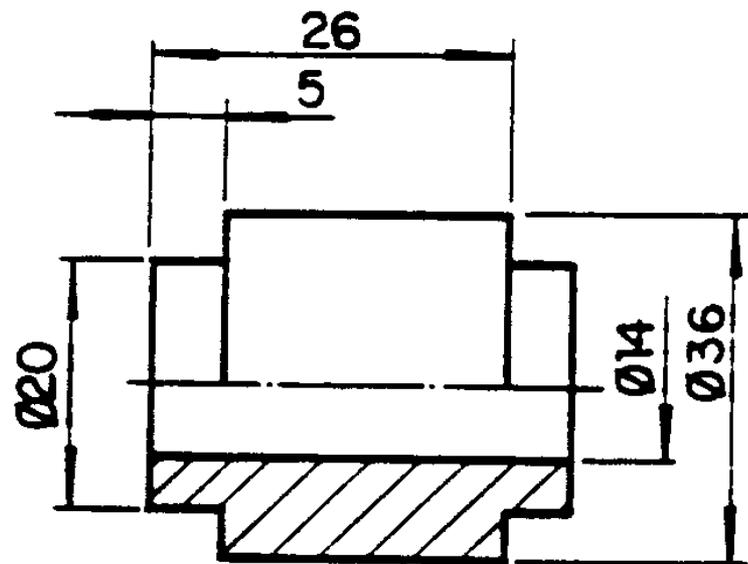
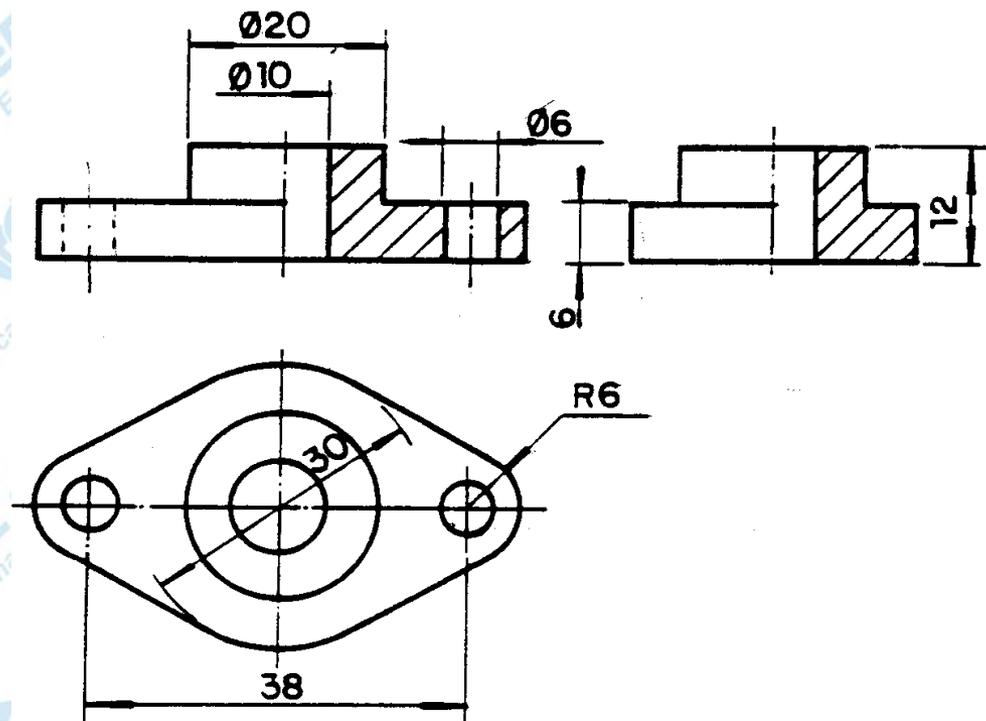


Parafusos, porcas e arruelas

Corte parcial

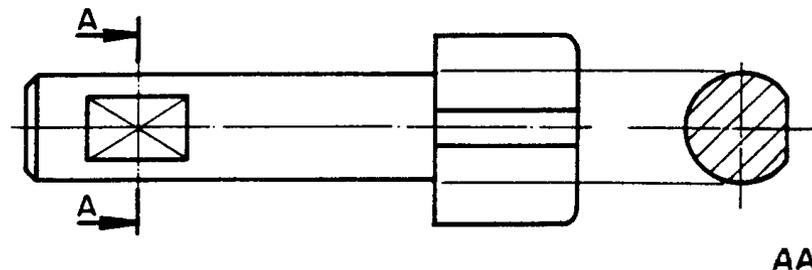
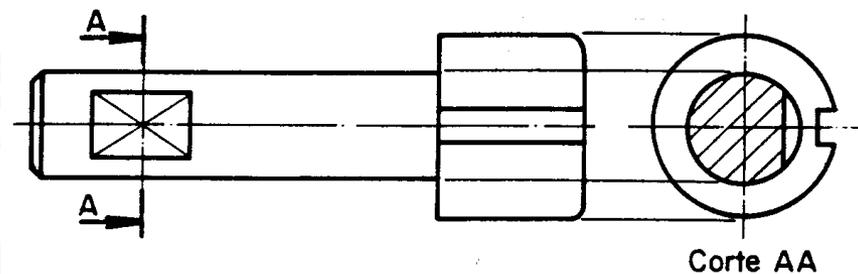
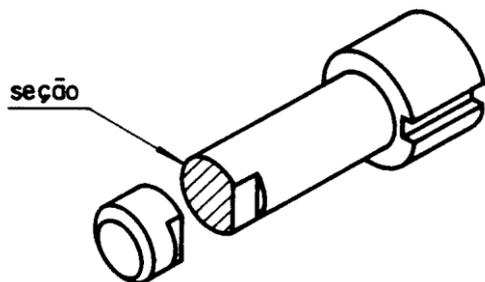


Meio-corte

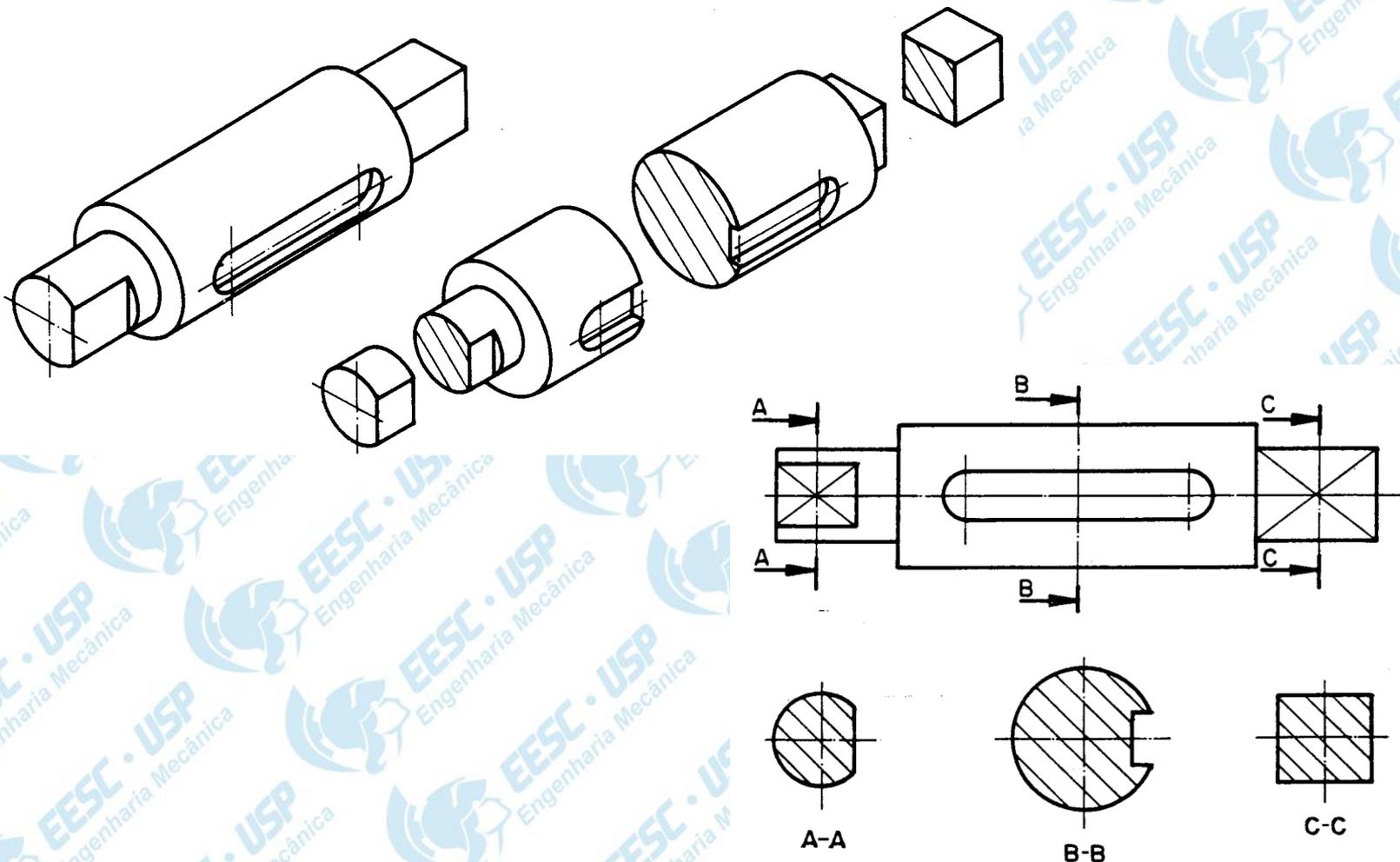


Seção

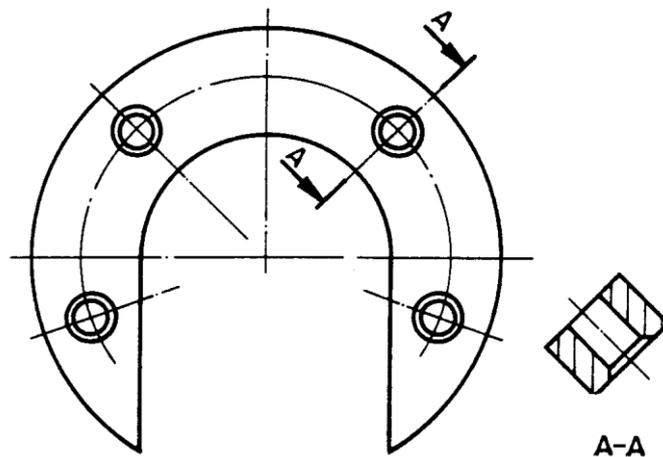
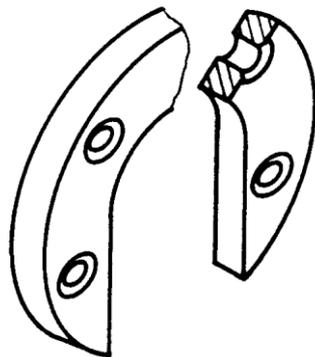
Para mostrar de maneira simples, a forma da peça no local seccionado



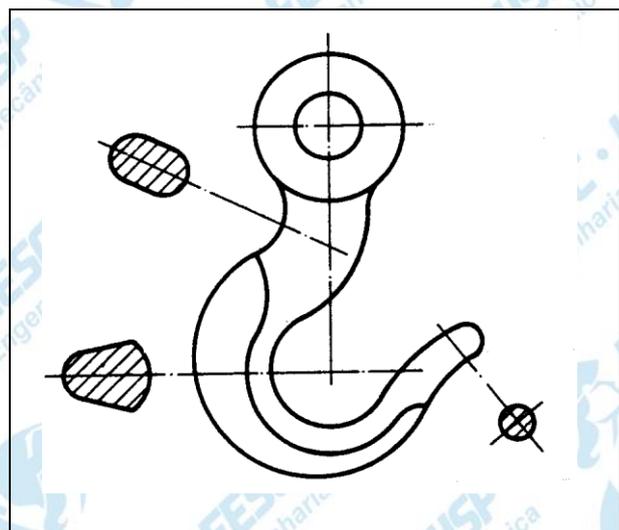
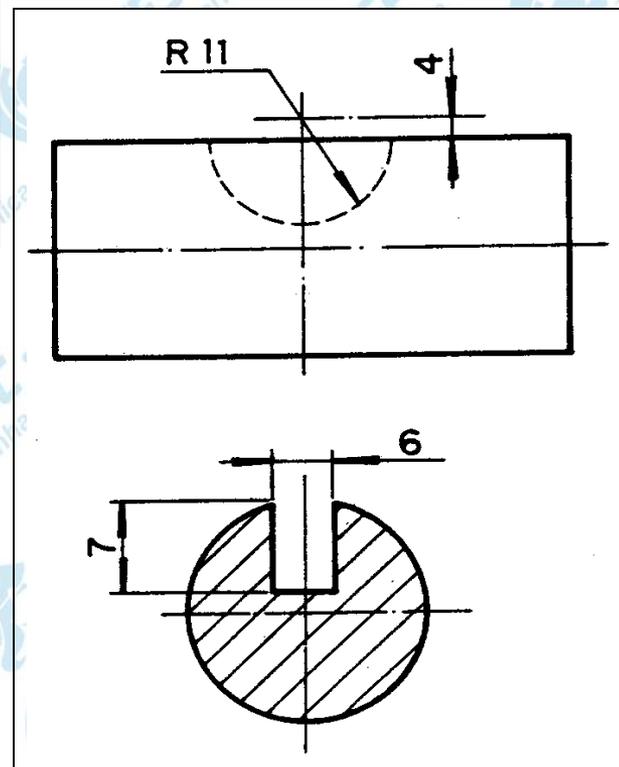
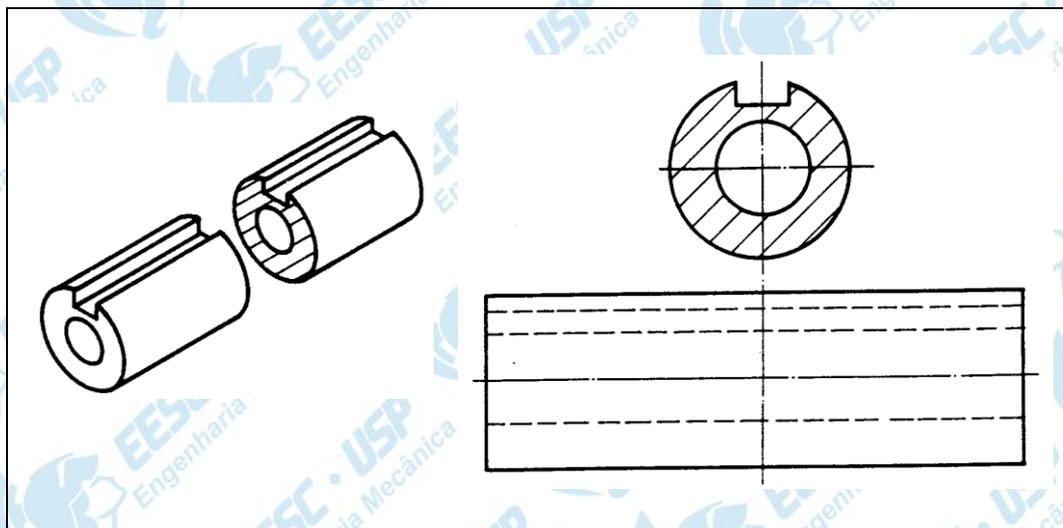
Seção - Fora da vista com indicação



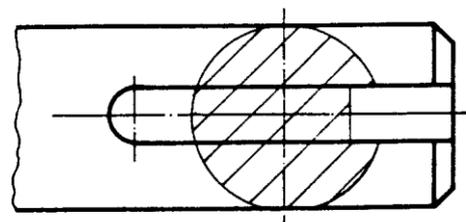
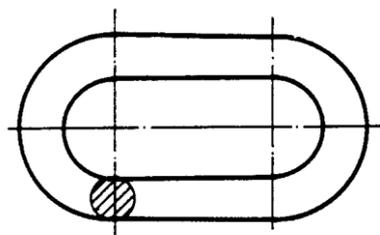
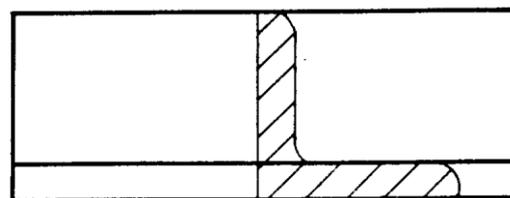
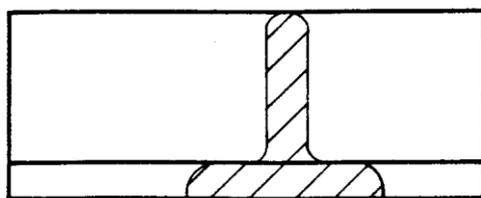
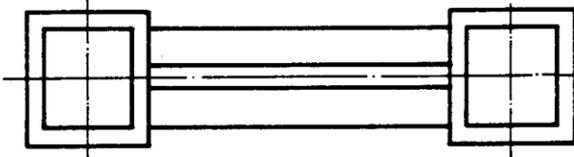
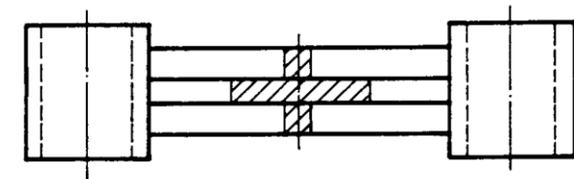
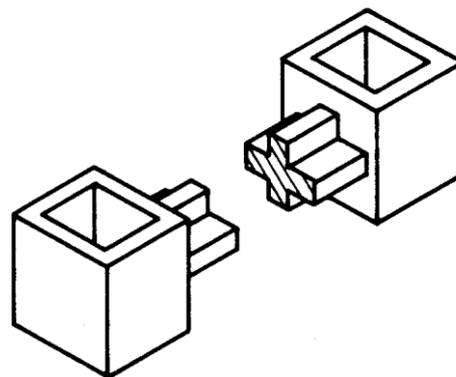
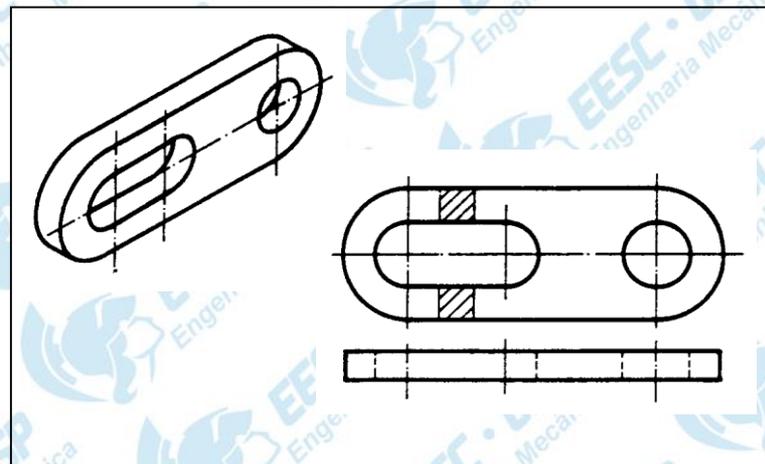
Seção - Fora da vista com indicação



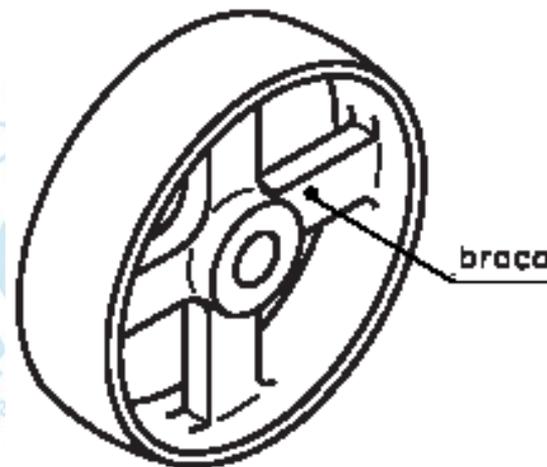
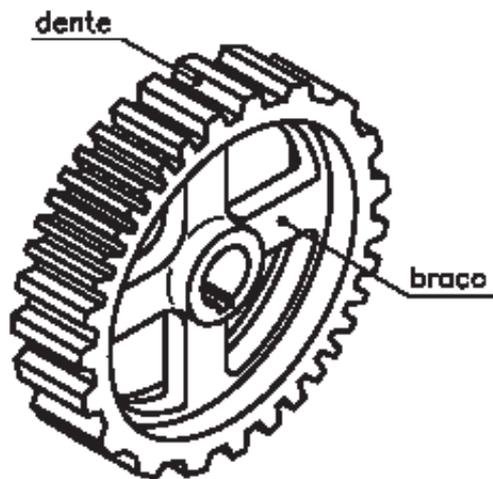
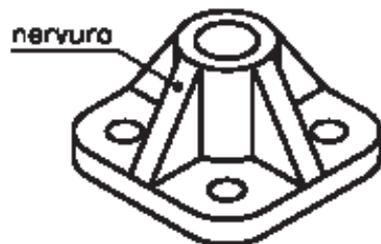
Seção - Fora da vista sem indicação



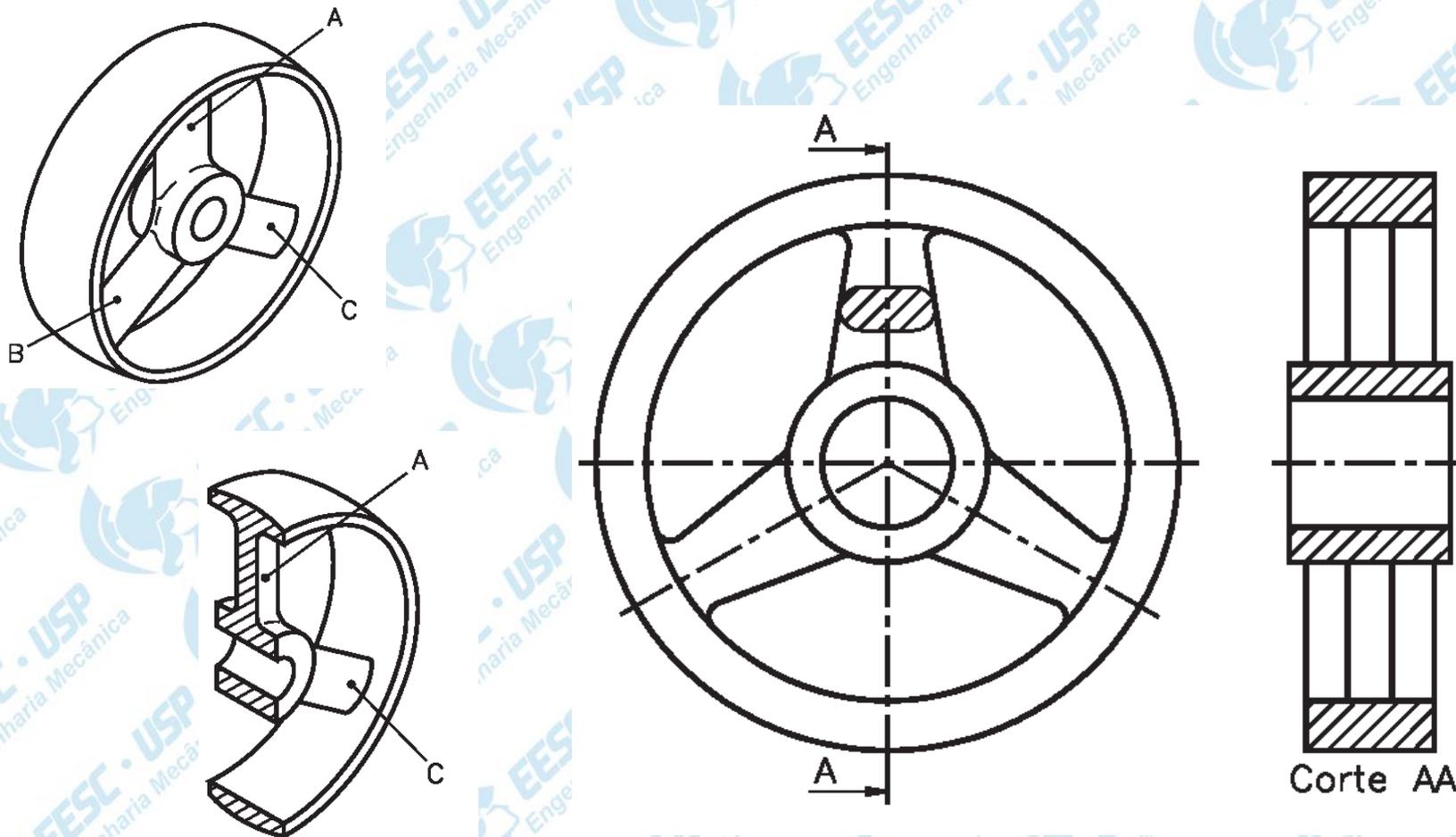
Seção sobreposta à vista



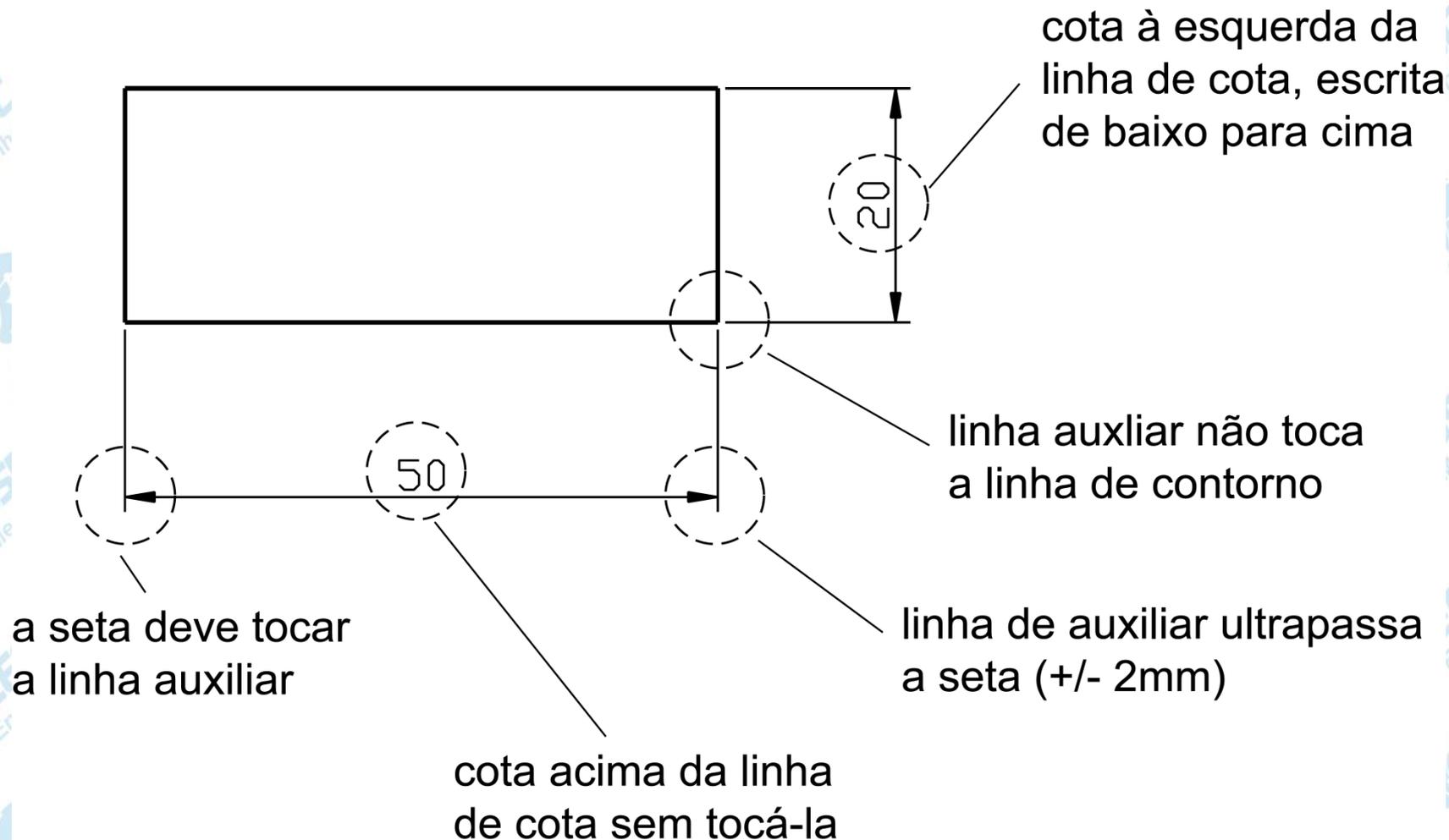
Omissão de corte



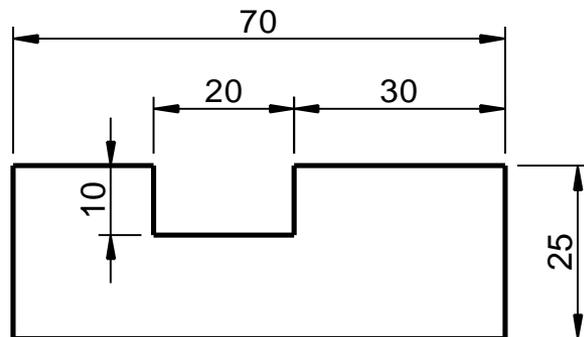
Omissão de corte e rotação



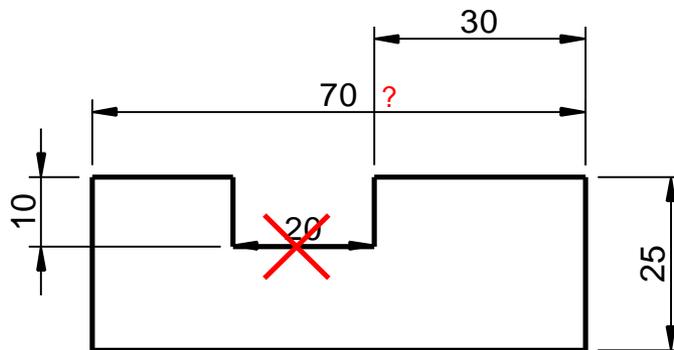
Cotas



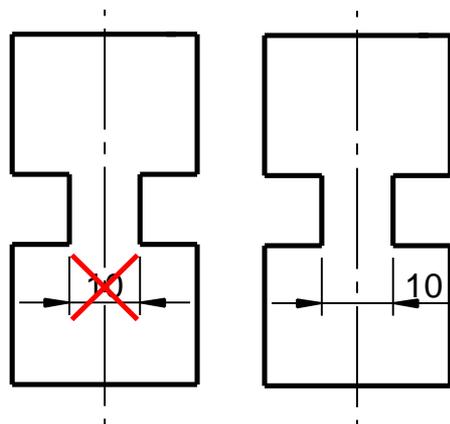
- ✓ As cotas devem ser localizadas preferencialmente fora do contorno das peças, entretanto, em função da legibilidade, podem ser posicionadas no interior das vistas.



- ✓ O cruzamento de linhas de cotas e auxiliares devem ser evitados e com outros tipos de linhas, porém, se for inevitável, as linhas não devem ser interrompidas no cruzamento.



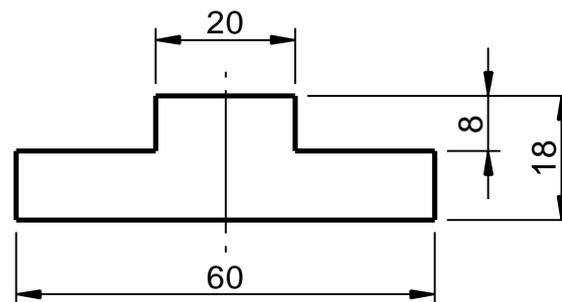
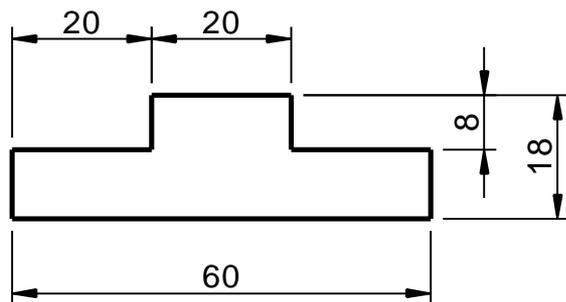
- ✓ Cada elemento deve ser cotado apenas uma vez (redundância).
- ✓ Os algarismos das cotas não devem ser separados por nenhum outro elemento do desenho, muito comum por eixo de simetria, neste caso deve ser deslocado para um dos lados



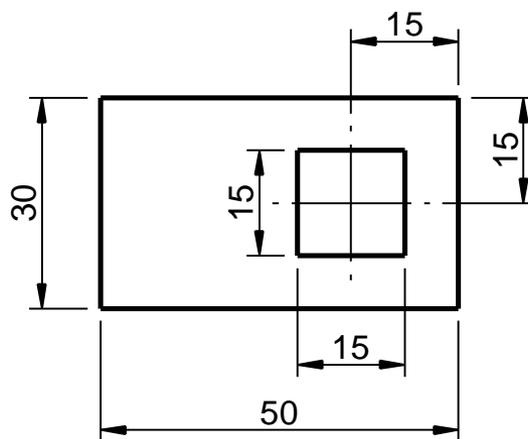
- ✓ Não se deve cotar sobre arestas ocultas (linhas tracejadas), quando necessário utilize o recurso do corte, corte parcial, para expor as arestas.

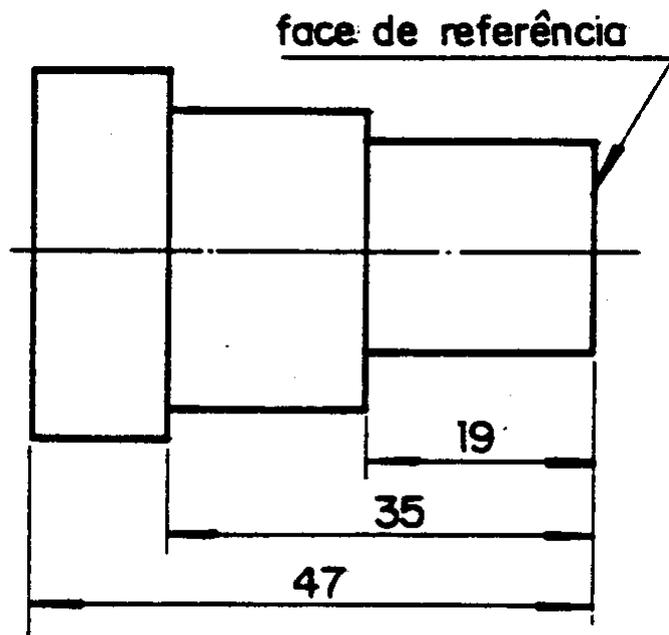
Cotagem – exemplos

O uso da linha de simetria simplificando a cotagem



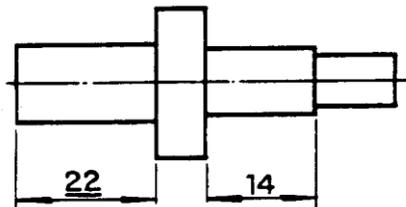
Cotagem pela linha de simetria simplificando o processo



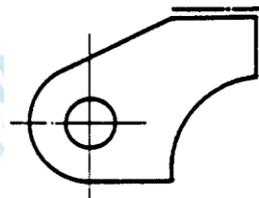


Cotagem em paralelo

Cotas fora de escala – devem ser sublinhadas com uma reta com a mesma largura da linha do algarismo.



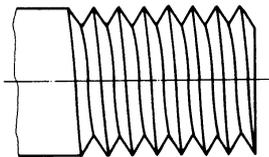
Cotagem de uma área ou comprimento limitado de uma superfície, para indicar situação especial.



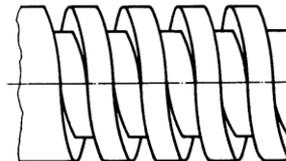
Representação de roscas

Normal

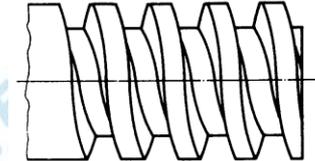
Rosca triangular



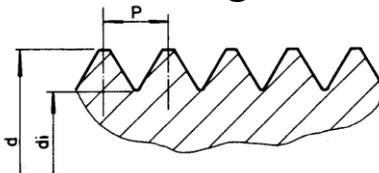
Rosca quadrada



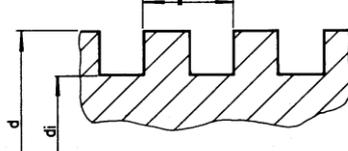
Rosca trapezoidal



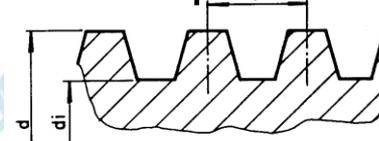
Perfil triangular



Perfil quadrado

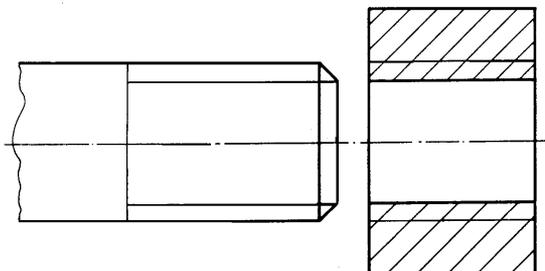


Perfil trapezoidal

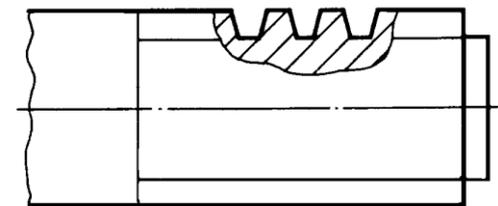


Convencional

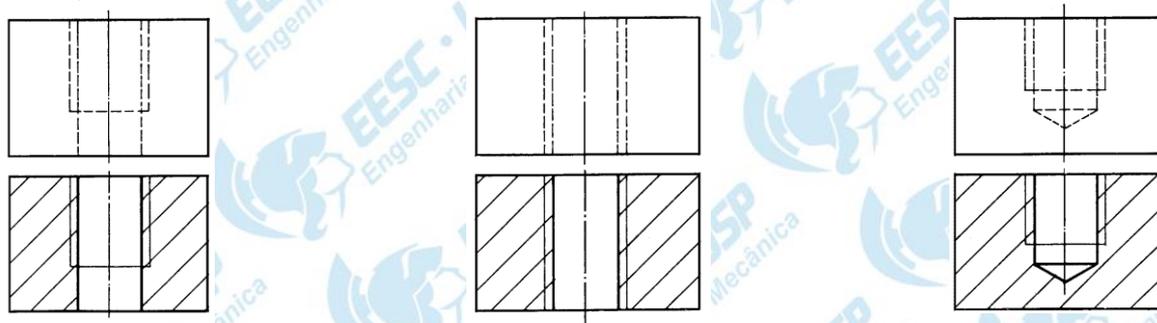
Rosca com perfil triangular



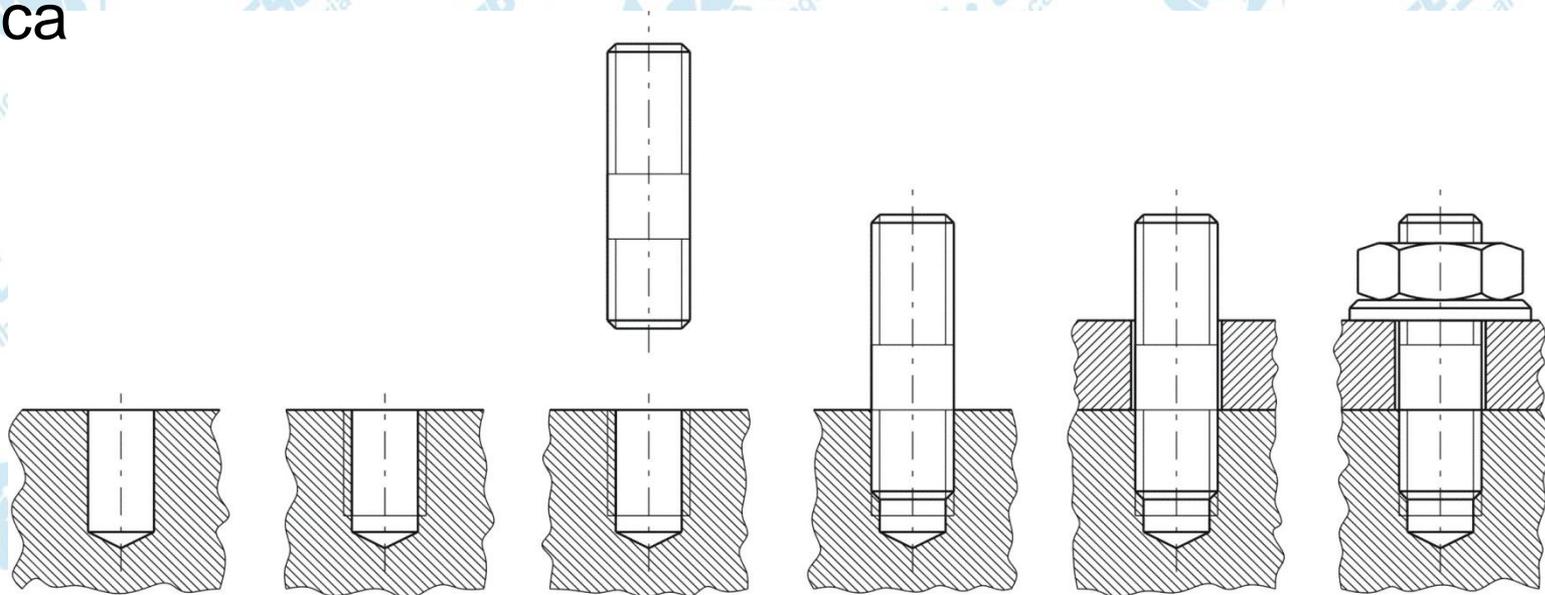
Rosca com perfil especial



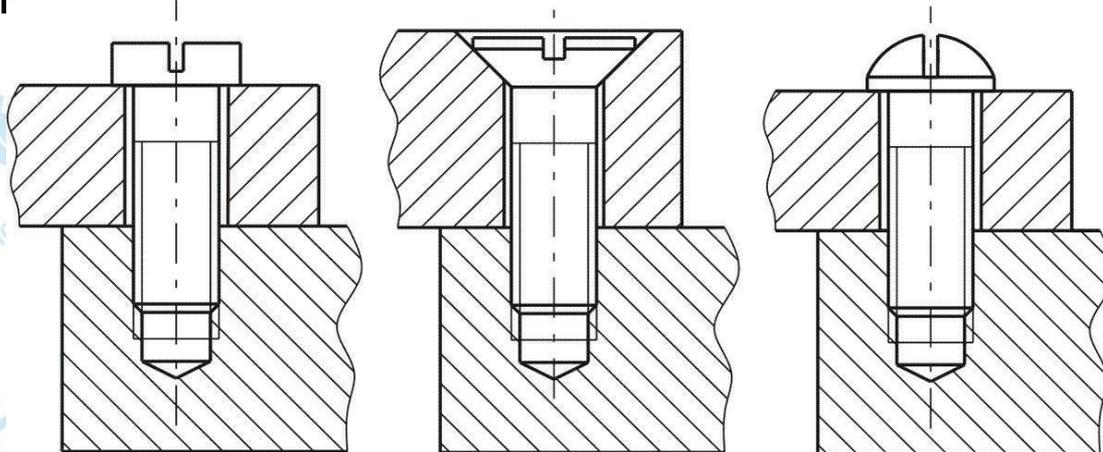
Representação: convencional de furos roscados



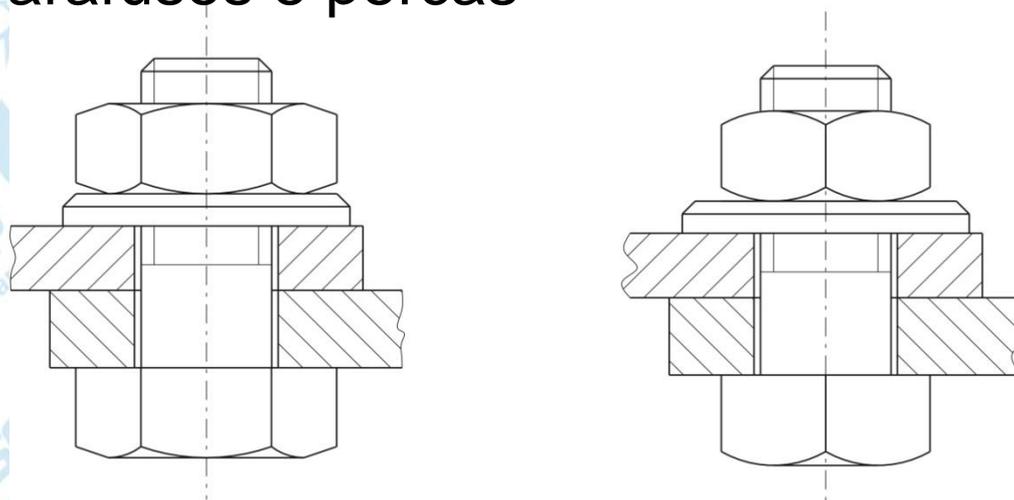
Representação: fabricação de furo roscado e união por prisioneiro e porca



Uniões por parafusos

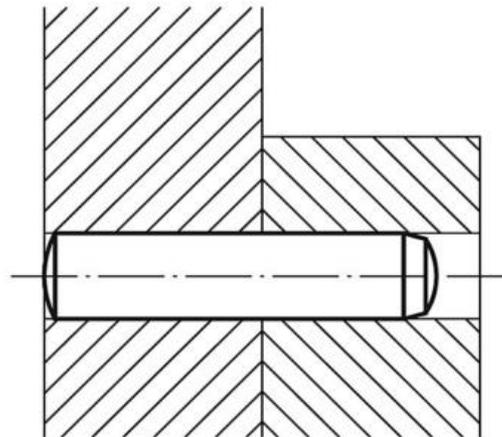
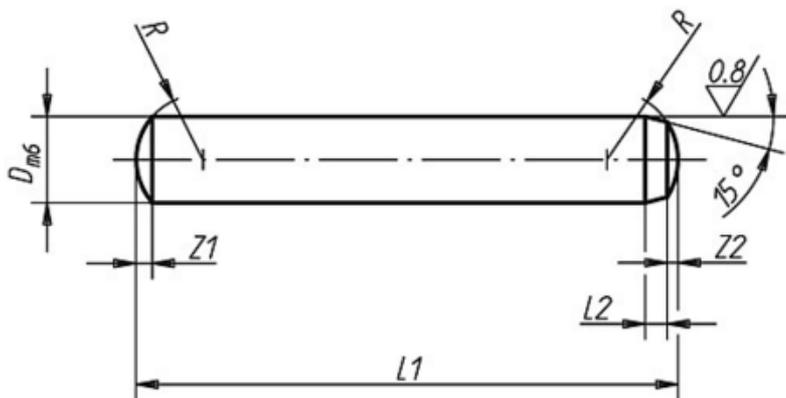


Uniões por parafusos e porcas



Pino guia e sua Representação

O pino guia é um componente de máquina que tem a função de posicionamento.



Ajuste $H7m6$

Representação (simbologia) em vista superior

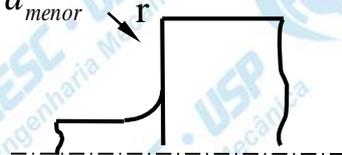


Eixos

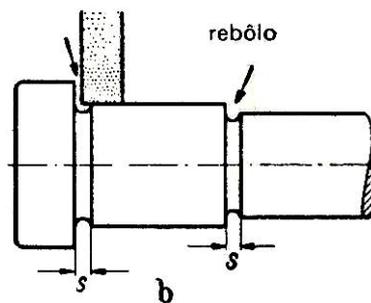
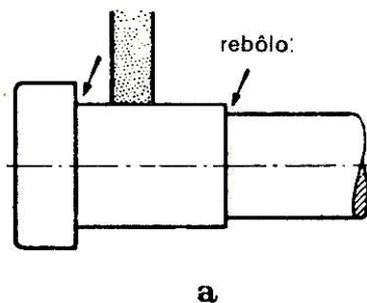
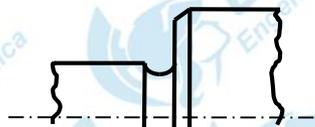
Nos escalonamentos do eixo (diâmetro) devem possuir raios de arredondamento ou canal de alívio para saída de rebolo.

Raios de arredondamento

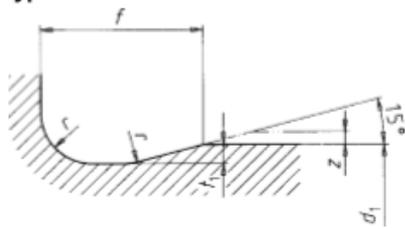
$$r = 0,05 \sim 0,1 d_{menor}$$



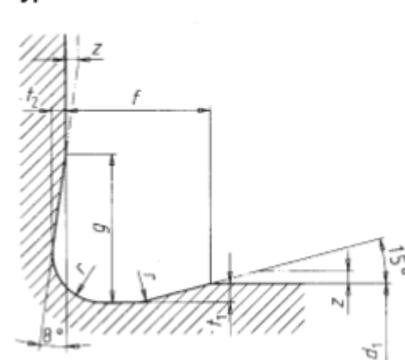
Canal de alívio DIN



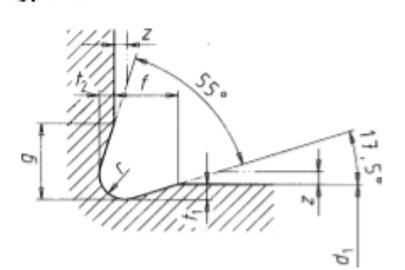
Type E undercut



Type F



Type G



Type H

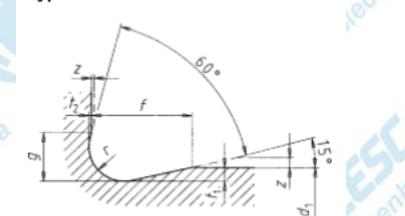


Table 1: Undercut dimensions

Type	$r^{1)}$ $\pm 0,1$		t_1 $+0,1$ 0	f $+0,2$ 0	g	t_2 $+0,05$ 0	Corresponding diameter $d_1^{2)}$ for workpieces	
	Series 1	Series 2					subjected to a normal stress concentration	subjected to higher fatigue loads
E and F	—	0,2	0,1	1	(0,9)	0,1	Over 1,6 up to 3	—
	G	0,4			0,2			
E and F			—	0,6		2	(1,2)	0,1
	H	0,8			—		2	
E and F			1,2	1		2,5		(2,1)
	H	—			—		2	(2,4)
E and F			1,6	—		0,2		4
	H	—			—		0,4	
E and F			2,5	—		0,2		2,5
	H	4			—		0,4	
E and F			—	—		0,3		2,5
	H	—			—		0,3	
E and F			—	—		0,4		5
	H	—			—		0,5	

1) Undercuts with series 1 radii as specified in DIN 250 are to be given preference. For types G and H, the radii conform to those specified for indexable hardmetal inserts as in DIN 4967, DIN 4768 and DIN 4769-1.

2) Components with a short shoulder and thin-walled components are excepted. When a workpiece has different diameters, it may be convenient for manufacturing reasons to use the same form and size of undercut at several points.

Furos de centro

Furos de centros são furos aplicados nas faces de eixos, fusos, peças cônicas ou cilíndricas e outras que garantem rápida centralização em fixações para operações de usinagem como torneamento, retificação, fresamento (dentes de engrenagem, ranhuras) e outras que geralmente são sequenciais.

Representação e designação de furos de centro em desenhos

Unid.: mm

Requisito	Representação	Designação
O furo de centro é necessário na peça acabada		NBR 12288 - B2,5/8
O furo de centro pode permanecer na peça acabada		NBR 12288 - B2,5/8
Não pode haver furo de centro na peça acabada		NBR 12288 - B2,5/8

Interpretação da designação

Unid.: mm

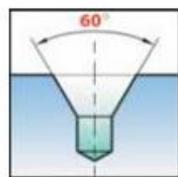
Tipos do furo de centro	Designação (exemplos)	Interpretação da designação
R com a forma de raio (broca de centro conforme a ISO 2541)	NBR 12288 - R3,15/6,7	 d = 3,15 D ₁ = 6,7
A sem chanfro de proteção (broca de centro conforme a ISO 866)	NBR 12288 - R4/8,5	 d = 4 D ₂ = 8,5
B com chanfro de proteção (broca de centro conforme a ISO 2540)	NBR 12288 - B 2,5/8	 d = 2,5 D ₃ = 8

NBR 12228 – Representação simplificada de furos de centro em desenho técnico

Brocas de centro, são brocas especiais para fazer furos de centro e em uma só operação se executa: o furo cilíndrico, o cone e o escareado. Os tipos mais comuns são: Broca de centrar simples (DIN 333A) e as Broca de centrar com chanfro de

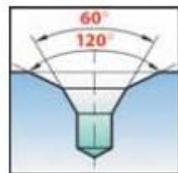
FORMA "A"

É o tipo mais usual de broca de centrar. Ela produz furos com escareamento plano de 60°. A broca-piloto abre uma área de folga responsável por acomodar a terminação da ponta rotativa.



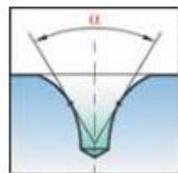
FORMA "B"

O chanfro externo de 120° protege o ângulo interno de 60° (superfície de contato com a ponta rotativa) contra risco de quebra e deformação. A área de folga resultante do chanfro protetivo facilita o posicionamento das peças entre centros em tornos com carregamento automático.

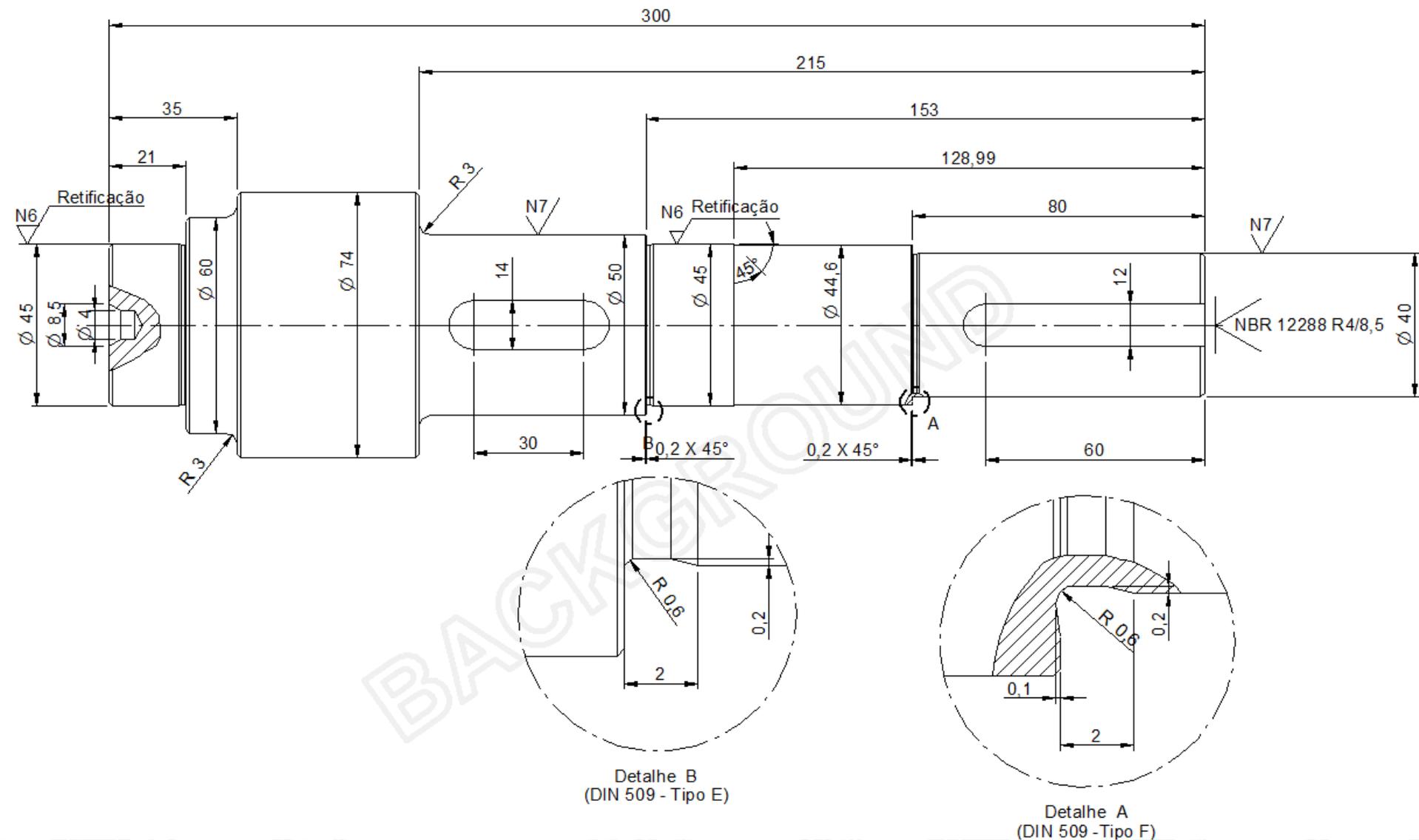


FORMA "R"

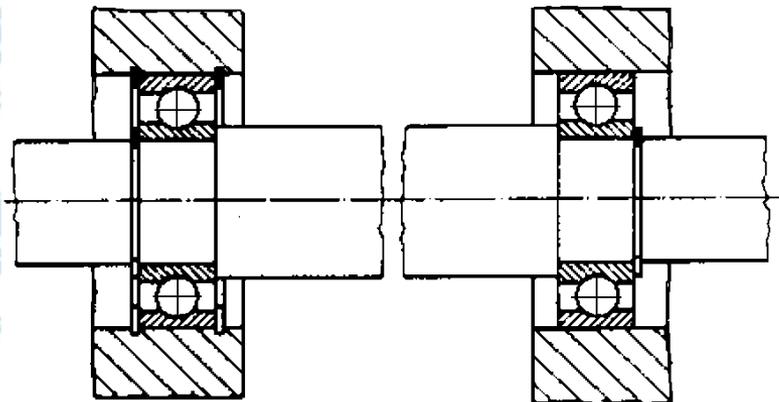
O escareamento com raio do furo de centro é mais robusto que o escareamento típico a 60°. O raio atua como um chanfro protetor da entrada do furo, prevenindo quebras e facilitando o posicionamento das peças em tornos com carregamento automático.



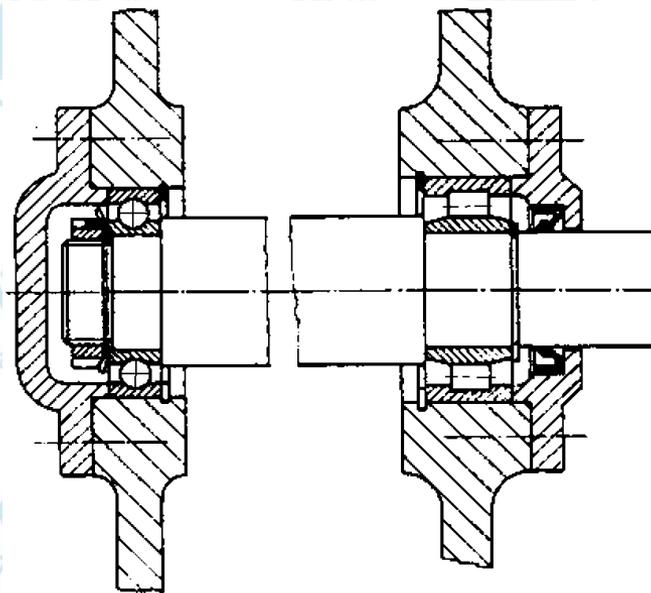
DIN 333 FORMA A HSS 118°			
Ød1 (MM)	Ød2 (MM)	L2 (MM)	L1 (MM)
1,00	3,15	1,3	32
1,25	3,15	1,6	32
1,60	4,00	2,0	36
2,00	5,00	2,5	40
2,50	6,30	3,1	45
3,15	8,00	3,9	50
4,00	10,00	5,0	56
5,00	12,50	6,3	63
6,30	16,00	8,0	71
8,00	20,00	10,1	80
10,00	25,00	12,8	100



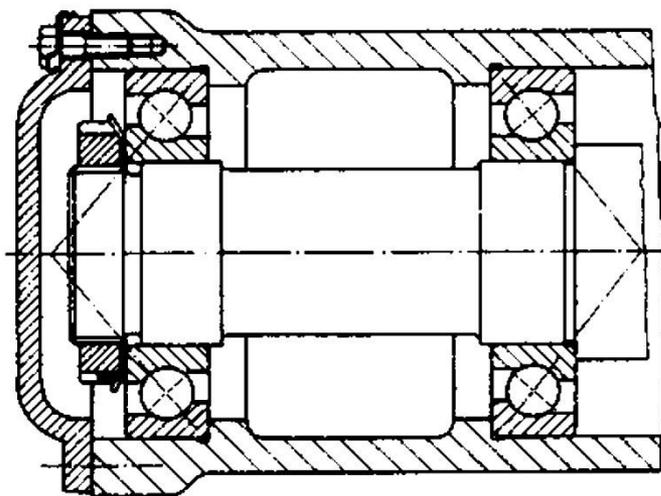
Montagem de rolamentos



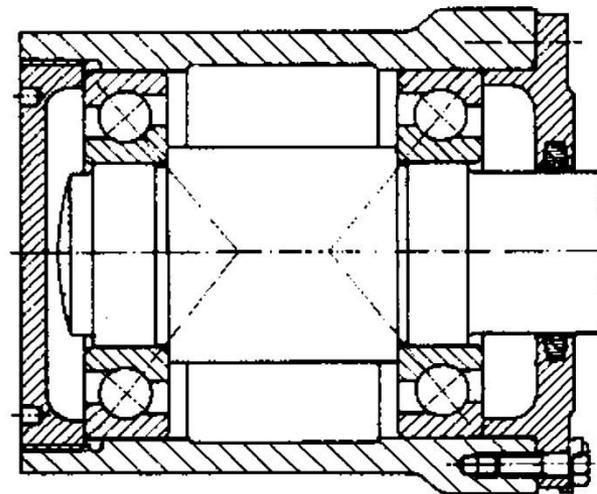
Um rolamento fixo axialmente o outro livre



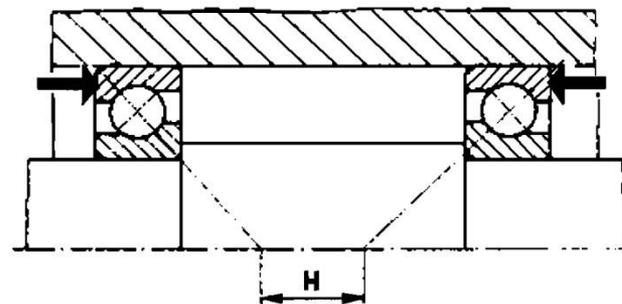
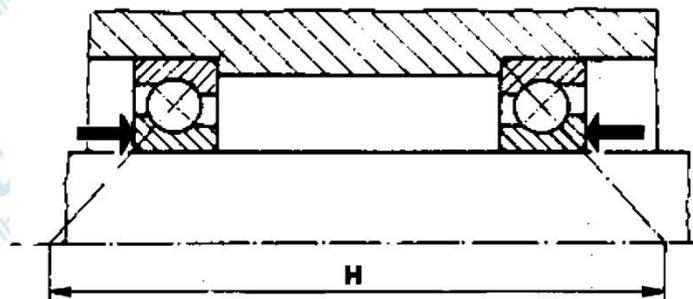
Rolamento de rolos cônicos em uma das extremidades



a) MONTAGEM EM "O"

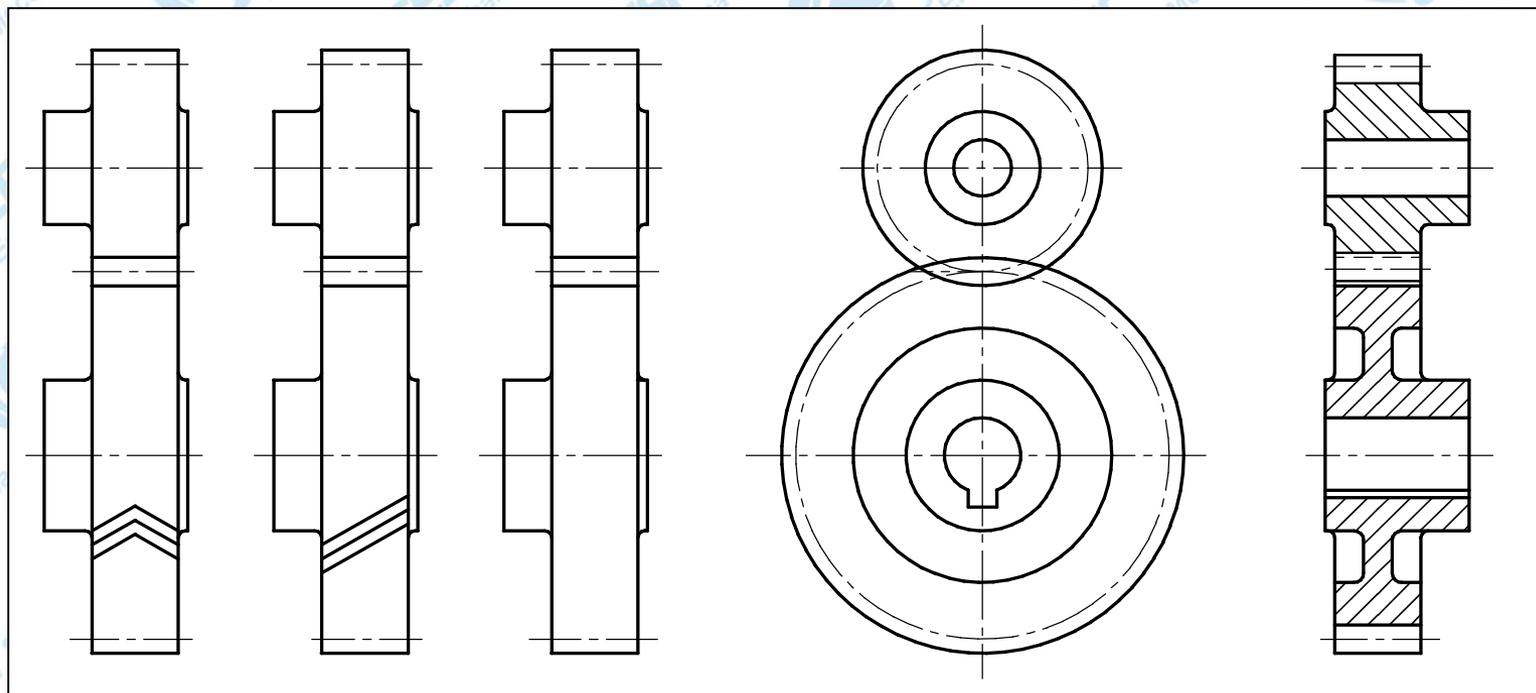


b) MONTAGEM EM "X"

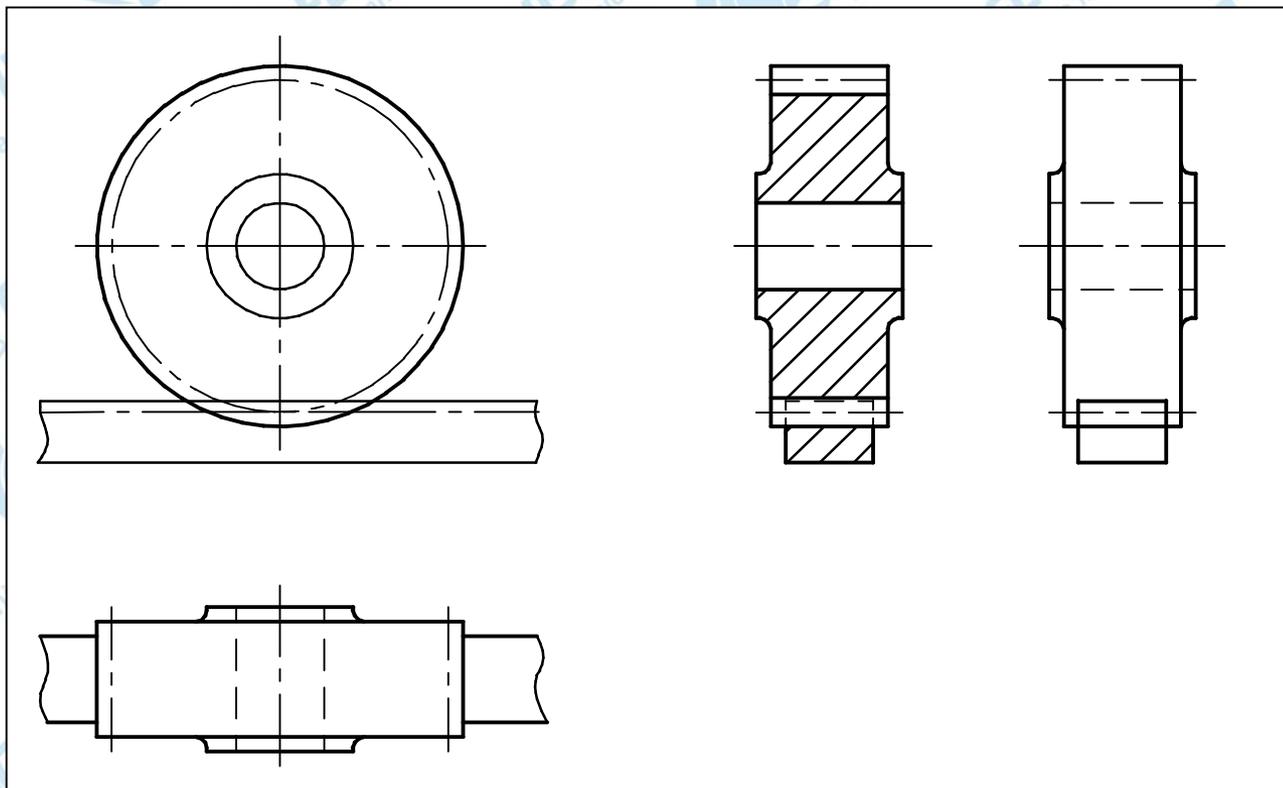


Sempre aos pares, em oposição, em montagem em "O" ou em "X", com pré carga.

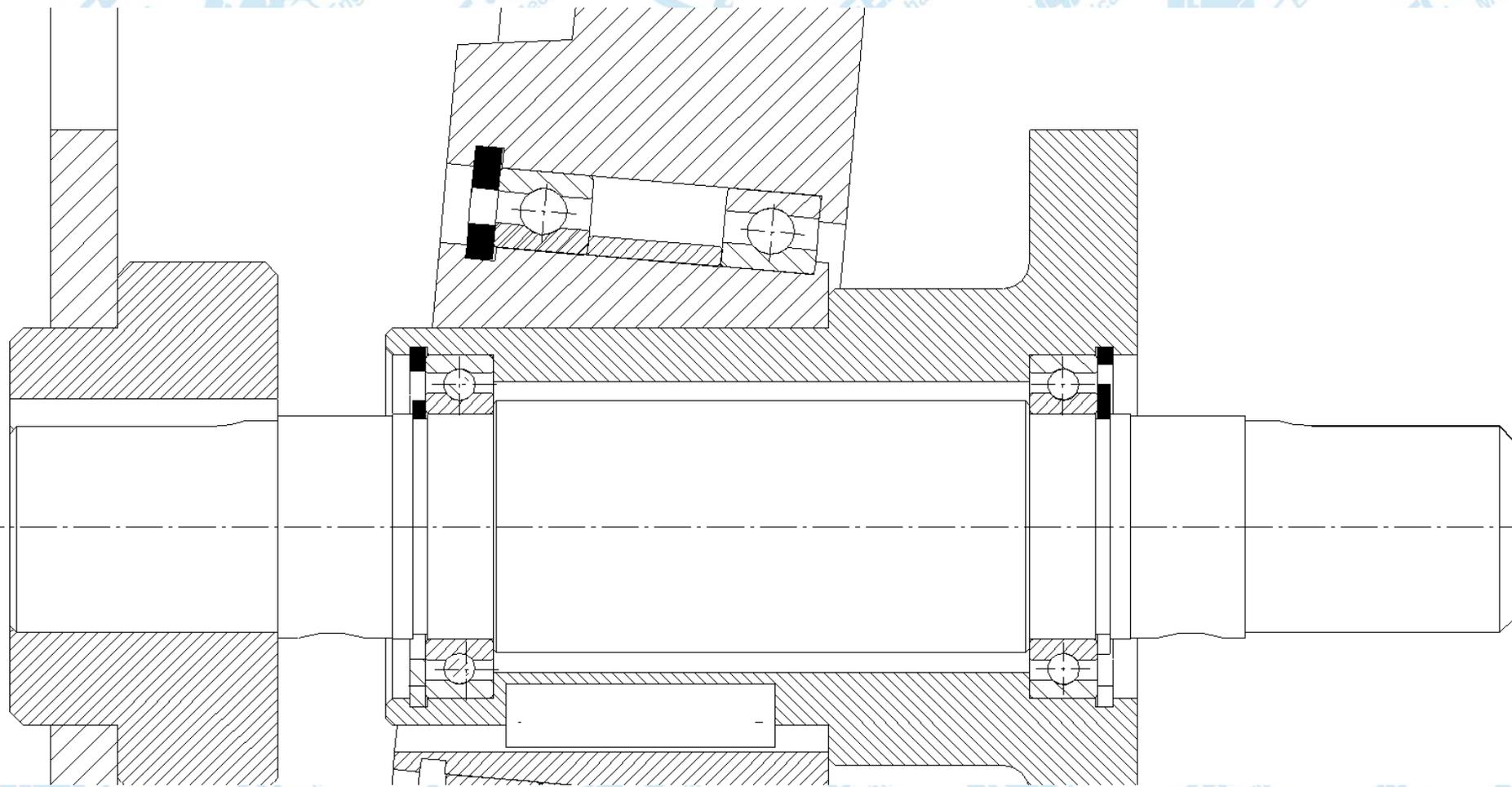
Entrosamento externo de engrenagens cilíndricas



Cremalheira - entrosamento

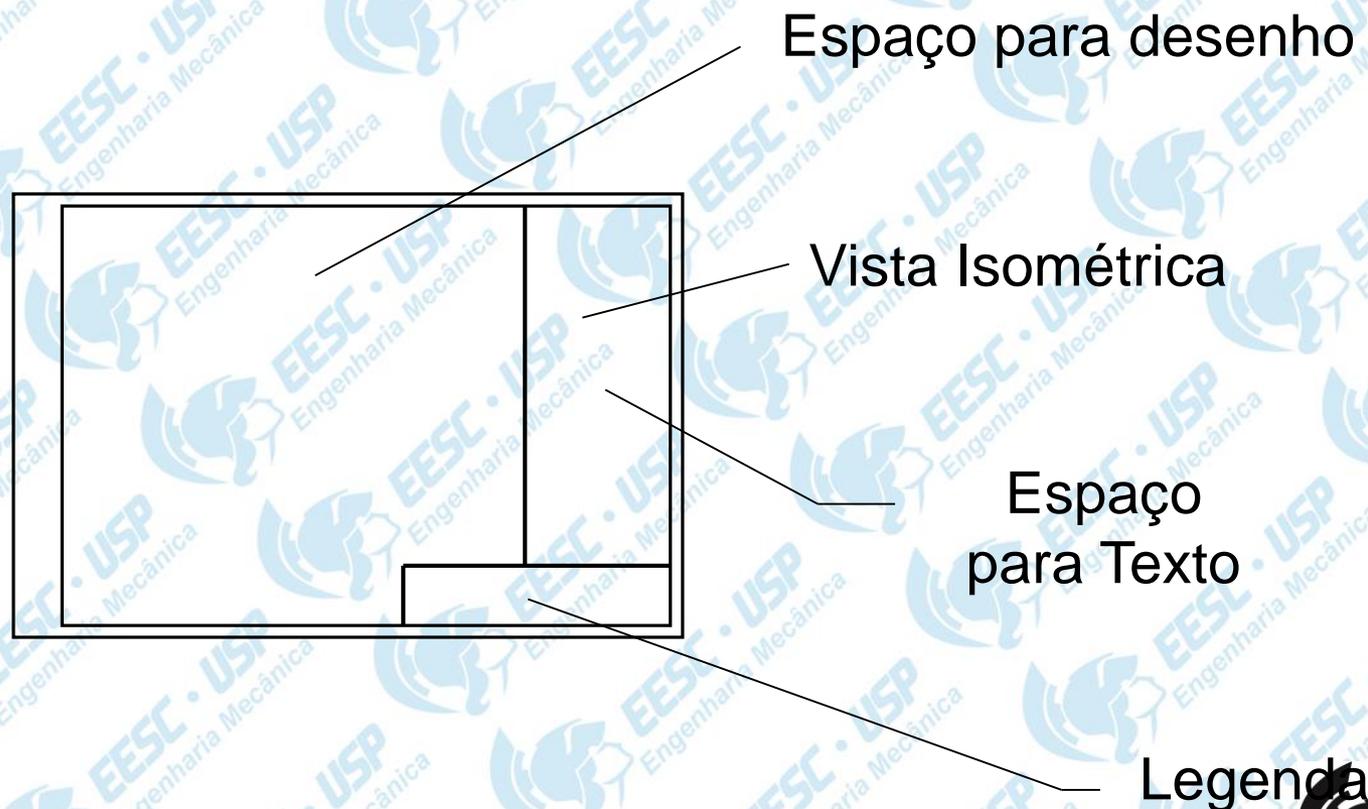


BS 308 : Part 1 : 1984



Organização de espaços

O planejamento da execução do desenho na folha é necessário e deve-se respeitar os espaços para o desenho, a legenda e texto.



Desenho de conjunto

Organização da informação

Vistas: escolha uma vista que mostre como as peças se encaixam e o funcionamento do produto.

Cortes: total ou parcial são frequentemente utilizados para mostrar detalhes internos.

Linhas Invisíveis: devem ser evitadas, utiliza-se apenas para melhorar a interpretação e funcionamento.

Cotas: em geral não são mostradas no desenho de conjunto, apenas para mostrar o dimensional geral.

Identificação: em algarismos arábico para referência aos itens, que são colocadas ao lado do desenho e possuem linhas indicadoras.

Itemização: algarismos arábicos, podendo ser adicionadas letras maiúsculas:

- usando caracteres maiores, o dobro da altura para a cotagem;
- circunscrevendo os caracteres.
- Ou sobre a terminação de uma linha de chamada



NBR 13272 – Elaboração das listas de itens (12/1999).

NBR 13273 - Referência a itens (12/1999).

Referências:

- ✓ o mais alinhada possível tanto na horizontal como na vertical;
- ✓ disposição incremental no desenho pelo sentido horário;

Linhas de Chamada:

Cada referência deve estar conectada ao item por uma linha de chamada e devem ser posicionadas externamente aos contornos do item

A terminação da linha de chamada do item poderá se dar por uma **seta**, apoiada em uma **linha de contorno** do item, ou por um **ponto** reforçado, **inscrito** na superfície do item.

Linhas de chamada:

- ✓ não devem interseccionar (se cruzar);
- ✓ devem ser tão curtas quanto possível;
- ✓ não ortogonais;
- ✓ não paralelas às linhas de contorno do item indicado;
- ✓ o mais paralelas possível entre sí;
- ✓ no caso de referências circundadas, a linha de chamada deve ser direcionada ao centro do círculo;
- ✓ pode ser omitida, se a relação entre o item e sua referência for evidente.

Lista de peças:

Ordem de listagem:

- a) ordem de montagem;
- b) Importância (sequência) das peças: subconjuntos; peças principais: de forjaria ou fundição; seguido das peças cortadas e usinadas à partir de laminados a frio e finalmente as peças padronizadas como: elementos de fixação, buchas, rolamentos, anéis elásticos, pinos.

Ordem de inscrição

- de baixo para cima (quando acima e a direita da legenda), de modo que novos itens possam ser incluídos no desenho, ou...
- de cima para baixo quando em um documento separado, com os títulos da legenda acima.

Disposição

As listas de itens devem ser dispostas em colunas, para permitir que informações sejam registradas sob os seguintes títulos:

- a) número de referência do item;
- b) denominação → título descritivo de cada peça;
- c) Quantidade → total do item no conjunto completo;
- d) Referência;
- e) Material → tipo e dimensões do material utilizado;
- f) e outros dados se julgarem necessários (peso, número geral, medidas pré-fabricadas).

Desenho de conjunto - exemplo

Campo para texto de revisões

Texto ou imagem auxiliar

Desenho

Lista

Nº	DENOMINAÇÕES	Quant.	MATERIAL E DIMENSÕES
15	Suporte	1	Aço NB 1020 13x158x178
14	Placa	1	Aço NB 1020 12x@120
13	Parafuso	2	Aço NB 1020 Ø14 x 35
12	Encosto	4	Aço NB 1020 Ø8x4
11	Braco	2	Aço NB 1020 Ø4x63
10	Carro	1	Ferro fundido 230x98x84
9	Corpo	1	Ferro fundido 158x124x122
8	Mordente	1	Aço NB 1020 8x16x84
7	Paraf. cob cilind	4	Aço NB 1010 Ø1/4x16
6	Mola seção circ.	1	Aço NB 1045 D=18, p=6, d=3
5	Arruela	2	Aço NB 1010 Ø15
4	Paraf. de aperto	1	Aço NB 1020 Ø20x248
3	Contrapino	1	Aço Ø3x22
2	Braco	1	Aço NB 1020 Ø9x154
1	Encosto	2	Aço NB 1020 Ø15x9

Legenda

Fonte: Desenhista de máquinas / Francesco Provenza - São Paulo : Editora F. Provenza, 1976 (desenhos)

Referências

- BS 308 : Part 1 : 1984
- DIN 509:2006 - Technical drawings - Relief grooves - Types and dimensions
- Leitura e Interpretação de Desenho Técnico Mecânico. Mecânica. Aula 15. Telecurso 2000
- Leitura e Interpretação de Desenho Técnico Mecânico. Mecânica. Apostila Senai.
- NBR 12228 – Representação simplificada de furos de centro em desenho técnico
- NBR 13272 – Elaboração das listas de itens (12/1999).
- NBR 13273 - Referência a itens (12/1999).
- Provenza F. Desenhista de máquinas / Francesco Provenza - São Paulo: Editora, 1976

Exercício:

Fazer um planejamento de conjunto de subconjuntos de seu equipamento.

Aula Prática 06

Aula 06 - Prática

- ✓ No Solid Edge fazer esboço digital de seu projeto específico, Conjunto de subconjuntos (Assembly de Sub Assemblies).

Sendo que entidades prismáticas representarão cada subconjunto.

Fazer uma imagem da tela principal do computador (*print screen*), salvar com o nome do aluno executor e enviar ao email cfortula@sc.usp.br