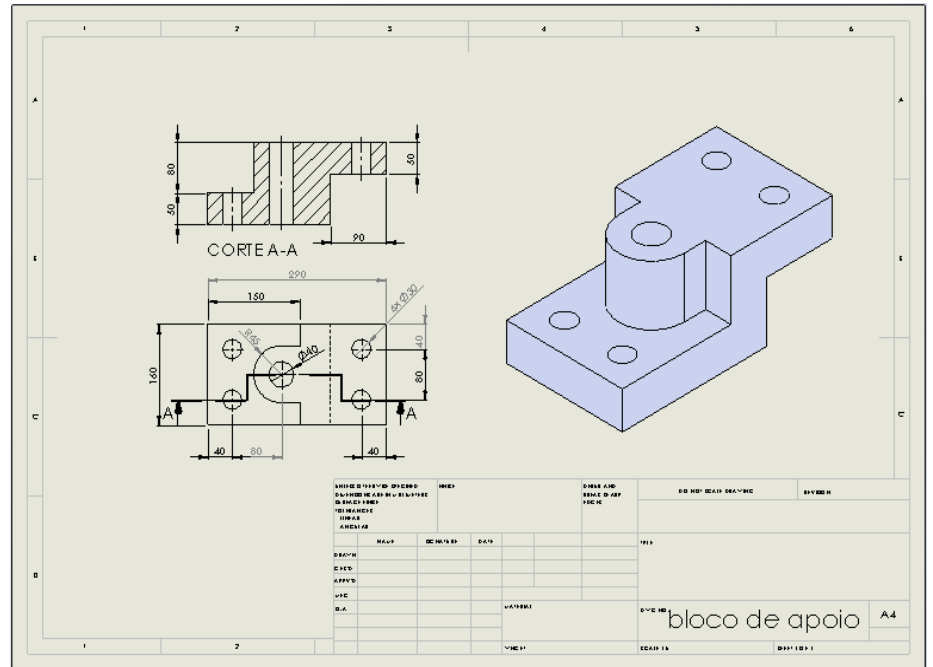


# Desenho Técnico



## Curso Técnico em Eletromecânica



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA  
CAMPUS DE ARARANGUÁ

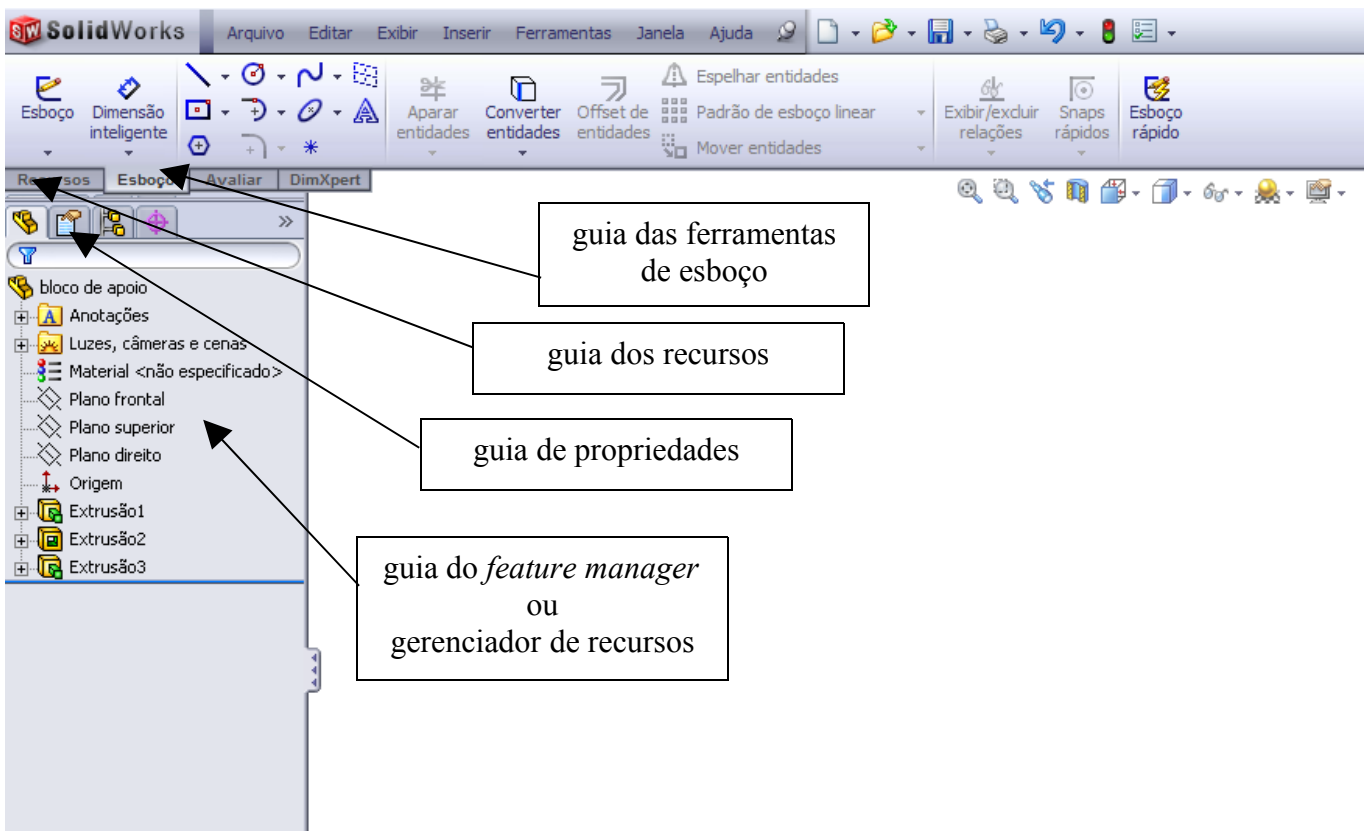
Apostila de Desenho Técnico

Montada pelos professores Andrei Zwetsch Cavalheiro, Daniel Generoso e Fábio Evangelista Santana a partir de livros de desenho técnico e apostilas de outras instituições, além de criações próprias, para a Unidade Curricular DESENHO TÉCNICO do Curso Técnico em Eletromecânica

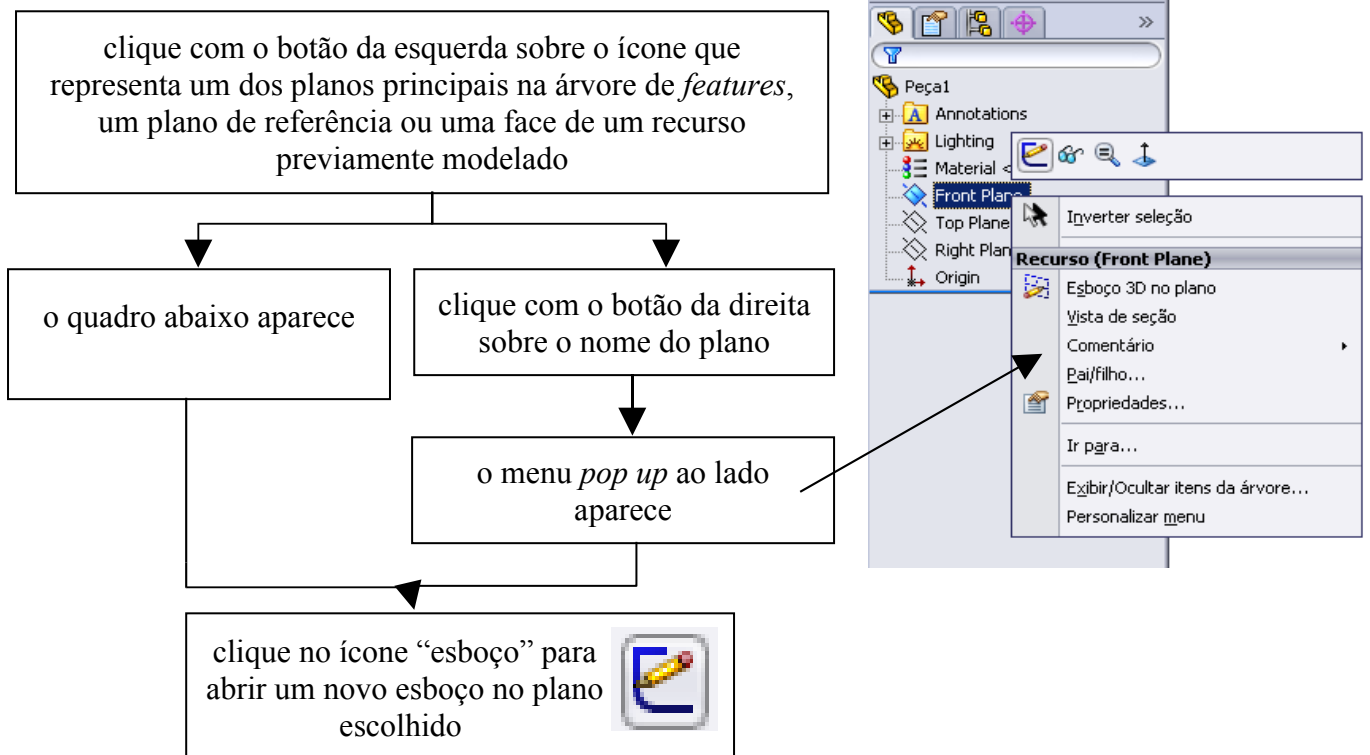
A reprodução desta apostila deverá ser autorizada pelo INSTITUTO FEDERAL – CAMPUS ARARANGUÁ

---

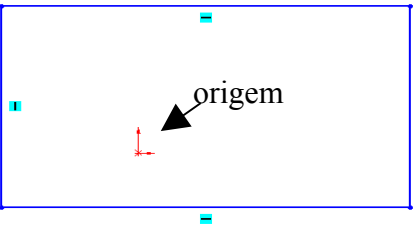
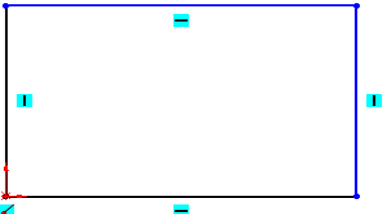

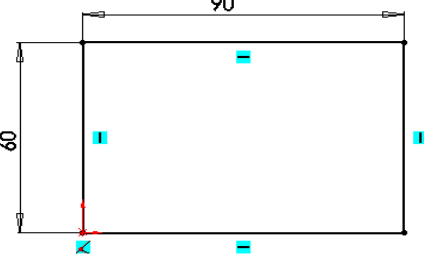
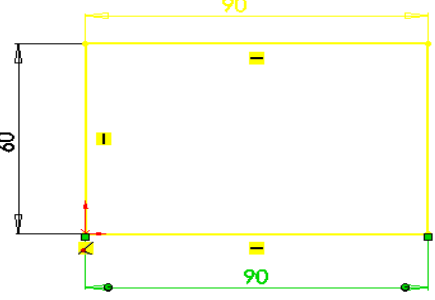
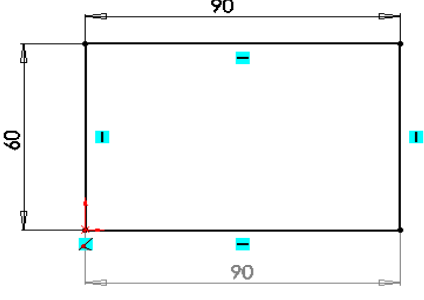
## INTERFACE do MÓDULO DE MODELAGEM 3D – *PART* (peça)





### Abrir um novo esboço



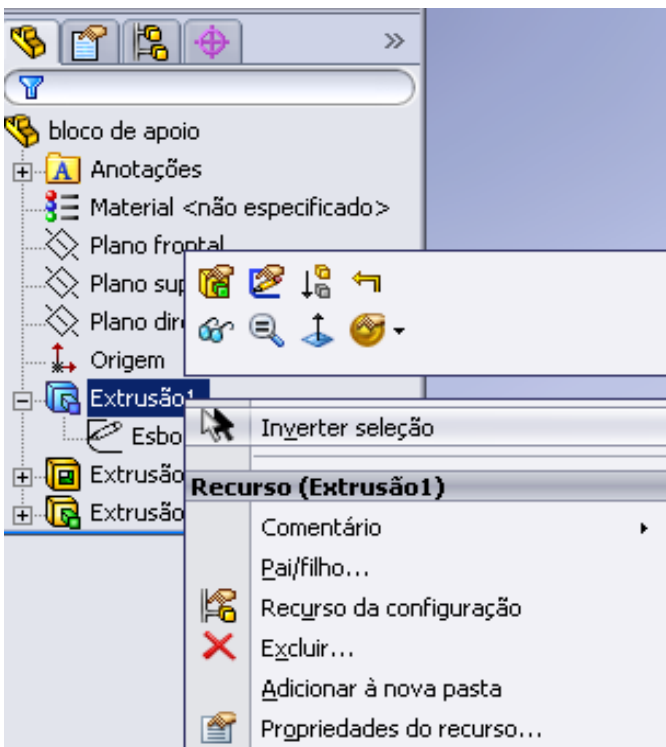
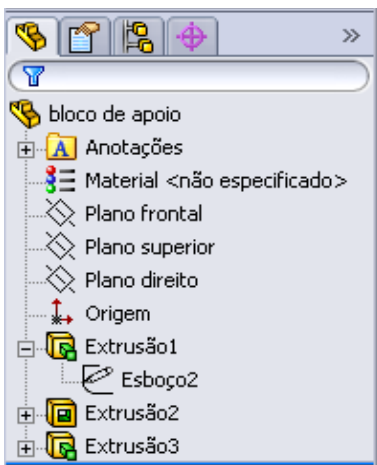
### Estados de um esboço

	<b>SUBDEFINIDO</b>	azul	os elementos desenhados não têm restrições dimensionais nem restrições geométricas (relações de esboço) suficientes para completamente definir suas medidas e posição no plano em relação à origem; note que as únicas restrições geométricas existentes são <i>horizontal e vertical</i> .
	<b>SUBDEFINIDO</b>	azul e preto	observe que uma nova restrição geométrica foi criada, relacionando a extremidade de duas linhas com a origem ( <i>coincidente</i> ); por isso, duas linhas estão pretas, indicando que parte do esboço está definido.
	<b>SUBDEFINIDO</b>	azul e preto	ao se definir o comprimento de uma das linhas verticais com uma cota de 60 mm, mais uma parte do esboço passa a ficar definida; note que há apenas uma linha em azul, indicando que ainda falta alguma restrição para definir completamente o esboço
	<b>DEFINIDO</b>	preto	com a cota de 90mm, o esboço passa a ter sua posição no plano e suas medidas completamente definidas completamente definido; note que não é necessário cotar as outras duas linhas, já que, pelas relações existentes, é impossível que elas tenham medidas diferentes de 60 e 90
	<b>SOBREDEFINIDO</b>	amarelo	quando se tenta inserir uma cota ou restrição geométrica desnecessária ou redundante, o <i>software</i> exibe o esboço em amarelo e mostra uma mensagem; a restrição redundante pode ser cancelada, tornada acionada pelas demais ou passar acionar as demais.
	<b>DEFINIDO</b>	preto	quando se torna uma cota acionada, ela não aparece mais em preto, mas sim em cinza e não pode ser diretamente modificada pelo desenhista; no caso do exemplo ao lado, quando se alterar a cota preta de 90 mm da linha horizontal superior, a linha inferior automaticamente passará a ter o mesmo valor.
	<b>INSOLÚVEL</b>	vermelho	linhas e relações vermelhas indicam conflitos geométricos que impossibilitam a criação do desenho.

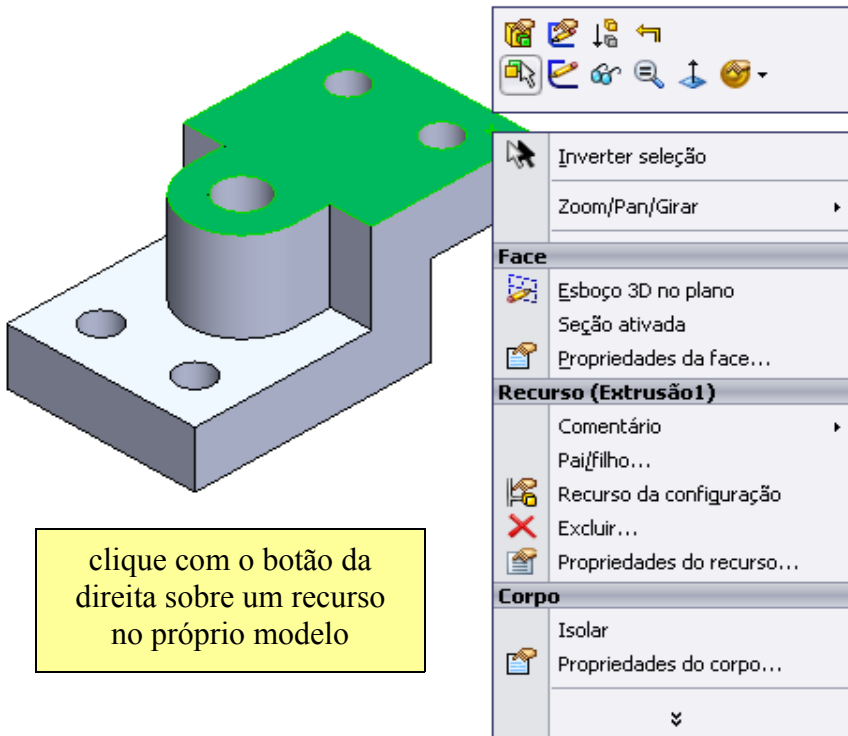
### Canto de confirmação




	<p>canto de confirmação do esboço:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• símbolo de cima: sai do esboço, salvando suas modificações</li> <li>• símbolo de baixo: sai do esboço, sem salvar as modificações</li> </ul>	<p>aparece quando um esboço está sendo editado (esboço aberto)</p>
	<p>canto de confirmação do recurso</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• símbolo de cima: sai da edição do recurso, confirmando a criação do recurso ou salvando as modificações feitas</li> <li>• símbolo de baixo: sai da edição do recurso, sem criar nada nem salvar as modificações feitas</li> </ul>	<p>aparece quando um recurso está sendo editado</p>

### Gerenciador de Recursos, Árvore de *Features* ou *Feature Manager*



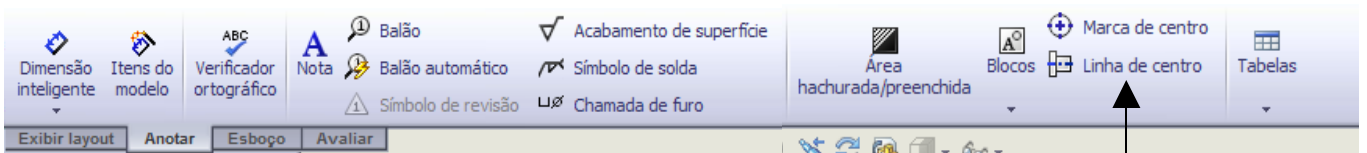
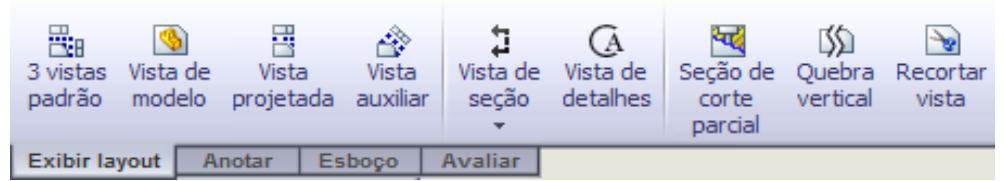
clique com o botão da direita sobre um recurso na árvore



ícone	comando	descrição	quando usar
	<b>OCULTAR</b>	o recurso deixa de ser mostrado na tela, mas continua fazendo parte do modelo	quando a visualização atrapalha a modelagem de outros recursos
	<b>SUPRIMIR</b>	o recurso deixa de fazer parte do modelo, mas continua salvo e pode ser restaurado a qualquer momento	quando se deseja eliminar o recurso temporariamente
	<b>EXCLUIR</b>	o recurso é eliminado definitivamente e só pode ser restaurado com o CTRL-Z (desfazer)	quando se deseja eliminar definitivamente o recurso

## Desenho de Detalhamento – Módulo *DRAWING* (desenho)

na guia **Exibir layout**  
acham-se todos os  
comandos que  
produzem **vistas**



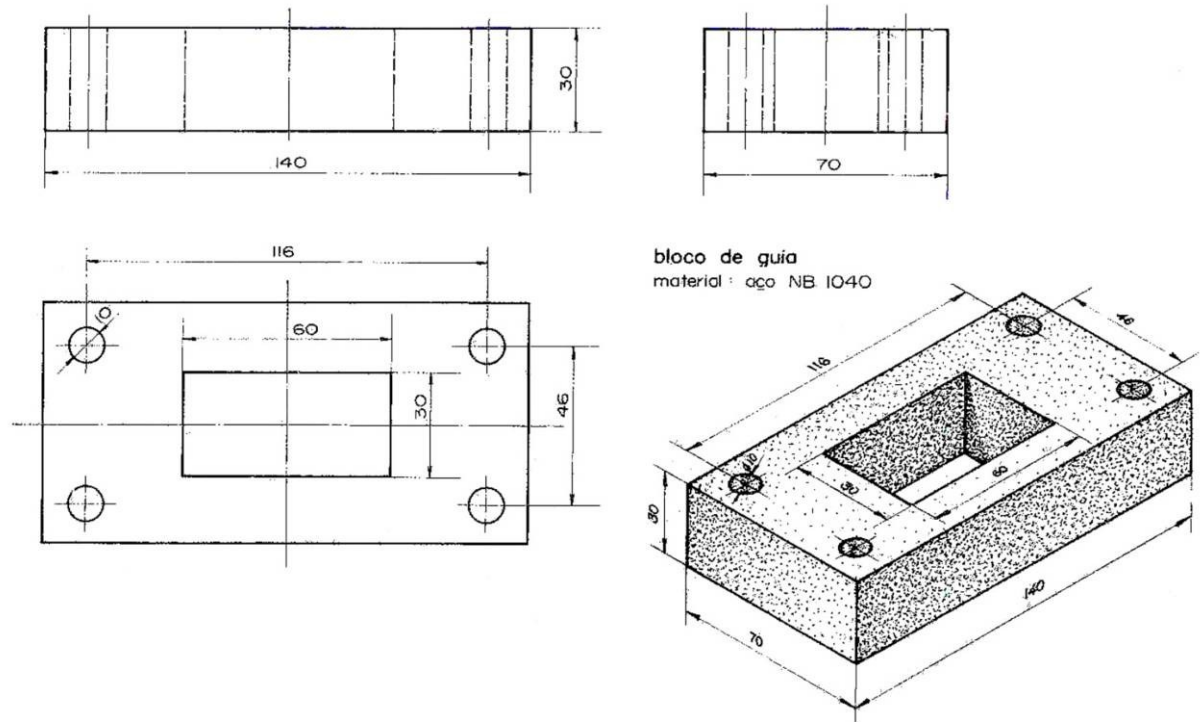
na guia **Anotar**  
acham-se todos os  
comandos para **anotações**,  
ou seja, informações  
numéricas ou simbólicas  
que facilitam a interpretação

os eixos de simetria dos elementos  
cilíndricos devem ser inseridos com  
o comando “linha de centro” da guia  
Anotar ao invés de serem esboçados  
com uma linha de centro

## ROTEIRO DETALHADO DE MODELAGEM NO SOLIDWORKS

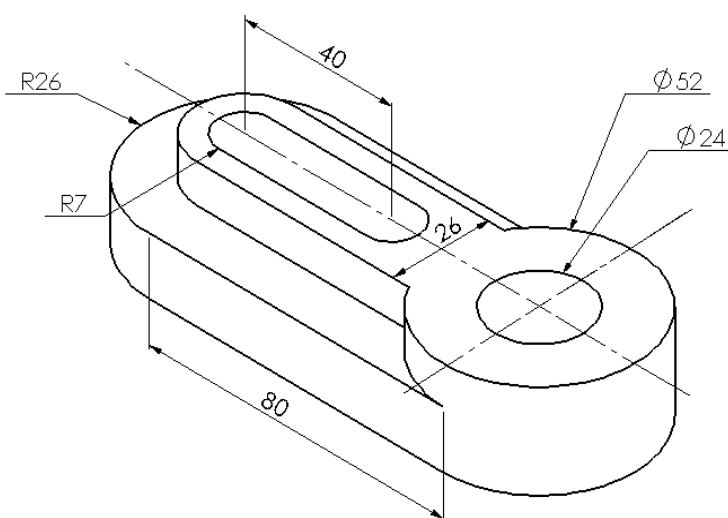
<b>1</b>	<b>PLANEJAMENTO</b>
	esboçar, a mão-livre, o desenho em vistas da peça, selecionando a vista frontal, determinando os cortes, vistas auxiliares e demais representações necessárias.
<b>2</b>	<b>SELEÇÃO DO PLANO/PLANE</b>
	escolha o plano no qual deve estar contido o esboço, conforme uma das seguintes opções: um dos planos principais: frontal/ <i>front</i> , superior/ <i>top</i> , direito/ <i>right</i> ; uma face de um recurso já modelado; um plano de referência criado a partir de um dos planos principais ou de uma face.
<b>3</b>	<b>DESENHO DO ESBOÇO/SKETCH (2D)</b>
	use as ferramentas de desenho da guia “esboço” para traçar linhas retas e curvas que formarão um contorno aberto, um contorno fechado ou múltiplos contornos fechados; procure traçar linhas “livres”, ou seja, sem restrições geométricas que atrapalhem o desenho e a modificação do esboço; sempre use a origem como centro de uma circunferência ou polígono ou início (ou ponto médio) de uma linha reta do esboço; aplique restrições geométricas e cotas aos elementos esboçados para definir sua geometria; use apenas as cotas que deverão aparecer no desenho de detalhamento; deixe o esboço completamente definido (todos os elementos devem estar na cor preta); se algum elemento estiver em azul, o esboço estará subdefinido; clique em algum ponto ou linha e arraste-o para descobrir qual cota ou restrição dimensional está faltando.
<b>4</b>	<b>CRIAÇÃO DE UM RECURSO/FEATURE (3D)</b>
	se o esboço desejado não estiver aberto, selecionar um esboço na árvore de <i>features</i> ; selecionar um comando de recurso para aplicar ao esboço e criar um sólido: <b>ressalto/base extrudado</b> e <b>corte extrudado</b> (extrusão); <b>ressalto/base revolucionado</b> e <b>corte por revolução</b> (revolução); <b>nervura</b> . configurar os parâmetros de definição do recurso; sair do recurso, confirmando sua criação.
<b>5</b>	<b>CRIAÇÃO DE CHANFROS E ARREDONDAMENTOS DE CANTOS</b>
	ao contrário dos demais recursos, não há necessidade de desenhar esboços para usar os comandos <b>filete</b> e <b>chanfro</b> , bastando selecionar as arestas diretamente no sólido.
<b>6</b>	<b>CRIAÇÃO DE UM FURO (3D)</b>
	selecione uma face e, somente depois, abra o <b>assistente de perfuração</b> ; na guia “tipo”, selecione o tipo de furo e configure os parâmetros geométricos pertinentes clique na guia “posição” e insira um ou mais furos livremente; clique ESC quando não quiser mais inserir furos; ainda com guia “posição” aberta, use as ferramentas de esboço para definir as restrições geométricas e dimensionais que localizam o(s) furo(s) no esboço; saia do <b>assistente</b> para confirmar a criação dos furos.

## EXERCÍCIO 1



- a) usar o módulo *drawing* para desenhar as três vistas da peça em 2D, para entender-se a tecnologia que deu origem ao CAD;
- b) modelar o sólido de formas diferentes, mostrando que existem vários caminhos que podem levar ao mesmo modelo, mas que o correto é usar a forma mais objetiva e racional
- I.3 recursos: retângulo maior extrudado + retângulo menor cortado por extrusão + furos cortados por extrusão; salvar arquivo como `seunome_exe01-1`;
- II.3 recursos: como na opção I, mas a partir de um único esboço composto por 5 contornos fechados; salvar arquivo como `seunome_exe01-2`;
- III.1 recurso: um esboço como o traçado na opção II, mas com seleção de região para extrudar apenas a área externa aos contornos dos círculos e do retângulo menor; salvar arquivo como `seunome_exe01-3`;
- c) gerar o desenho de detalhamento a partir do modelo `seunome_exe01-3`.

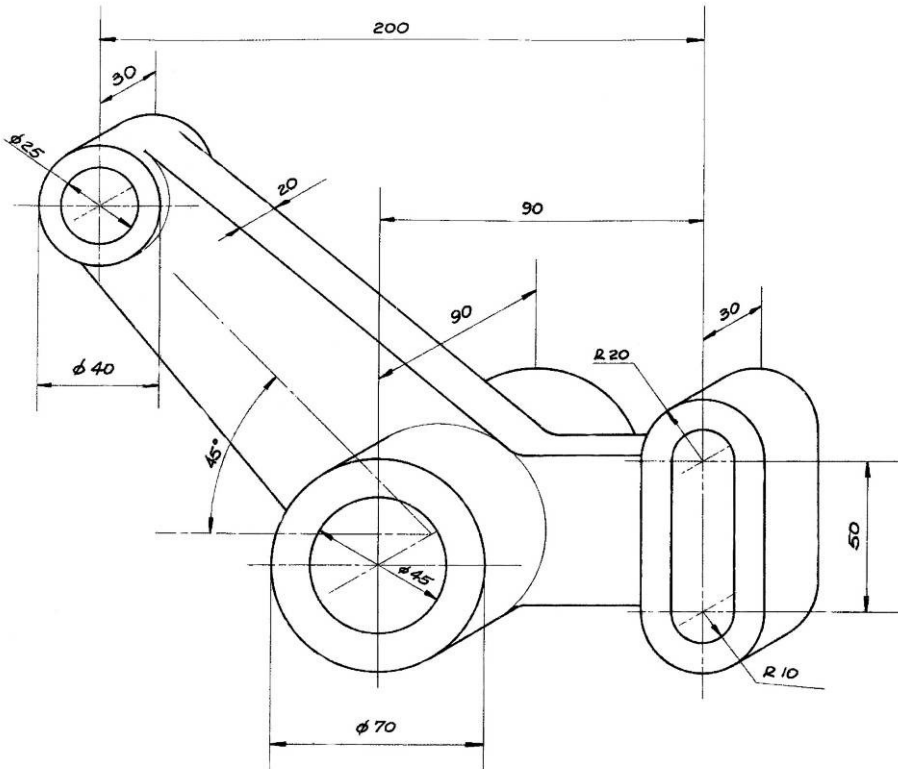
## EXERCÍCIO 2



### Objetivos:

- traçado de esboços usando relações geométricas tangente, simétrico e concêntrico;
- uso da ferramenta de esboço offset para o traçado de oblongos;
- extrusão a partir de esboço composto;
- criação de desenho de detalhamento;
- distribuição de vistas;
- cotação automática;
- edição dos esboços do modelo para alteração de cotas;
- edição dos recursos do modelo para alteração de parâmetros de definição;
- corte total.

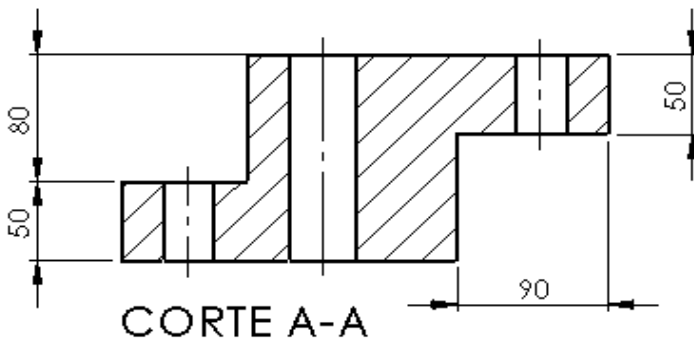
**EXERCÍCIO 3**



**Objetivos:**

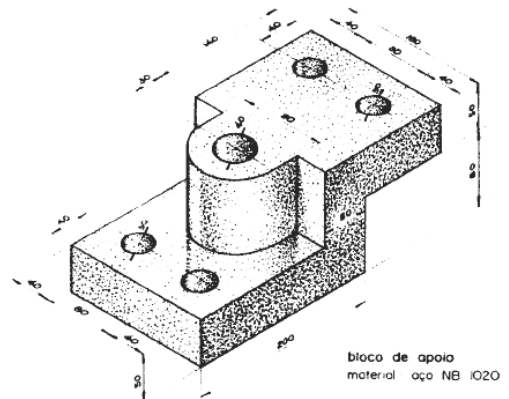
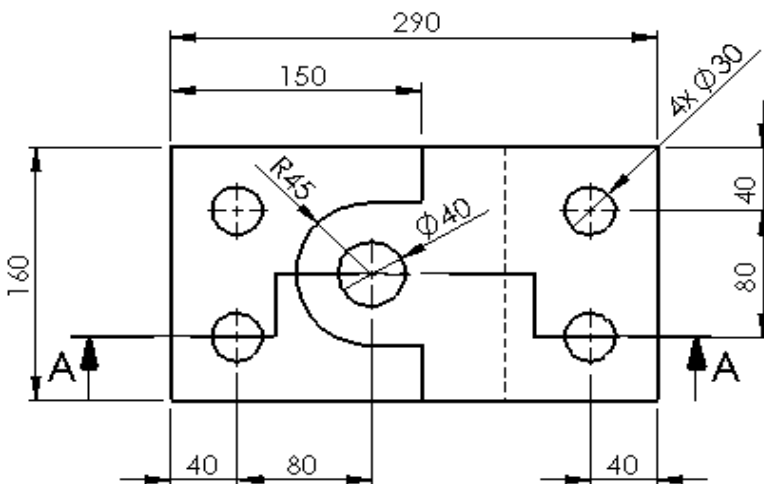
- traçado de esboço composto usando relações geométricas *tangente, simétrico e concêntrico*;
- prática da ferramenta de esboço OFFSET;
- extrusão pelo plano médio
- criação de desenho de detalhamento;
- distribuição de vistas;
- corte em desvio (usando VISTA DE SEÇÃO ALINHADA);
- cotagem automática;

**EXERCÍCIO 4 – modelagem do bloco de apoio**



**Objetivo:**

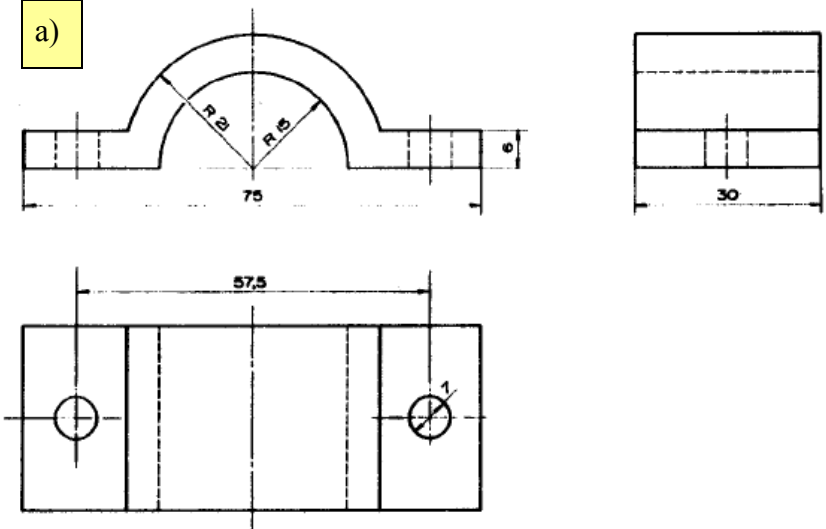
- Construção de esboços
- Prática do recurso EXTRUSÃO
- Prática do recurso ASSISTENTE DE PERFURAÇÃO
- Prática de geração de desenho de detalhamento com corte composto e cotagem



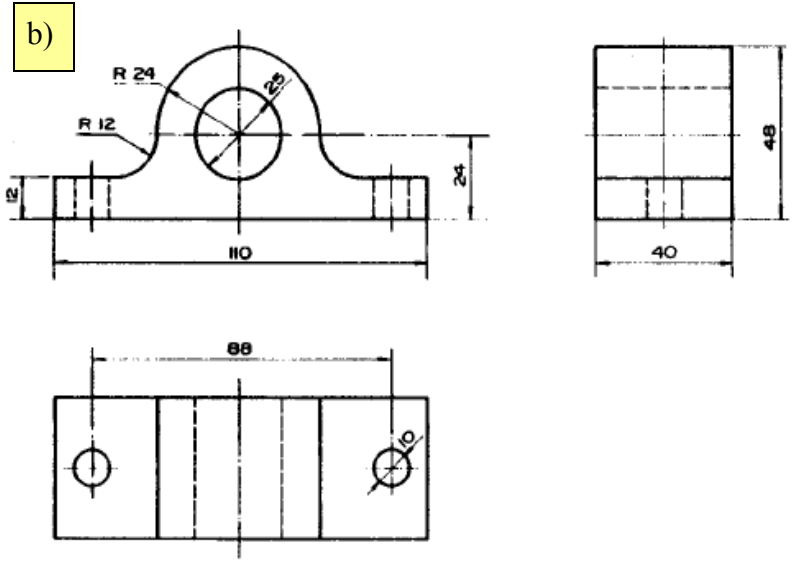
bloco de apoio  
material aço NB 1020

**EXERCÍCIO 5 – modelagem da tampa de um mancal e de dois mancais**

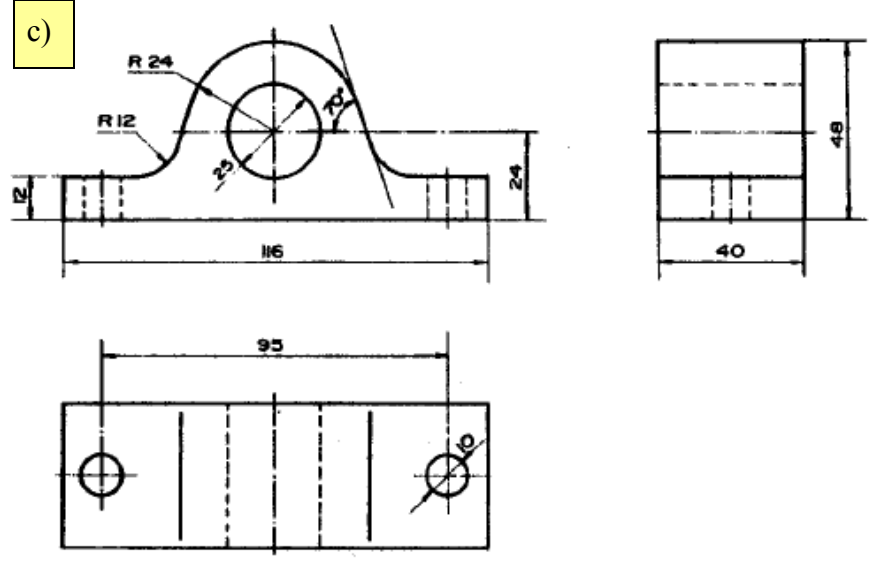
a)



b)



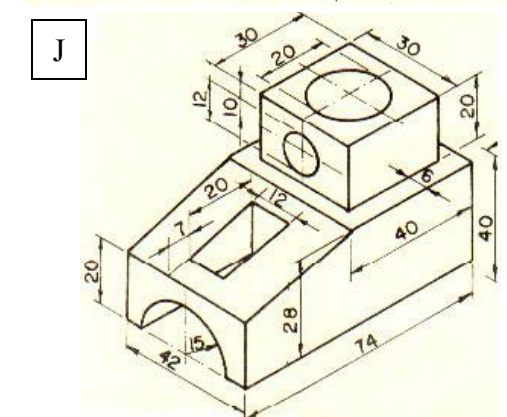
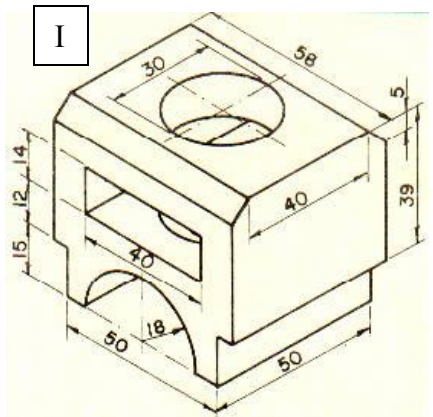
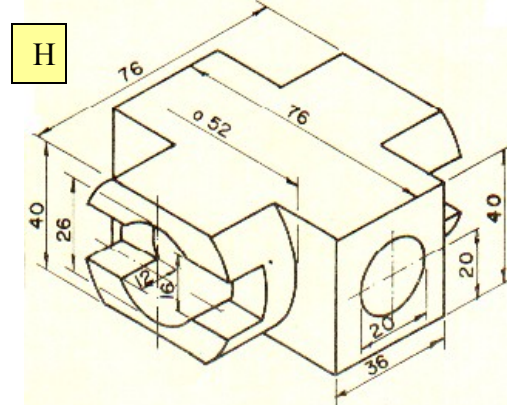
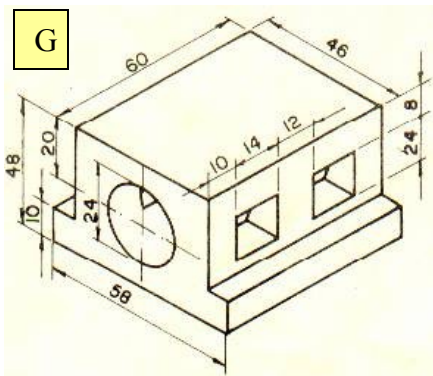
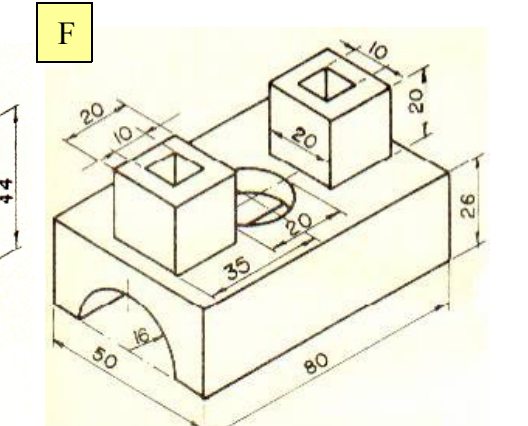
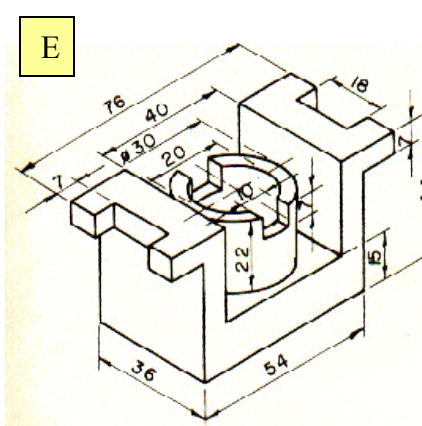
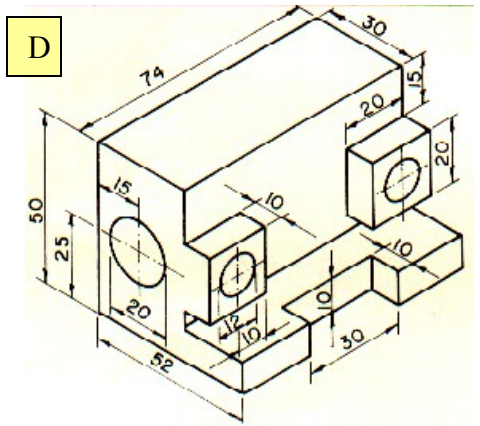
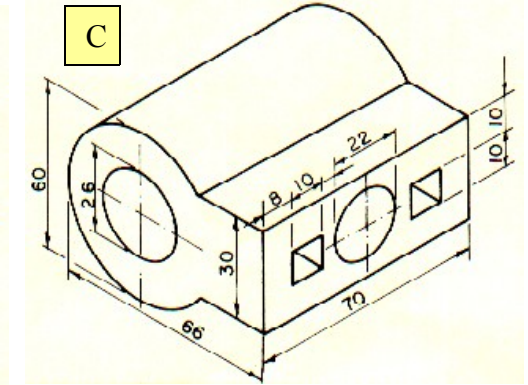
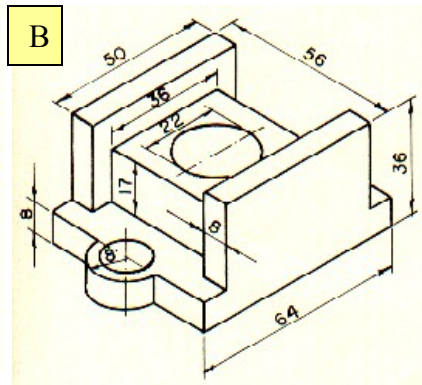
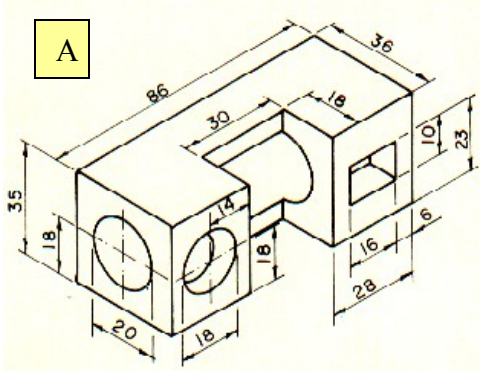
c)



- Objetivo:
- Interpretação de desenho técnico
  - Traçado de esboços
  - Prática do recurso RESSALTO/BASE EXTRUDADO
  - Prática do recurso ASSISTENTE DE PERFURAÇÃO
  - Prática de geração de desenho de detalhamento cotado (reproduza os desenhos mostrados ao lado)

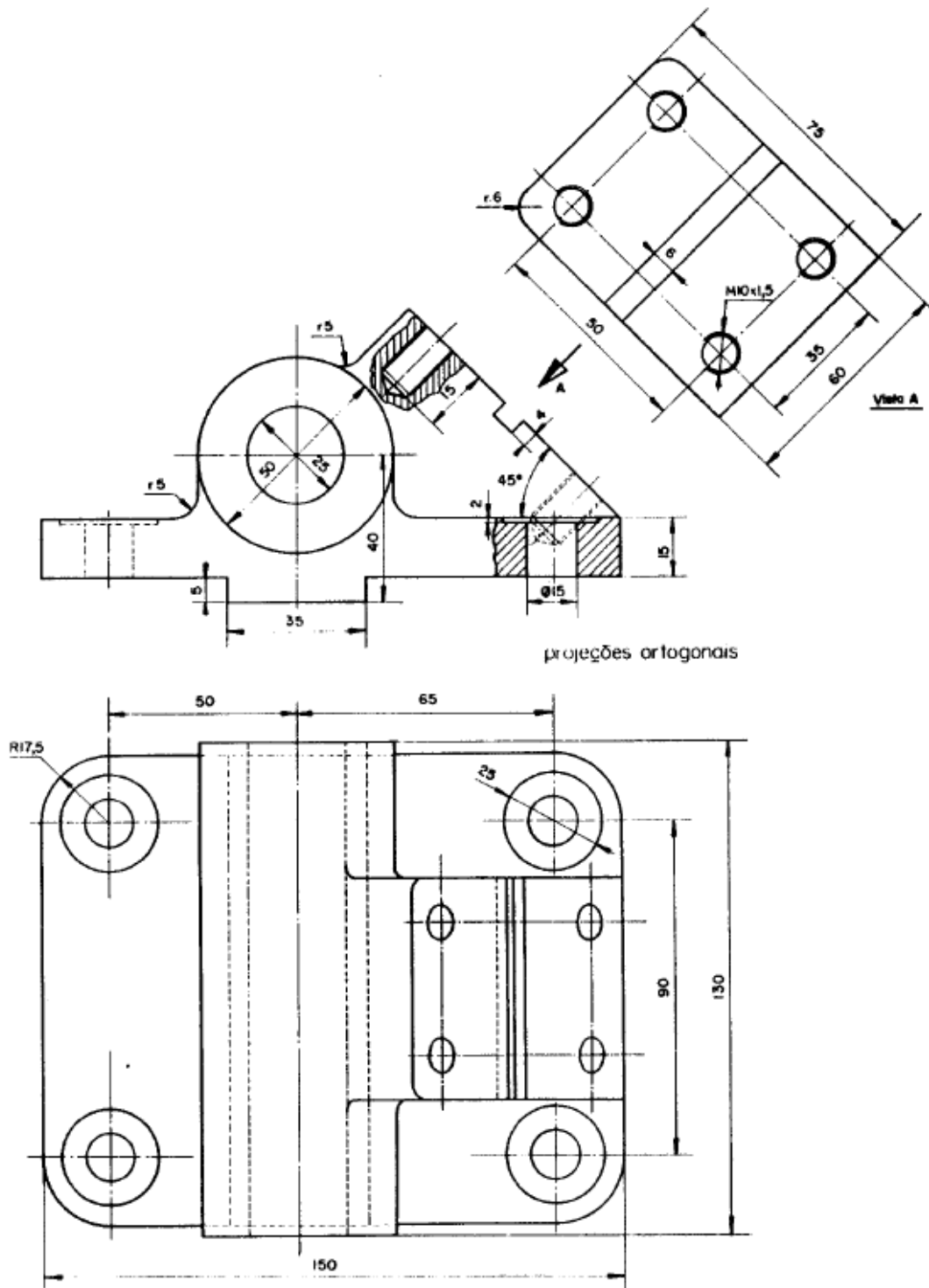
## EXERCÍCIOS EXTRAS PARA PRÁTICA DOS RECURSOS DE EXTRUSÃO

Os exercícios abaixo servem para praticar seleção de planos, traçado de esboços e configuração dos parâmetros de definição de extrusão e corte por extrusão.

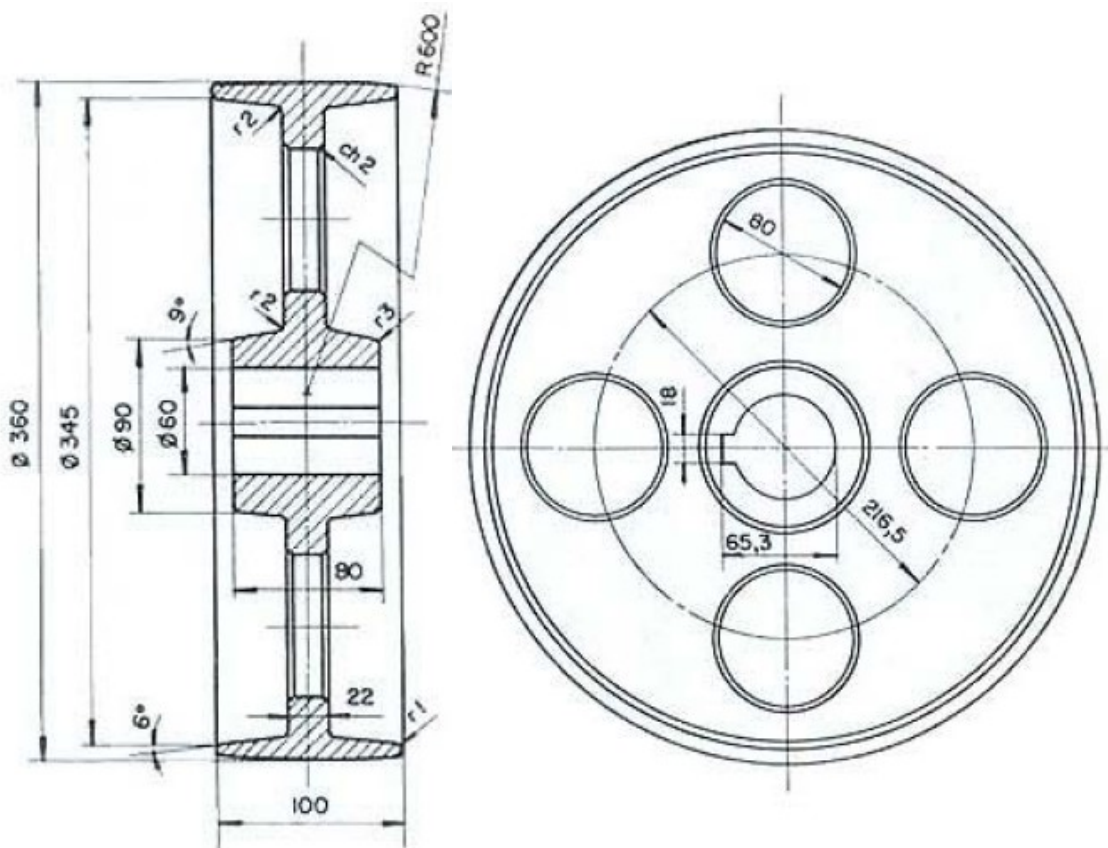


### EXERCÍCIO 6 – uso de plano auxiliar de referência

- Interpretação de desenho técnico;
- Uso de **RESSALTO/BASE EXTRUDADO** para a base e o elemento cilíndrico (esboçar a vista frontal sem o plano inclinado);
- Criação de um plano auxiliar de referência para esboçar o plano inclinado e o rasgo passante
- Uso de **CORTE EXTRUDADO** para modelar o rasgo passante do plano inclinado;
- Uso de **FILETE** para arredondar os cantos da base, modelar os raios de 5 mm entre a base e o cilindro e os raios de 6 mm do plano inclinado;
- Emprego do **ASSISTENTE DE PERFURAÇÃO** para modelar os furos da base e do plano inclinado;
- Prática de geração de desenho de detalhamento, usando cortes parciais, vista auxiliar e cotagem, conforme o desenho abaixo



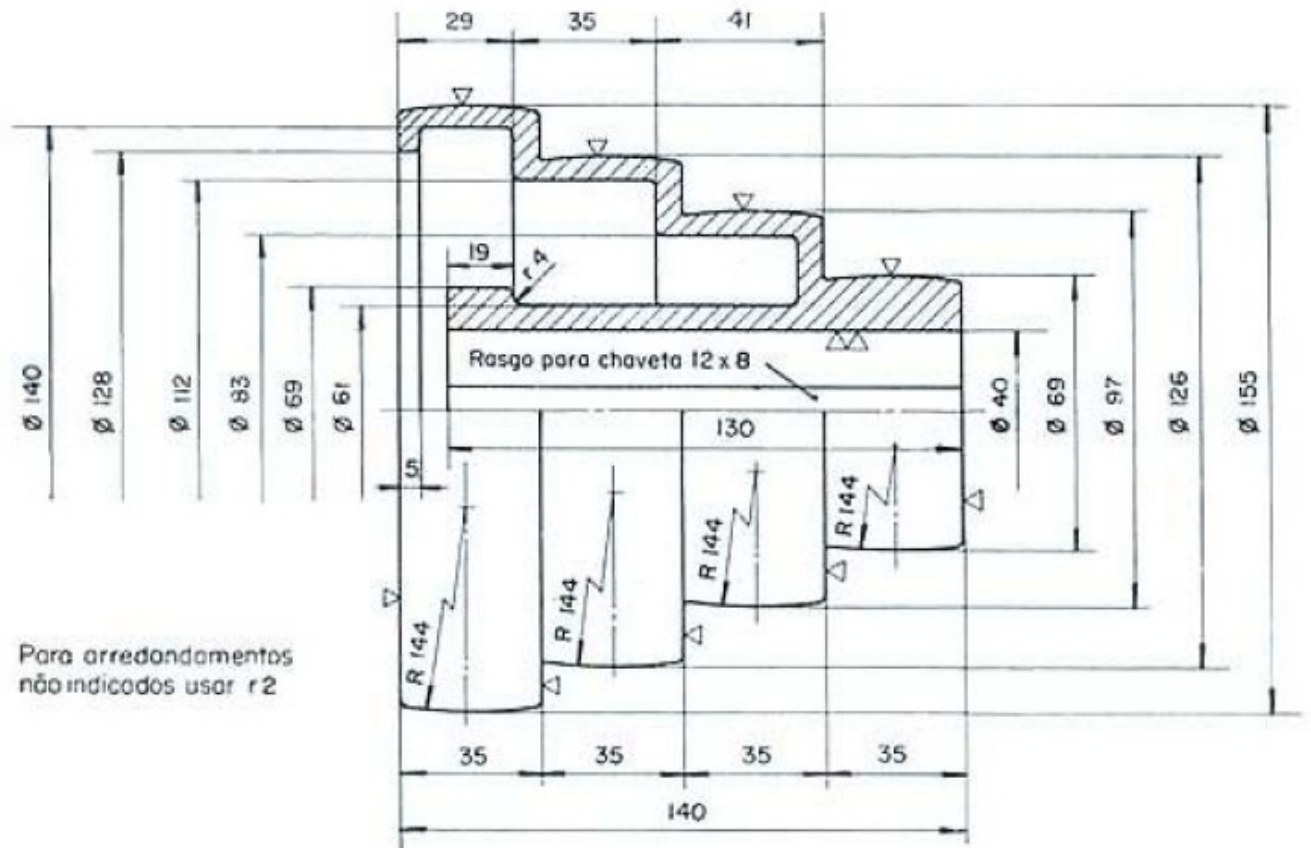
### EXERCÍCIO 7 – modelagem da polia para correia plana



#### **Roteiro:**

1. Esboçar metade da seção transversal da polia (sem os furos, como se ela fosse maciça), usando uma linha de centro horizontal como eixo de simetria; Não incluir os arredondamentos de cantos no esboço
2. Revolver esboço em torno do eixo de simetria;
3. Modelar raios de arredondamentos de 1, 2 e 3 mm com o comando filete;
4. Modelar um furo de redução de massa por extrusão. Note que os centros dos furos estão sobre uma linha de simetria circular (trace um círculo e transforme-o em linha de construção);
5. Modelar o chanfro do furo;
6. Usar padrão circular para repetir o furo e o chanfro;
7. Esboçar o rasgo de chaveta em um plano correspondente à face do “cubo da roda” e cortá-lo por extrusão.

### EXERCÍCIO 8 – modelagem da polia escalonada

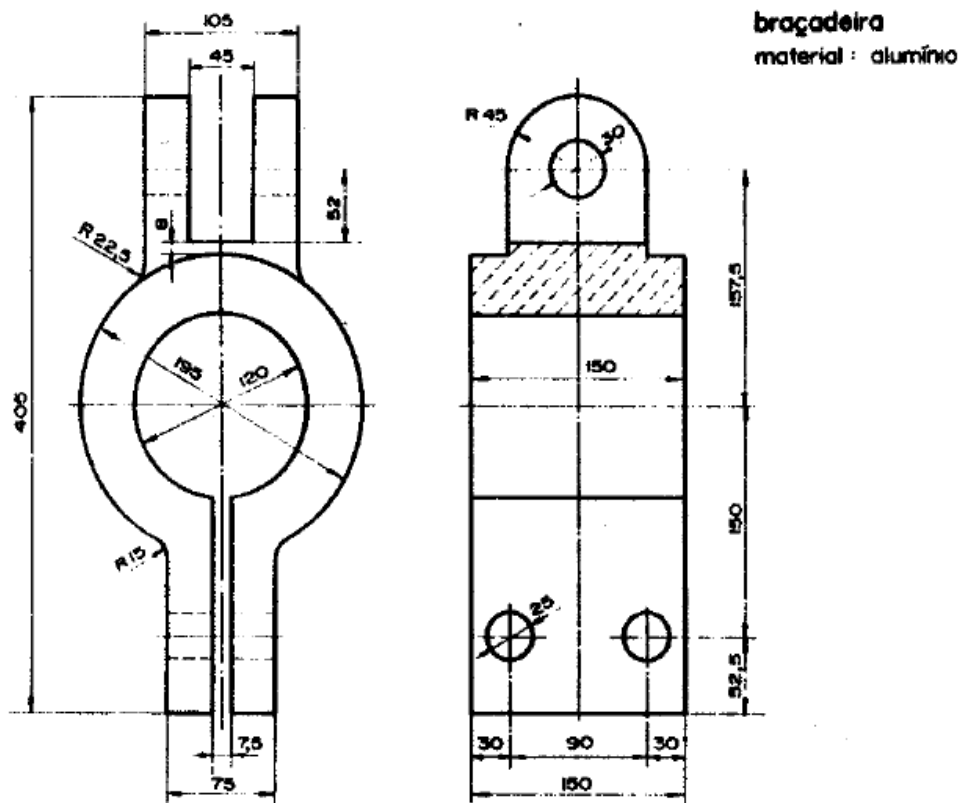


Roteiro:

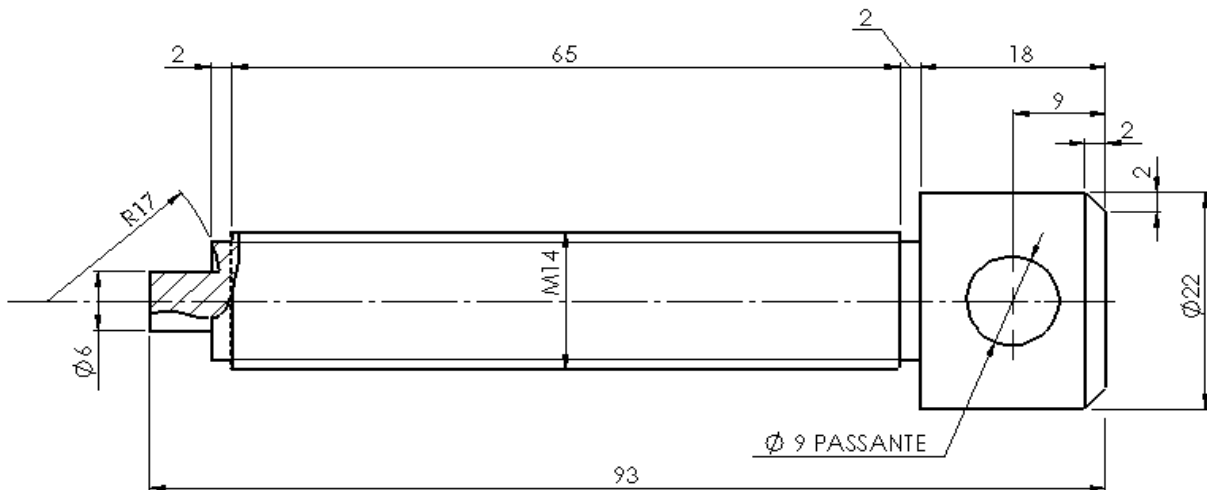
1. **esboçar** o perfil da seção transversal, sem os raios de arredondamento internos de 4 e 2 mm;
2. **revolver** o perfil em torno do eixo de revolução (linha de centro do esboço);
3. modelar raios de 4 e 2 mm com comando **FILETE**;
4. esboçar e modelar o rasgo de chave; as dimensões do rasgo devem ser encontradas na tabela em anexo.



### EXERCÍCIO 10 – modelagem da braçadeira



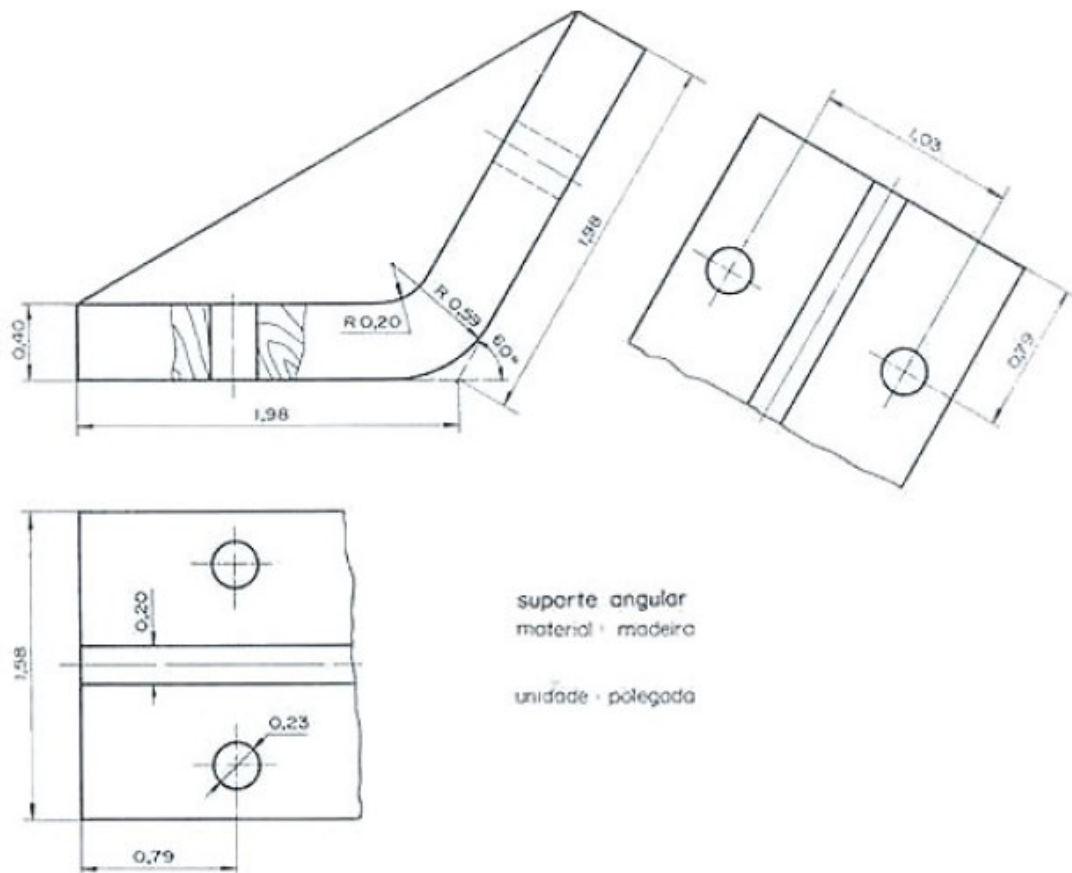
### EXERCÍCIO 11 - modelagem do parafuso



#### Roteiro:

1. **esboçar** a figura geradora do sólido de revolução equivalente ao corpo do parafuso e um eixo de revolução (linha de centro) horizontal (para que a peça seja desenhada na horizontal); a rosca M14 tem diâmetro externo 14 e diâmetro interno 12 mm.
2. usar o comando RESSALTO/BASE REVOLUCIONADO para **revolver** o esboço em torno do eixo de revolução (linha de centro traçada no esboço);
3. modelar o **chanfro** da cabeça do parafuso com o comando CHANFRO;
4. usar o ASSISTENTE DE PERFURAÇÃO para modelar o **furo** da cabeça do parafuso;
5. representar a **rosca** do parafuso: a) *inserir/anotações/representação de rosca* e configurar parâmetros; b) na árvore de features, clicar com o botão direito sobre *anotações*, entrar em *detalhes* e selecionar *representação de rosca sombreada*;
6. gerar o **desenho de detalhamento** em vista única e cotá-lo automaticamente.

## EXERCÍCIO 12 – modelagem do suporte angular de madeira

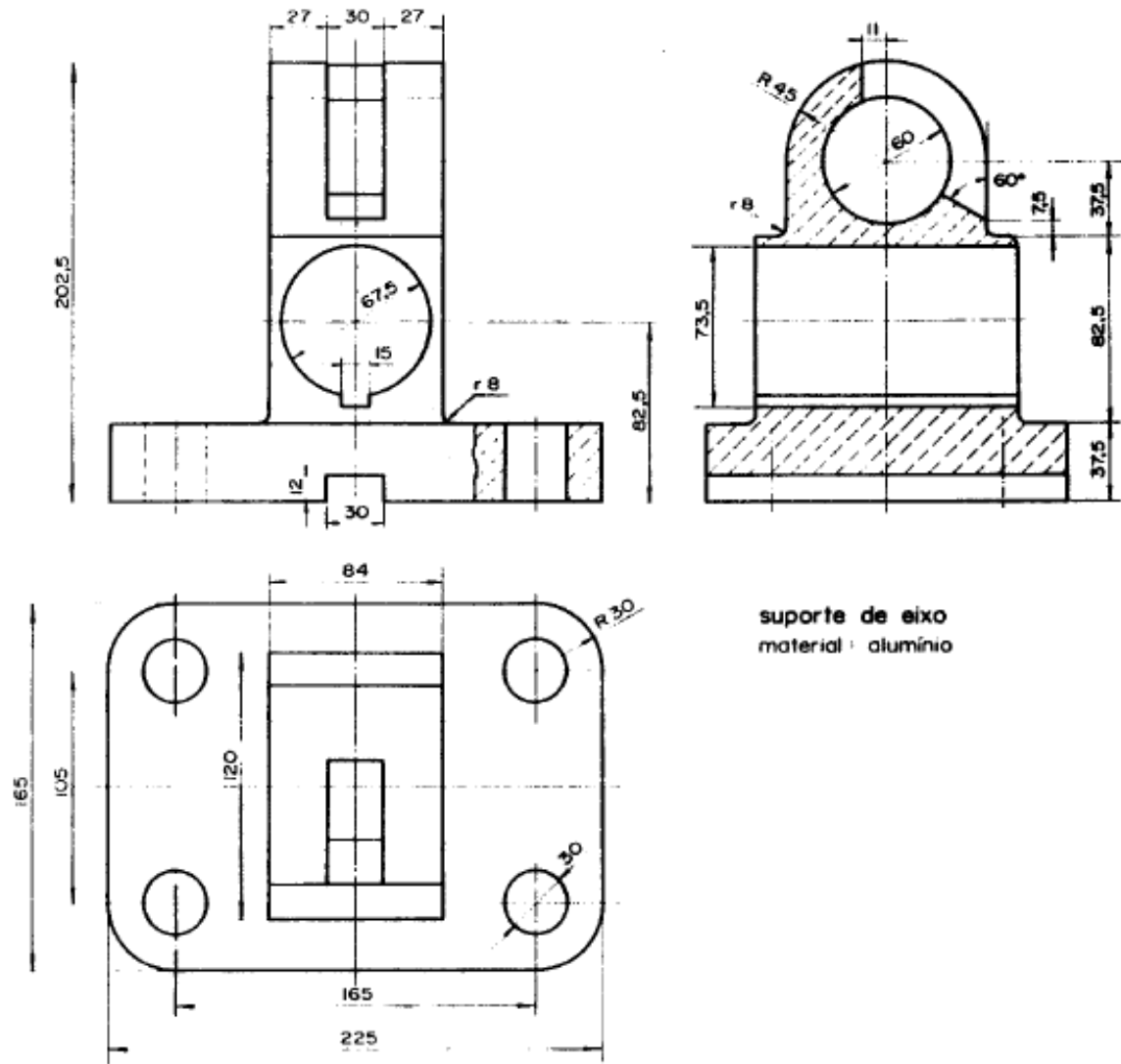


### Roteiro:

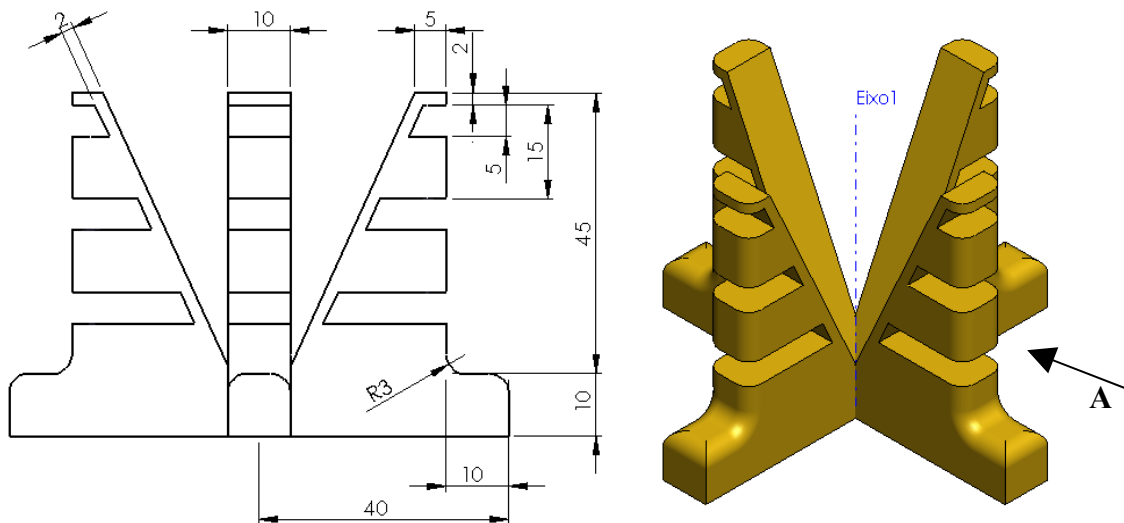
1. em ferramentas/opções/propriedades do documento/unidades, selecionar sistema IPS para poder desenhar em polegadas;
2. esboçar e extrudar a base da peça, sem a nervura (dicas: plano frontal, plano médio);
3. produzir os furos pelo ASSISTENTE DE PERFURAÇÃO; já que há furos em planos diferentes, use uma das opções a seguir: a) use o assistente duas vezes, criando uma *feature* para cada par de furos; b) abra o assistente antes de selecionar uma face, de modo a criar um esboço 3D e, assim, poder inseri-los todos no mesmo esboço;
4. modelar a nervura usando o comando NERVURA, que é um comando de extrusão especificamente pensado para modelar esse tipo de elemento:
  - a. selecionar um plano para abrir um novo esboço e nele desenhar uma única linha
  - b. selecionar o comando NERVURA e configurar:
    - i. espessura;
    - ii. lado da extrusão (à direita da linha do esboço, à esquerda ou a ambos os lados);
    - iii. direção da extrusão (paralela ou perpendicular ao plano do esboço);
    - iv. sentido da extrusão.
5. gerar desenho de detalhamento com vista superior recortada, vista auxiliar recortada, cotas e corte parcial, além das linhas de centro e simetria.



**EXERCÍCIO 13 – modelagem do suporte de eixo**



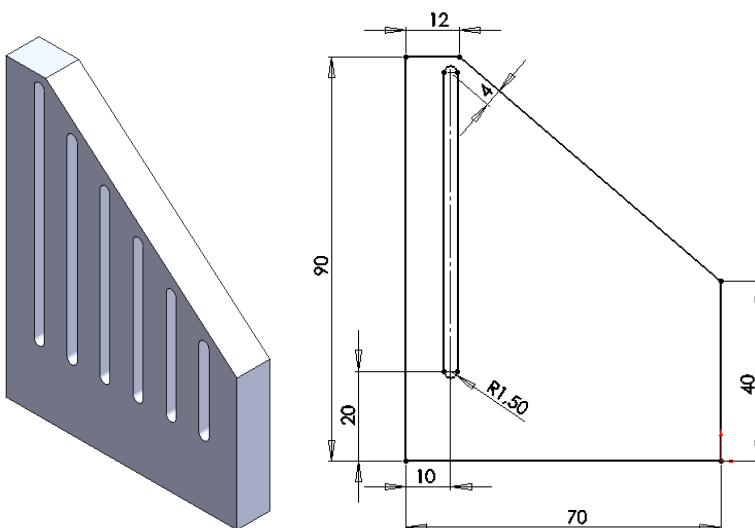
### EXERCÍCIO 14– modelagem da “strambótika”



#### Roteiro:

- Observar bem a peça e notar que ela é composta de 4 partes iguais e igualmente espaçadas angularmente em torno de um eixo vertical que passa pela interseção virtual do prolongamento dos planos inclinados.
- Modele o sketch cuidando para que a origem fique em um local conveniente para o posterior uso do padrão circular; note que deve ser criado o “eixo 1” indicado na figura; crie o eixo acessando Geometria de Referência, Eixo, Dois Planos (escolha o direito e o frontal, para que o eixo seja a interseção deles)
- Extrude o sketch e faça os filetes (todos iguais)
- Os entalhes devem ser cortados por extrusão, seguindo as dicas abaixo:
  - selecione a face indicada com a letra A na figura;
  - crie um retângulo com as dimensões indicadas no desenho para cortar o entalhe mais próximo do topo da peça
  - corte-o por extrusão, usando a opção “offset de superfície” ao invés de “cego” ou “passante”
  - feito o corte, use padrão linear para criar o de baixo e o do meio.
- Encerre o modelamento criando o “eixo 1” e aplicando padrão circular.
- Edite o padrão linear do entalhe e marque a opção “Padrão de Geometria” para ver o que acontece.

### EXERCÍCIO 15 – grade inclinada

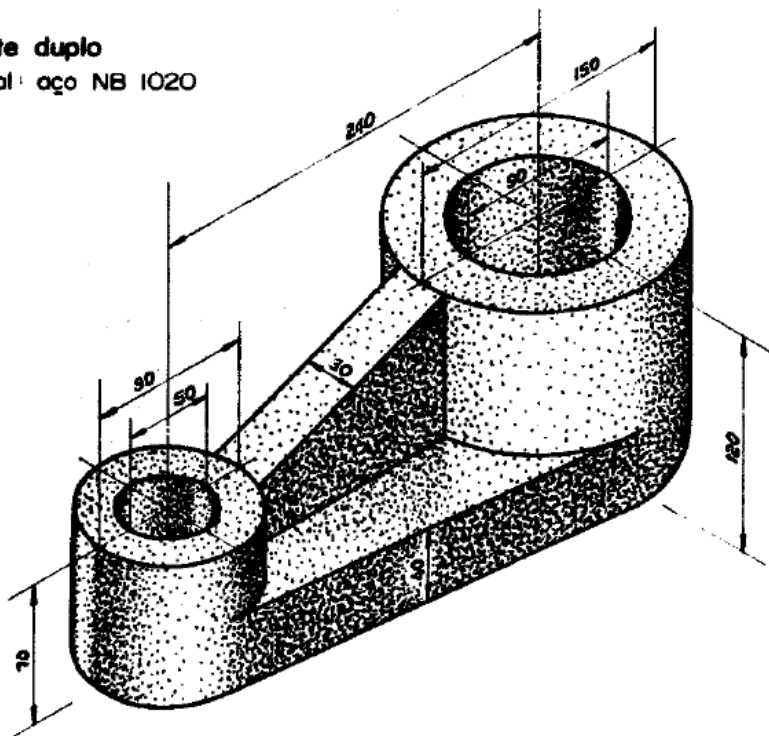


#### Roteiro:

- Construir um único sketch, conforme mostrado à esquerda exatamente como indicado;
- Extrudar todo o **contorno externo**, cego 10 mm (sem o rasgo);
- Cortar o rasgo por extrusão
- Usar padrão linear para replicar o rasgo:
  - 6 instâncias
  - clique na cota de 10 mm para indicar a direção 1
  - marcar opção “variar”

### EXERCÍCIO 17 – suporte duplo (prática de modelagem e detalhamento)

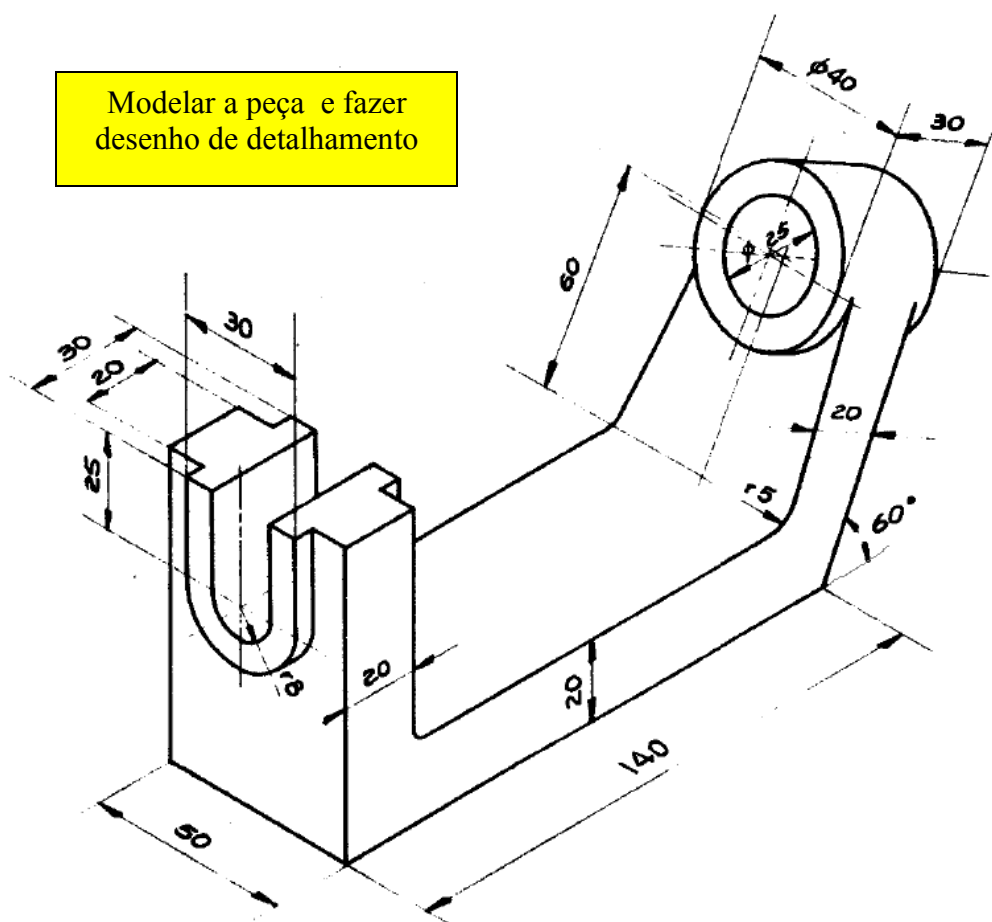
suporte duplo  
material: aço NB 1020

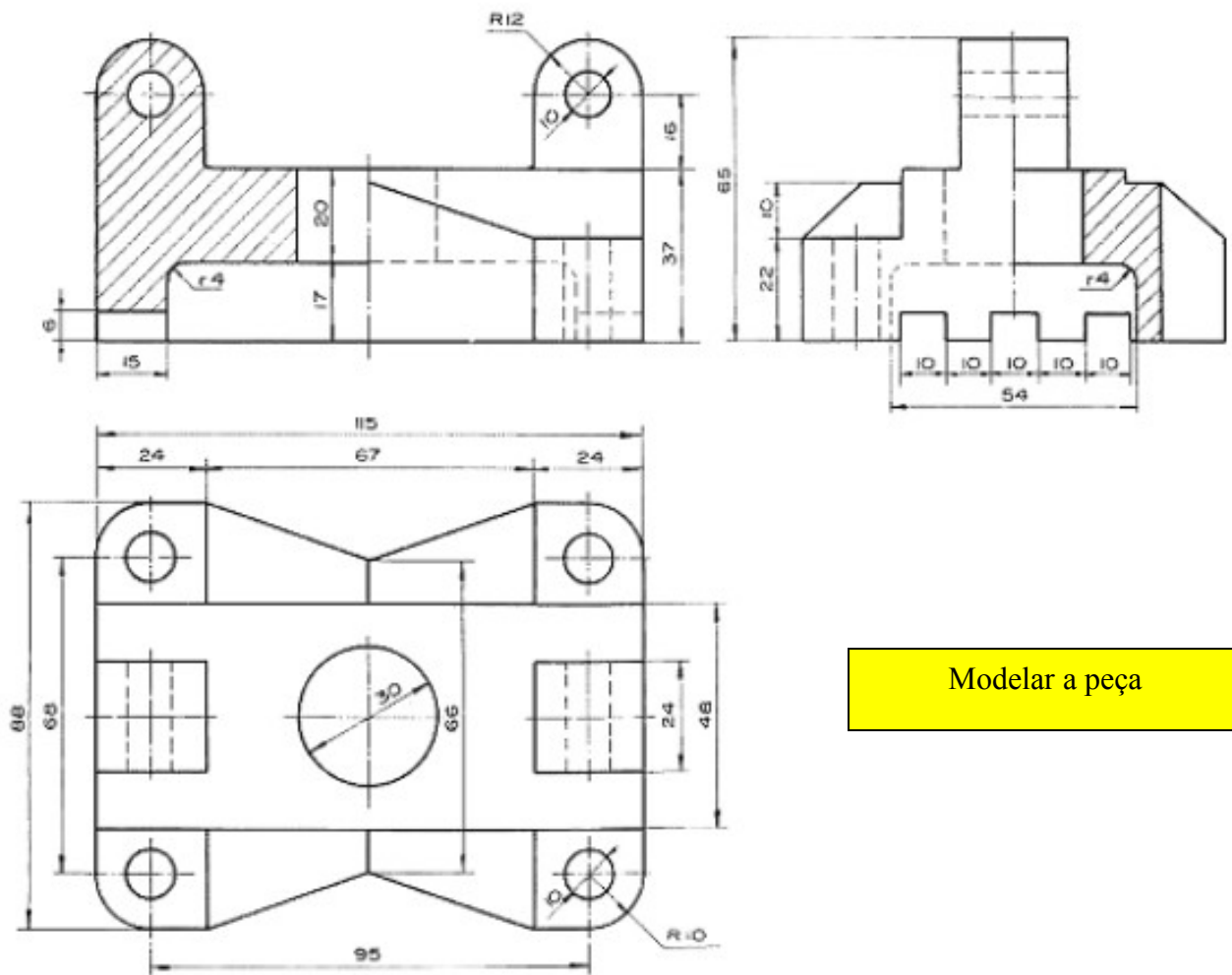


Modelar a peça e fazer  
desenho de detalhamento

### EXERCÍCIO 18 – desafio número 1

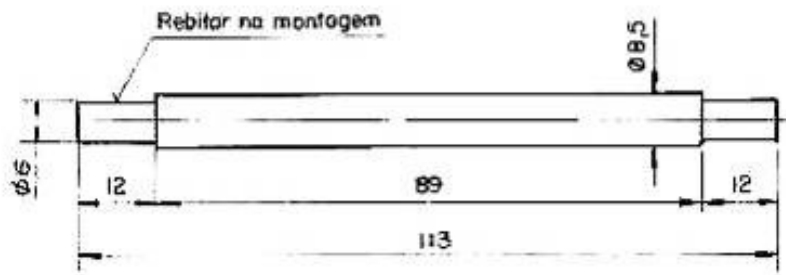
Modelar a peça e fazer  
desenho de detalhamento



**EXERCÍCIO 19 – desafio número 2**

Modelar a peça

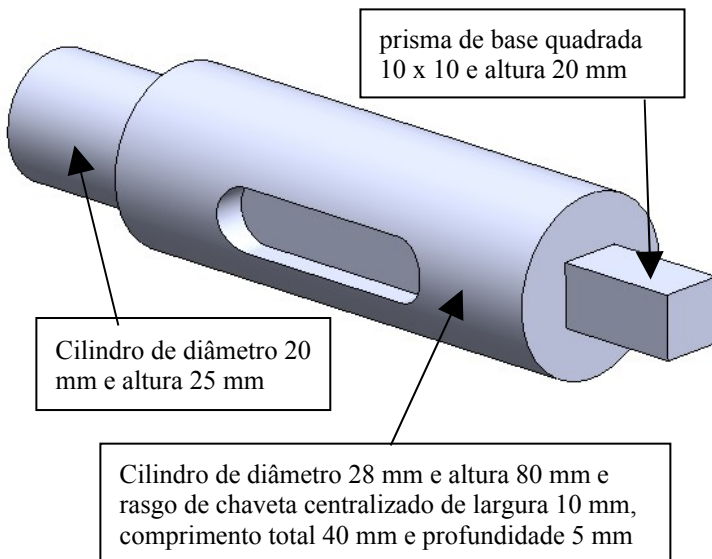
### EXERCÍCIO 20 – eixo com rasgo de chaveta e espiga prismática



#### **Roteiro:**

1. traçar o esboço do eixo sobre o plano frontal, cotando os diâmetros (não os raios) referenciados pela linha de centro correspondente ao eixo de revolução;
2. usar o comando RESSALTO/BASE REVOLUCIONADO;
3. gerar o desenho de detalhamento cotado, em escala 5:1 e cabendo em uma folha A4 com orientação paisagem; será preciso usar uma QUEBRA VERTICAL para isso.

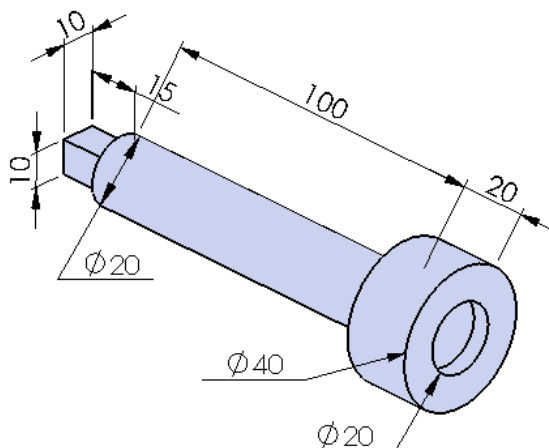
### EXERCÍCIO 21 – eixo com rasgo de chaveta e espiga prismática



#### **Roteiro:**

1. modelar os cilindros por revolução e o prisma por extrusão, mas a partir de um único esboço;
2. esboçar o rasgo de chaveta em um plano que passe pelo centro da peça;
3. cortar o rasgo de chaveta por extrusão, configurando adequadamente os parâmetros que definem o início (*De*) e o fim da extrusão (*direção 1*);
4. gerar o desenho de detalhamento com o menor número de vistas possível, cotagem e simbologia completa.

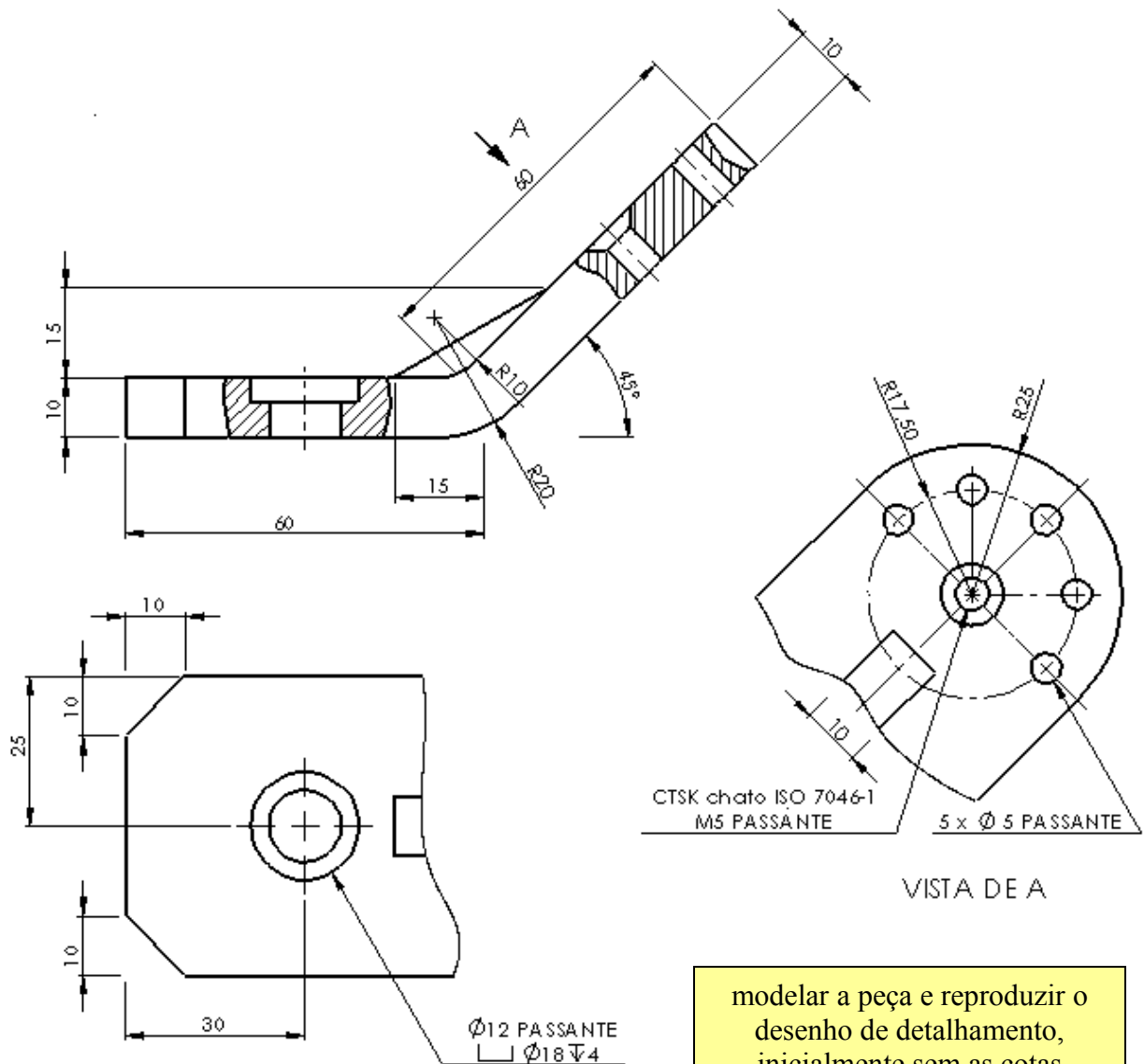
### EXERCÍCIO 22 – eixo com rasgo de chaveta e espiga prismática



#### **Roteiro:**

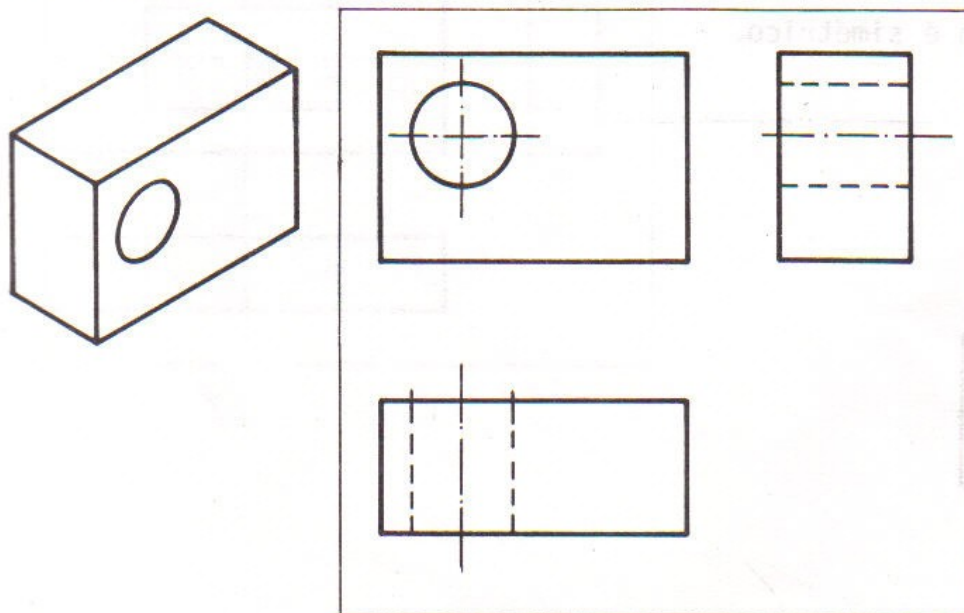
1. assim como no exercício anterior, combinar recursos de extrusão e revolução a partir de um único esboço;
2. gerar o desenho de detalhamento em vista única, usando cotas e simbologia adequada.

**EXERCÍCIO 23 – suporte inclinado com nervura e furos de diferentes tipos**

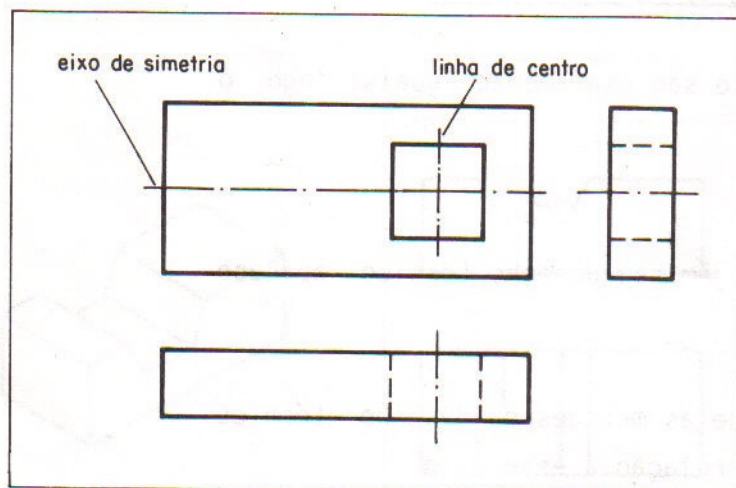
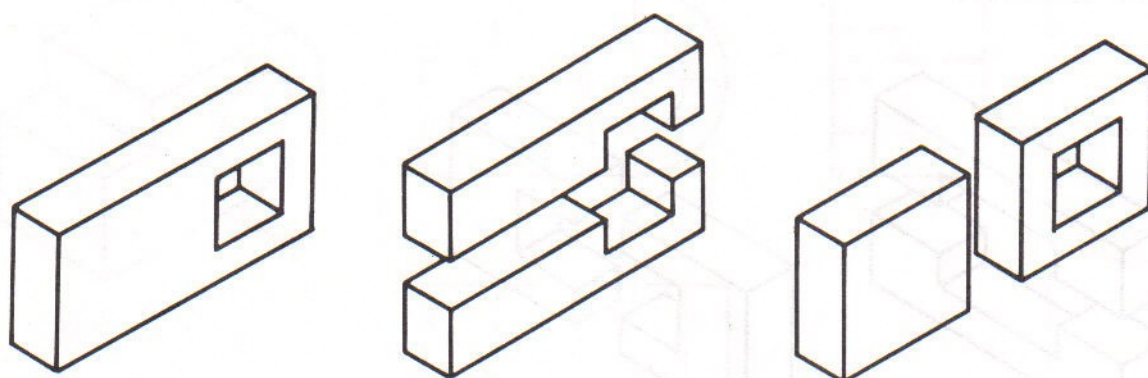


# LINHAS

## Linha de centro



## Eixo de simetria

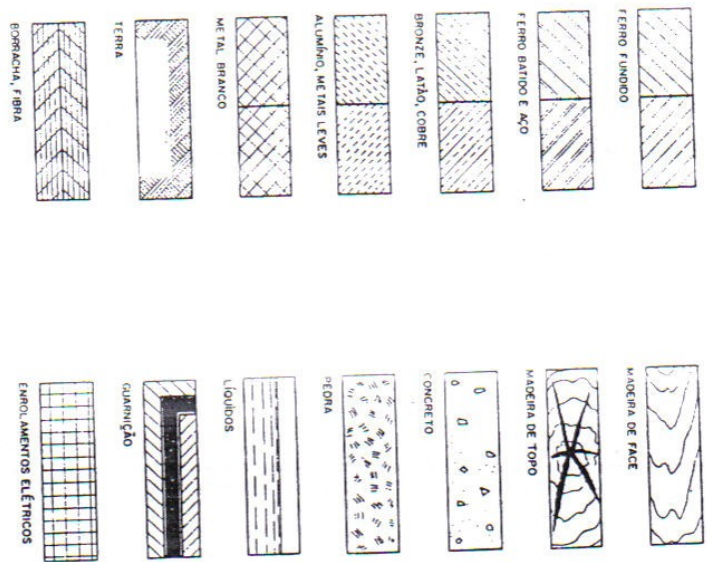


**CORTE**

1.1.1.1.1  
A. Coimbra, S. J. Soares, 196, S. Paulo

**HACHURAS**

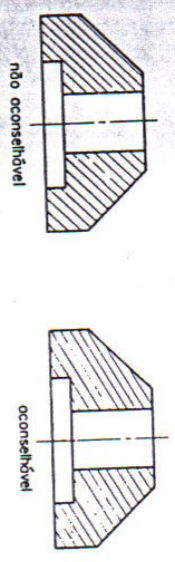
22 - Os cores dos peças são destacados por meio de hachurado que varia de acordo com os diversos materiais.



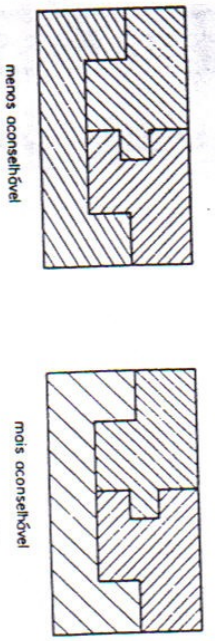
23 - As hachuras são habitualmente a 45° com o eixo do peça e devem ser feitas com linhas finas e paralelas.



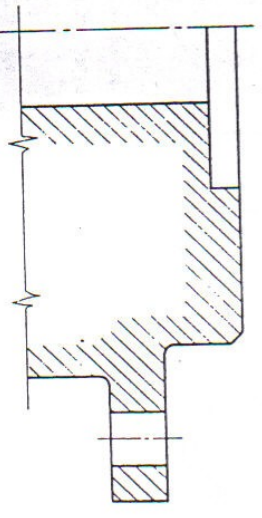
24 - As hachuras podem tomar outra direção quando houver necessidade de evitar seu paralelismo com o contorno da secção.



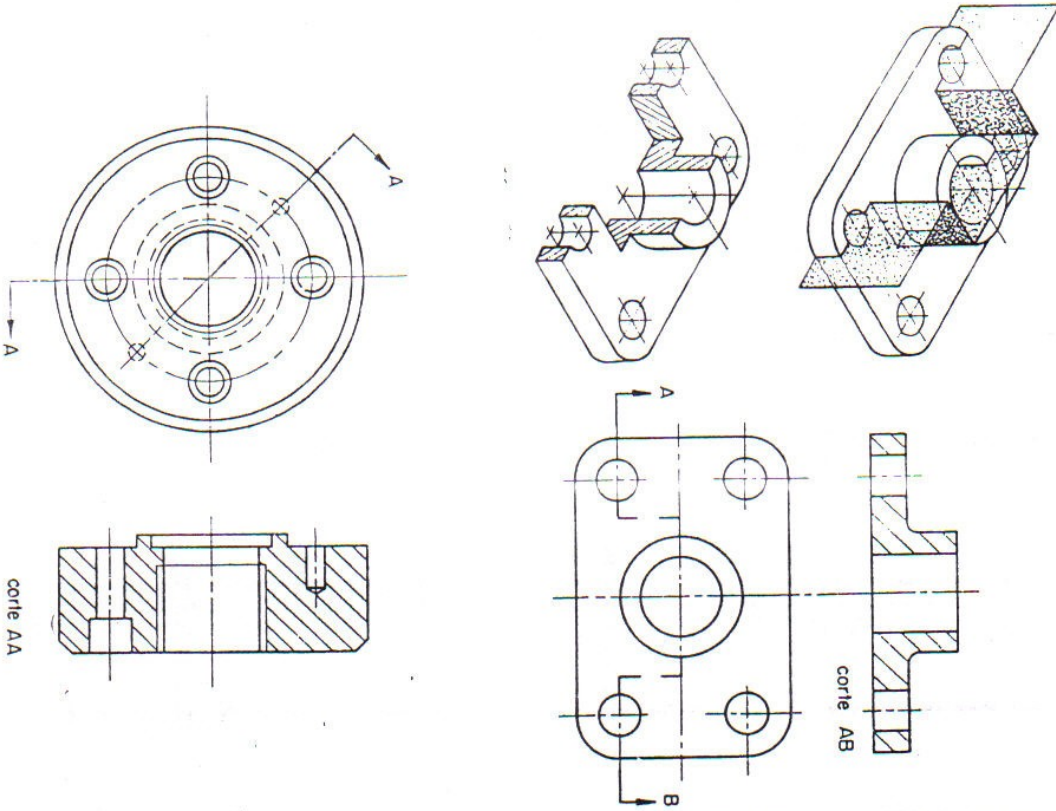
25 - As peças adjacentes devem figurar com hachuras diferindo pela direção ou pelo espaçamento.



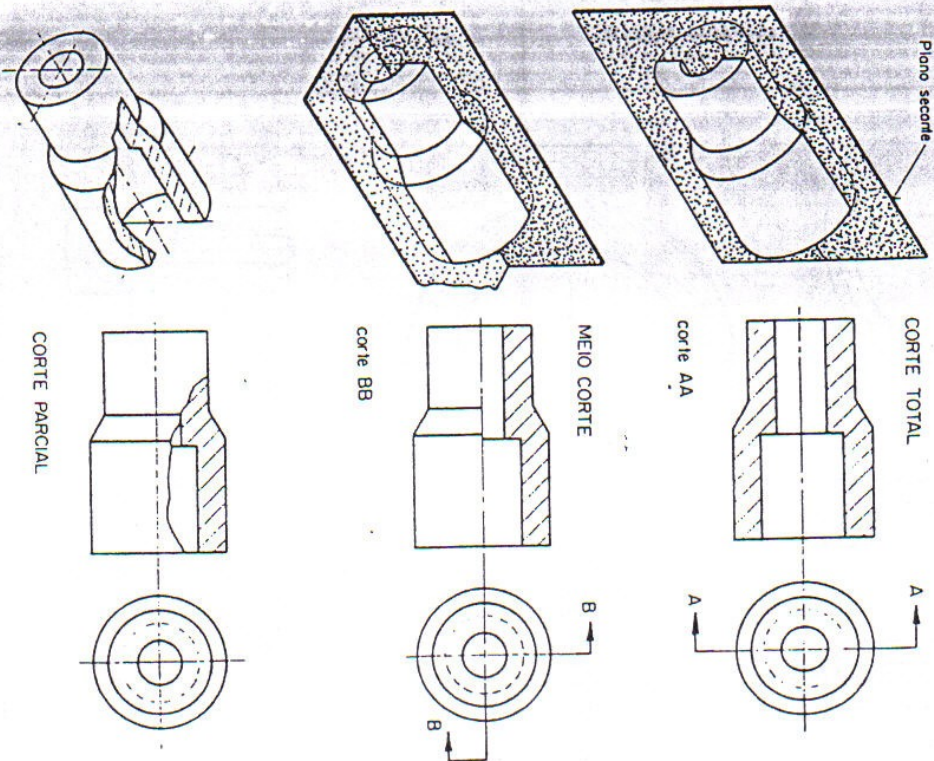
26 - Sendo a área a hachurar muito grande, pode-se limitar o hachurado à vizinhança do contorno, deixando a parte central em branco.



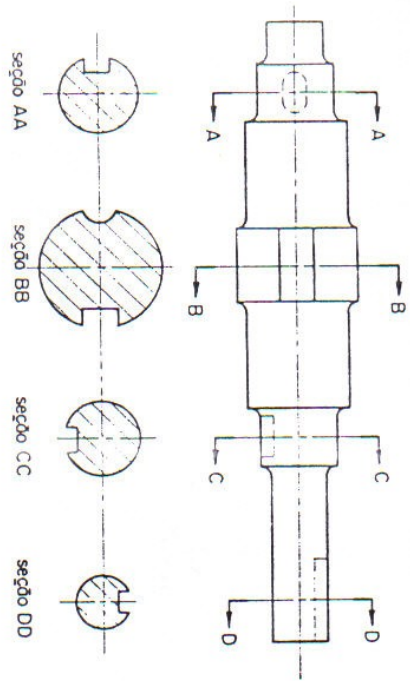
33 - Conforme a conveniência, um corte pode ser efetuado por uma associação de vários planos, constituindo um corte composto.



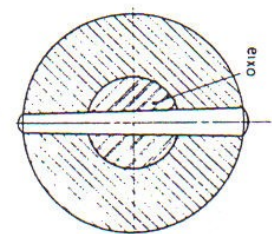
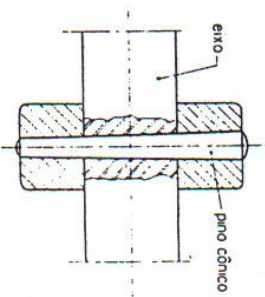
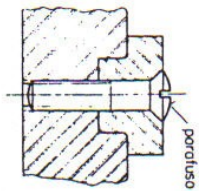
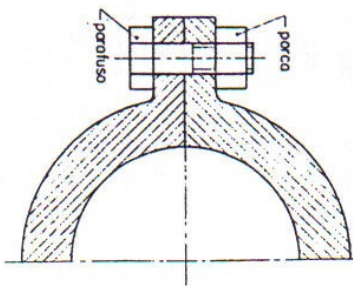
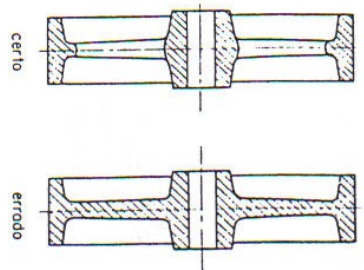
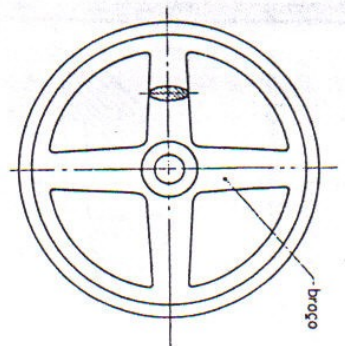
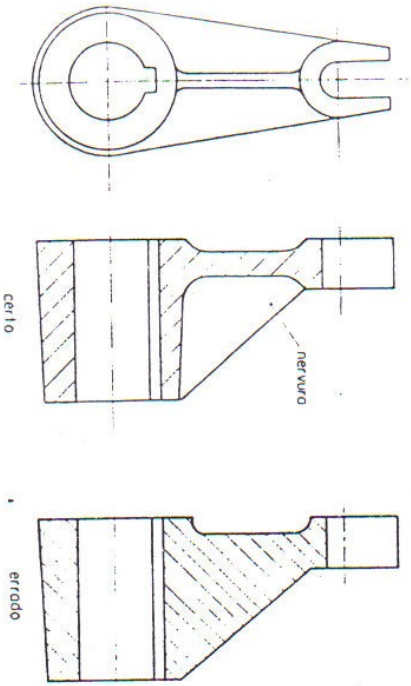
2 - Conforme a extensão em que se supõe cortado o peça, tem-se:  
 corte total      meio corte      corte parcial



35 – Várias seções sucessivas podem ser indicadas no desenho.



36 – Nervuras, brocos das rodas, eixos, chavetas, parafusos, porcas, cavilhas, rebites e estêrros não são hachurados, quando atingidos longitudinalmente pelo corte.



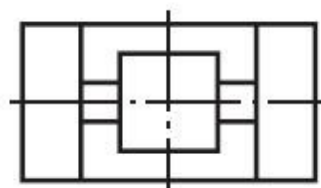
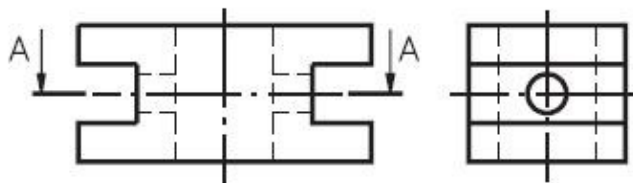
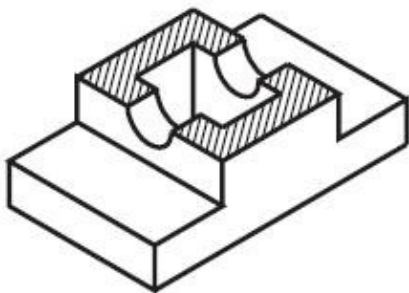
O eixo foi cortado somente para por em evidência a posição do pino.

Neste caso o eixo foi cortado completamente, pois, o foi em sentido transversal

## EXERCÍCIOS

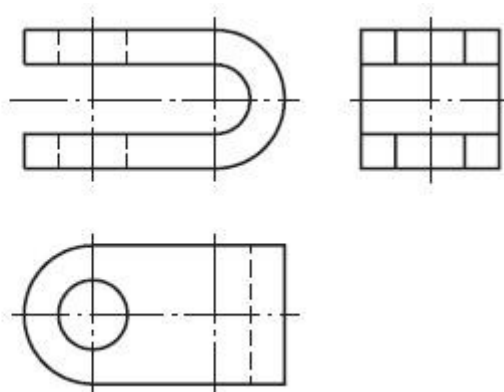
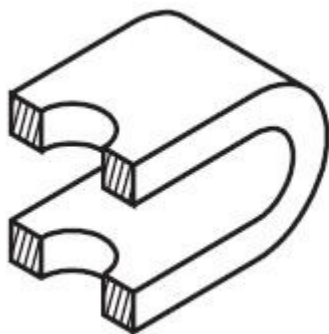
Corte total – exercícios de fixação do conhecimento

Observe o modelo representado à esquerda, com corte, e faça hachuras nas partes maciças, na vista representada em corte.



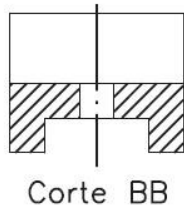
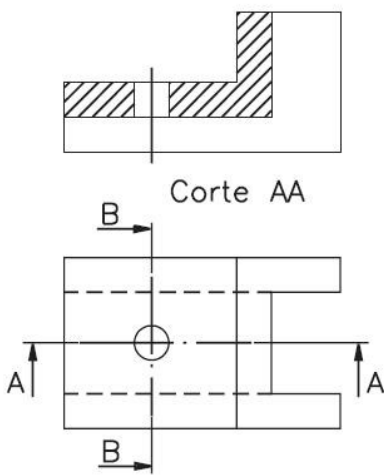
Corte AA

Observe o modelo seccionado, representado em perspectiva, e faça o que é pedido: a) indique, na vista superior, o plano de corte; b) faça o hachurado das partes maciças, na vista em que o corte deve ser representado; c) escreva o nome do corte AA.

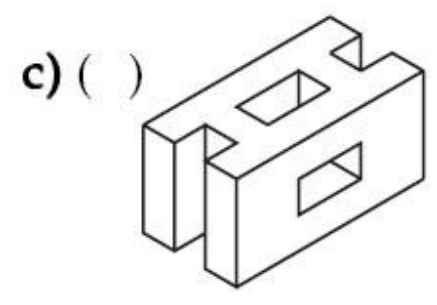
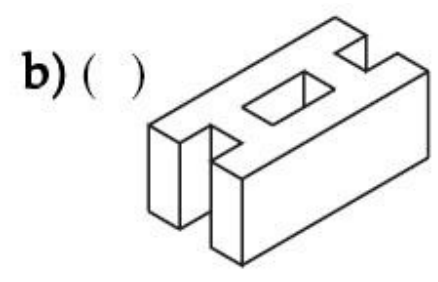
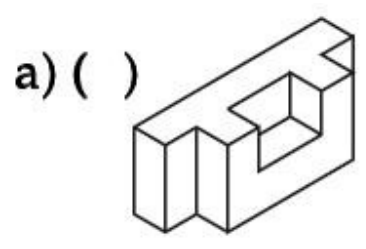
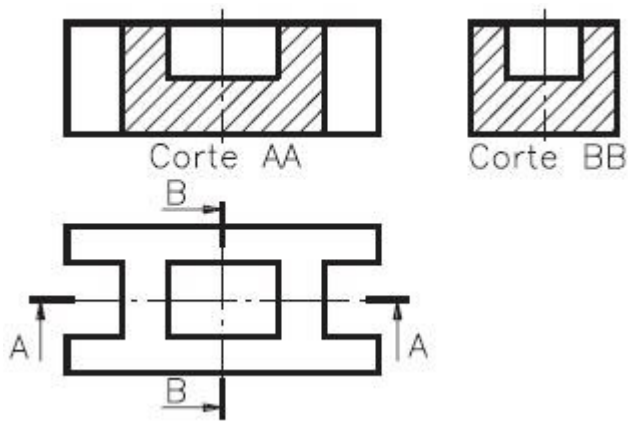


Mais de um corte nas vistas ortográficas – exercícios de fixação do conhecimento

Analise as vistas ortográficas abaixo e represente, à direita, a perspectiva isométrica correspondente, sem corte.

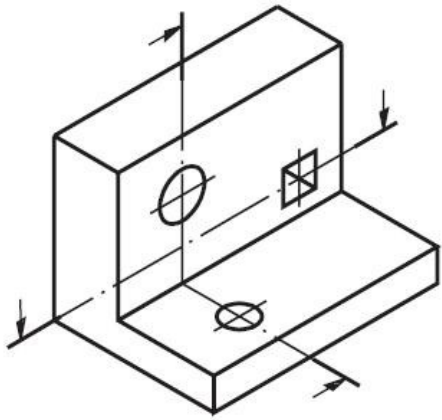


Assinale com um X a alternativa que corresponde à perspectiva isométrica sem corte do modelo abaixo:

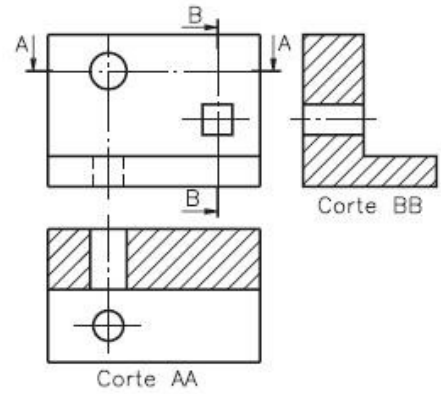


Mais de um corte nas vistas ortográficas – exercícios de fixação do conhecimento

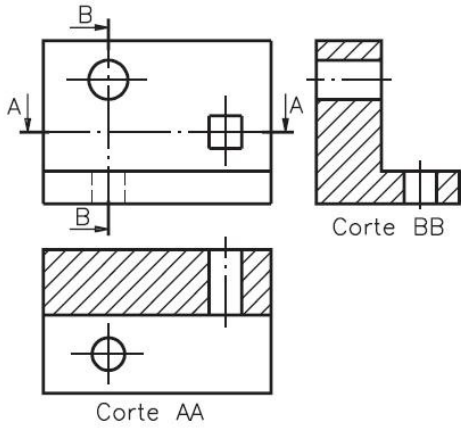
Assinale com um X as vistas ortográficas, em corte, que correspondem ao modelo em perspectiva com indicação de dois planos de corte.



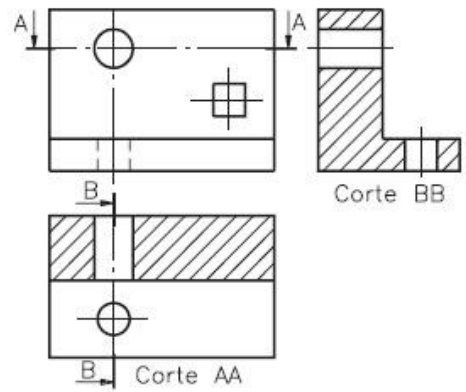
b) ( )



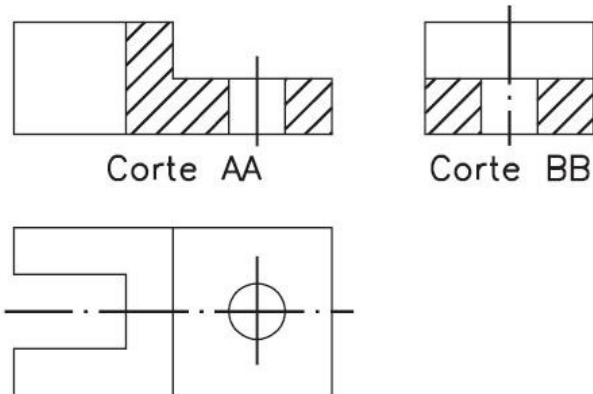
a) ( )



c) ( )

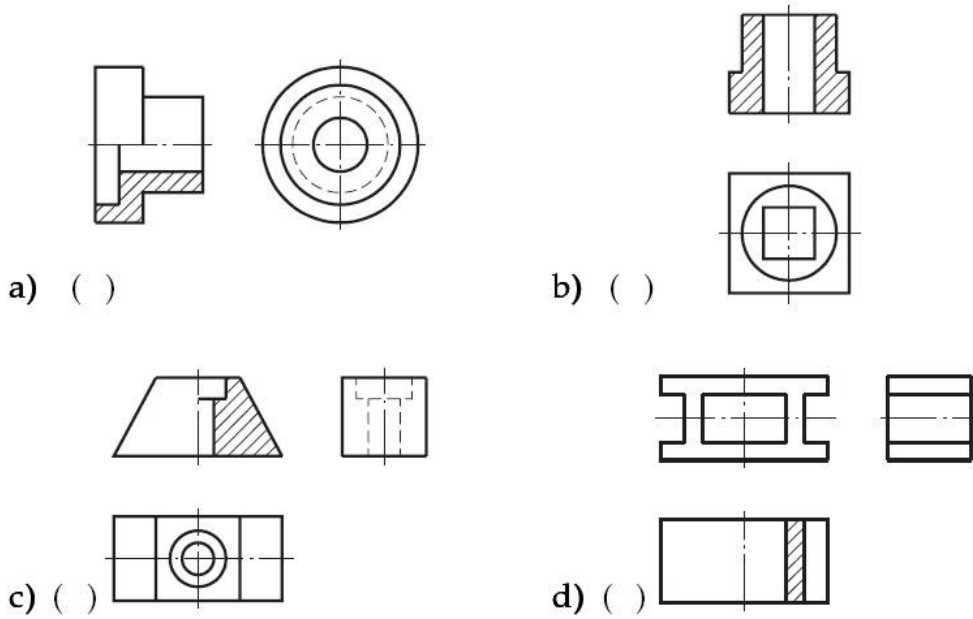


Represente, na vista superior, as indicações dos planos de corte.

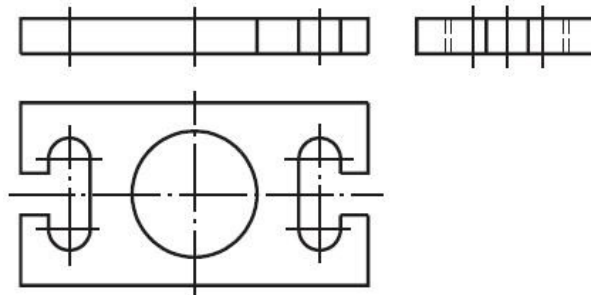


Meio corte e corte parcial – exercícios de fixação do conhecimento

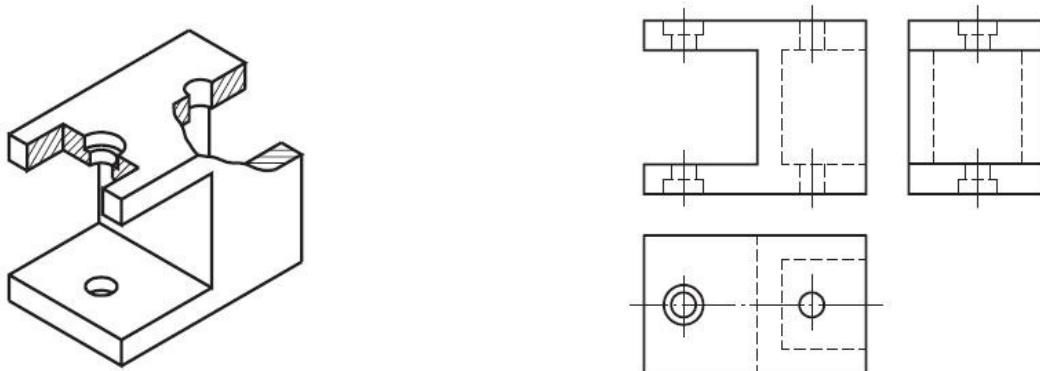
Assinale com um X os desenhos técnicos com representação de meio-corte



Complete o desenho da vista frontal representando o meio-corte

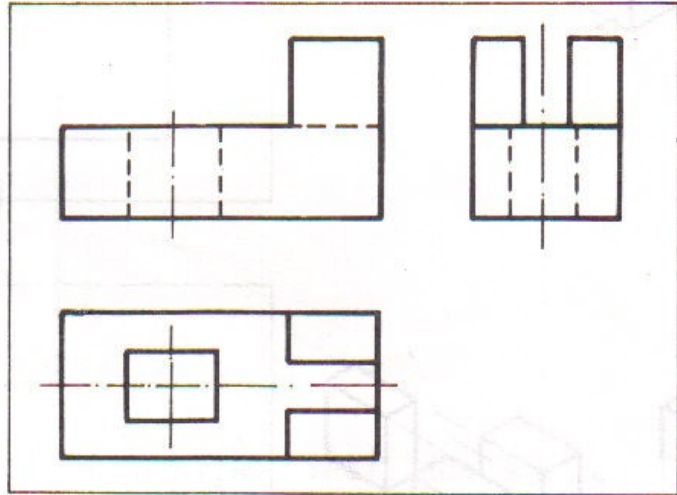
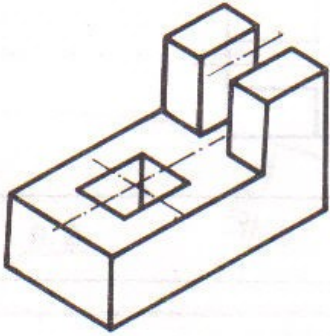


Analise o desenho em perspectiva e represente, nas vistas ortográficas, os cortes parciais correspondentes.

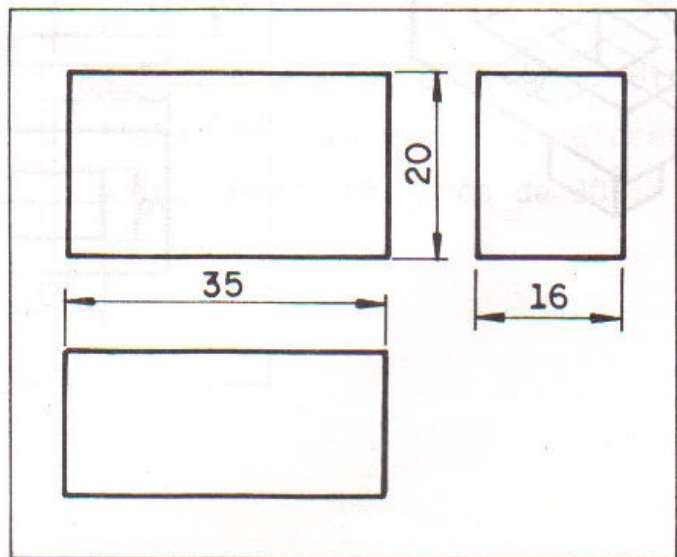
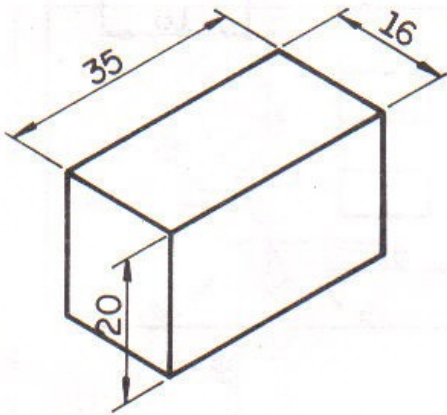


# COTAGEM

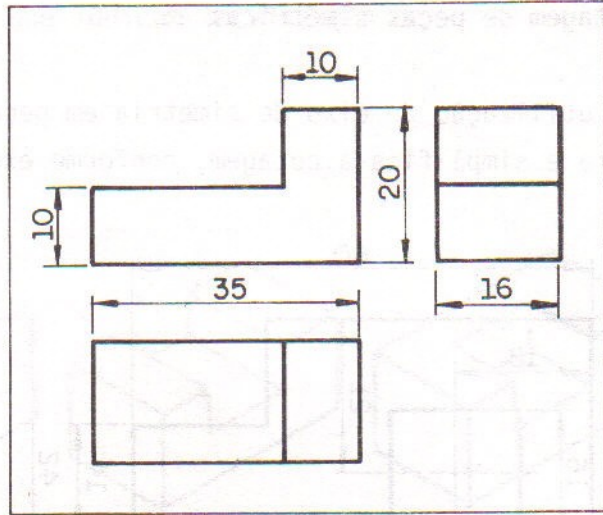
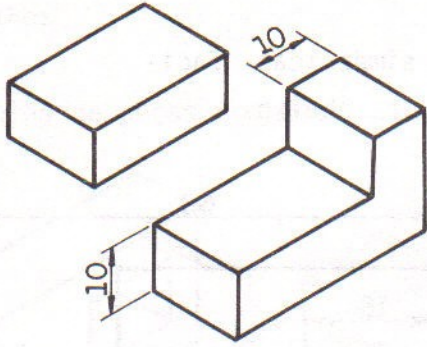
## Sequência de cotação



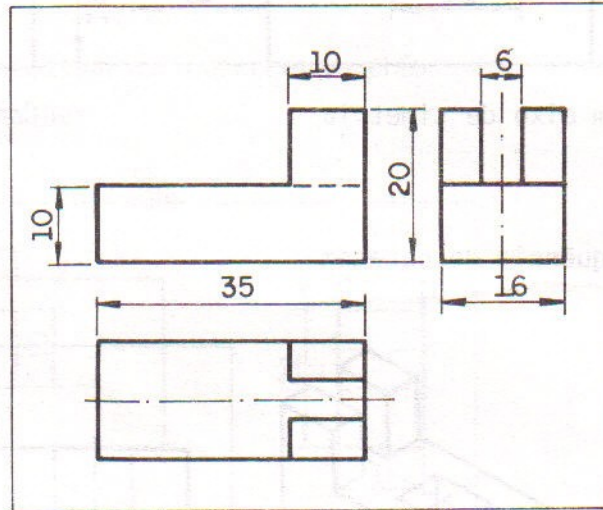
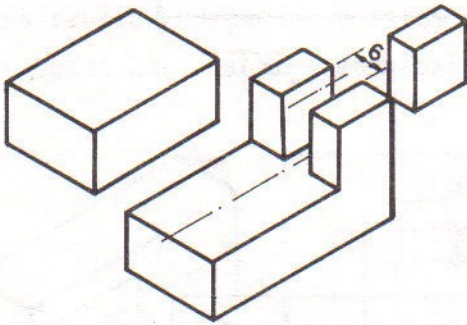
1º Passo



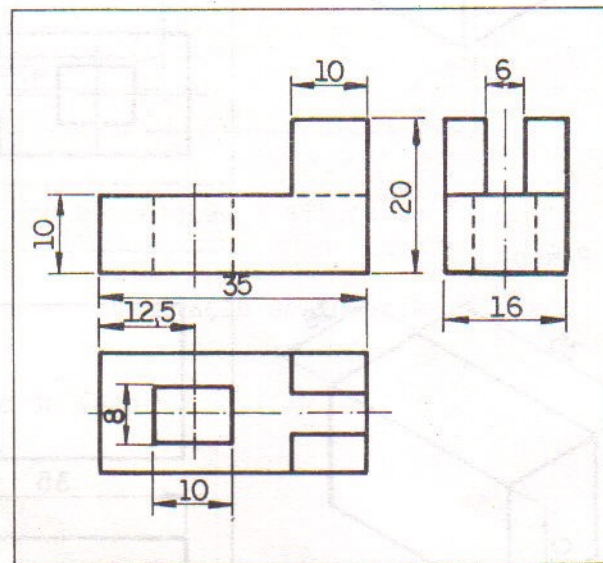
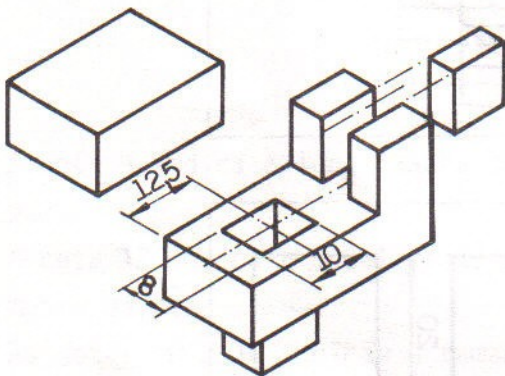
2º Passo



3º Passo

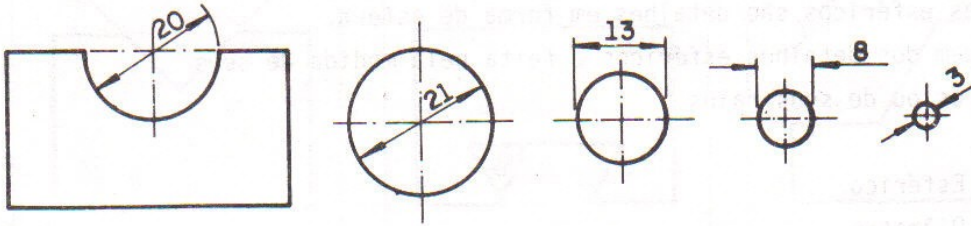


4º Passo

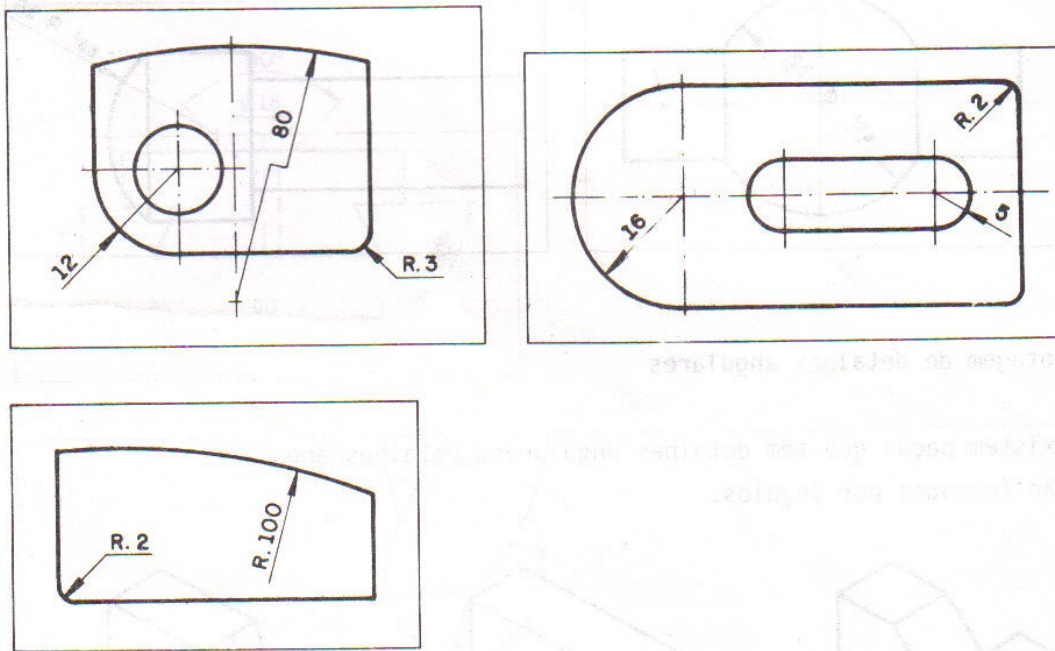


## Cotagem de detalhes

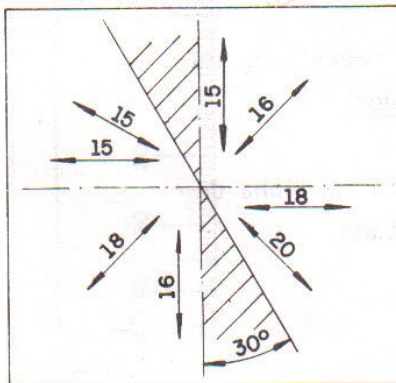
### Cotagem de diâmetros



### Cotagem de raios



Quando a linha de cota está na posição inclinada, a cota acompanha a inclinação para facilitar a leitura.

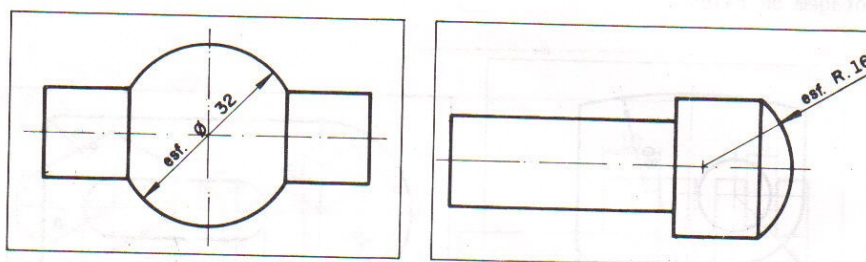


Porém, é preciso evitar a disposição das linhas de cota entre os setores hachurados e inclinados de cerca de  $30^{\circ}$ .

### Cotagem de detalhes esféricos

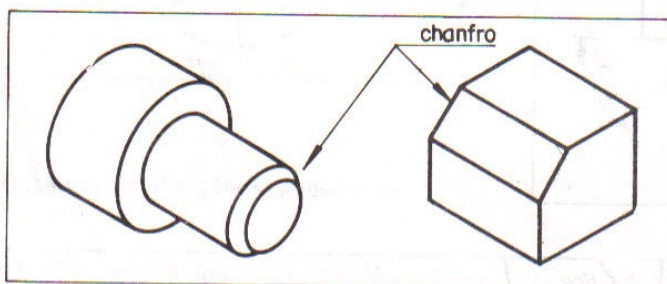
Detalhes esféricos são detalhes em forma de esfera.  
A cotagem dos detalhes esféricos é feita pela medida de seus diâmetros ou de seus raios.

Esf. = Esférico  
 $\emptyset$  = Diâmetro  
 R = Raio



### Cotagem de chanfros

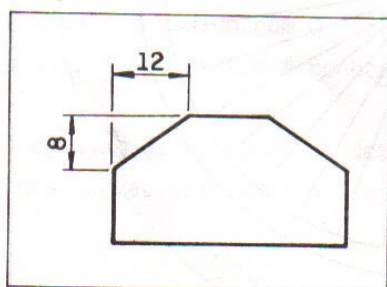
Chanfro é a superfície oblíqua obtida pelo corte da aresta de duas superfícies que se encontram.



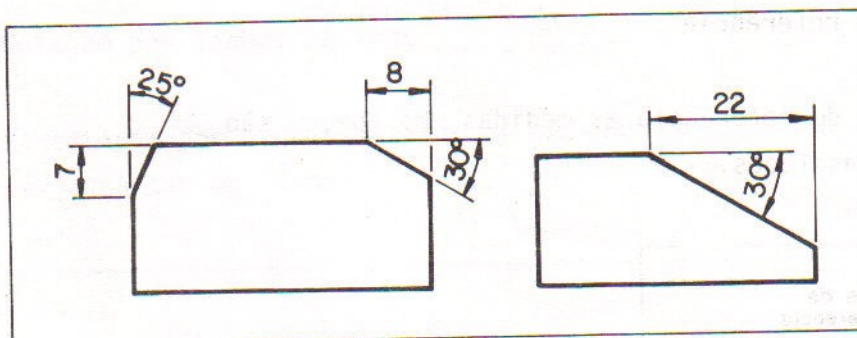
Existem duas maneiras pelas quais os chanfros aparecem cotados: por meio de cotas lineares e cotas lineares e angulares.

As cotas **lineares** indicam medidas de comprimento.

As cotas **angulares** indicam medidas de abertura de ângulos.

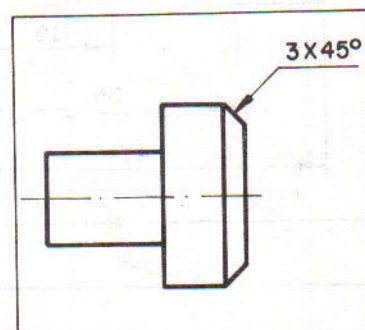
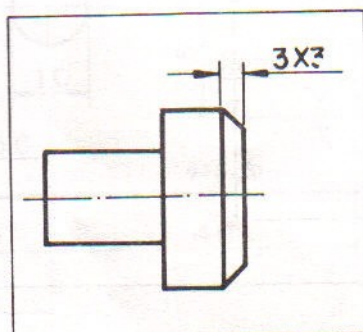
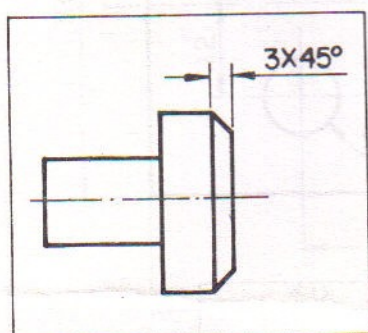


Cotas lineares



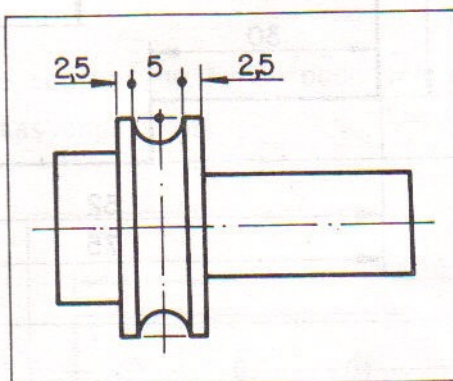
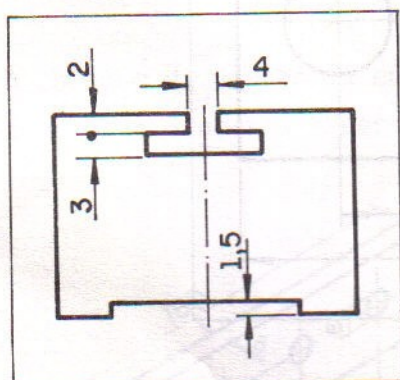
Cotas lineares e cotas angulares

Em peças planas ou cilíndricas, quando o chanfro está a  $45^\circ$  é possível simplificar a cotação.



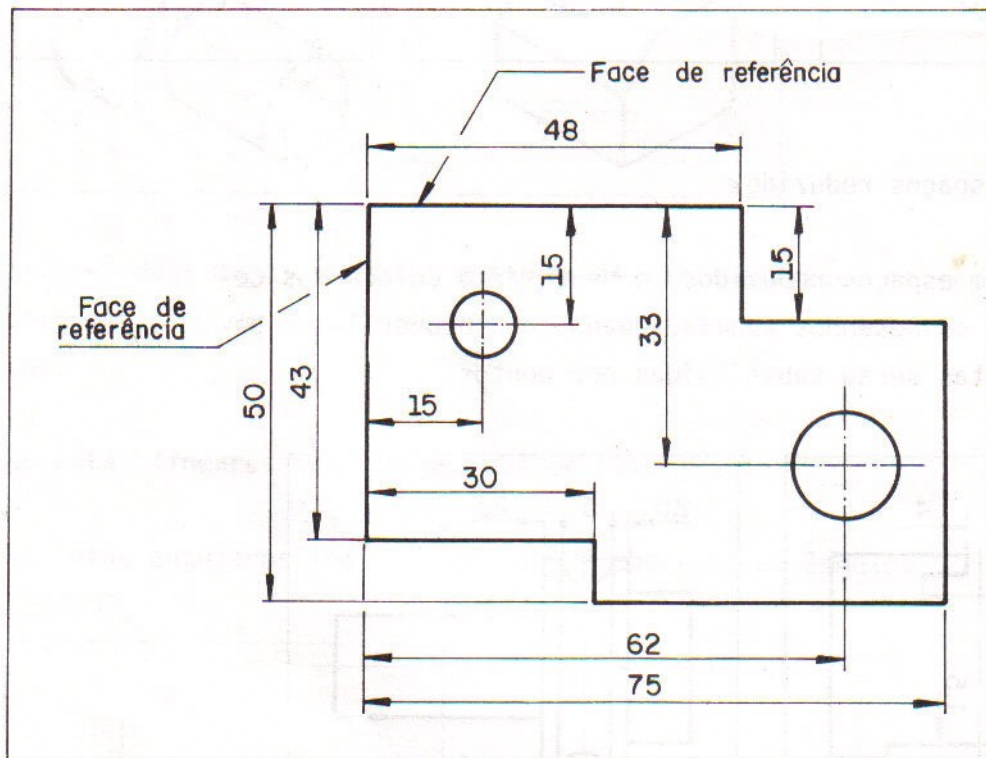
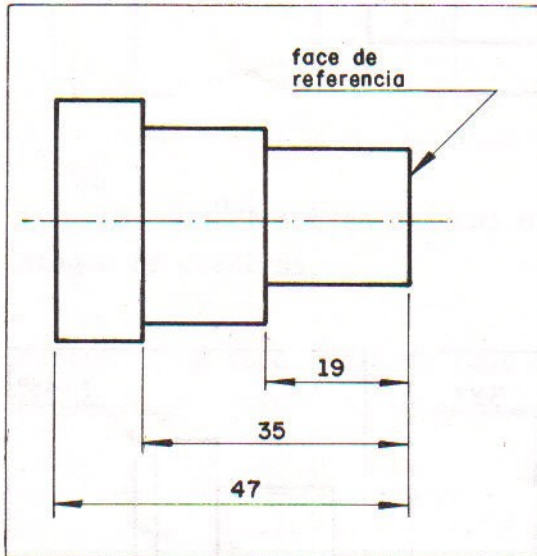
### Cotação em espaços reduzidos

Para cotar em espaços reduzidos, é necessário colocar as cotas conforme os desenhos abaixo. Quando não houver lugar para setas, estas serão substituídas por pontos.



### Cotagem por faces de referência

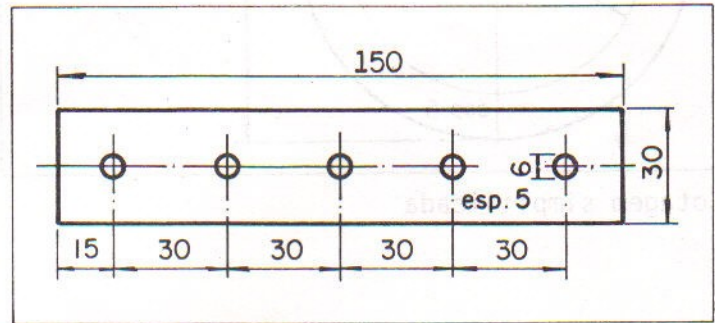
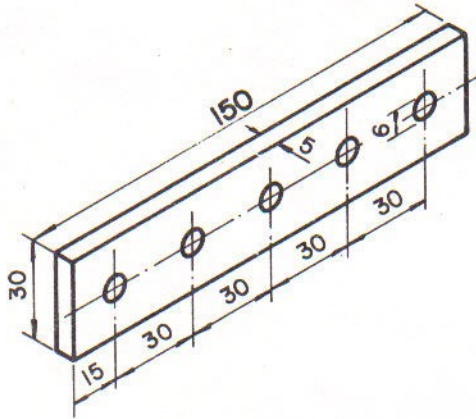
Na cotagem por faces de referência as medidas da peça são indicadas a partir das faces.



### Cotagem de furos espaçados igualmente

Existem peças com furos que têm a mesma distância entre seus centros, isto é, furos espaçados igualmente.

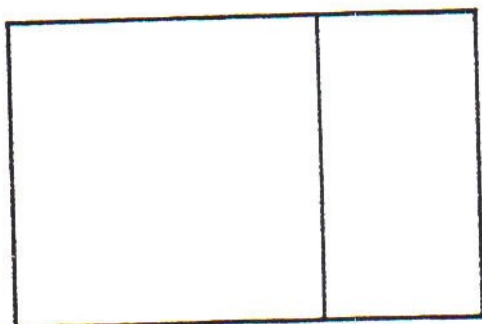
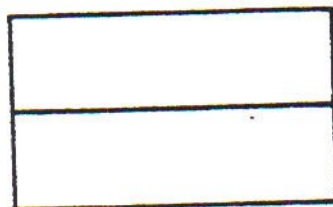
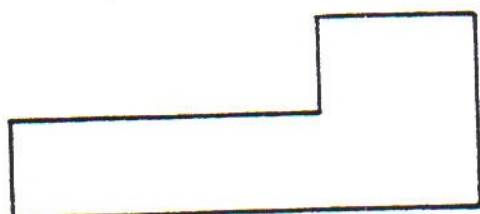
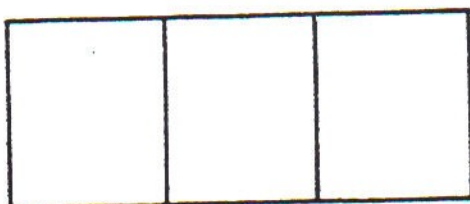
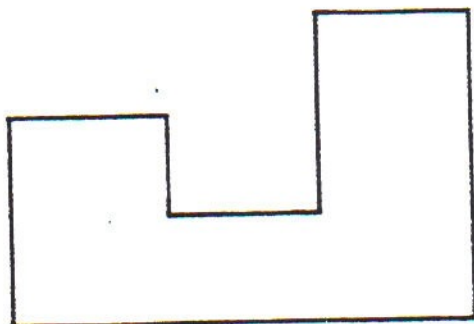
A cotagem da distância entre centros de furos pode ser feita por cotas lineares e por cotas angulares.



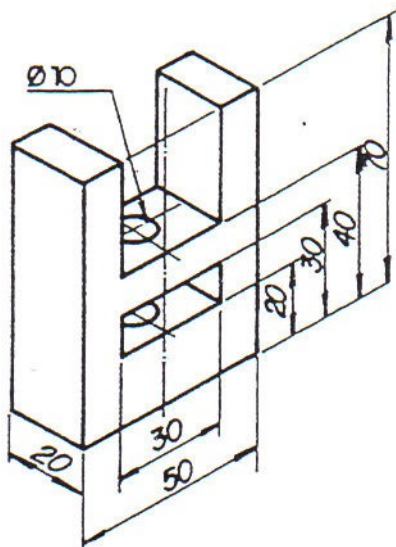
Cotagem linear

## EXERCÍCIO

Faça a dos modelos abaixo cotagem, adotando como medida o bom senso.



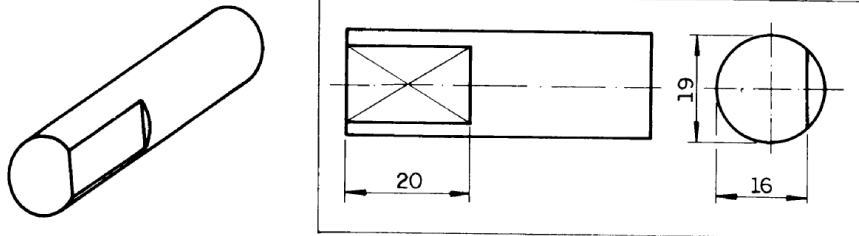
Desenhe à mão livre as projeções da base do calço regulável e faça a cotação.



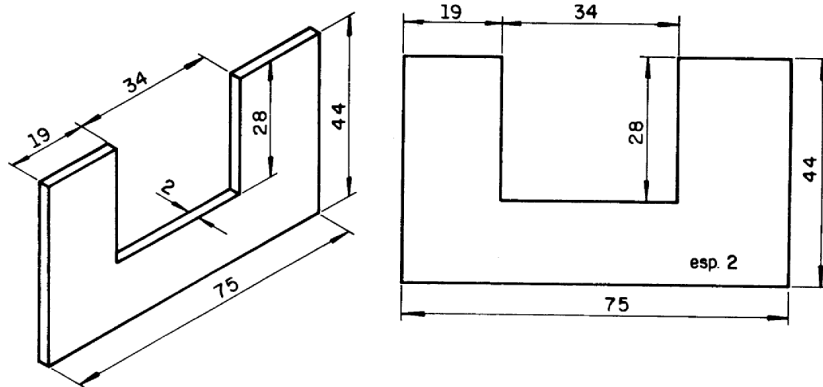
## SUPRESSÃO DE VISTAS

### Simbologia

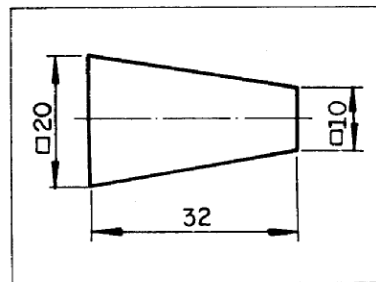
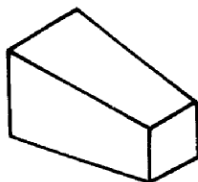
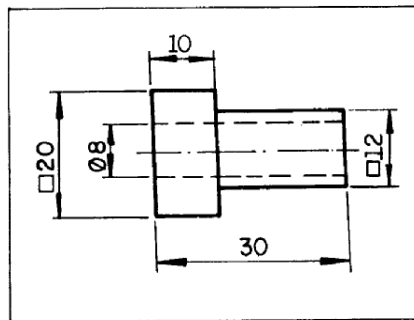
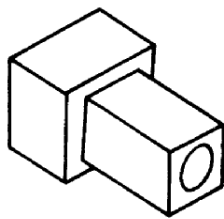
Indicação de superfícies planas



Indicação de espessura

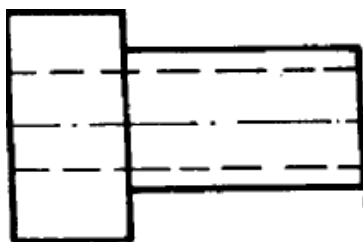


Símbolos



## EXERCÍCIO

Dado o modelo abaixo, desenhe pelo menos quatro combinações diferentes de cotagem de diâmetros e de quadrados.



1

2

3

4

