

Universidade de Évora  
Departamento de Engenharia Rural

# Desenho Técnico em AutoCAD

Um curso prático

Apontamentos para as aulas de:

Desenho Técnico

Desenho Técnico e Métodos Gráficos

Desenho Técnico e Análise Cartográfica

Universidade de Évora, 2003

Autores:

Shakib Shahidian

Adélia Sousa

José Rafael Marques

Fátima Baptista



## Capítulo

### Introdução ao funcionamento do AutoCAD

---

Capacidades a adquirir:

Conhecimento do ambiente de AutoCAD e o seu funcionamento.

---

#### AutoCAD- primeiro contacto

AutoCAD é muito parecido com qualquer outro programa utilizado hoje. Na parte superior da ecrã (Figura 1) tem as fitas dos Menus, através das quais podemos aceder aos vários comandos. Estes mesmos comandos estão também disponíveis em formato de barras de ferramentas (Toolbars), permitindo assim um acesso mais rápido. Como a maioria dos outros programas, as barras de ferramentas podem ser fechadas ou abertas (VIEW> TOOLBARS), e dispostas onde quisermos no ecrã. O que AutoCAD tem (e a maioria dos programas já o perderam) é a linha de comandos no fundo da ecrã. Qualquer comando pode também ser escrito aqui. Assim, o mesmo comando pode ser introduzido de três formas: Menus, barras de ferramentas e linha de comandos.

No canto inferior esquerdo estão as coordenadas do cursor. AutoCAD tem uma precisão quase infinita, e utilizando as coordenadas dos pontos podemos desenhar objectos com grande precisão.

Vamos agora desenhar um quadrado com 100 de lado, cujo canto inferior-esquerdo está no ponto 50,50 (isto é o ponto localizado a 50 unidades do eixo x e 50 unidades do eixo y).

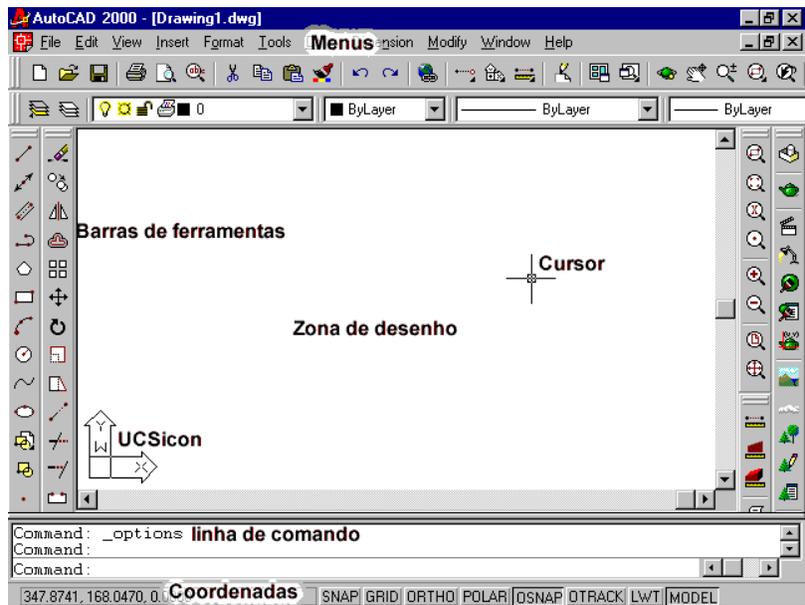


Figura 1 – Ecrã e área do desenho

Utilizando a linha de comando:

- Escreva “line” e carregue em ENTER( ↵ ) (não precisa de lá ir com o cursor).
- Vai-lhe aparecer o comando: *Specify first point* (Especificar o primeiro ponto). Escreva 50,50 ↵.
- Perante o comando *Specify next point*, escrever os outros cantos do quadrado, 150,0 ↵ 150,150 ↵ 50,150 e 50,50 ↵.
- Sair do comando carregando no botão direito do rato, em ENTER (↵) ou em ESCAPE (Esc) (Figura 2).

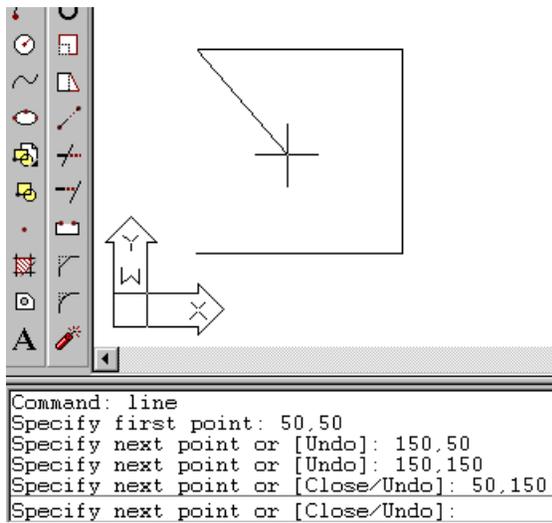


Figura 2 – Desenhar utilizando o teclado para introduzir o comando

Utilizando a barra de ferramentas, deve carregar com o rato no botão Line . Verá que o próprio AutoCAD escreve o comando “Line From point”: na linha de comandos (Figura 3). Agora basta clicar, ou melhor até, escrever as coordenadas dos pontos.

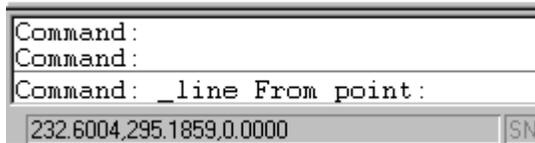


Figura 3 – Desenhar utilizando o botão para introduzir o comando

Capítulo 3  
Introdução à AutoCAD

---

Capacidades a adquirir:

- a) Compreender o sistema de coordenadas absolutas e relativas da AutoCAD;
  - b) Desenhar figuras geométricas simples, seleccionar o tipo de letra;
  - c) Saber editar as figuras, utilizando os comandos COPY, ERASE e MOVE;
  - d) Saber utilizar as ferramentas de apoio OSNAP, SNAP, GRID, ORTHO, ZOOM;
  - e) Saber gravar e recuperar os desenhos.
- 

1. O primeiro comando será naturalmente a linha LINE que lhe permite desenhar segmentos de linha contínuos. Para sair carregue no botão direita do rato. Procure familiarizar-se com estes comandos:



Figura 4 – Toolbar DRAW, e os comandos LINE “Linha” e RECTANGLE “rectângulo”

Para mover qualquer objecto vai precisar de indicar um ponto inicial e um segundo ponto. Um truque é escrever 0,0 como o ponto inicial e depois escrever a deslocação pretendida nos eixos.



Figura 5 – Toolbar MODIFY, e os comandos ERASE “apagar”, COPY “copiar” e MOVE “mover”

2. Comandos que permitem definir o zoom com que se pode ver a figura no ecrã

Com o PAN  pode-se mover o objecto no ecrã, o que é bastante simpático (este comando é também utilizado em outros programas como por exemplo o Acrobat).

Para aumentar ou diminuir a figura na ecrã, utilize o ZOOM DYNAMIC

: Carregue em cima do botão. Na área do desenho, movendo o cursor para cima (com o botão do rato carregado) aumenta a imagem, enquanto que movendo a mão para baixo diminui progressivamente a imagem.



PAN / ZOOM DYNAMIC/ ZOOM/ ZOOM PREVIOUS

Figura 6 – Comandos para controlar a parte visível da área do desenho

### 3. Sistema de coordenadas absolutas

AutoCAD funciona com um sistema de eixos cartesianos,  $x$ ,  $y$  e  $z$ . O eixo dos  $x$  é a abcissa e aparece em primeiro lugar. O eixo dos  $y$  é a ordenada, enquanto que o eixo dos  $z$  é um eixo que vai do ecrã em direcção ao utilizador (Para já esqueçamos o eixo dos  $z$ ). Normalmente o programa trabalha com 4 casa decimais, o que pode ser mudado.

Coordenadas Absolutas:

Cada ponto na área do desenho tem um valor específico, determinado de acordo com a origem dos eixos (o ponto 0,0,0 de desenho). No canto inferior esquerdo da ecrã pode-se ver as coordenadas do cursor ( $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ ):.



Figura 7 – Os valores do X,Y,Z do cursor visíveis no canto esquerdo da ecrã

#### 4. Utilização de coordenadas relativas com o @

Uma ajuda importante do AutoCAD é possibilidade de introduzir coordenadas relativas ao último ponto. Assim, não será preciso calcular a posição real dos pontos, mas apenas a sua distância relativamente ao último ponto desenhado. Para isso deve escrever '@' (arroba), seguido das distâncias nos vários eixos: (@ X, Y, Z)

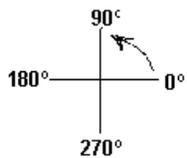
```
Command: _line From point:  
To point: @5,30
```

Por exemplo para desenhar uma caixa com 20 de altura e 50 de lado, basta carregar num ponto qualquer e depois escrever:

```
Command: line  
From point:  
To point: @50,0  
To point: @0,20  
To point: @-50,0  
To point: @0,-20
```

Pode-se também trabalhar com ângulos, para a qual basta introduzir o comprimento e um ângulo (@ d <  $\theta$ ) sendo d distância e  $\theta$  o ângulo.

```
Command: _line From point:  
To point: @5<45
```



Por exemplo pode desenhar um diamante utilizando apenas o comprimento (50) e o ângulo.

```
Command: line  
From point:  
To point: @50<45  
To point: @50<135  
To point: @50<225  
To point: @50<315
```

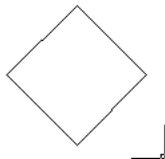


Figura 8 – Desenhar um diamante utilizando comprimentos e ângulos.

## 5. AutoCAD possui muitas ajudas de desenho!!!

SNAP (Agarrar) é uma das ferramentas mais importantes da AutoCAD. Com o SNAP, o cursor agarra-se aos extremos, cantos, centros, intersecções, etc.. de objectos desenhados, o que facilita imenso o trabalho de desenho.

Existe SNAP “permanente”, chamado OSNAP, e SNAP de utilização imediata que é activada carregando no botão respectivo na barra de ferramentas.



Figura 8 – Barra de ferramentas OBJECT SNAP

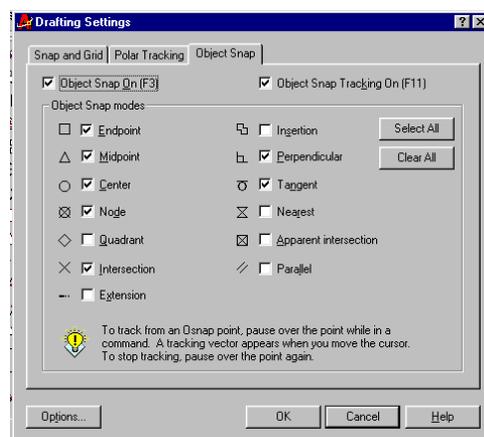


Figura 9 - Menu TOOLS > DRAFTING SETTINGS... > OBJECT SNAP

Para definir a dimensão/angulo da grelha, ligar/desligar a grelha, e ligar/desligar o snap (aos pontos da grelha) utiliza-se o Menu TOOLS > DRAFTING SETTINGS → SNAP AND GRID

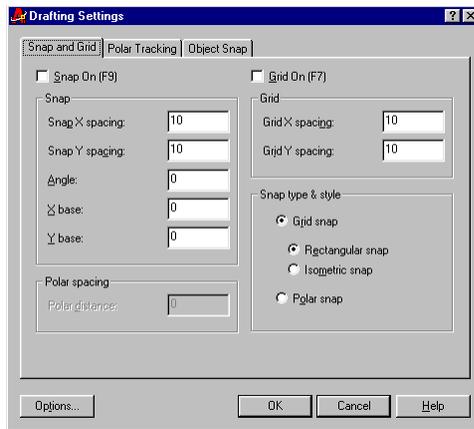


Figura 10 - Menu DRAWING AIDS

Também é possível ligar/desligar estes com os botões no fundo da página e/ou utilizando o teclado:



Figura 11 – Os comandos na barra inferior da ecrã podem ser activados/desactivados com o rato

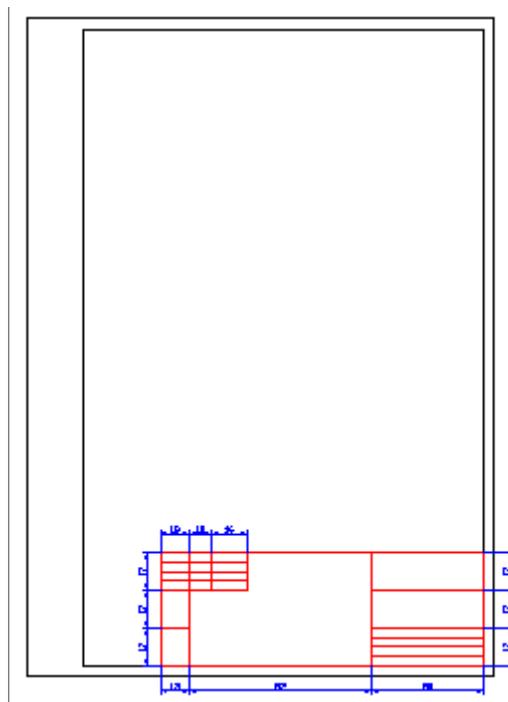
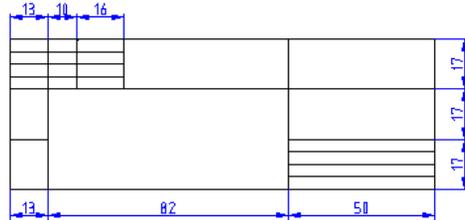
- SNAP: “agarrar”
- GRID: “grelha” (F7)
- ORTHO: “ortogonal” (F8)
- OSNAP: “agarrar pontos definidos” (F9)

Os icons Novo, Abrir, gravar  têm as mesmas funções como nos outros programas, e servem para abrir, gravar ou criar desenhos.

# Exercícios

## Exercício 1:

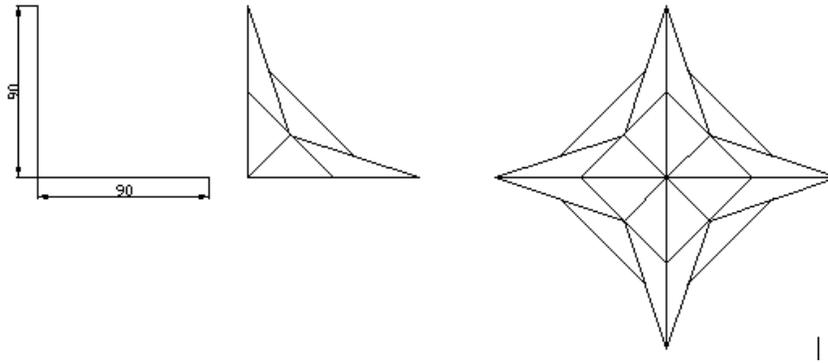
Desenhe a esquadria e a legenda numa folha A4 de acordo com norma NP-204 (ligue o comando ORTHO). Guarda este folha para utilizar sempre que precisar.



Exercício 2:

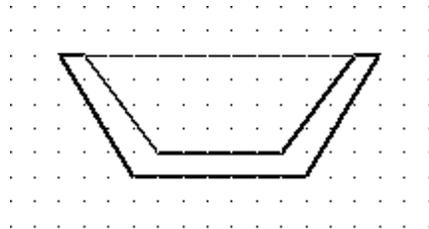
Transforme as duas linhas com 90mm da figura da esquerda na figura do meio utilizando apenas Line, OSNAP ao fim (Endpoint) e ao ponto do meio (Midpoint).

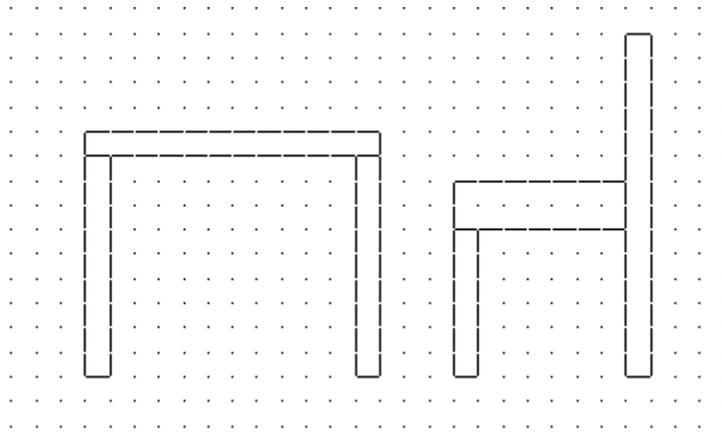
Pode obter a estrela da direita utilizando o comando espelho (Mirror).



Exercício 3:

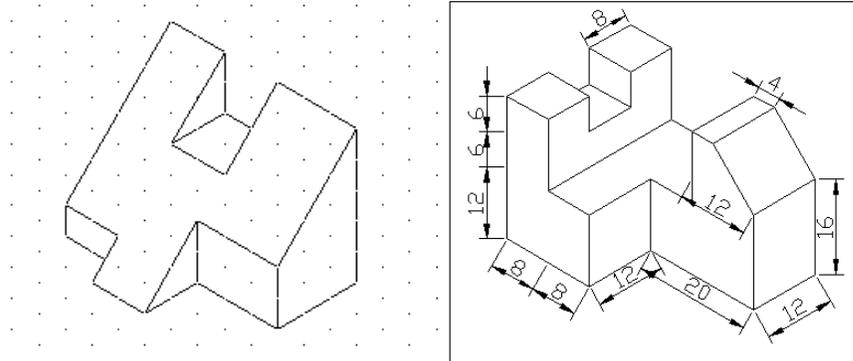
Desenhe as seguintes figuras: (o espaçamento da grelha é 5 unidades)





Exercício 4

Desenhe as vistas (planta, alçado principal, alçado lateral direito) das seguintes figuras, de acordo com o método Europeu.



Capacidades a adquirir:

- a) Desenhar figuras geométricas mais complexas, incluindo elipses, polígonos e arcos;
  - b) Utilizar ferramentas de produtividade tais como ROTATE, OFFSET e MIRROR;
  - c) Saber editar as peças utilizando EXTEND e TRIM;
  - d) Saber utilizar adequadamente o Tipo e Espessura da linha.
- 

1. Procure familiarizar-se com estes comandos:

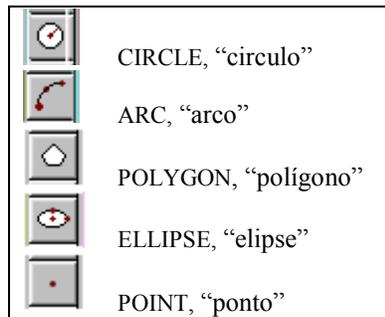


Figura 12 – Toolbar DRAW



Figura 13 – Toolbar MODIFY

2. Definir o estilo do ponto

Para poder utilizar o comando POINT, tem que definir o seu estilo e tamanho. Depois de mudar o estilo e tamanho do ponto deve-se regenerar

( escrever o comando REGEN ou fazer ZOOM>EXTENTS ) o desenho para activar as novas definições.

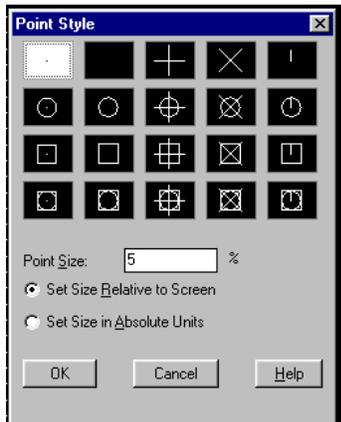


Figura 14 – Menu FORMAT > POINT STYLE

Para poder usar os pontos, deve-se utilizar o comando SNAP TO NODE no Toolbar SNAP (que também existe nos botões do Standard Toolbar)



Figura 15 - Toolbar SNAP e SNAP TO NODE

3. Pode-se dividir um objecto em qualquer número de peças iguais utilizando o comando DIVIDE.  
Ou dividir em bocados com uma medida pré- definida MEASURE.

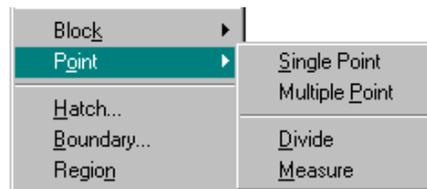
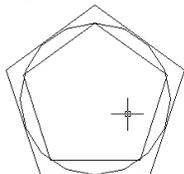


Figura 16 – Comando DRAW > POINT > DIVIDE

# Exercícios

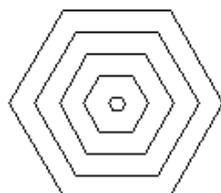
## Exercício 1:

a) Desenhe um círculo com raio de 20mm. Desenhe um polígono inscrito e outro que circunscreva o círculo. (utilize SNAP ao centro para colocar os polígonos no centro do círculo)

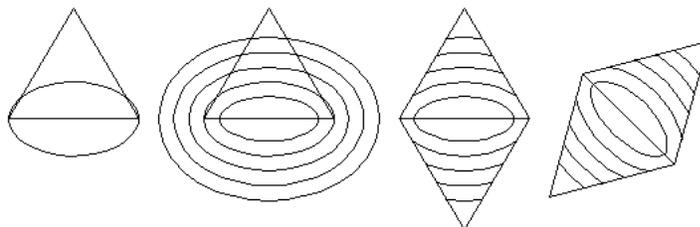


b) Desenhe um hexágono com raio de 60. Desenhe 5 hexágonos no seu interior, utilizando um OFFSET de 10 mm.

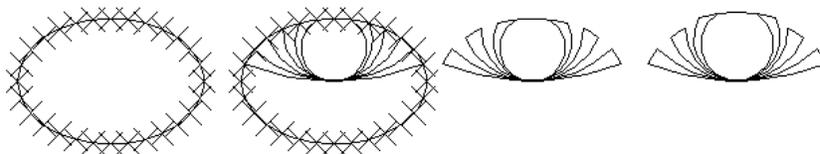
1



c) Desenhe um triângulo com base de 50mm. Inscreva a ELIPSE na base, utilizando SNAP (ao fim) (altura do elipse 25mm). Obtenha mais quatro elipses utilizando o OFFSET de 10mm. Utilizando corte (TRIM) limpe os elipses fora do triângulo. Utilizando o espelho (MIRROR) obtenha a parte de baixo. Finalmente rode (ROTATE) o objecto -45°.

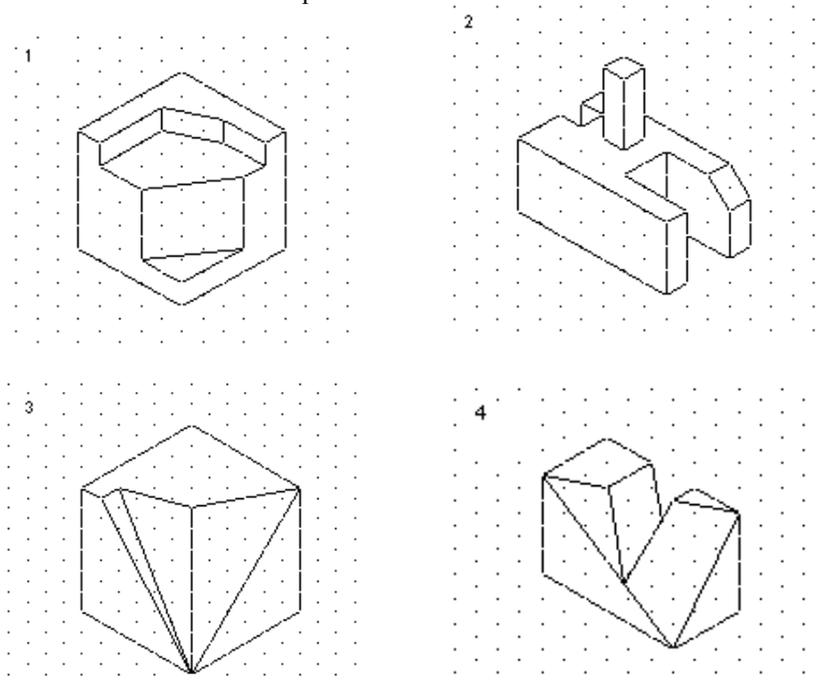


d) Desenhe um ELIPSE com 75mm de comprimento e 25mm de raio. Divida-o em 28 peças (POINT>DIVIDE). Aumente o tamanho e estilo dos pontos (POINT STYLE) para serem visíveis. Desenhe 6 ARCOS ligando pontos opostos da elipse, passando pelo seu centro (SNAP ao ponto e OSNAP ao centro da elipse). Limpe a figura. Finalmente amplie (SCALE) a parte do meio em 100%.



Exercício 2:

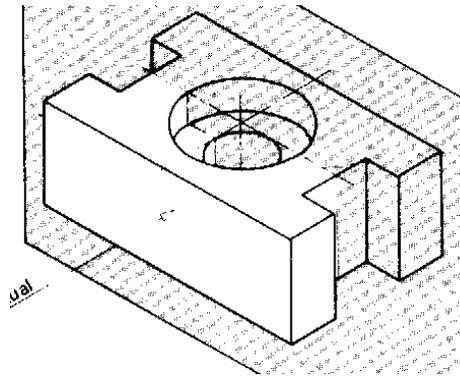
Desenhe as projecções ortogonais necessárias dos seguintes objectos, de acordo com o método Europeu.



Exercício 3:

Desenhe as projecções ortogonais necessárias deste objecto:

Comprimento 25mm, largura 10mm, altura 7mm. Diâmetro orifício interior 3mm, exterior 5mm. Altura orifício Interior 5mm. As ranhuras de lado tem 2mm de profundidade e 3 mm de largura.



## Capítulo 5 Cotagem

---

Leitura recomendada: Des.Tec.Moderno. Cap.7.

Capacidades a adquirir:

- a) Utilizar a cotagem para indicar a forma e a localização dos elementos de uma peça;
- b) Seleccionar criteriosamente as cotas a as vistas onde devem ser inscritas, assim como a sua orientação;
- c) Aplicar as técnicas de cotagem de modo a garantir a legibilidade, simplicidade e clareza do desenho em AutoCAD;
- d) Apresentar os desenhos com as cotas numa camada diferente.
- e) Solicitar ao computador propriedades dos objectos desenhados;

Definição de LAYERS:

O comando LAYER possibilita a construção de desenhos em camadas diferentes, podendo estes estar visíveis ou não. É um pouco como ter várias transparências uns em cima dos outros. Isto é muito útil quando o desenho tem pormenores que podemos não querer mostrar ao mesmo tempo.

Para criar uma nova camada ou LAYER deve carregar no botão LAYERS na barra das propriedades:



Em seguida introduzir as propriedades desejadas no menu que lhe aparece.

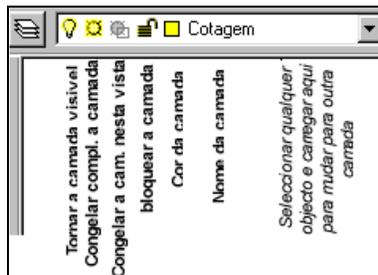
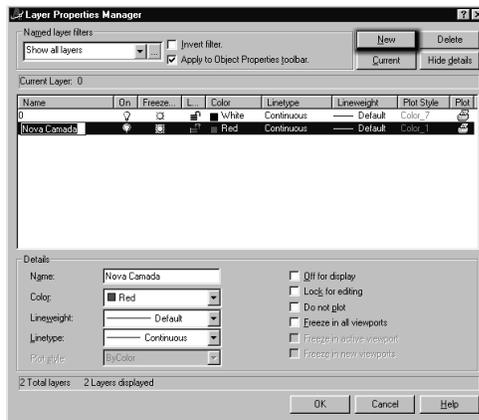
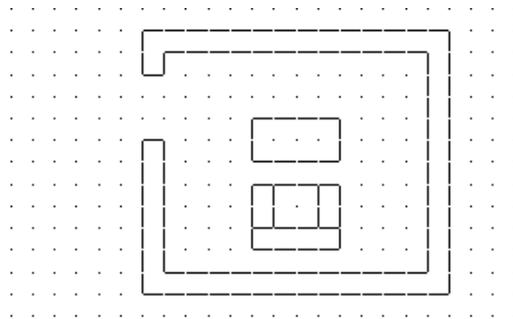


Figura 17 – Explicação dos símbolos do comando LAYER no Menu OBJECT PROPERTIES

Como exercício desenhe o seguinte quarto. Desenhe a mobília numa camada diferente chamada mobília. Procure ocultar e mostrar a mobília.



AutoCAD pode apresentar as dimensões dos objectos desenhados utilizando para o efeito os seguintes comandos do Toolbar DIMENSION.

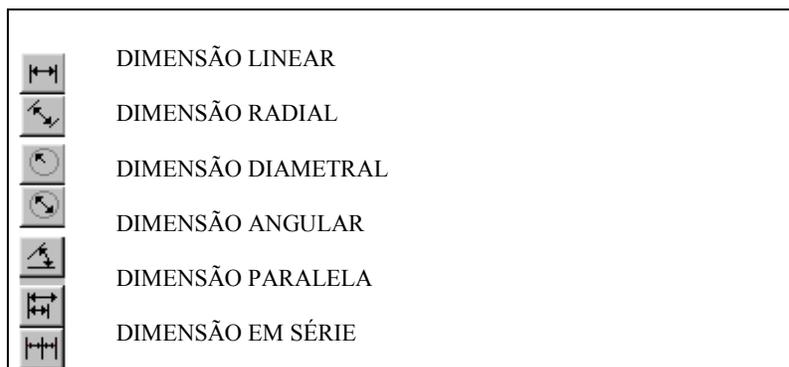


Figura 18 - Toolbar DIMENSION

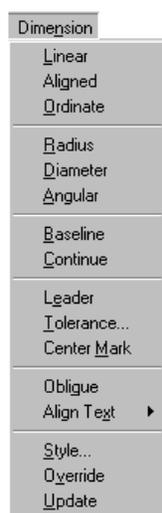


Figura 19 – Menu DIMENSION

Para poder definir e/ou alterar as variáveis utilizadas pelos comandos de dimensão pode usar o comando **FORMAT > DIMENSION STYLE > MODIFY**



OU

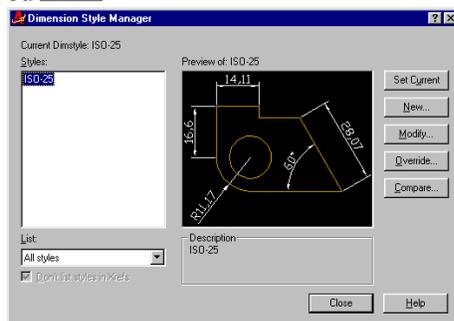


Figura 20 – Existem variáveis diferentes, (ex. as cores, tamanho do texto, geometria e tamanho das extremidades (setas), as unidades, o espaçamento entre os elementos, etc.) que podem ser definidas e alteradas

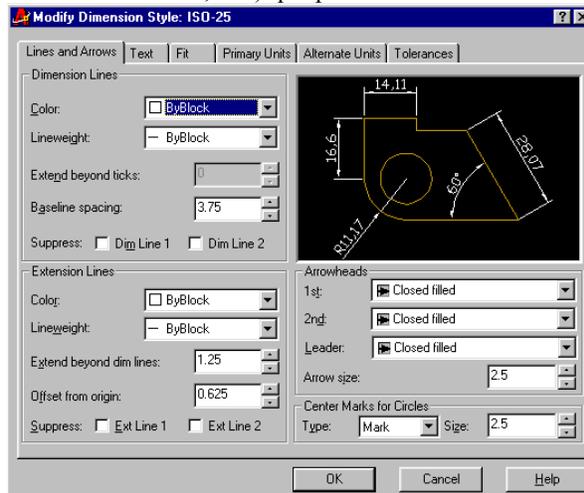


Figura 21 – A geometria das linhas de cotação inclui as linha de dimensão (DIMENSION LINE), as linhas de extensão (EXTENSION LINES), utilizadas para definir os limites da dimensão e as extremidades (ARROWHEADS).

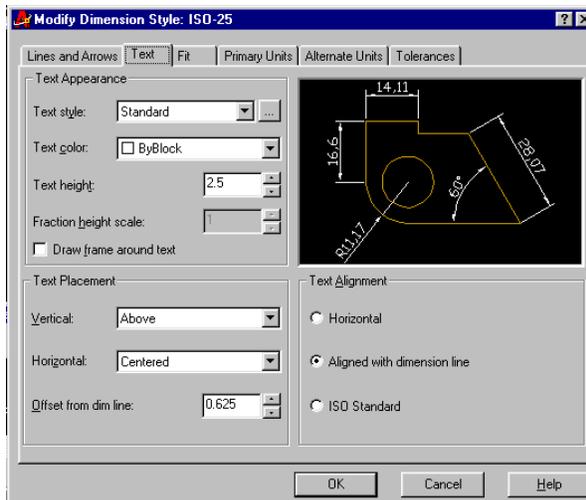


Figura 22 – É possível definir e mudar as variáveis relacionadas com a cor, estilo, tamanho e posicionamento do texto da dimensão

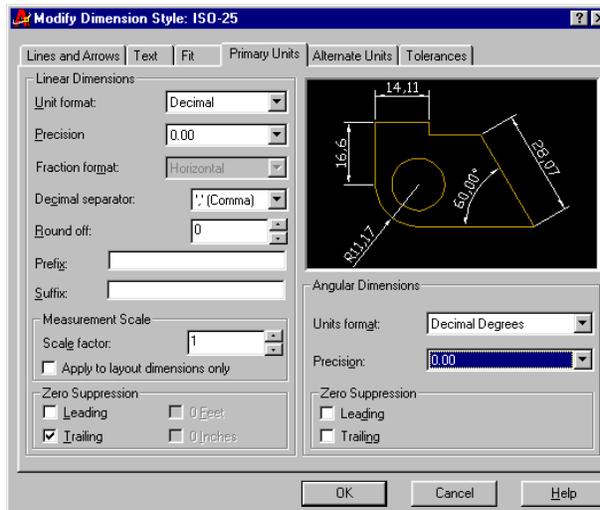


Figura 23 – É possível incluir unidades (ex. mm) utilizando- PREFIX ou SUFIX e definir a precisão (PERCISION) das dimensões

Depois de efectuar as alterações deve utilizar o comando DIMENSION >

UPDATE ou o botão  para actualizar as dimensões.

Dependendo do desenho e dos pormenores a apresentar, a cotagem pode ser em série ou em paralelo:

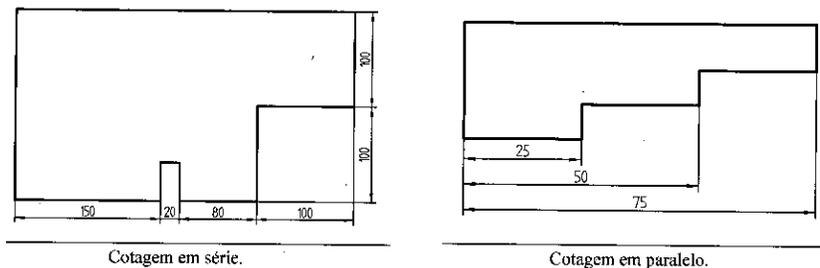


Figura 24 – Exemplos de cotagem em série e em paralelo

A cotagem deve ser limitada ao necessário e sempre realizada nas vistas que transmitem mais explicitamente a forma dos objectos a cotar.

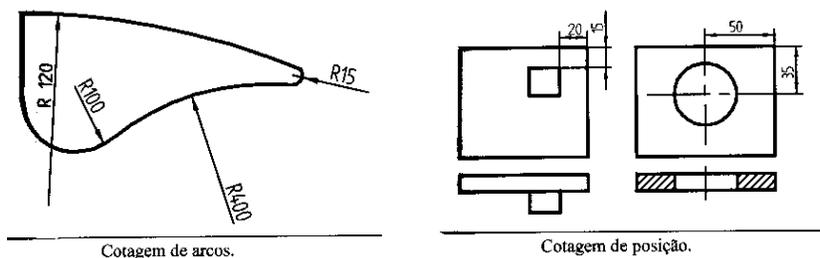


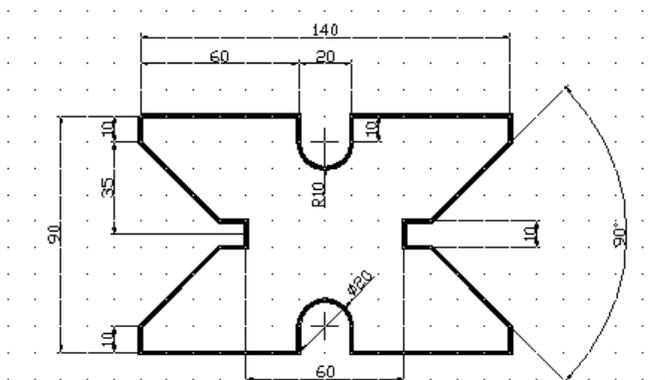
Figura 25 – Exemplos de cotagem

# Exercícios

Exercício 1:

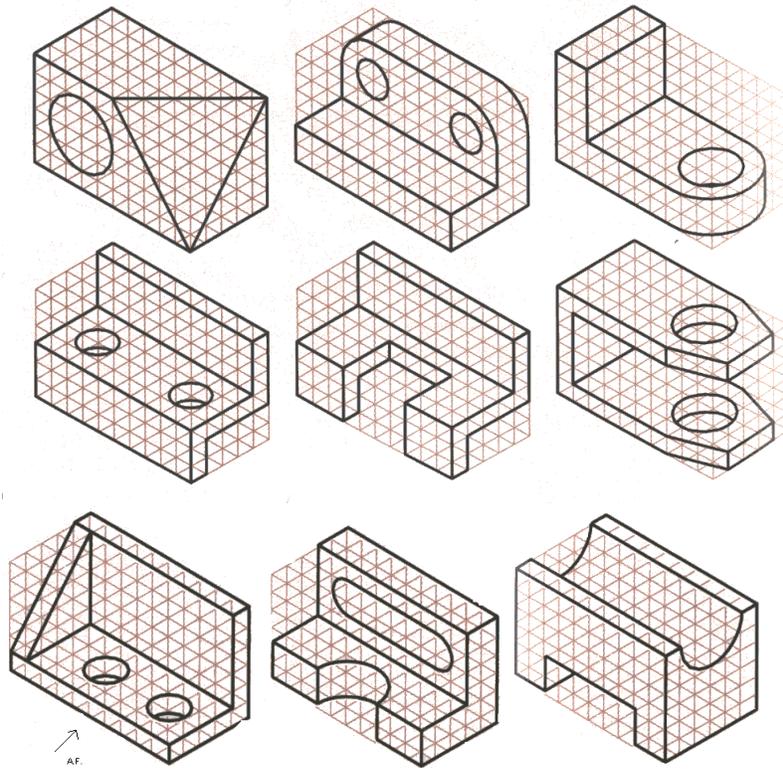
Desenhe o seguinte objecto:

Para definir espessuras de linha, escolha a opção (W) do comando POLYLINE e escreva o valor (do início da linha e do fim da linha). `_PLINE > WIDTH.`

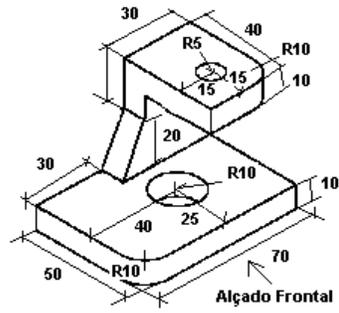


Exercício 2:

Desenhe as vistas que julgar necessárias dos objectos seguintes e proceda à sua cotagem, numa camada diferente.



AF



## INQUIRY

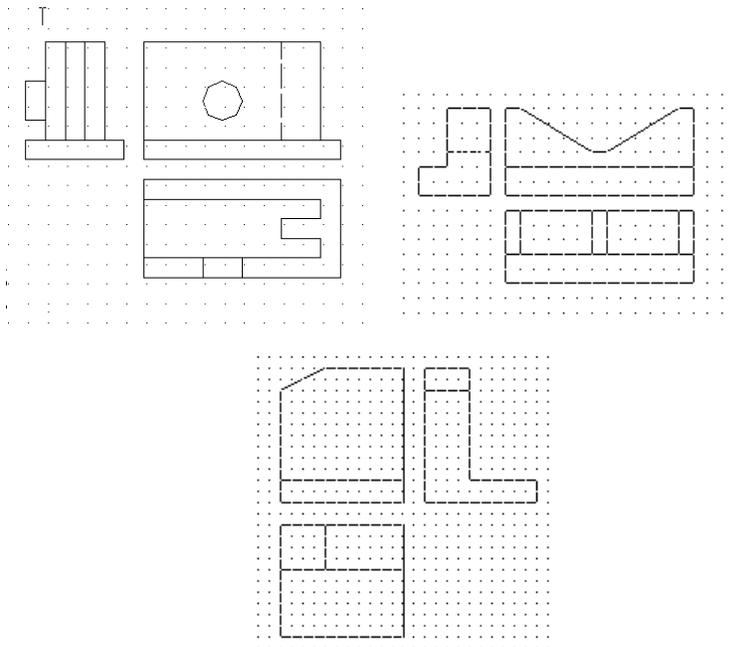
É possível pedir ao AutoCAD que nos mostre as propriedades dos objectos, tais como o seu comprimento, ponto de começo, área, etc.



Figura 26 – Comandos de INQUIRY no Menu principal



Desenhe em perspectiva isométrica (TOOLS > DRAFTING SETTINGS... > SNAP AND GRID) os seguintes objectos:



Capacidades a adquirir nesta Capítulo:

- Saber abrir e ocultar os vários Toolbars.
  - Utilizar MULTILINE e trabalhar com blocos;
  - Modificar objectos desenhados utilizando EXPLODE, BREAK e STRETCH;
  - Editar Polilíneas
  - No fim desta aula, os alunos devem dominar com certa confiança o desenho de projecções e perspectivas de objectos complexos utilizando técnicas apropriadas.
- 

- Procure familiarizar-se com estes comandos:

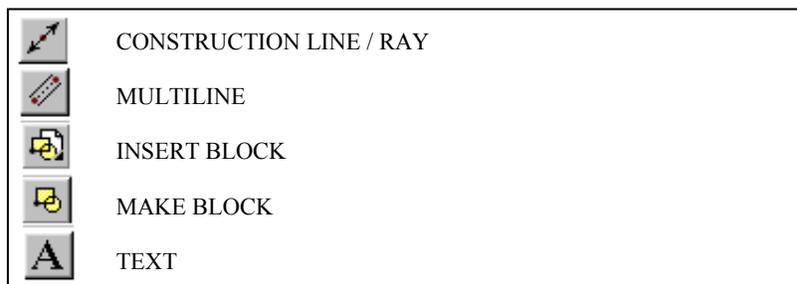


Figura 27 – Outros comandos do Toolbar DRAW

Blocos são grupos de elementos que podem ser referenciados e inseridos como um elemento no desenho. Para utilizar um bloco deve-se fazer o grupo dos elementos, criar o bloco com o comando desenho MAKE BLOCK, (dar-lhe um nome e ponto de inserção). A seguir, pode-se inserir o bloco, utilizando o comando INSERT BLOCK. Para desfazer um bloco utiliza-se o comando EXPLODE.

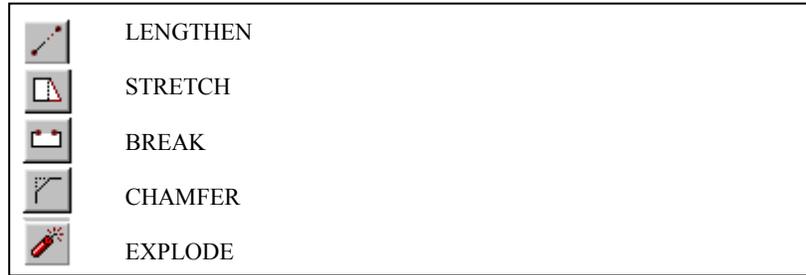


Figura 28 – Comandos do Toolbar MODIFY

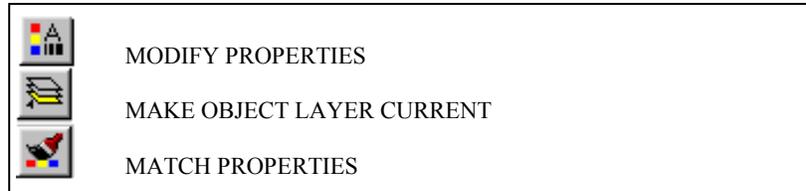


Figura 29 – Comandos do Toolbar STANDARD

As propriedades dum elemento incluem a sua cor e camada.

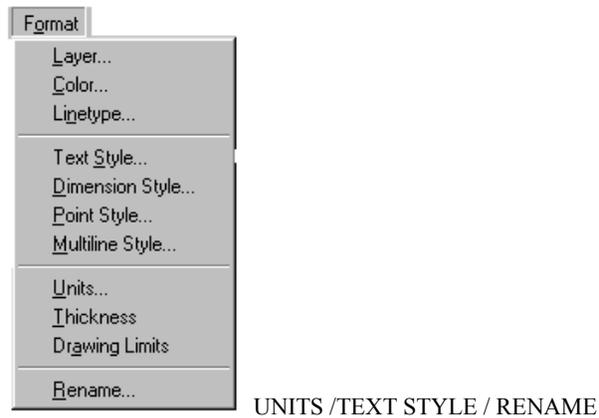


Figura 30 – Menu Format



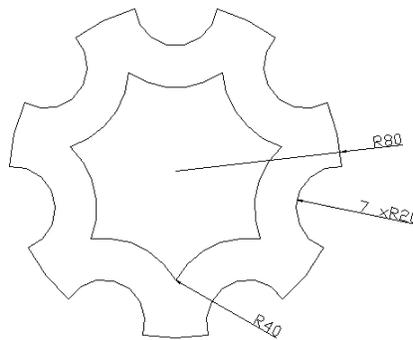
Figura 31 – Toolbar Modify II

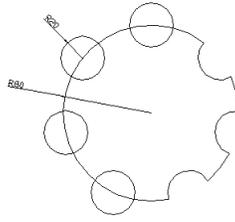
O comando  MODIFY POLYLINE permite transformar linhas em polilinhas (JOIN), mudar a forma da polilinha (EDIT), mudar a sua espessura (WIDTH), abrir (OPEN), fechar (CLOSE), etc...



### Exercício 1:

Para desenhar o seguinte objecto, primeiro desenhe a parte exterior e transforma-o numa polilinha. Em seguida pode utilizar o comando OFFSET (20) para obter a parte interior.

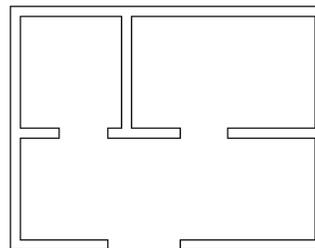
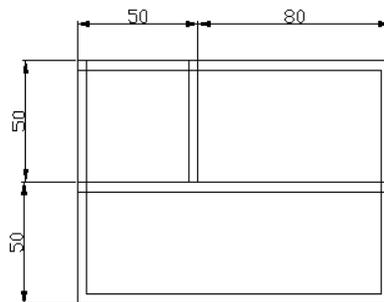
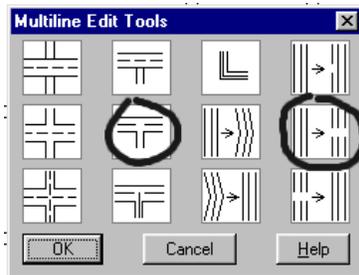




(Desenho final e um dos passos do desenho.)

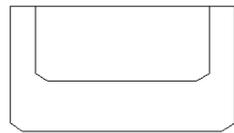
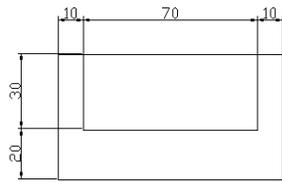
Exercício 2:

Desenhe a planta da casa utilizando MULTILINE , com espaçamento de 4mm. Limpe o desenho utilizando o comando Edit MULTILINE .



Exercício 3:

Desenhe o seguinte sofá utilizando o comando CAMFER para arredondar os cantos. Cote o objecto e escreva o texto como na figura.



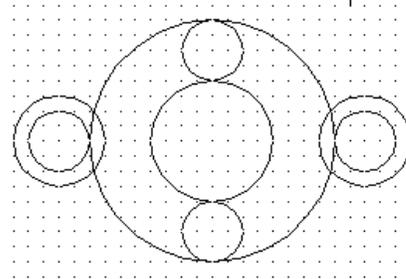
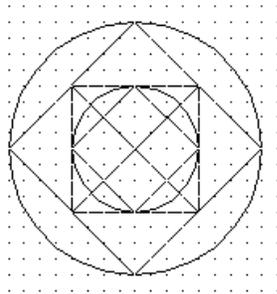
Utilize o comando CAMFER para fazer os cantos

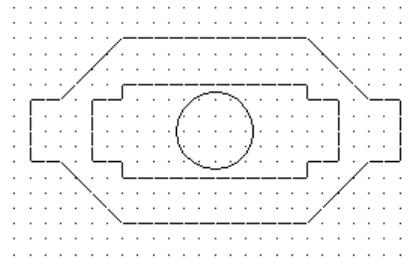
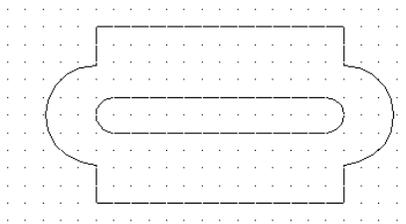
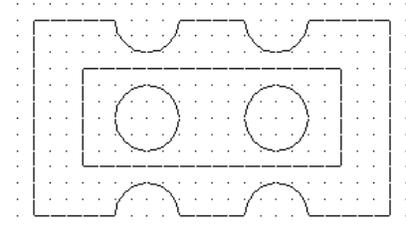
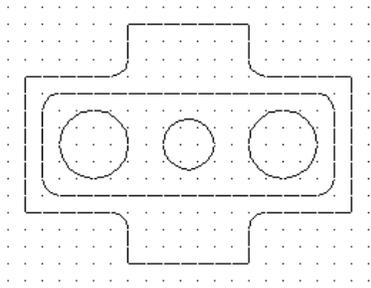
Faça camfer com 3 e 5 unidades

**Sofá Belle-Ville**

Exercício 4:

Desenhe e cote as seguintes figuras. A utilização do Toolbar SNAP é uma grande ajuda!





Capacidades a adquirir:

- Utilizar os comandos REVOLVE e EXTRUDE para obter objectos 3D simples;
- Compreender e saber trabalhar com o sistema de coordenadas UCS;
- Utilizar várias janelas e pontos de vista (VIEWPOINT).

Comandos para desenhar objectos em 3D:



Figura 35 – Toolbar SOLIDS é utilizado para criar objectos em 3D

Para além dos objectos sólidos apresentados pelo programa, talvez o comando mais utilizado para desenhar objectos tri-dimensionais seja o comando EXTRUDE (extruir) que dá profundidade a qualquer linha fechada, transformando-a num objecto tridimensional. Por exemplo pode desenhar um cilindro, fazendo EXTRUDE a um círculo. Experimente:

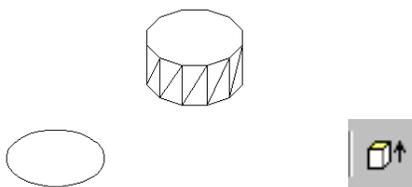


Figura 36 – O comando EXTRUDE transforma um elemento 2D em 3D

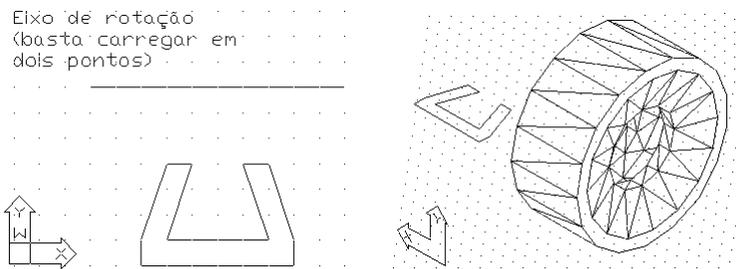
O comando EXTRUDE pode ser utilizado com polilinhas fechadas, polígonos, círculos, elipses e entidades 3D para os extruir até uma determinada altura, com bordas inclinadas, se assim desejado. Para transformar um conjunto de segmentos de linhas em polilínea, deve utilizar



o comando EDIT POLILINE. Polilinhas com segmentos que se cruzem ou intersectam não podem ser extruídas.

Na indústria, como por exemplo na olaria ou na indústria do mobiliário muitas peças são produzidas com recurso a um torno. No torno, o objecto é rodado em volta de um eixo, enquanto é trabalhada, resultando uma peça simétrica. AutoCAD permite fazer o mesmo utilizando o comando

REVOLVE,  em que é desenhado o perfil do objecto e este é rodado a volta de um eixo imaginário definido pelo utilizador. Vejamos:



Não se esqueça que antes de fazer o REVOLVE deve transformar o perfil em POLILINE, carregando no botão EDIT POLILINE



Definição de janelas com os diferentes pontos de vista:

Quando abre o AutoCAD, está a olhar para o papel do desenho, ou seja está perpendicular ao papel do desenho. Se o papel do desenho representar os eixos X e Y, então o observador está no eixo dos Z, o que é representado por 0,0,1. O programa permite mudar o ponto de observação:



Figura 327- Os pontos de vista predefinidos no Toolbar VIEWPOINT.

É possível dividir a ecrã em janelas para poder simultaneamente visualizar o desenho de diferentes pontos de vista, utilizando o Menu VIEW > TILED VIEWPORT > ... em conjunto com Toolbar VIEWPOINT.

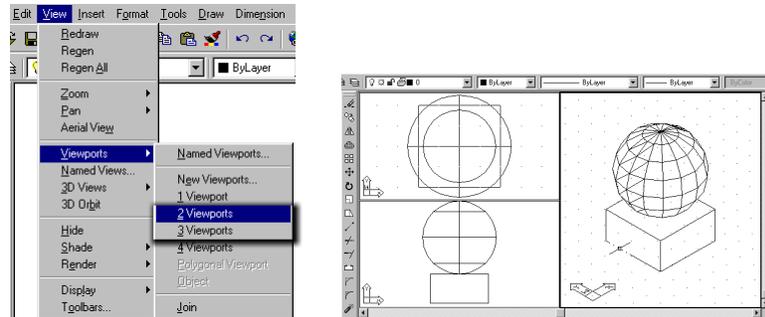
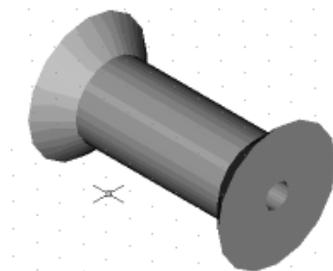
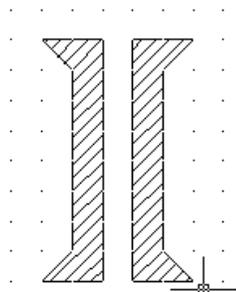


Figura 38 – Menu VIEW, utilizado para definir várias janelas simultâneas VIEWPOINTS. Assim pode ver o seu desenho de várias perspectivas, e em cada instante trabalhar na janela que mais lhe convém.

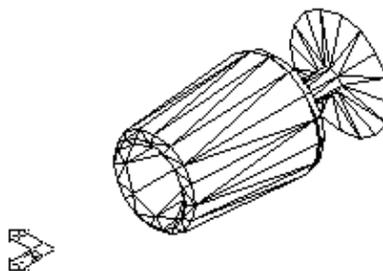
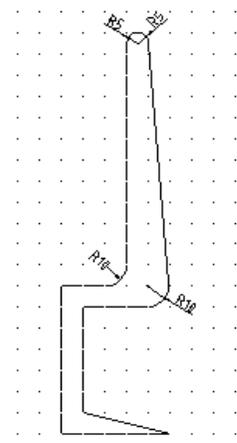
# Exercícios

1) Desenhe as seguintes figuras a 3 dimensões.

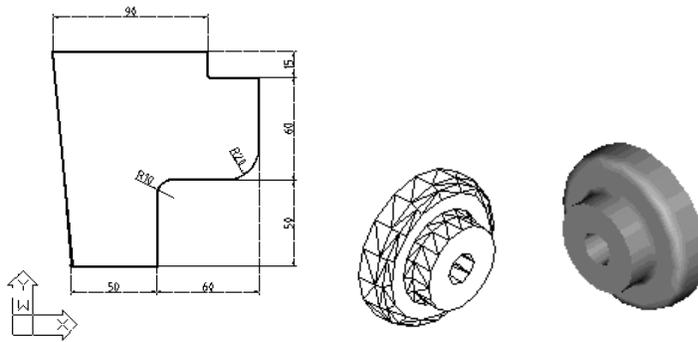
Carrinho de linhas. A secção do objecto, passando pelo eixo central está apresentada na figura seguinte (grelha 10×10):



b) Copo



c) Casquilho, considere um raio interior de 20mm.

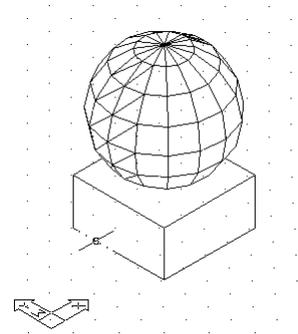


Para poder visualizar melhor o objecto a 3 dimensões, após a sua construção aplique o comando HIDE ou SHADE.



Figura 39– O Toolbar SHADE permite visualização dos objectos em 3D

## Exercício 2

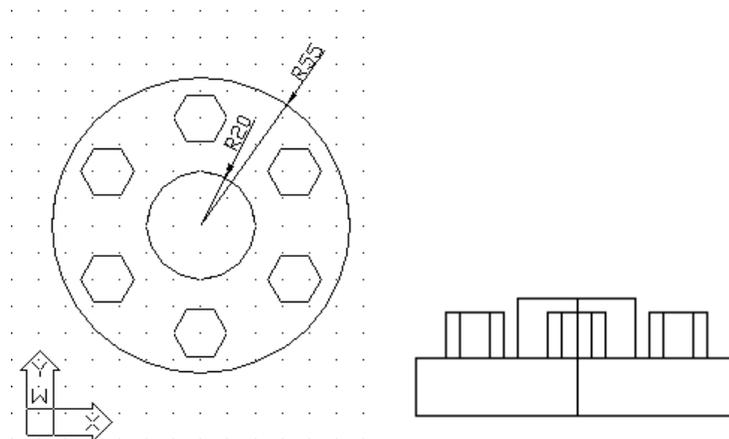


A base tem 40 de lado e 20 de altura. A esfera tem um raio de 25, pelo que o seu centro está a 45 de altura.

### Exercício 3

Desenhe o seguinte objecto, tendo em atenção as seguintes dimensões:  
Altura da base = 20 mm ; Altura dos hexágonos = 35 mm ; Altura do cilindro central = 40 mm.

(Utilize os seguintes comandos )



Capacidades a adquirir:

- a) Utilizar UNION, SUBTRACT e INTERSECT para trabalhar os sólidos;
  - b) Trabalhar eficazmente com as formas geométricas fornecidas pelo AutoCAD.
- 

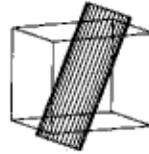
Para fabricar as peças mais complexas, torna-se necessário muitas vezes soldar, furar e cortar as peças. Em AutoCAD estes processos são realizados através de UNION, SUBTRACT E INTERSECTION.



Figura 40 – Toolbar SOLIDS EDITING contem os comandos para modificar objectos em 3D

Os comandos UNION , SUBTRACT  e INTERSECTION  tem a seguinte utilidade:

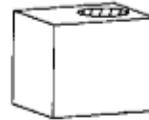
Estando sobrepostos  
uma caixa sólida  
e um cilindro sólido



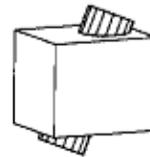
 A sua intersecção  
cria um cilindro sólido  
com os cantos inclinados



 O cilindro subtraído da  
caixa cria um buraco  
na caixa.



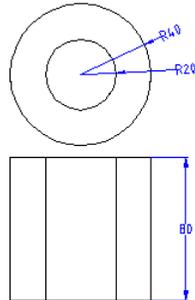
 A união dos objectos  
cria uma caixa com  
dois pequenos cilindros



# Exercícios

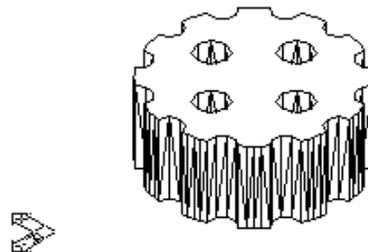
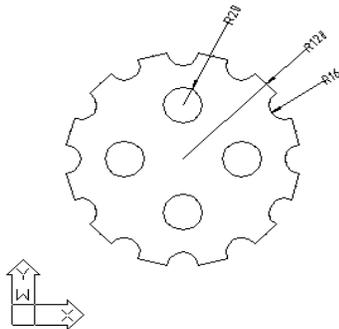
## Exercício 1

Desenhe esse tubo oco utilizando apenas os seguintes comandos:



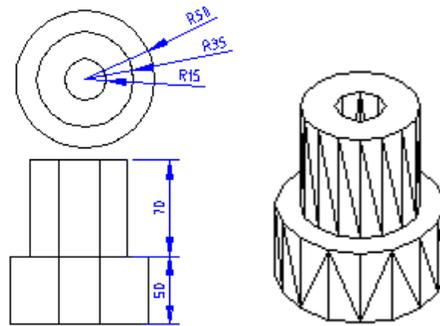
## Exercício 2:

Desenhe esta roda dentada, com uma altura de 50, utilizando como comandos principais:



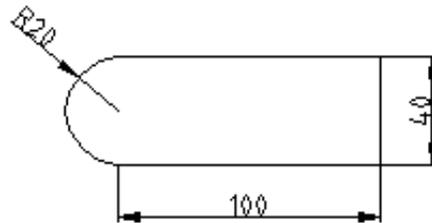
Exercício 3:

Utilize os seguintes comandos,  para fazer o seguinte desenho.



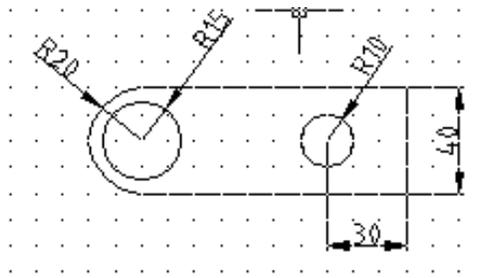
Exercício 4:

Desenhe a seguinte peça:

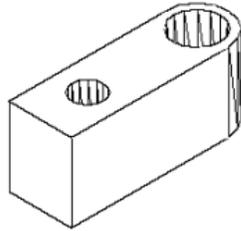


Transforma este desenho numa placa com 50 de altura utilizando o comando EXTRUDE .

Desenhe dois cilindros com 60 de altura na placa



Em seguida subtraia os cilindros da placa utilizando o comando

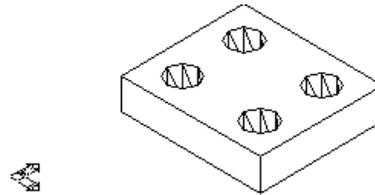
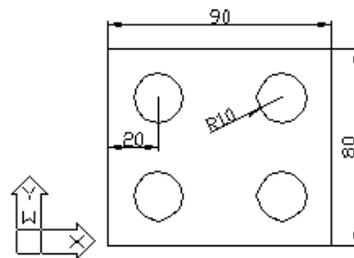


Exercício 5:

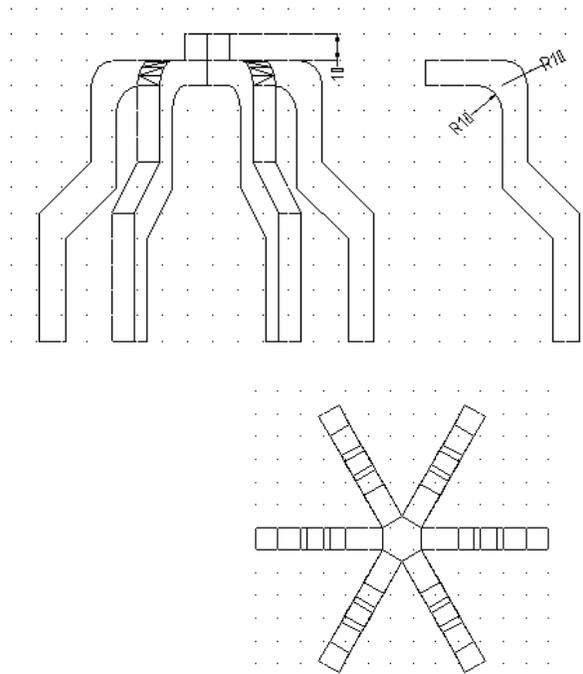
Desenhe este objecto utilizando os seguintes comandos (Altura da base = 20 mm) :



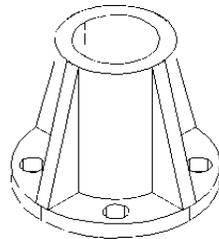
a)



Exercício 6:  
 Desenhe o seguinte objecto a 3D

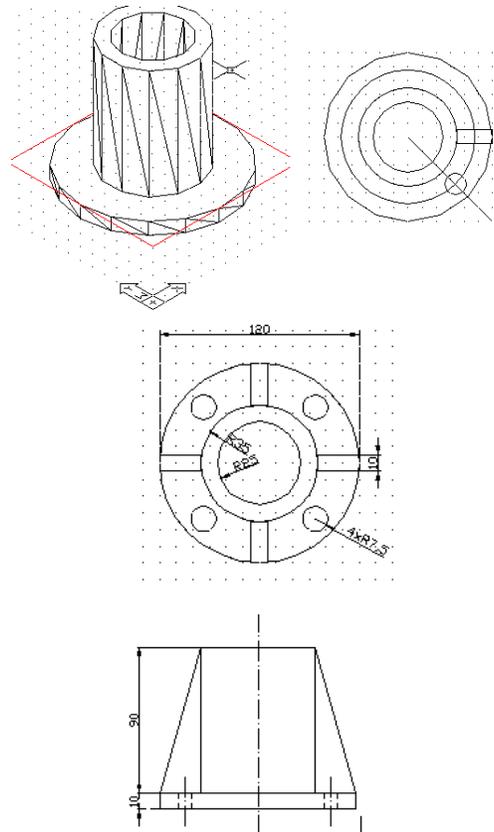


Exercício 7:  
 Desenhe a seguinte flange, utilizando as projecções fornecidas:



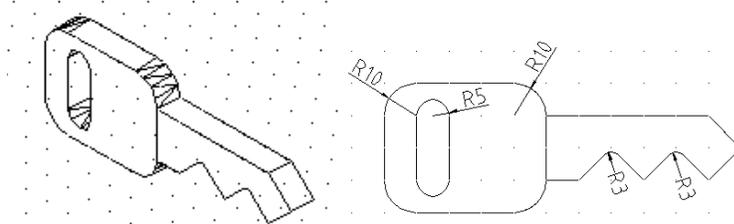
Nota: Começa por Desenhar a base com elevação = 10 (para baixo do plano do papel). Em seguida desenha o tubo. Desenhe um furo (utilizando um raio e círculo para determinar a posição do centro) e um WEDGE.

Utilize o comando ARRAY para desenhar automaticamente os outros furos e cunhas.



### Exercício 7

Desenhe a chave a 3D, com espessura de 10 unidades. (Desenhar as duas peças separadamente e depois unir).



Capacidades a adquirir nesta Capítulo:

- a) Saber as normas de desenho de cortes e secções;
  - b) Decidir sobre a necessidade de recorrer a cortes ou secções para representar completamente uma peça em projecções ortogonais;
  - c) Saber optar entre um corte ou uma secção;
  - d) Optando por um corte, seleccionar o mais adequado;
  - e) Saber desenhar em AutoCAD os cortes de acordo com as normas internacionais;
  - f) Saber desenhar as projecções de um objecto partindo das cortes e secções.
- 

#### 1- Cortes e secções

Muitas vezes os objectos têm pormenores que são difíceis de desenhar nas vistas usuais (planta, alçado frontal, alçado direito). Assim torna-se necessário mostrar o interior do objecto o que pode ser feito desenhando cortes e secções. Numa corte mostra-se a superfície definida pelo plano do corte e tudo o que se vê para lá desse plano. No entanto, se possível, não se devem mostrar as linhas invisíveis. As zonas cortadas são assinaladas por meio de tracejado, que segue normas próprias.

Numa secção apenas se mostram as superfícies cortadas

Existem normas portuguesas e internacionais para o tracejado das superfícies cortadas que indicam o material do objecto.

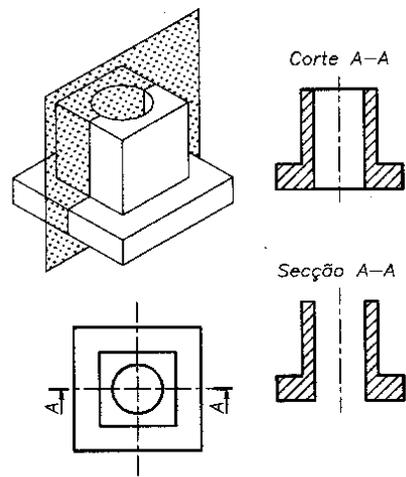


Figura 33 – Exemplo de secção e corte de uma peça

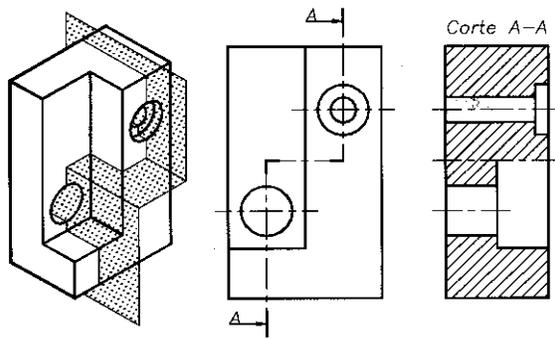


Figura 34 – Exemplo dum caso particular do corte por planos paralelos

Nota: A inclusão de invisíveis numa vista cortada é de evitar, embora permissível se assim poupar a representação de uma outra vista.

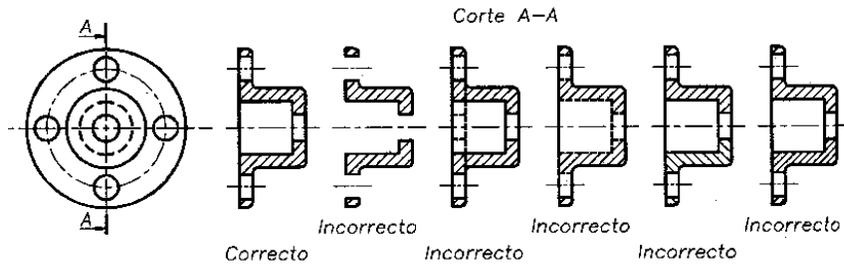


Figura 35 – Representação correcta e representações incorrectas de um corte

## 2- Comandos suplementares



HATCH- permite preencher uma área fechada com um determinado padrão.



O comando FILLET serve para arredondar as arestas. Para mudar o raio do arco entre duas linhas deve-se escolher a opção RADIUS e introduzir um valor  $> 0$ . Um  $R = 0$  faz com que as duas linhas formem um canto de  $90^\circ$ .

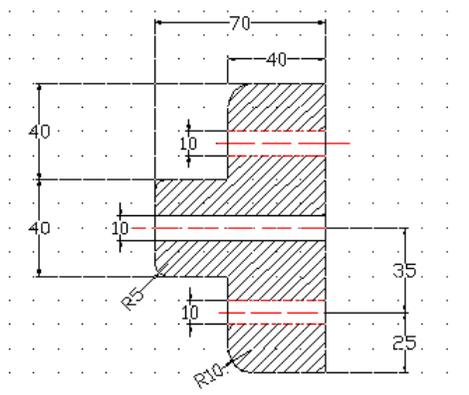


ARRAY Rectangular / Circular permite repetir um dado objecto em bandas ou circularmente.

# Exercícios

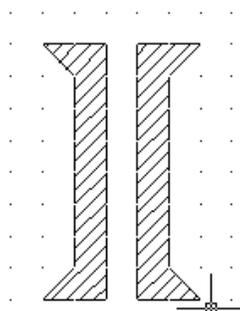
## Exercício 1:

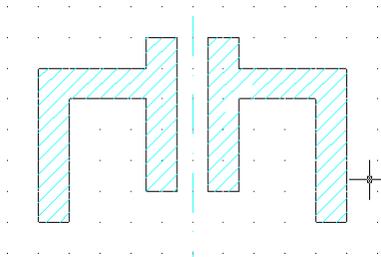
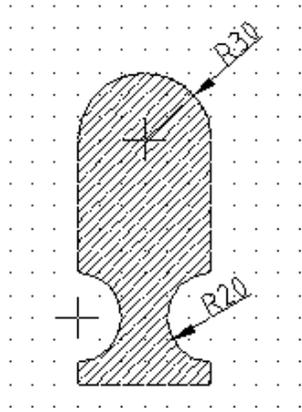
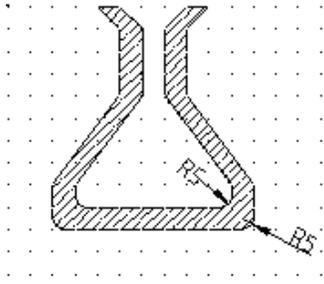
Desenhe o seguinte corte. Repara que toda a superfície efectivamente cortada está representada a tracejado e que são mostrados os eixos dos orifícios.



## Exercício 2:

Desenhe as vistas que julgar necessários dos seguintes objectos apresentados em secção.

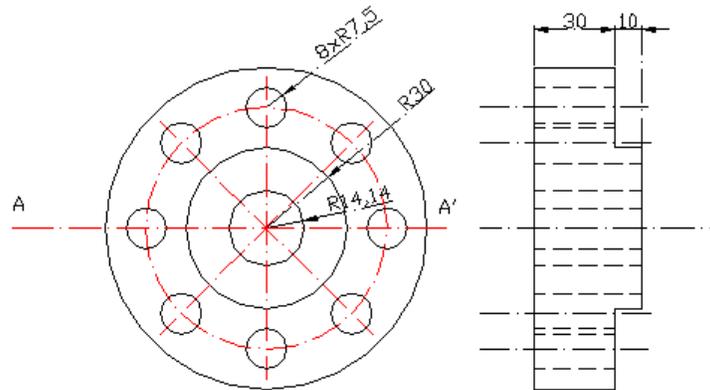




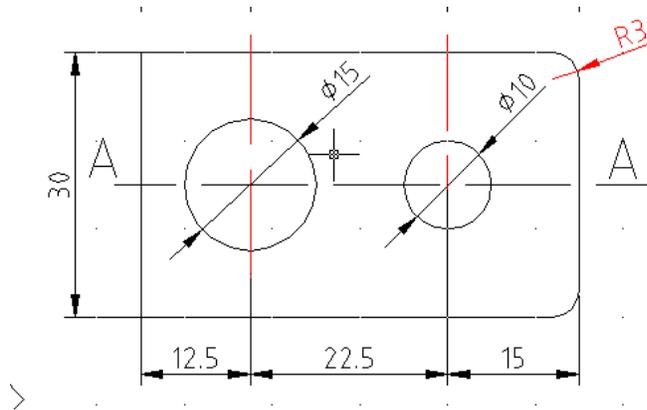
Exercício 3:

Desenhe os cortes e secções das seguintes figuras segundo os planos de corte apresentados.

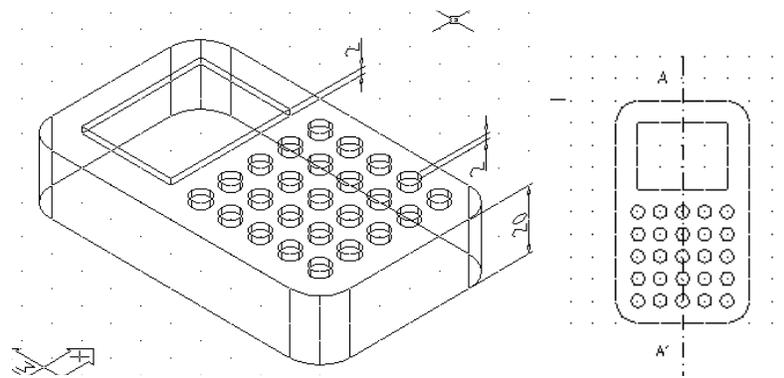
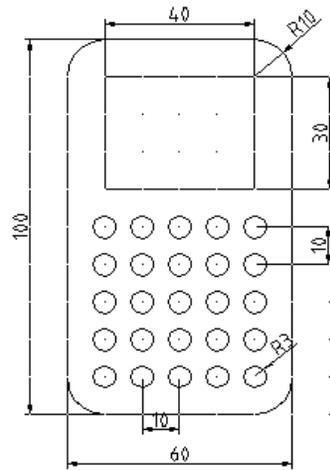
a)



b) Objecto feito a partir de chapa com 15mm de espessura.



c) Apresente o corte A-A' do seguinte objecto numa camada e a cotação numa outra camada a vermelho, denominado cotação.



Leitura recomendada: livro Des. Téc. Moderno, Cap.5

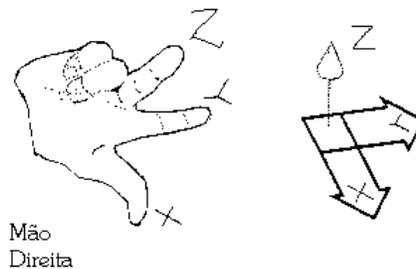
Capacidades a adquirir:

a) Realizar cortes e secções e apresentar os resultados em várias camadas com cores distintas.

---

#### User Coordinate System (UCS)

O UCS (User Coordinate System) é o sistema de coordenadas utilizadas no AutoCAD. Como seria de esperar é constituído por três eixos, x, y e z, sendo o plano de desenho definido pelos eixos XY. No AutoCAD desenha-se sobre o plano XY activo /CURRENT.



Uma característica útil do AutoCAD é que a origem (ponto 0,0,0) dos eixos UCS inicialmente definido pelo AutoCAD (World), pode ser movido para qualquer outro ponto e os eixos rodados para permitir desenhar em outros planos. Isto é muito útil pois muitas das funções de AutoCAD, como EXTRUDE, SECTION, e SLICE só funcionam sobre o plano de trabalho.

Para poder visualizar o UCS no ponto 0,0,0 Vamos activar o icon da UCS na origem:

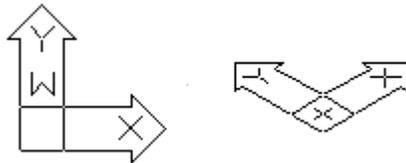
```
Command: ucsicon  
ON/OFF/All/Noorigin/Origin <ON>: or
```

Figura 41 – Comando UCSICON é utilizado para ligar/desligar a visualização do UCS

Agora podemos colocar o origem das coordenadas (UCS-Origin) onde quisermos:

```
0,0,0 <0`0`0>: 100`20`0  
0,0,0 <0`0`0>: 100`20`0  
0,0,0 <0`0`0>: 100`20`0  
Command: ucs
```

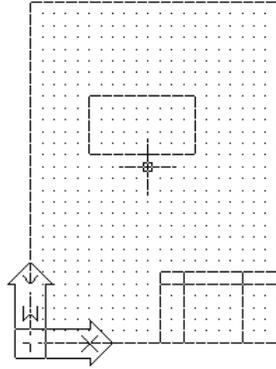
Figura 42 – Comando UCS é utilizado para mudar a posição e orientação do plano de desenho (UCS current)



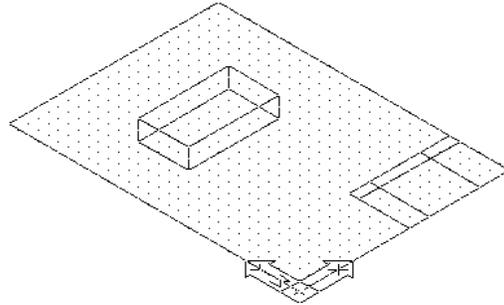
O W no ícone indica que é WCS (WORLD), ou seja a UCS original. Depois de modificada a origem dos eixos, utilizando o comando UCS (e opção O), a cruz marca a posição da origem dos eixos.

### Exemplo

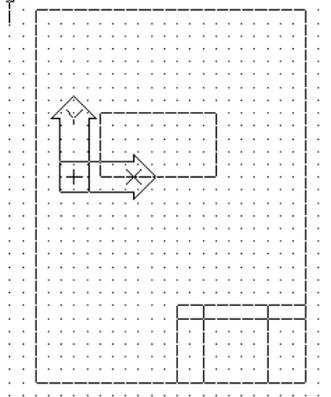
Antes de mais active o UCSicon na origem.  
Desenhe um rectângulo com 50 de largura e 90 de comprimento

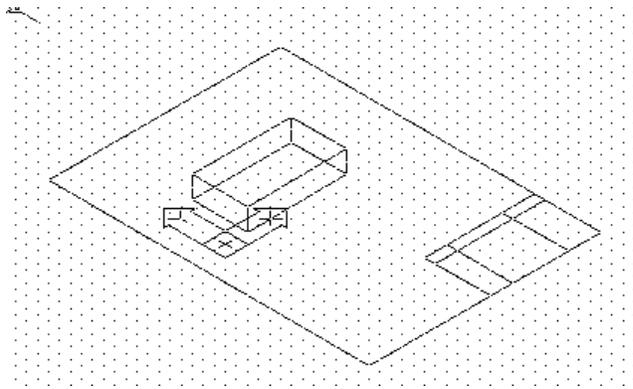


Mude para a vista 1,-1,1 e faça uma extrusão de 20 para obter um sólido.



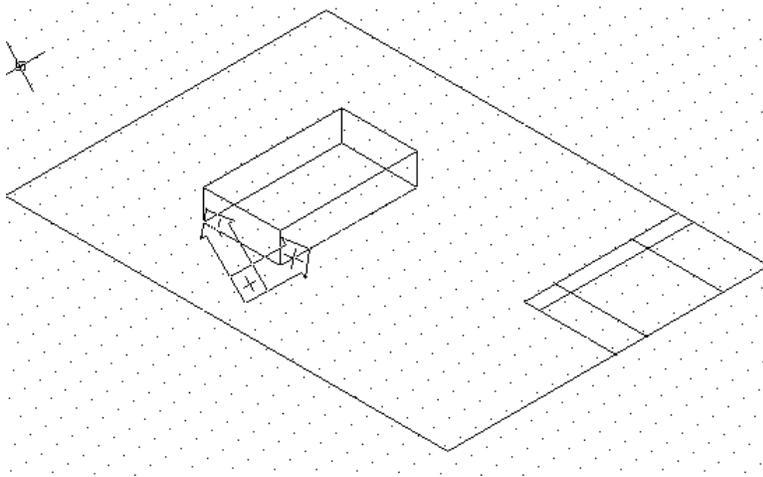
Desloque o UCS para a parte inferior do rectângulo



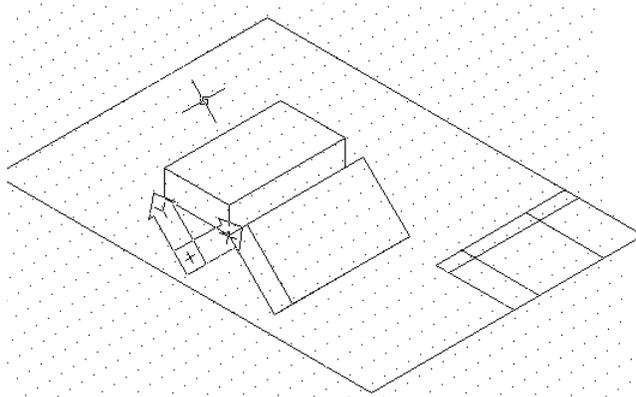


Rode o UCS 45° no eixo dos X

```
Command: ucs  
Origin/ZAxis/3point/OBject/View/X/Y/Z/Prev/Restore/Save/Del/?/⟨World⟩: x  
Rotation angle about X axis ⟨0⟩: 45
```



Desenhe agora um rectângulo de 90 por 50, e faça uma extrusão de 20. Nota a diferença?



Poderá também utilizar os UCS pré-definidos do AutoCAD

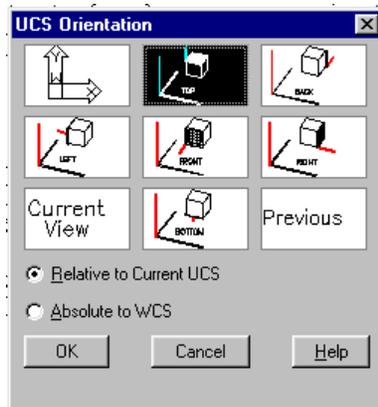
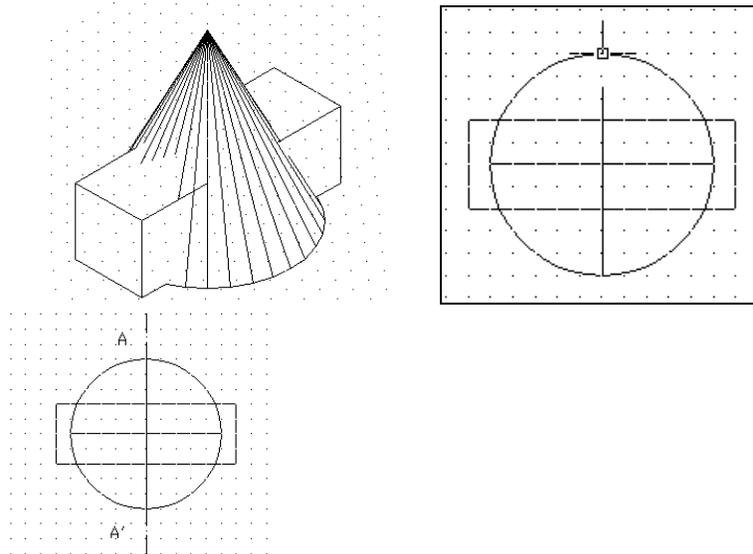


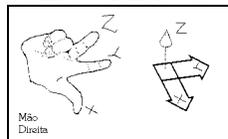
Figura 43 – Os diferentes UCSs predefinidos

Fazer cortes e secções em AutoCAD é muito fácil. Existem para o efeito o comando Corte  e o comando secção  do Toolbar SOLIDS.

Como exemplo desenhe o objecto em baixo constituído por um cubo com 40 de largura e altura e 120 de comprimento. No centro do cubo existe um cone com 50 de raio e 100 de altura.

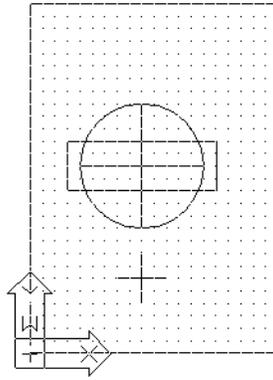


Vamos fazer a secção A-A': Qual é o plano da secção?



será o plano YZ.

Depois de desenhar o objecto basta carregar no botão de secção , definir o plano, e carregar num ponto sobre esse plano. O procedimento é igual para fazer um corte.



---

Select objects:  
Section plane by Object/Zaxis/View/XY/YZ/ZX/<3points>: yz  
Point on YZ plane <0,0,0>:

---

Figura 44 – É fácil fazer o corte utilizando um ponto e um plano (XY, YZ e ZX)

# Exercícios

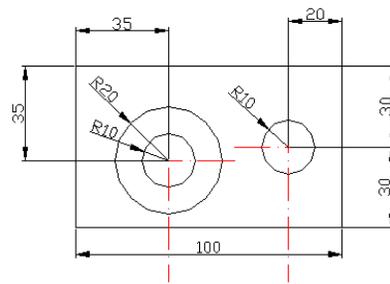
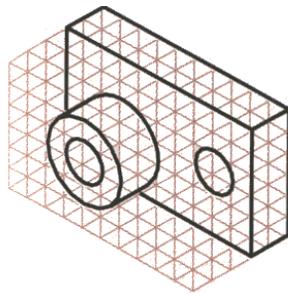
## Exercício 1:

Desenhar as cortes e secções do seguinte objecto   numa camada (layer) nova.

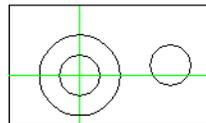
- Desenhe o objecto em 3D.

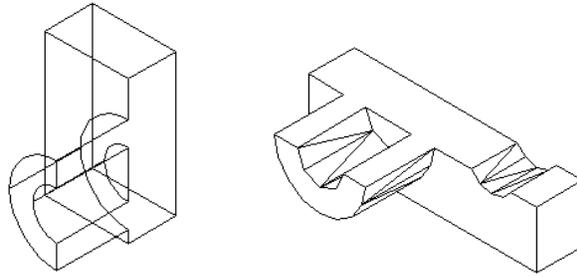
- Crie um novo camada (layer) chamado “Cortes”, a amarelo. Duplique o

objecto com o comando “copy object”  e mova um dos objectos para a camada “cortes”.

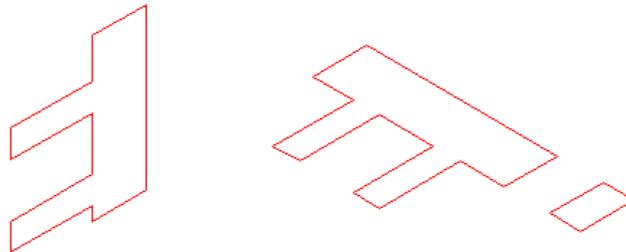
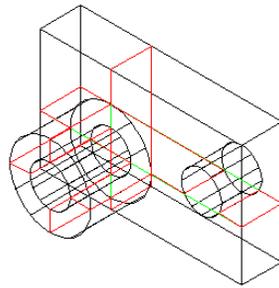


- Desenhe os dois cortes mostrados em baixo, que passam pelo centro da objectiva.



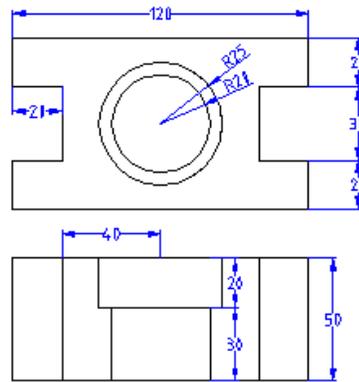
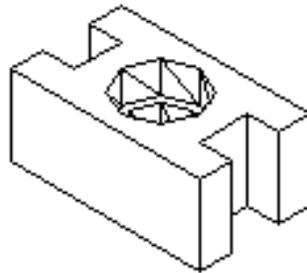


- Crie outro layer e utilize o comando section,  para criar as secções do objecto nos planos anteriormente definidos.

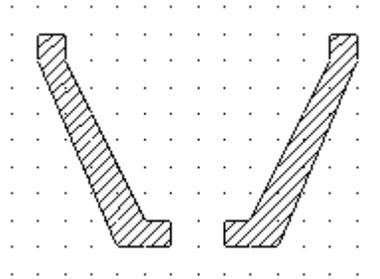


Exercício2:

Desenhe os seguintes sólidos em 3D, e faça um corte segundo o plano que julgar melhor, utilizando uma camada diferente.

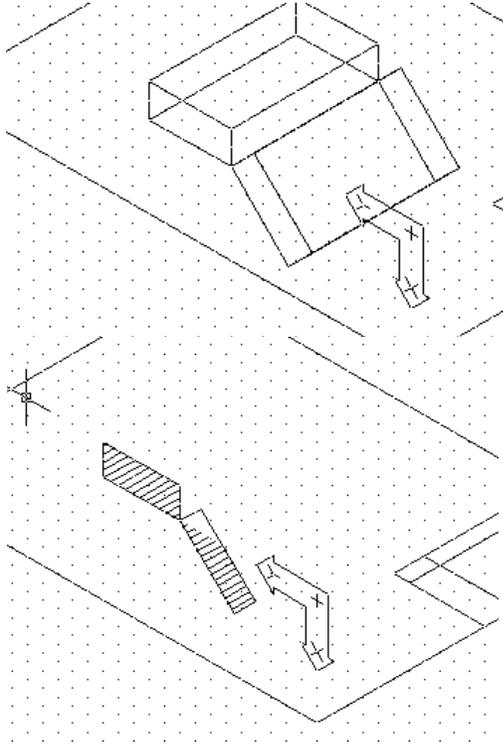


b)



Se quiser que as superfícies cortadas fiquem tracejadas de acordo com as normas internacionais, irá precisar de ter o **PLANO** de desenho na superfície do corte.

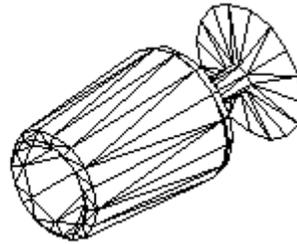
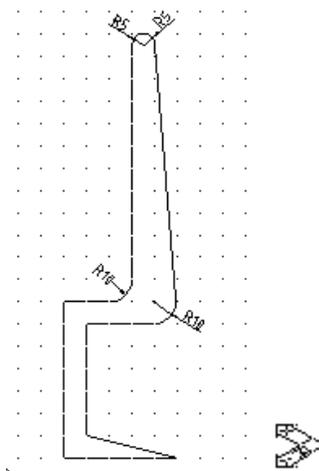
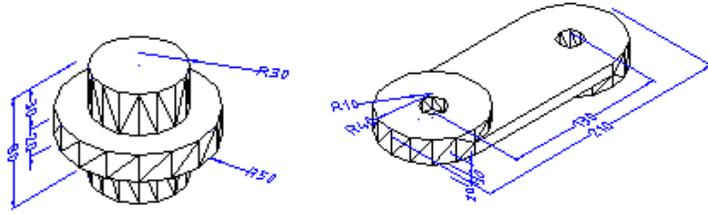
Assim, poderá utilizar o plano de papel para fazer o corte e depois fazer o HATCH das superfícies cortadas, ou cotar essas superfícies.



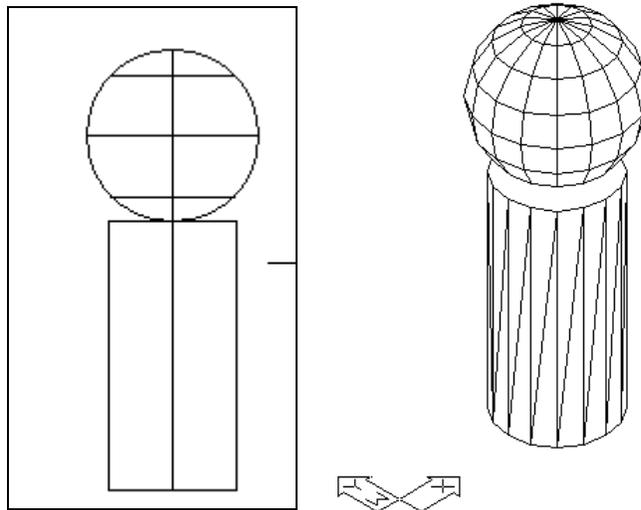
Para desenhar o tracejado dos cortes realizados no computador, utilizar o comando **bhatch**, que de resto é igual ao **hatch** normal. Atenção: Se pretende um corte, não esquecer de acrescentar os contornos visíveis.

## Exercício 1

Desenhe os seguintes objectos e faça os cortes verticais e horizontais (utilize o centro dos objectos como plano de corte):



b) Desenhe o seguinte trofeu “Globo de Ouro” em 3D, e o cote numa camada (Layer) diferente. A esfera tem um raio de 40, o cilindro 125 de altura e 30 de raio. Numa terceira camada apresente a secção do objecto que julgar ser mais informativa.



Desenhe o seguinte telemóvel. Apresente o corte indicado numa outra camada. (Dica: não precisa de desenhar os botões individualmente)

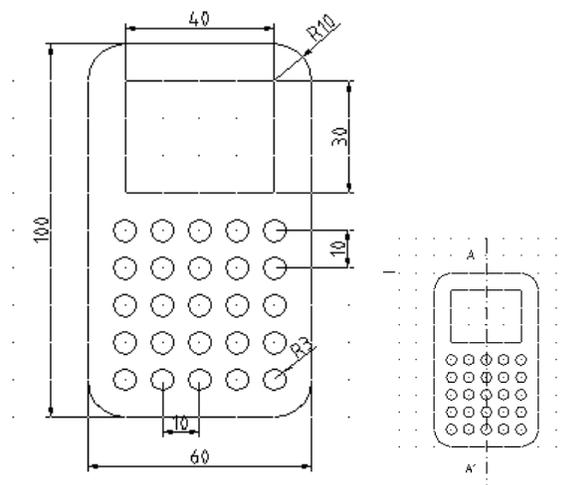
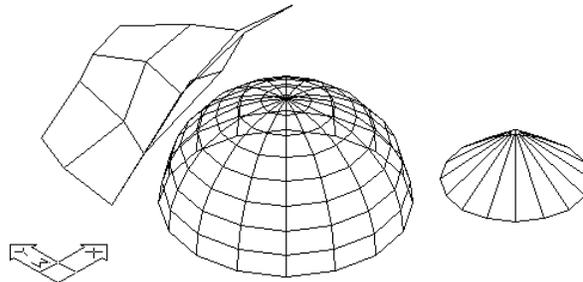




Figura 45 – Toolbar SURFACES

Tal como os nomes indicam, um objecto criado com os comandos do Toolbar SOLIDS, é um sólido, enquanto um objecto criado com os comandos do Toolbar SURFACES, apenas tem uma superfície em 3D, e está “vazio” por dentro.



É também possível criar estes objectos, com superfícies em 3D, utilizando um valor  $> 0$  para a variável THICKNESS (FORMAT > THICKNESS).

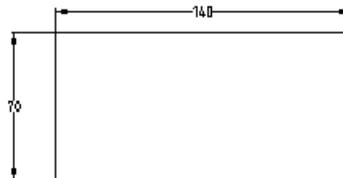
### Exercício

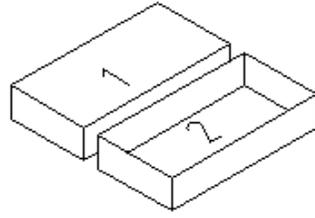
Desenhe os dois objectos, 1 e 2, tendo em conta as seguintes diferenças:

Objecto 1 - Extrude, 20. Transforma o objecto num sólido.

Objecto 2 - Rectang / Elevation , 0  
Thickness, 20.

Este objecto não é um sólido verdadeiro.





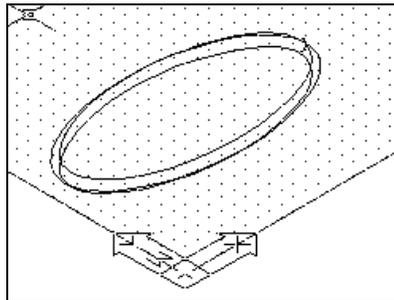
Capacidades a adquirir neste Capítulo:

- a) Manusear objectos no espaço 3D utilizando ROTATE3D;
- b) Utilizar caminhos (PATH) para desenhar objectos 3D complexos.

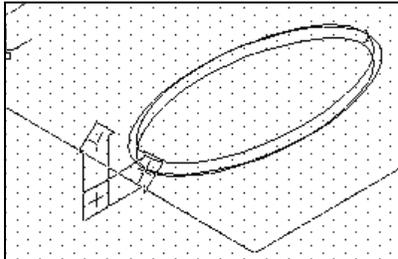
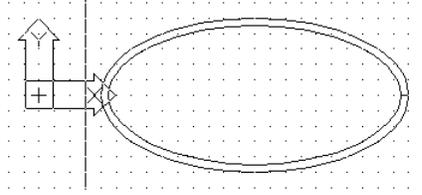
Exercícios

Exercício 1- Mesa de centro

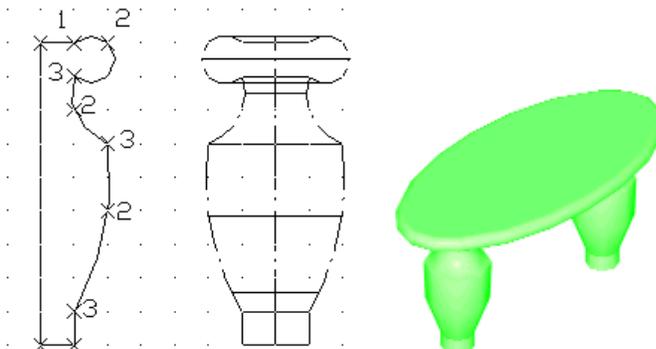
Desenhe a tampa oval com 200 mm de comprimento por 100 mm de largura, e 10 mm de espessura. Utilize o FILLET (raio 5) para arredondar os bordos.



Mude o UCS para o eixo central do tampo, e roda-o 90°



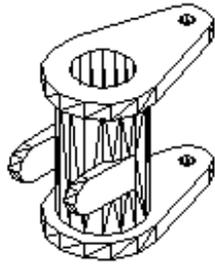
Desenhe uma perna logo no devido local rodando a seguinte secção. (a secção é desenhada utilizando 3 arcos. Os 3 pontos de cada arco estão apresentados. Ligue o SNAP e GRID)



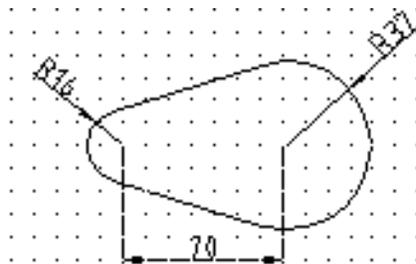
Copie e coloque as 2 pernas no eixo central à 40 mm das extremidades.

Exercício 2

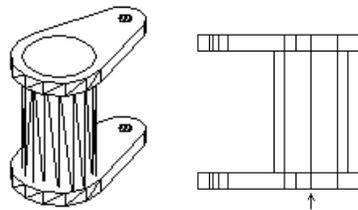
Siga os seguintes passos para desenhar o Balancé apresentado:



2. Desenhe a seguinte base, e transforma-lo num sólido com 12mm de altura.



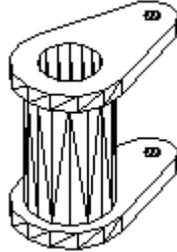
3. Desenhe dois cilindro, um com raio de 7 e altura de 15 e outro com raio de 28 e altura de 116, do lado esquerdo e direito respectivamente.



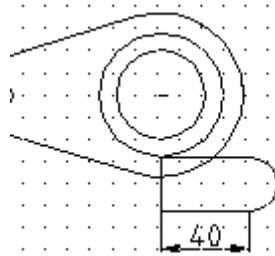
4. Copiar a base  para uma altura de 104 (ao seleccionar, escolher a parte inferior da base).

5. Criar um cilindro concêntrico com o cilindro existente, com diâmetro de 40 e altura de 120.

6. Subtrai-lo à parte já existente para que este fique oco.



7. Agora desenhe as orelhas do balanço: Começando no quadrante  inferior do eixo, desenhe uma orelha, com 25mm de largura.

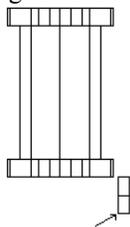


8. Em seguida dê-lhe uma espessura de 8mm.

9. Rode a orelha 90°, utilizando o comando **ROTATE3D**. Utilize a linha superior da orelha como eixo de rotação.

10. Em seguida mova o objecto 70 mm para cima (no eixo dos z).

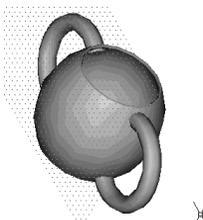
Selecione como ponto de base o canto inferior esquerdo, indicado na figura.



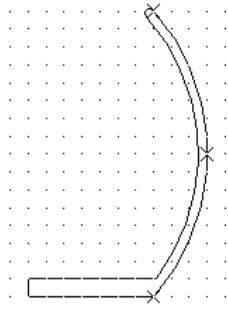
11. Finalmente copie o objecto para o outro lado do eixo. (uma deslocação de 48mm no eixo dos y).



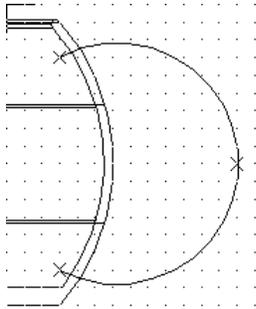
### Exercício 3- Açucareiro



Desenhe o corpo do açucareiro utilizando 1 arco. Em seguida desenhe a parte de dentro do açucareiro fazendo um OFFSET de 5mm para esquerda. Em seguida feche a parte de cima com um arco e parte de baixo com linhas.

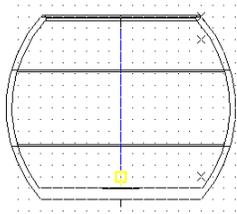


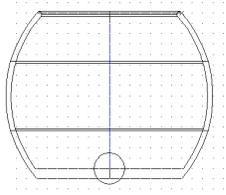
Transforme a secção em 3D



Desenhe o caminho que vai servir para a pega.

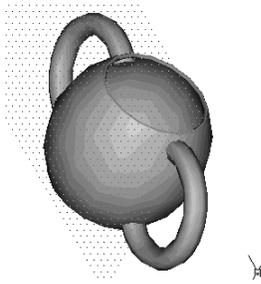
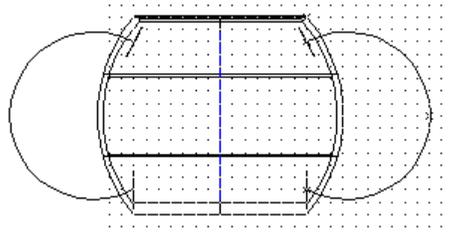
ROTATE3D todos os objectos 90° a volta do eixo de simetria do objecto  
 Desenhe um círculo com raio de 15 e centro no extremo inferior do caminho da pega.





\*Extrusão ao longo dum caminho

Faça uma EXTRUSION ao círculo utilizando a opção PATH (caminho) com o caminho já desenhado.

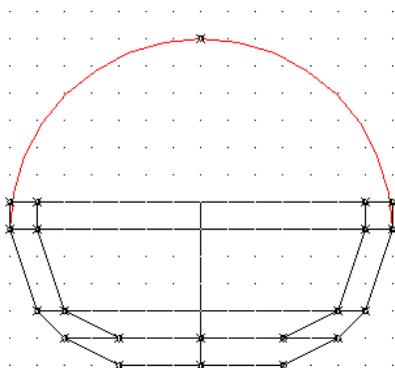
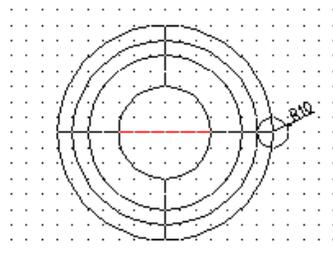
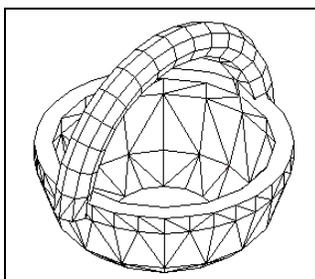


Volte a rodar o objecto  $-90^\circ$  para poder fazer espelho (MIRROR) da pega para o outro lado

Rode o objecto  $90^\circ$  sobre o eixo dos XX para este aparecer de pé na vista 3D

Faça UNION das pegas.

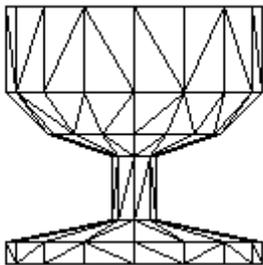
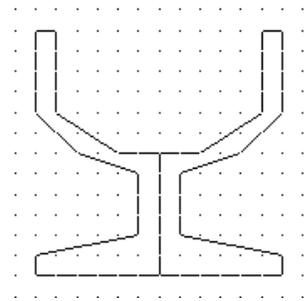
Desenhe o seguinte cesto de verga, utilizando um caminho (Path) para desenhar a pega.

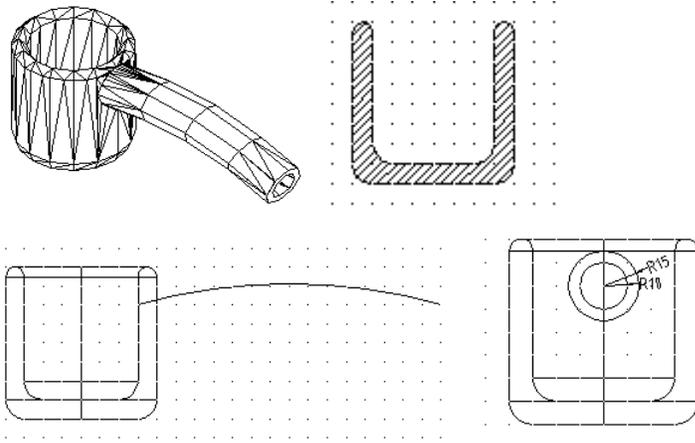


Capacidades a adquirir nesta Capítulo:  
Desenhar com confiança objectos sólidos complexos em 3D, que envolvam técnicas especializadas para a sua produção.

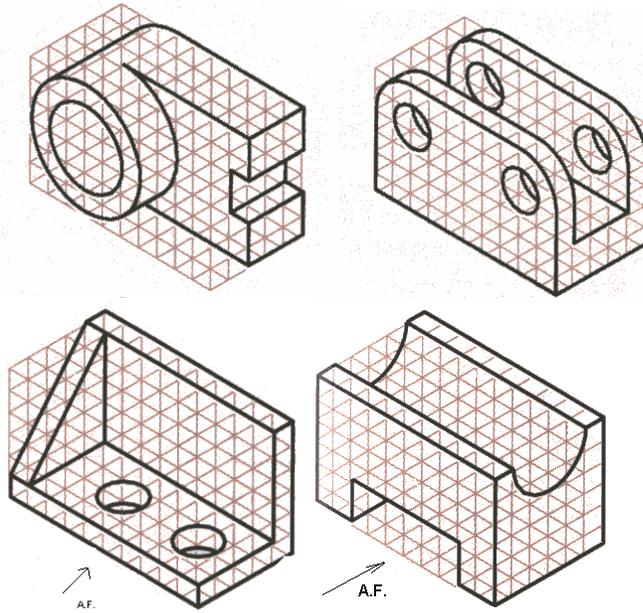
Exercícios

Desenhe os seguintes objectos em 3D. Faça o corte que julgar melhor numa camada diferente.





Desenhe os seguintes objectos em 3D. Faça o corte que julgar melhor numa camada diferente.. Faça uma apresentação profissional do seu trabalho com as vistas necessárias e o objecto em perspectiva.



a)

