

CAD BÁSICO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

*Elaborado por Prof^a Andrea Faria Andrade, DSc
Editado e ampliado por Prof. Emílio Eiji Kavamura, MSc
Revisado por Prof^a Zuleica Faria de Medeiros, MSc*

Curitiba PR

2015

DIREITOS AUTORAIS

Proibida a reprodução total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio ou processo, sem a autorização, por escrito, do autor.

A violação de direitos autorais é punível como crime com pena de prisão (de 3 meses à 4 anos) e multa (de 1 salário mínimo por cópia sem autorização) conjuntamente com busca, apreensão e indenizações diversas (Artigos 122, 123, 124 e 126 da Lei n.º 5.988, Lei dos Direitos Autorais).

Sumário

1	INTERFACE DO AUTOCAD	6
1.1	PRÉ REQUISITOS PARA INICIAR O DESENHO	10
2	ENTRADA DE COMANDOS	11
2.1	TECLADO	11
2.2	MOUSE	12
2.3	CONFIGURAÇÃO DO DESENHO	13
3	COMANDOS INICIAIS	15
3.1	COMANDO IMPORTANTE	15
3.2	COMANDOS DE CONFIGURAÇÃO DO DRAWING AREA	16
3.3	LIMITAÇÃO DO DRAWING AREA	18
3.4	SELEÇÃO DE ENTIDADES	19
3.5	CANCELAMENTO DE COMANDOS	19
3.6	FERRAMENTAS DE VISUALIZAÇÃO	20
3.7	REGENERAÇÃO	20
4	FERRAMENTAS BÁSICAS DE CRIAÇÃO	22
4.1	PONTO	23
4.2	LINHA	25
4.3	Sistemas de Coordenadas	26
4.3.1	Coordenadas Cartesianas	26
4.3.2	Coordenadas Polares	27
4.3.3	Desenho em Modo Ortogonal	27
4.4	POLILINHA	28
4.5	ARCO	28
4.6	CÍRCULO	29
4.7	A PARTIR DE	31
4.8	POLÍGONOS	33
4.9	RETÂNGULO	34

4.10	SPLINE	34
4.11	ELIPSE	34
4.12	FILETE	35
4.13	CHANFRO	36
5	FERRAMENTAS DE PRECISÃO	38
6	FERRAMENTAS BÁSICAS DE EDIÇÃO	40
6.1	APAGAR	40
6.2	MOVER	40
6.3	COPIAR	40
6.4	DESLOCAR	41
6.5	APARAR	42
6.6	ESTENDER	43
6.7	ROTACIONAR	45
6.8	EXPLODIR	46
6.9	ESTICAR	46
6.10	ANEL	47
6.11	ESCALA	48
6.12	CAMADA	49
6.13	HACHURA	49
6.14	TEXTO MULTILINHAS	51
6.15	PROPRIEDADES	52
6.16	ESPELHAR	52
6.17	MATRIZ	52
7	BLOCOS	56
7.1	BLOCO	56
8	FORMATAR	58
8.1	ESTILO DE TEXTO	58
8.2	ESTILO DE COTA	59
8.2.1	Linhas	61
8.2.2	Símbolos e setas	61
8.2.3	Texto	62
8.2.4	Ajuste do texto	64
8.2.5	Unidade primária	64
8.2.6	Tolerância dimensional	66

9	PLOTAGEM	67
9.1	LEIOUTES PARA PLOTAGEM	67
9.1.1	criação de Viewports	68
9.1.2	Manipulando o Projeto no Paper Space	68
9.1.3	Inserindo Escalas nas Viewports	68
9.2	Comando Plot	69
10	PADRONIZAÇÃO NA CONCEPÇÃO DOS DESENHOS	71
10.1	Tamanhos de Letras	71
10.2	Tipos de Linhas	72
10.3	Hachuras	72
10.4	Cotagem	73
	Referências	75

INTERFACE DO AUTOCAD

Ao iniciar o programa AutoCAD 2014 a tela inicial que se apresenta é muito parecida com a que é apresentada na Figura 1. Pode haver variações devido a configurações feitas por outros usuários do programa.

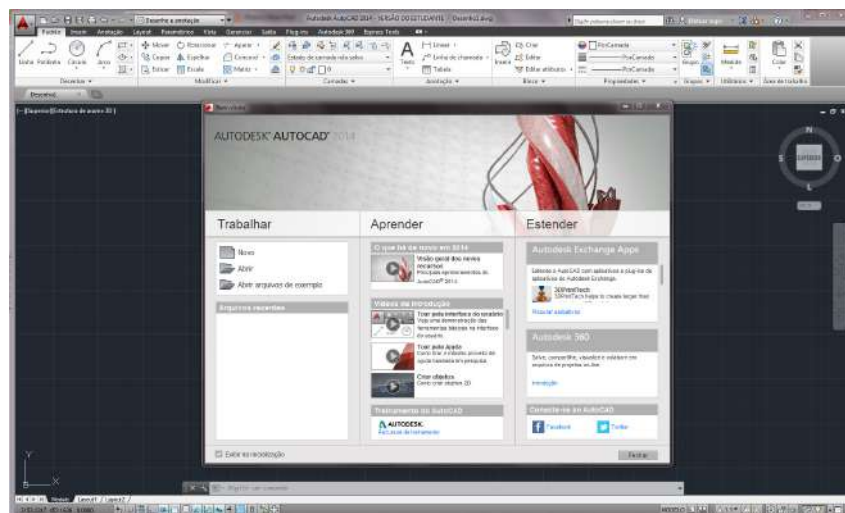


Figura 1 – Tela Inicial do AutoCAD 2014 - Versão Estudante

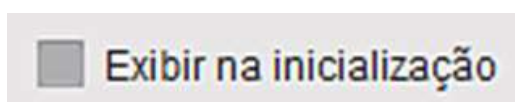


Figura 2 – Tela de boas vindas - desabilitar

Para que a tela inicial de boas vindas não seja mais apresentada na inicialização do programa basta desmarcar a caixa, como mostrado na Figura 2.

Reparemos na Figura 3 que a tela de Boas vindas na versão em inglês possui a mesma representação.

A janela do programa é apresentada contendo sua interface gráfica. Essa janela é o espaço de trabalho de projetos. Nela estão dispostos todos os elementos utilizados para criar os desenhos na área gráfica, *Drawing Area* destacados na Figura 4.

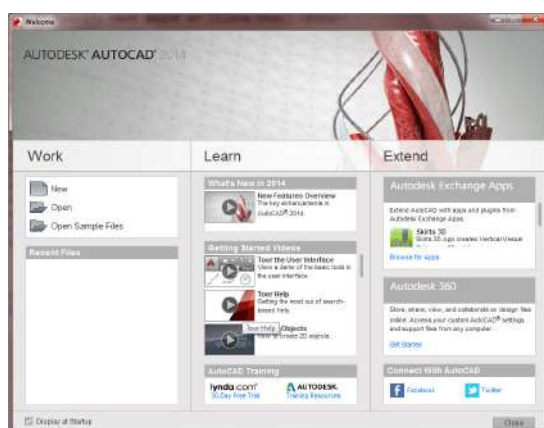


Figura 3 – Tela Boas vindas do AutoCAD 2014 INGLÊS- Versão Estudante

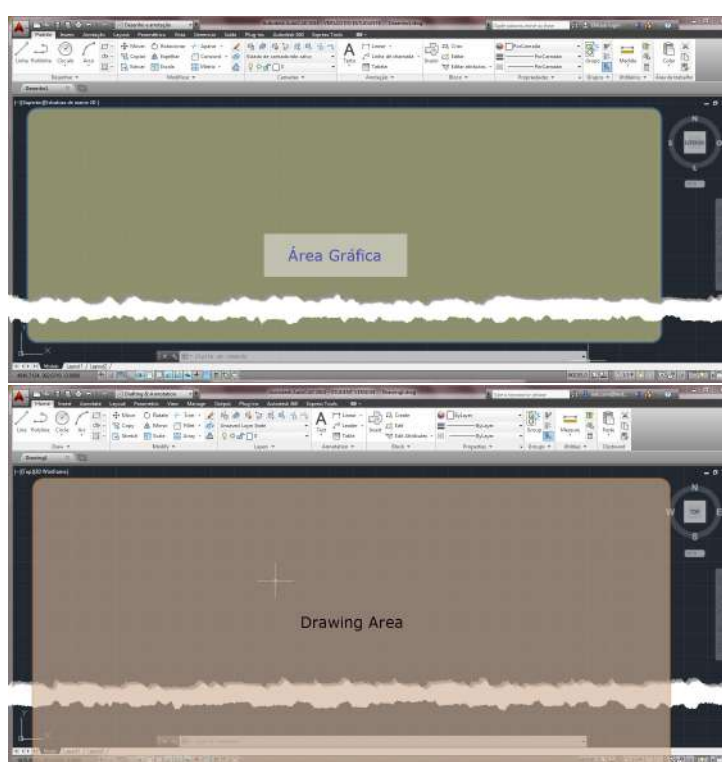
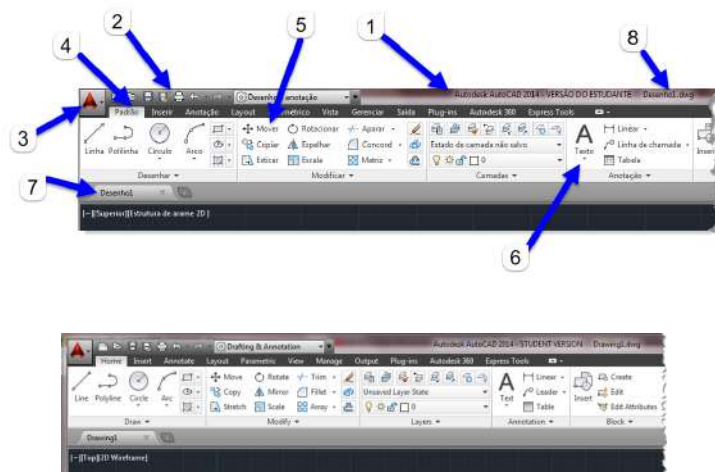


Figura 4 – Área Gráfica - *Drawing Area*

A Interface do AutoCAD é composta pelos componentes padrões da interface do Windows, sendo semelhante ao aplicativos do mesmo desenvolvidos pela Microsoft (Word, Excel, etc.). Os comandos são agrupados de acordo com suas funcionalidades e usos, como nos demais aplicativos Windows, a Figura 5 mostra a organização dos comandos.

As barras de ferramentas podem ser configuradas para apresentarem os comandos principais, as abas ou os botões. Veja na Figura 6 a posição do botão de escolha da configuração e o resultado apresentado para cada uma das possibilidades.

Os comandos são agrupados de acordo com determinada tarefa (desenho, edição, visualização, etc). Você pode alterar a visualização das Ribbons a medida que for se



1. Barra de Identificação *Identification Bar*;
2. Barra de comandos de acesso rápido *Quick Access toolbar*;
3. Botão do Aplicativo *Application Menu*;
4. Abas de Comandos *Ribbon tabs*;
5. Botões de comandos não expansível *Tool name*;
6. Botões de comandos expansível *Ribbon Panels*;
7. Aba do Projeto *Drawing tabs*;
8. Título do Projeto *Drawing file name*;

Figura 5 – Componentes da Janela - Português e Inglês

acostumando com os comandos, a localização e o uso deles. A visualização pode ser compactada ou expandida, na Figura 6.

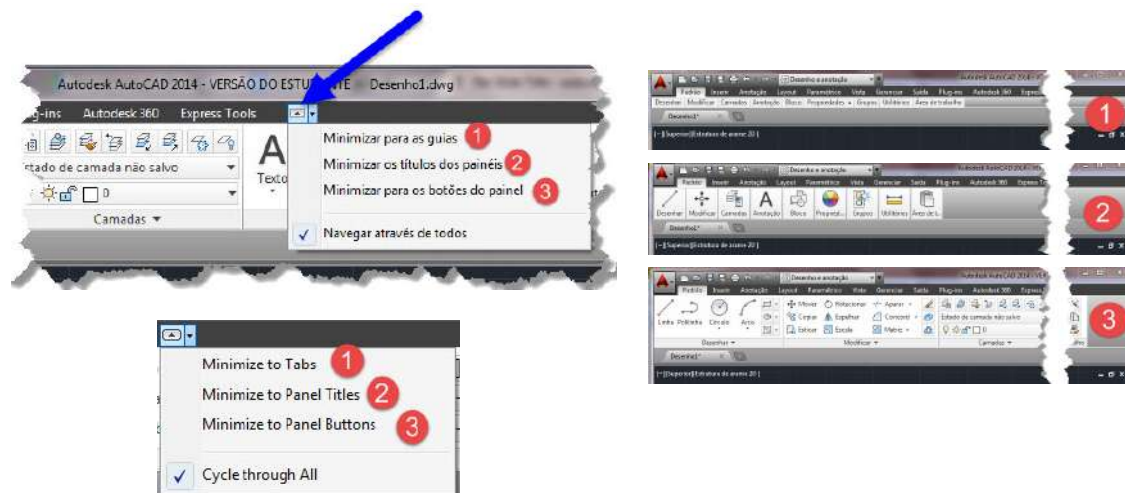


Figura 6 – Visualização das barras de ferramentas

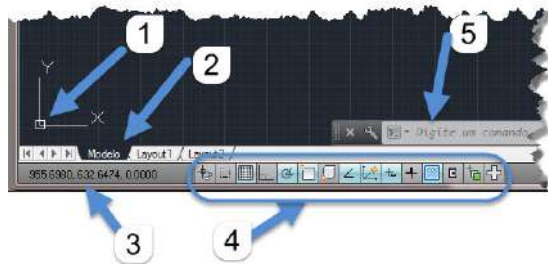
A nomenclatura em português e em inglês são apresentadas para mostrar que não há diferenças nas funcionalidades.

Para que possamos nos adaptar rapidamente ao linguajar do programa, que é comum a todos os demais programas de modelagem gráfica, estaremos empregando apenas a língua inglesa para designar os comandos utilizados. O idioma português brasileiro apesar de ter acionamento de comandos nem sempre possui a uniformidade encontrada na língua inglesa, além de termos uma defasagem temporal considerável para se ter traduzido os comandos e seus arquivos de ajuda.

Aproveito também para utilizar o perfil mais acadêmico do programa para que as ferramentas e comandos estejam arranjadas e agrupadas conforme as aplicações no meio acadêmico. O que de certa forma nos ajuda e muito a ter uma eficiência maior no

aprendizado.

Na Figura 7 é mostrado o sistema de coordenadas universal (UCS), as abas para se visualizar o modelo do desenho ou os layouts do desenho no espaço do papel. A posição do cursor em relação ao UCS, o status do desenho em termos de configuração do SNAP, GRID, ORTHO, TRACKING e DYNAMIC INPUT.



1. Origem do Sistema de Coordenadas - *UCS*,
2. Abas do modelo e leiuote - *Model and Layout tabs*,
3. Coordenadas do cursor - *Cursor coordinates*,
4. Barra de Status - *Status Bar*,
5. Linha de comando - *Command window*.

Figura 7 – Componentes da Área de Trabalho

Praticamente todas as abas da barra de comandos pode ser colocada na área gráfica (flutuar). Basta clicar com o botão esquerdo do mouse e mantendo pressionado arrastar a aba para a posição desejada.

Por exemplo na Figura 8 na aba Anotação, o conjunto de comandos de texto foi colocado na área gráfica.

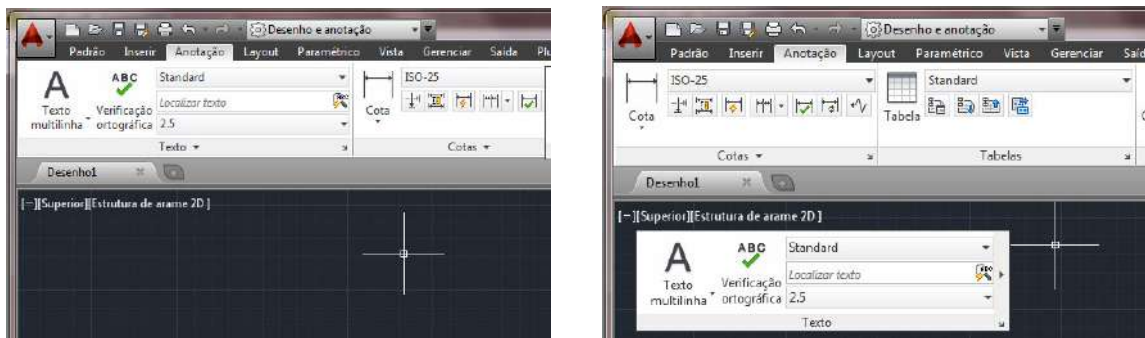


Figura 8 – Barra de Ferramentas Flutuante

Cursor de Seleção é uma pequena flecha utilizada na seleção de comandos nas barras de ferramentas e barras de menus. Na Figura 10 há a indicação de cursores de seleção de comandos e de objetos.

Cursor de Mira utilizado na área gráfica para selecionar objetos ou pontos. O AutoCAD permite que usuário altere o tamanho do cursor. Na Figura 10 é mostrado algumas das representações do cursor na Área Gráfica de acordo com os requisitos de comando empregados.

PickBox pequeno quadrado utilizado para selecionar objetos durante um comando de edição. Ao aproximar o mouse de uma entidade os pontos ficam destacados como mostrado

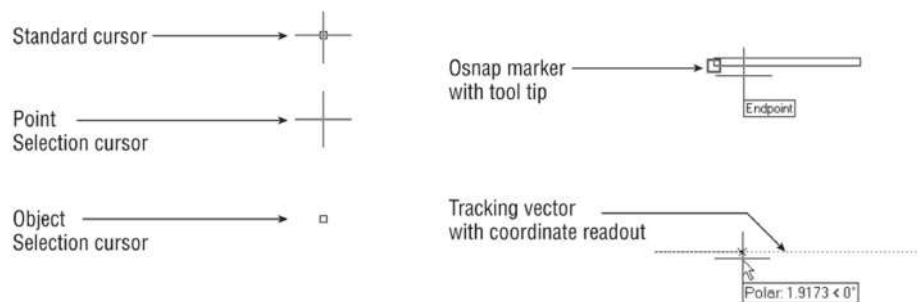


Figura 9 – Diferentes funções indicadas pela representação do cursor

na Figura 10. O AutoCAD permite a alteração de tamanho e cor deste quadrado de seleção.

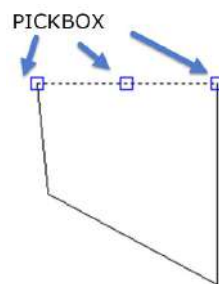


Figura 10 – PICKBox com a aproximação do cursor

1.1 PRÉ REQUISITOS PARA INICIAR O DESENHO

Antes de se iniciar qualquer desenho com uma ferramenta computacional é interessante e recomendado que se tenha em mente o objetivo do desenho a ser feito, para quem é feito o desenho, quais as restrições/condições gráficas devem atendidas, quais as normas que regem e padronizam o desenho, e principalmente se os recursos existentes no programa que você deseja modelar são suficientes e eficientes (a eficácia depende de suas habilidades em lidar com o programa).

Aqui eu deixo listado algumas considerações que geralmente são feitas para se fazer um desenho em CAD:

1. as padronizações de cores, espessuras e tipos de linhas que posso utilizar no desenho;
2. o tipo de leiuote do desenho, os formatos do cabeçalho, tipos e tamanhos de fontes ;
3. a nomenclatura dos arquivos, pastas, redes, de forma a permitir uma rastreabilidade de responsabilidades, direitos e obrigações;
4. as formas, formatos de envio de arquivos, bem como as prioridades de acesso, leitura, e edição dos mesmos;
5. o posicionamento do sistema de coordenadas para o desenho da peça e do conjunto;
6. a opção de acessos de múltiplos usuários, simultaneidade, sincronismo;
7. as permissões de acesso, edição, alteração, e cópia.
8. entre muitos outros detalhes....

ENTRADA DE COMANDOS

A Entrada de comandos pode ser realizada utilizando-se o teclado (digitando o nome dos comandos, ou usando combinação de teclas no teclado), ou selecionando utilizando-se com o cursor de seleção os comandos nas barras de ferramentas.



Figura 11 – Dispositivos básicos de entrada de dados

2.1 TECLADO

Todos os comandos podem ser executados digitando o atalho para os mesmos ao invés do seu nome. Isto permite a um ganho significativo de tempo na execução dos desenhos, veja na Figura 12 as teclas mais utilizadas.

Alguns exemplos destes atalhos são:

Comando	ARC	CIRCLE	COPY	ERASE	EXTEND	LINE	MIRROR	MOVE	PAN	POLYLINE	TEXT	TRIM
atalho	A	C	CO	E	EX	L	MI	M	P	PL	TX	TR

Tabela 1 – Comandos via teclado

As teclas prédefinidas:

- F1 acessa a Ajuda do AutoCAD
- F2 muda entre a tela grafica e a janela de texto
- F3 troca a opção do object snap on/off
- F4 troca a opção do object snap 3D on/off
- F5 troca a opção do isoplane top/right/left - para desenhos em vista isométrica
- F6 coordenadas on/off
- F7 grid on/off
- F8 ortho on/off
- F9 snap on/off
- F10 polar on/off
- F11 troca a opção do object snap tracking on/off
- F12 entrada dinâmica.



Figura 12 – As teclas mais utilizadas

1. ENTER\ Espaço : executa varias funções, de acordo com a etapa que se encontra a instrução;
2. Esc : sai de um quadro de diálogo, interrompe um comando que esteja sendo executado;
3. Backspace : retrocede e apaga um ou mais caracteres, útil para correção de erros de digitação;
4. Funções prédefinidas;
5. teclas de navegação, utilizadas para editar os comandos.

2.2 MOUSE

O mouse é utilizado para selecionar comandos, desenhar e selecionar objetos na tela.



Figura 13 – Mouses 3D

Em um mouse de dois botões, o da esquerda é o botão de seleção, utilizado para selecionar comandos ou objetos na tela, ou comandos nas barras de menus ou de ferramentas. O botão da direita exibe um menu de atalho ou é equivalente a pressionar ENTER.¹

Para o mouse de três botões (Figura 14), o botão do meio (indicado por 1) se pressionado é utilizado para o comando PAN. Se o terceiro botão for um disco, além da função de PAN ao ser pressionado, ao girá-lo consegue-se modificar o zoom dinamicamente.

¹ Para o mouse configurado por falta para destros.

Para aqueles que desconhecem o significado de alguns termos usados, abaixo temos um pequeno dicionário de termos:

PICK significa pressionar o botão da esquerda do mouse para indicar pontos ou ações de menus e comandos de tela.

ENTER significa como pressionar a tecla ENTER do teclado.

PAN (P) este comando é proporcional à barra de rolagem da área gráfica.



Figura 14 – Botão do meio

2.3 CONFIGURAÇÃO DO DESENHO

Vamos fazer os primeiros ajustes para que possamos iniciar o curso com algumas práticas. Ajustaremos:

1. o salvamento automático para cada 2 min,
2. as unidades de medida utilizadas no desenho,
3. a precisão das medidas,e
4. o sentido de medição de ângulos.

Acessando as opções do desenho através do ícone do aplicativo (1) e o botão OPÇÕES (2), indicados na Figura 15. Uma janela de configurações é aberta. Acesse a aba Abrir e Salvar (1), e ajuste os minutos de gravações (2), conforme apresentado na Figura 15. Para finalizar pressione o botão OK (3).

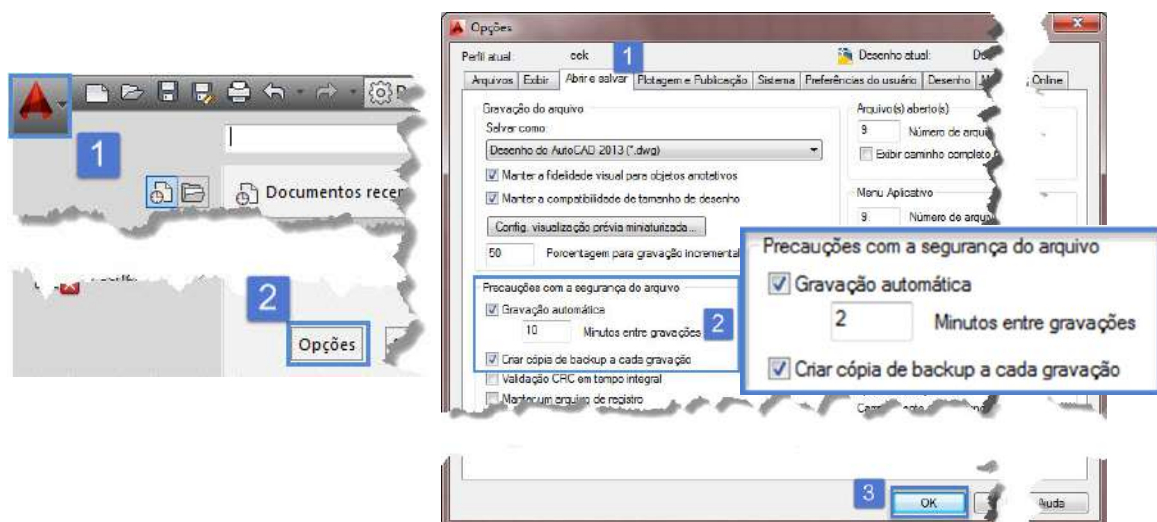


Figura 15 – Configuração do autosalvamento do desenho

O ajuste das unidades, precisão e sentido de medição do ângulo é feito no item Utilitários do desenho. Acesse através do ícone do aplicativo (1), o botão de Utilitários do desenho (2) e o botão unidades (3). Uma nova janela é aberta, e verifique se os itens assinalados por (1) e (2) são correspondentes aos indicados na Figura 16.

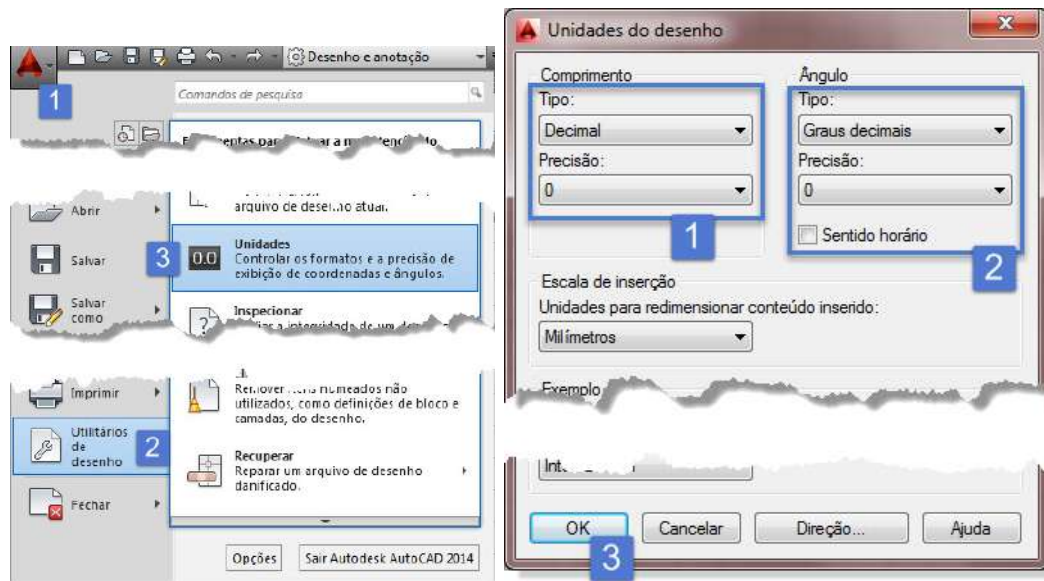


Figura 16 – Configuração das unidades e da precisão

As demais configurações do arquivo, do modo de trabalho, da segurança, e outras opções podem ser vistos a medida que eles se tornem necessários no andamento do curso.

COMANDOS INICIAIS

É importante lembrar que o AutoCAD permite que a área de trabalho (WORK SPACE) do programa seja configurado conforme as necessidades do desenho e do usuário.

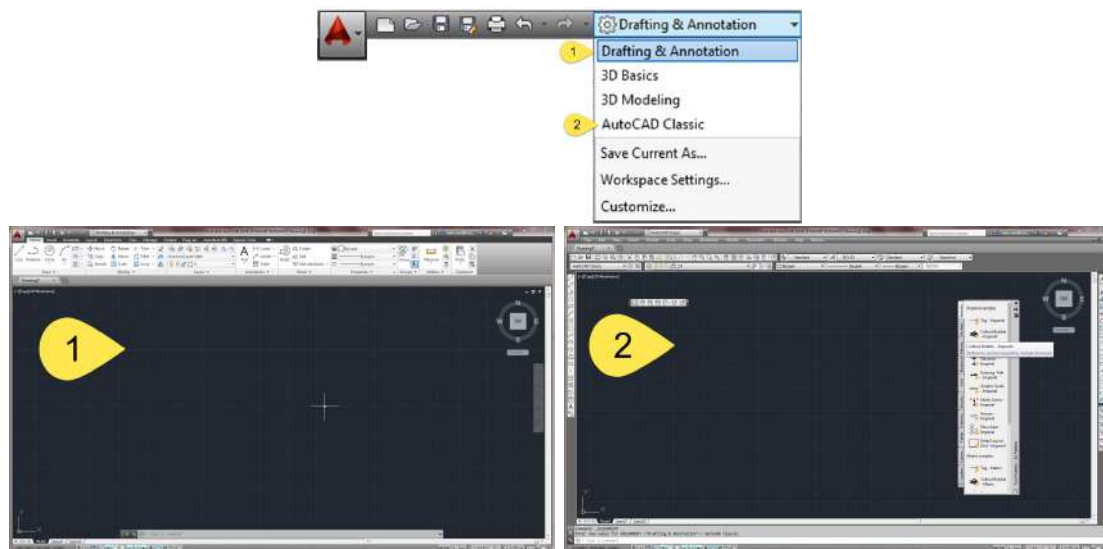


Figura 17 – Configuração do WORK SPACE - área de trabalho

Neste material utilizaremos a configuração CLASSIC.

3.1 COMANDO IMPORTANTE

Um dos comando mais importantes para você que está iniciando é: **SAVE SALVAR**, este comando é utilizado para salvar um arquivo novo no AutoCAD (que possui a extensão .dwg), em uma pasta definida pelo usuário. Além de apresentar ao usuário a possibilidade de definir o arquivo a ser salvo em versões anteriores e em extensão “.DXF” (extensão compatível com diversos softwares de computação gráfica).

Caminho: FILE ⇒ SAVE AS... Linha de comando: QSAVE ou (Ctrl+S)

Já vimos como configurar o autosalvamento, para que o arquivo salvo esteja atualizado a cada 2 minutos de trabalho.

3.2 COMANDOS DE CONFIGURAÇÃO DO DRAWING AREA

Vamos verificar o que acontece com a barra de status na parte inferior esquerda da janela. Repare na Figura 18 que os ícones associados aos números 2, 4, 5, 6, 7 e 8 estão mais claros indicando que as respectivas opções estão ativas (ON).



Figura 18 – Barra de Status do Desenho

- | | |
|-------------------------|-------------------------------|
| 1. SNAP (F9) | 6. OBJECT SNAP TRACKING (F11) |
| 2. GRID (Ctrl+9) | 7. UCS DYNAMIC (F6) |
| 3. ORTHOGONAL (F8) | 8. DYNAMIC INPUT (F12) |
| 4. POLAR TRACKING (F10) | 9. LINE WEIGHT. |
| 5. OBJECT SNAP (F3) | |

Vamos ver o que cada uma dessas opções habilita na execução dos desenhos.

SNAP o cursor do mouse apenas “se movimenta” em cima dos pontos da GRID. Ou seja, o SNAP configura uma grade invisível para a qual todos os pontos indicados na tela são “atraídos” automaticamente. O mouse só consegue se movimentar de acordo com esta distância definida, que deve ser de preferência a mesma definida para os pontos da grade.

GRID é uma espécie de grade apresentada na área gráfica, utilizando pontos que estão a uma distância “x” constante entre si. Esta distância pode ser definida pelo usuário.



Figura 19 – Configuração da grade no desenho

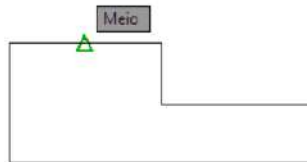
Para definir a distância entre os pontos da grade, basta executar o comando e determinar o valor “x”. Basta “clique” com o botão direito do mouse em cima do comando GRID que aparece na Barra de Status.

ORTOGONAL serve para restringir o movimento do cursor nos sentidos horizontal e vertical para conveniência e precisão quando criar e modificar objetos. Por exemplo, este comando “força” para que as linhas sejam sempre desenhadas na horizontal ou vertical.

SNAP AO OBJETO (F3) Use snaps ao objeto para especificar localizações precisas em objetos.

Exemplo 1:

Para selecionar o ponto médio de um segmento, o meio, é facilmente feito através deste recurso.



RASTREAMENTO DE SNAP AO OBJETO (F11) Você pode desenhar objetos em uma determinada relação com outros objetos nas direções especificadas, chamadas de caminhos de alinhamento. Use snaps ao objeto para especificar localizações precisas em objetos.

Exemplo 2:

Na ilustração a seguir, o Snap ao ponto final do objeto está ativado. Você inicia uma linha clicando em seu ponto inicial (1), move o cursor sobre o ponto final de uma outra linha (2) para adquiri-la e, em seguida, move o cursor sobre o caminho de alinhamento horizontal para localizar o ponto final desejado da linha que está sendo desenhada (3).

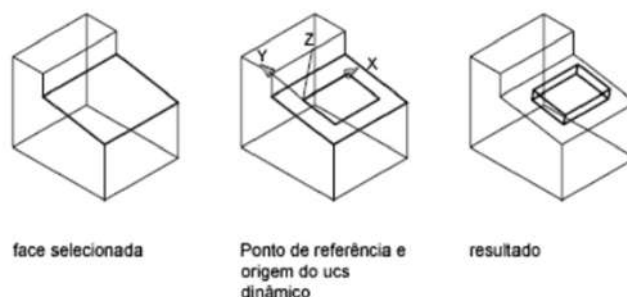


RASTREAMENTO POLAR (F10): O snap polar restringe o movimento do cursor a ângulos especificados para conveniência e precisão quando criar e modificar objetos;

UCS DINÂMICO (F6) Com a função UCS dinâmico, você pode, temporariamente e automaticamente, alinhar o plano XY do UCS com um plano em um modelo sólido ao criar objetos.

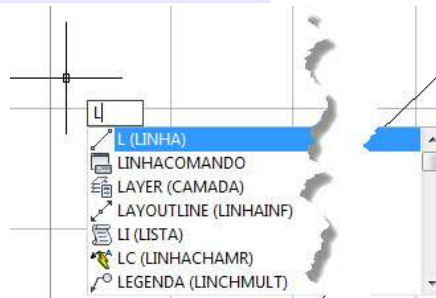
Exemplo 3:

Por exemplo, você pode usar o UCS dinâmico para criar um retângulo em uma face angular de um modelo sólido, como mostrado na ilustração.



ENTRADA DINÂMICA (F12) A Entrada dinâmica fornece uma interface de comandos junto ao cursor para ajudá-lo a manter seu foco na área de desenho.

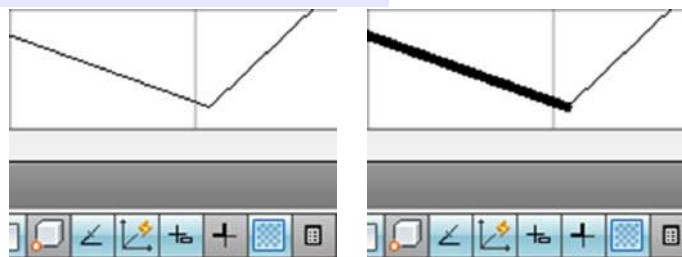
Exemplo 4:



Peso da linha O peso da linha, ou a espessura usada no desenho, é útil para delinear detalhes específicos em cópias impressas de desenho complexos. Normalmente, as linhas grossas representam as mais visíveis de seu projeto, enquanto as finas e médias oferecem detalhes.

Os arquitetos utilizam dois padrões de espessura para o CAD e desenhos de cópias impressas.

Exemplo 5:



Desativado

Ativado

3.3 LIMITAÇÃO DO DRAWING AREA

Algumas outras características que podem ser facilmente ajustadas para auxiliar na execução do desenho.

LIMITS a área gráfica ou área de trabalho é considerada no AutoCAD como sendo infinita. Como nunca esta área será utilizada totalmente (que é absurdamente grande), pode-se definir um tamanho para esta região de trabalho. Uma das vantagens de se definir uma área é a de poder contar com a GRID.

Ao acionarmos o comando LIMITS, há a necessidade de se definir duas coordenadas absolutas: uma para o canto inferior esquerdo (lower left corner) e outra para o canto superior direito (upper right corner).

Para a primeira coordenada pedida, é aconselhável utilizar os valores 0,0. Dessa forma, o início da área delimitada coincide com o início do plano cartesiano imaginário do AutoCAD. Quanto à segunda coordenada fornecida, a mesma deve ser superior ao tamanho a ser

utilizado por todos os desenhos do projeto.

3.4 SELEÇÃO DE ENTIDADES

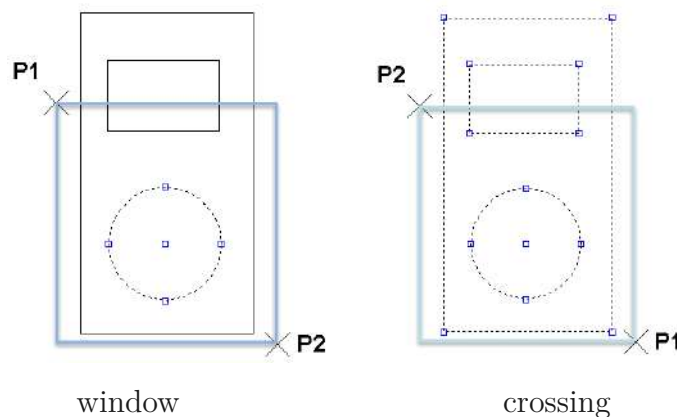
JANELAS DE SELEÇÃO a seleção de objetos pode ser obtida colocando-se uma janela de seleção. Esta janela é uma área retangular definida pelo usuário na área de desenho especificada através de dois pontos de canto no prompt Select Objects.

A ordem em que os pontos são especificados faz a diferença. Arrastar o cursor da esquerda para a direita (janela de seleção) seleciona apenas objetos totalmente contidos na área de seleção.

Arrastá-lo da direita para a esquerda (seleção de intersecção) seleciona objetos que cruzam e que estão contidos na área de seleção. Para que possam ser selecionados, os objetos devem estar ao menos parcialmente visíveis.

- Modo de seleção Window: seleciona objetos que estejam totalmente contidos numa janela.
- Modo de seleção Crossing: seleciona objetos que cruzam uma janela ou nela estejam totalmente contidos.

Exemplo 6:



Obs.: Podemos ainda, utilizar o recurso de retirar seleção de objetos, usando a tecla SHIFT (pressionada) + PICK, sobre o item a ser excluído da seleção.

3.5 CANCELAMENTO DE COMANDOS

ESC utilizado para cancelar ou interromper uma ação de um comando no AutoCAD, basta pressionar a tecla ESC no teclado.

UNDO (U): este comando é utilizado quando se deseja desfazer ações mais recentes.

Caminho: EDIT ⇒ UNDO

Atalho: U ou u (letra minúscula ou maiúscula)

REDO este comando refaz a ação do UNDO.

Obs. Este comando só é realizado desfazendo somente o último UNDO.

Caminho: EDIT ⇒ REDO

ERASE (E) – APAGAR: apaga definitivamente entidades selecionadas pelo usuário.

LIST - LISTA: gera uma lista de propriedades do objeto, ou seja, o usuário pode verificar todos os comandos executados no desenvolvimento do trabalho.

3.6 FERRAMENTAS DE VISUALIZAÇÃO

PAN (P) este comando é proporcional à barra de rolamento da área gráfica.

ZOOM (Z) são os comandos de visualização. O AutoCAD possui vários controles de ZOOM, que não alteram o tamanho do desenho, apenas altera o tamanho da vista dentro da área do desenho. Dentre eles temos:

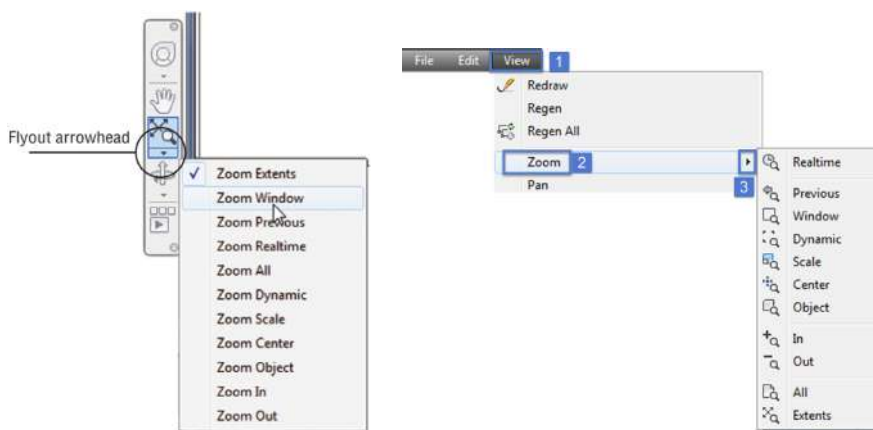


Figura 20 – Formas de acesso ao comando ZOOM

ZOOM IN amplia o desenho na tela, em aproximadamente 2 vezes.

ZOOM OUT reduz o desenho pela metade.

ZOOM WINDOW amplia uma região demarcada por uma janela (definida pelo usuário) para as extensões da tela.

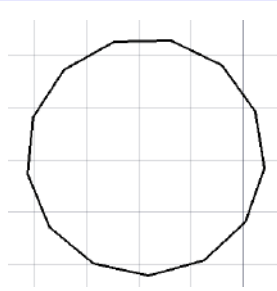
ZOOM EXTENTS utilizado para visualizar toda a extensão de desenhos de um arquivo.

ZOOM PREVIOUS este comando permite retornar à visualização anterior.

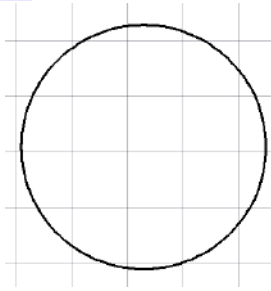
3.7 REGENERAÇÃO

REGEN (RE) este comando regenera o desenho inteiro e reprocessa as coordenadas da tela para todos os objetos. Também reindexa o banco de dados do desenho para otimizar a apresentação e o desempenho da seleção dos objetos.

Exemplo 7:



antes do REGEN



depois do REGEN



FERRAMENTAS BÁSICAS DE CRIAÇÃO

Para se posicionar os elementos do desenho através de coordenadas, é necessário se compreender como o AutoCAD trabalha, e como os dados podem ser inseridos no programa.

	<p>O quadrado na base do ícone do UCS indica que o sistema que está sendo utilizado é o WCS; se o quadrado não aparecer o sistema é o UCS;</p>
	<p>O sinal "+" localizado na base indica que o ícone do UCS está localizado na origem do sistema de coordenadas (WCS ou UCS);</p>
	<p>Quando o sistema de coordenadas utilizado estiver sendo visto de cima, os eixos X e Y estarão unidos dentro do quadrado da base;</p>
	<p>Quando o sistema de coordenadas utilizado estiver sendo visto de baixo, os eixos X e Y não estarão unidos dentro do quadrado da base;</p>
	<p>O círculo na base do ícone indica que o plano de trabalho (plano XY) está perpendicular à janela de visualização, não sendo recomendado realizar qualquer edição;</p>

Tabela 2 – Indicações do ícone do sistema de coordenadas.
 Fonte: Adaptado de http://www.deg.ee.ufrj.br/docentes/paula/tec_cad_11.pdf

O AutoCAD trabalha com dois sistemas de coordenadas, o WCS e o UCS. O

sistema WCS, *World Coordinate System*, é o sistema com o qual estamos acostumados a trabalhar. A direção dos eixos X e Y é indicada no ícone localizado no canto inferior esquerdo da tela padrão.

O UCS, *User Coordinate System*, é o sistema do usuário em que os eixos X, Y e Z podem assumir qualquer direção, desde que sempre unidos, formando um ângulo reto (90°) entre si, e respeitando a regra da mão direita. O UCS é criado no WCS e poderá ter qualquer origem. É um Sistema de Coordenadas do Usuário que o permite definir diferentes planos de trabalho (XY) de acordo com a necessidade do desenho. É possível empregar vários UCS's num determinado desenho.

O ícone do UCS ajuda a visualizar como estão posicionados os eixos no Sistema de Coordenadas Corrente. A Tabela 2 mostra os ícones dos UCS's que podem aparecer na janela de visualização com o respectivo significado.

O sistema de coordenadas inicialmente apresentado define a origem do sistema de coordenadas global e a orientação dos eixos cartesianos globais. A partir destes elementos é possível se estabelecer outros sistemas de coordenadas (cartesiano e polar) de acordo com as facilidades e necessidades de representação dos elementos gráficos.

O posicionamento do sistema de coordenadas definido pelo usuário, UCS, depende uma posição que pode ser definida a partir das coordenadas de um ponto, o elemento gráfico mais simples de qualquer sistema de representação gráfica. Portanto este é o nosso primeiro comando a ser aprendido.

4.1 PONTO

POINT PO: Cria pontos, que podem ser úteis como referência a uma coordenada ou posição determinada.

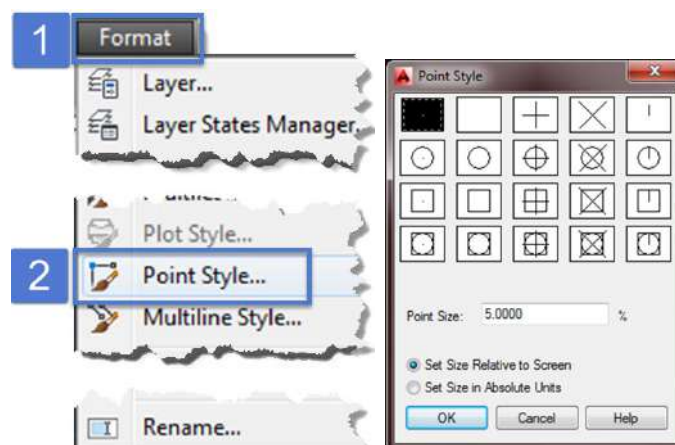
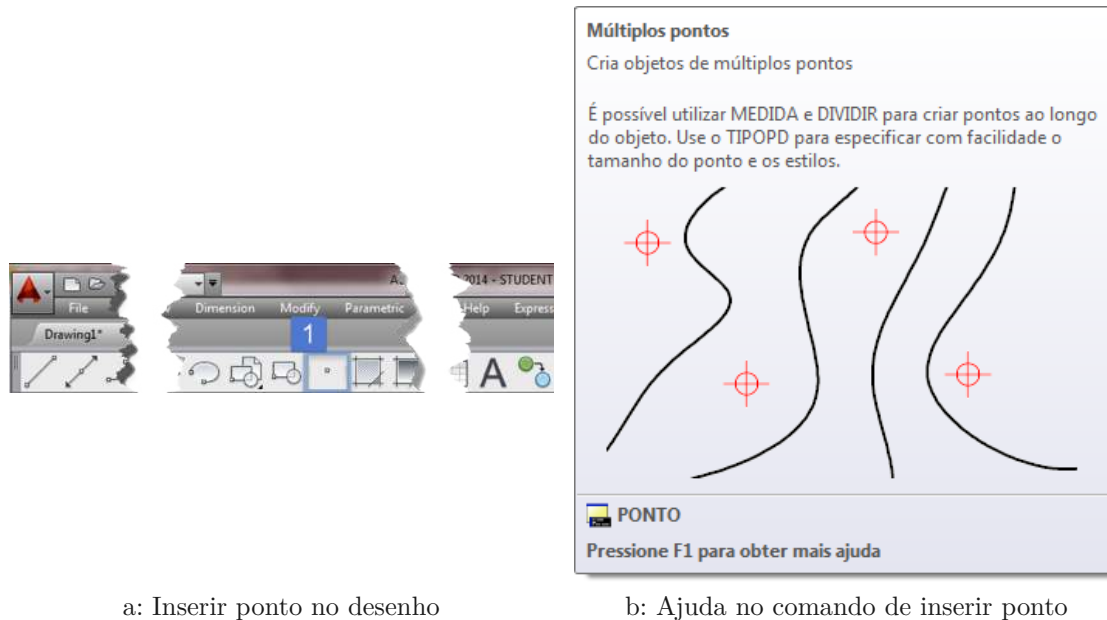


Figura 21 – Estilo do Ponto

Para acessar as características do Ponto acesse o comando POINT STYLE como mostra

a Figura 21.



a: Inserir ponto no desenho

b: Ajuda no comando de inserir ponto

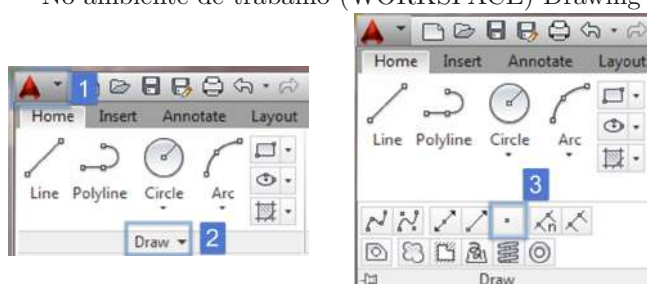
Figura 22 – Inserir ponto e respectiva ajuda

Ao manter o mouse parado sobre o ícone indicado por (2) na Figura 22a uma extensão da janela é apresentada, fornecendo alguns detalhes sobre o uso do comando em questão. Este recurso pode ser agilizado pressionando-se a tecla F1 e uma janela externa à área de trabalho é aberta, a Janela de Ajuda do AutoCAD, como apresentado na Figura 22b.¹

Esta ajuda vale para todos os comandos, logo isso não será mais mencionado neste material.

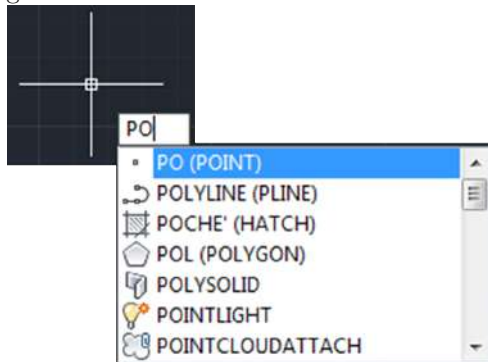
Para se inserir um ponto através das coordenadas cartesianas basta seguir os passos apresentados na Figura 23.

¹ No ambiente de trabalho (WORKSPACE) Drawing and Annotation:



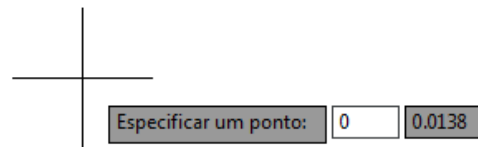
1. Home Menu ;
2. Draw (para o mouse até que a janela se expanda.)
3. Multiple Point Button.

1. Para inserir a posição do ponto (0,10) podemos digitar o comando PO:

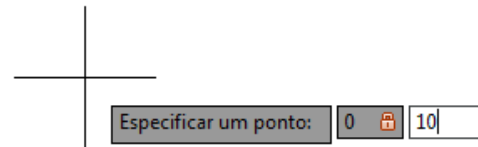


Se quiser modificar a entrada dinâmica: F12.

2. Inserir a abcissa da posição desejada para o ponto:



3. Digitar, (vírgula) e automaticamente ele avança para a inserção da ordenada do ponto:

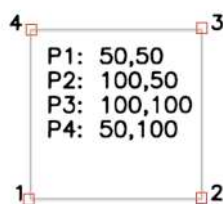


4. apertar a tecla ENTER, ou equivalente para finalizar o comando.

Figura 23 – Inserir ponto com coordenadas cartesianas 2D

Exemplo 8:

Desenharemos os quatro pontos P1, P2, P3 e P4 nas coordenadas indicadas no desenho.



Command:PO

Specify a point: 50,50 space space inicia o P1
 Specify a point: 100,50 space space P2
 Specify a point: 100,100 space space P3
 Specify a point: 50,100 space space P4

Os objetos de pontos podem atuar como nós, no quais você pode efetuar snap a objetos. Você pode especificar localizações 2D e 3D para um ponto. Se você omitir o valor da coordenada Z, será considerada a elevação atual. As variáveis de sistema PDMODE e PDSIZE controlam a aparência de objetos de ponto.

4.2 LINHA

O uso de coordenadas polares visualmente é mais fácil de se compreender se utilizarmos o comando de construção de segmento de reta. Portanto este é o nosso segundo comando de construção neste tópico.

LINE (L): cria segmentos de retas através de coordenadas bidimensionais. Estas coordenadas podem ser fornecidas pelo usuário via teclado ou utilizando o botão PICK do mouse (botão esquerdo).

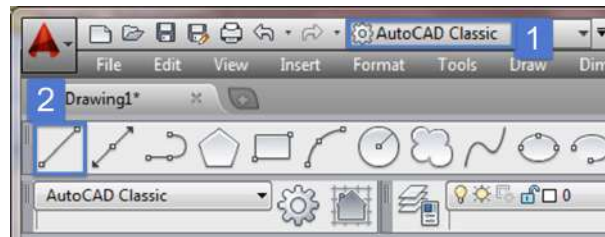


Figura 24 – Inserir ponto no desenho

1. Workspace CLASSIC;
2. LINE BUTTON.

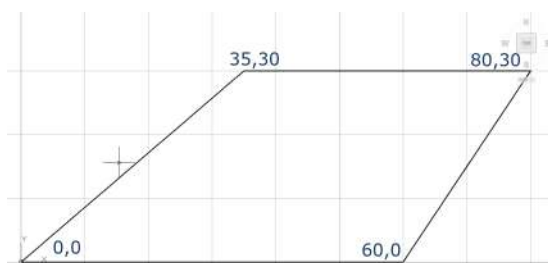
4.3 SISTEMAS DE COORDENADAS

4.3.1 Coordenadas Cartesianas

A área gráfica do AutoCAD é um sistema cartesiano (X, Y, Z). Portanto, o usuário poderá definir um ponto (ou objeto) no plano ou no espaço, digitando suas coordenadas X, Y e Z (nesta ordem).

Coordenadas Absolutas Cartesianas São coordenadas sempre dadas em relação à origem do sistema de coordenadas (0,0). Devem ser utilizadas quando a localização do ponto for conhecida, com exatidão.

Exemplo 9:

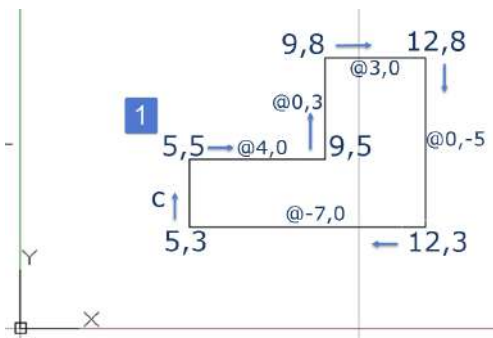


```
Command: L
Specify first point or [Undo] 0,0
Specify next point or [Undo] 60,0
Specify next point or [Undo] 80,30
Specify next point or [Close/Undo] 35,30
Specify next point or [Close/Undo] 0,0
Specify next point or [Close/Undo] enter
```

Após inserir a coordenada 35,30 tem-se a opção Close/Undo. Close fecha a figura geométrica formada pelos primeiros 3 pontos inseridos, sem a necessidade de se utilizar as coordenadas 0,0.

Coordenadas Relativas Cartesianas São Coordenadas dadas sempre em relação ao último ponto. Devem ser utilizadas quando conhecemos o deslocamento de um ponto em relação ao ponto anterior. Os valores das coordenadas devem sempre ser precedidos de @ (arroba).

Exemplo 10:



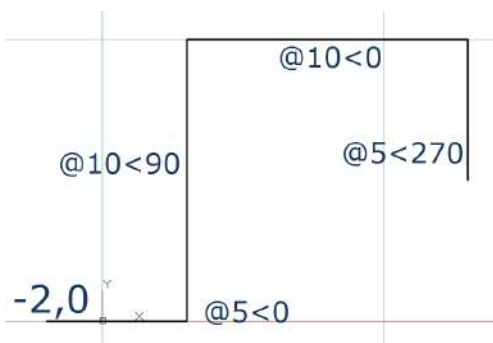
```
Command: L
Specify first point or [Undo] 5,5
Specify next point or [Undo] @ 4,0
Specify next point or [Undo] @ 0,3
Specify next point or [Close/Undo] @ 3,0
Specify next point or [Close/Undo] @ 0,-5
Specify next point or [Close/Undo] @ -7,0
Specify next point or [Close/Undo] C
Specify next point or [Close/Undo] <Enter>
```

4.3.2 Coordenadas Polares

Coordenadas Relativas Polares Utilizando-se de coordenadas polares, é fornecido a distância de um ponto até a origem do sistema de coordenadas (0,0) e seu ângulo medido no plano XY. A distância e o ângulo devem ser fornecidos separados por um sinal < (menor que).

Como padrão no AutoCAD, os ângulos aumentam no sentido anti-horário e diminuem no sentido horário, de acordo com a figura abaixo:

Exemplo 11:



```
Command: L
Specify first point or [Undo] -2,0
Specify next point or [Undo] @ 5<0
Specify next point or [Undo] @ 10<90
Specify next point or [Close/Undo] @ 5<270
Specify next point or [Close/Undo] @ 10<0
Specify next point or [Close/Undo] @ 5<270
Specify next point or [Close/Undo] <Enter>
```

Exercício:

4.3.3 Desenho em Modo Ortogonal

O comando ORTHO permite que você desenhe com deslocamento nas direções horizontal e vertical, sem a necessidade da digitação de coordenadas. Este comando fixa o cursor nas direções dos ângulos retos (0, 90, 180, 270 e 360 graus), bastando ao usuário apenas informar o valor da distância entre os pontos, direcionar o mouse na direção desejada e confirmar com enter.

4.4 POLILINHA

PLINE (PL): é a abreviatura de POLYLINE, que são segmentos de retas e arcos conectados uns aos outros, gerando uma única entidade. Sendo assim, caso o usuário queira trabalhar com apenas um dos segmentos desta polyline, deverá transformá-la em um objeto tipo linha (através do comando EXPLODE).

O comando PLINE contém mais informações para uso, tais como:

Arc polyline em forma de arcos;

Close une o último ponto com o primeiro de uma seqüência;

Halfwidth define a meia espessura inicial e final;

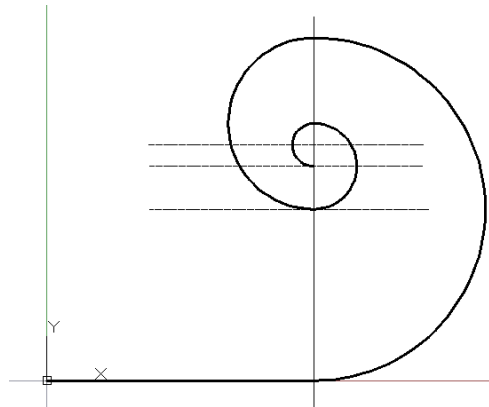
Length cria um segmento, definindo seu comprimento;

Undo desfaz o último sub-comando PLINE;

Width troca espessura corrente das próximas linhas.

Exemplo 12:

Exemplo de uma polilinha:

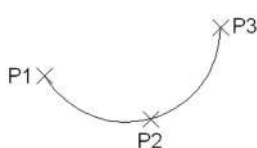


4.5 ARCO

ARC (A) no AutoCAD, existem várias maneiras de definirmos um arco.

Arco definido por três pontos : o primeiro ponto é o início da corda. O segundo é seu centro, e o terceiro é o ponto final da corda.

Exemplo 13:



Command: Arc

Specify start point of arc or [Center] Pick no 1º ponto

Specify second point of arc or [Center/ENd] CE

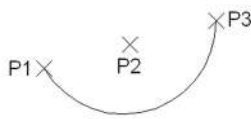
Specify center point of arc: Pick no 2º ponto

Specify end point of arc or [Angle/chord Length]

Pick no 3º ponto

Arco definido pelo seu início, centro e fim :

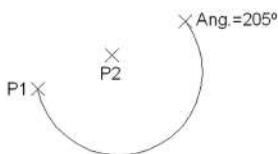
Exemplo 14:



Command: Arc
 Specify start point of arc or [CEnter] Pick no 1º ponto
 Specify second point of arc or [CEnter/END] CE ■
 Specify center point of arc: Pick no 2º ponto
 Specify end point of arc or [Angle/chord Length]
 Pick no 3º ponto

Arco definido pelo seu início, centro e ângulo :

Exemplo 15:



Command: Arc
 Specify start point of arc or [CEnter] Pick no 1º ponto
 Specify second point of arc or [CEnter/END] CE ■
 Specify center point of arc: Pick no 2º ponto
 Specify end point of arc or [Angle/chord Length] A
 Specify included angle: 205

Arco definido pelo seu início, centro e tamanho da corda :

Exemplo 16:



Command: Arc
 Specify start point of arc or [CEnter] Pick no 1º ponto
 Specify second point of arc or [CEnter/END] CE ■
 Specify center point of arc: Pick no 2º ponto
 Specify end point of arc or [Angle/chord Length] L
 Length of chord: 85

Arco definido pelo seu início, fim e raio :

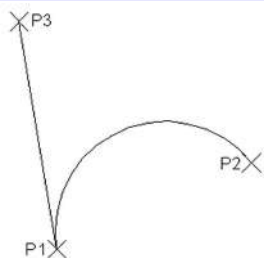
Exemplo 17:



Command: Arc
 Specify start point of arc or [CEnter] Pick no 1º ponto
 Specify second point of arc or [CEnter/END] E ■
 Specify end point of arc: Pick no 2º ponto
 Specify center point of arc or [Angle/Direction/Radius] R
 Specify radius of arc: 25

Arco definido pelo seu início, fim e direção da tangente :

Exemplo 18:



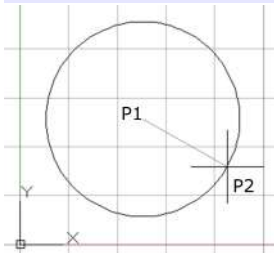
Command: Arc
 Specify start point of arc or [CEnter] Pick P1
 Specify second point of arc or [CEnter/END] E ■
 Specify end point of arc: Pick P2
 Specify center point of arc or [Angle/Direction/Radius] D
 Specify tangent direction for the start point of arc: P3

4.6 CÍRCULO

CIRCLE (C): os círculos podem ser definidos de várias formas.

- Fornecendo o Centro e o Raio

Exemplo 19:



Command: C

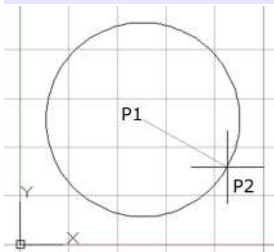
Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:

Pick em um ponto

Specify radius of circle or [Diameter]:30.0 ou PICK P2

- Centro e Diâmetro

Exemplo 20:



Command: C

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:

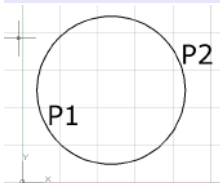
Pick em um ponto

Specify radius of circle or [Diameter]<0.7211>:D

Specify diameter of circle <1.4421>: 30 ou PICK P2

- Por 2 Pontos

Exemplo 21:



Command: C

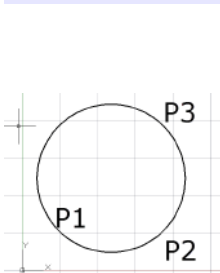
Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 2P

Specify first end point of circle's diameter: Pick P1

Specify second end point of circle's diameter: Pick P2

- Por 3 Pontos

Exemplo 22:



Command: C

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:

3P

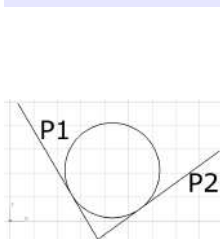
Specify first end point of circle's diameter: Pick P1

Specify second end point of circle's diameter: Pick P2

Specify second end point of circle's diameter: Pick P3

- Por duas Tangentes e um Raio: para inserção de um círculo por este método, devemos possuir no desenho dois outros elementos gráficos (retas, círculos ou arcos).

Exemplo 23:



Command: C

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:

t

Specify point on object for first tangent of circle: P1

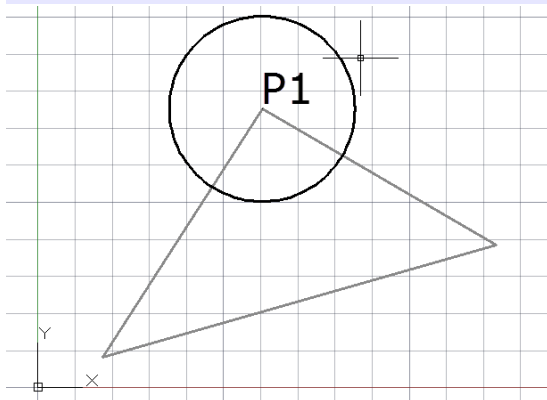
Specify point on object for second tangent of circle: P2

Specify radius of circle <20.0000>: 20

4.7 A PARTIR DE

FROM : é um sub-comando que só podemos acioná-lo através de um comando anteriormente estipulado pelo usuário, ou seja, localizar um ponto desconhecido a partir de um ponto conhecido ou de referência.

Exemplo 24:



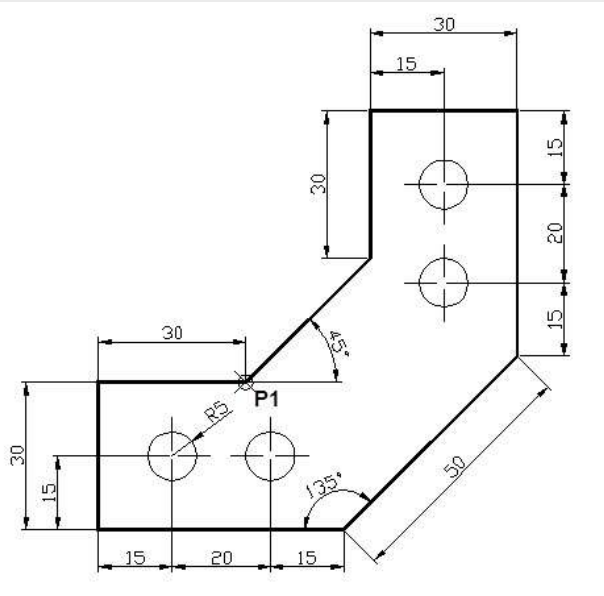
Command: C

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (...)]: FROM

Base point: <Offset>: @

Specify radius of circle or [Diameter] <26.0826>: 25

Exercício 1:



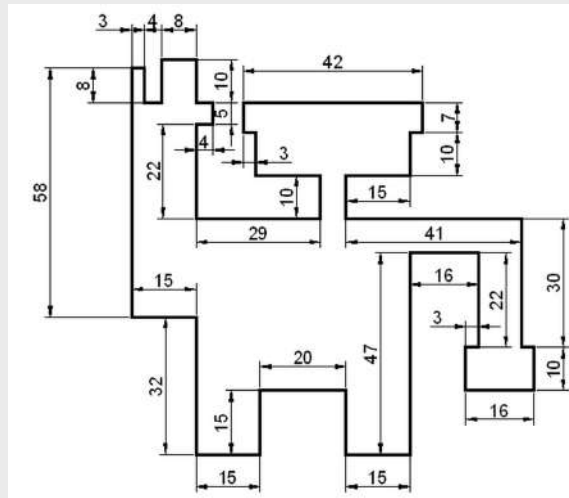
Fonte: [3].

Observações:

- Inserir um ponto P1, e a partir do mesmo começar a desenhar a figura.
- Salvar este arquivo como exe01.dwg em sua pasta de desenhos.

Exercício 2:

Criar um arquivo novo utilizando o sistema métrico e reproduzir o desenho dado abaixo. Utilizando os comandos vistos até agora.



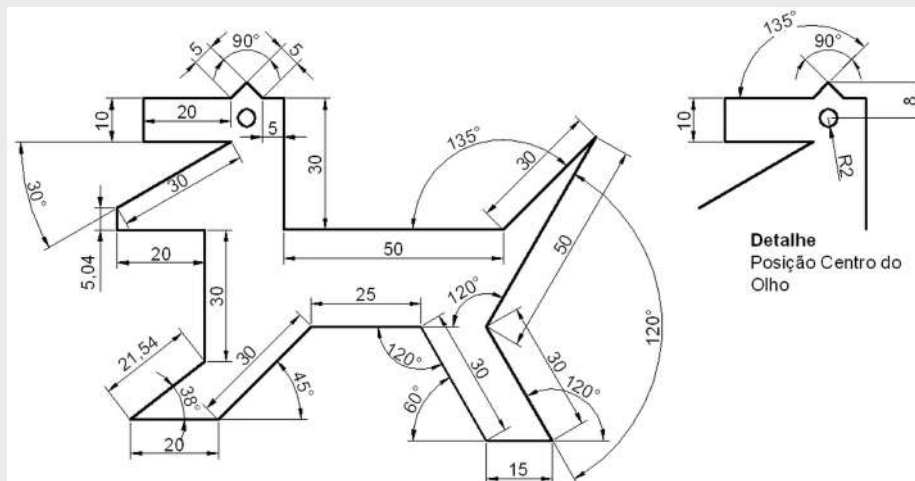
Fonte:[2].

Observações:

- Salvar este arquivo como exe02.dwg. em sua pasta de desenhos.

Exercício 3:

Criar um arquivo novo utilizando o sistema métrico e reproduzir o desenho dado abaixo. Utilizando os comandos vistos até agora.

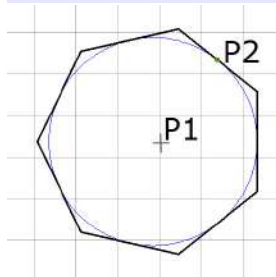


Fonte:IZIDORO, N. Apostila AutoCAD 2004.

Observações:

- Salvar este arquivo como exe03.dwg. em sua pasta de desenhos.

Exemplo 26:



```
Command: POLYGON
Enter number of sides <7>:
Specify center of polygon or [Edge]:P1
Enter an option [Inscr.../Circ...] <I>: C
Specify radius of circle:P2
```

4.9 RETÂNGULO

RETANGLE (RECTANG): para a construção de um retângulo, basta fornecer as coordenadas cartesianas da diagonal do retângulo.

Exemplo 27:



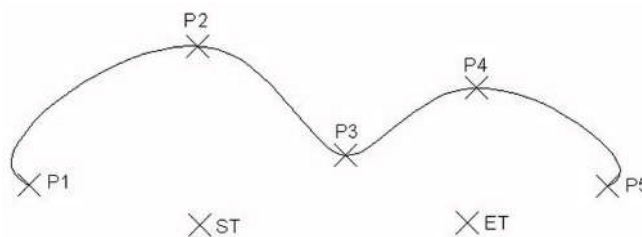
```
Command: RECTANG
Specify first corner point or [Chamfer/Elev.../Width]:P1
Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]:P2
```

Fica como tarefa verificar o que cada uma das opções do comando proporciona.

4.10 SPLINE

SPLINE (SPL) cria curvas SPLINES que permite a adaptação a uma série de pontos, facilitando construções de formas orgânicas em arquitetura, estradas, rios, etc.

Exemplo 28:



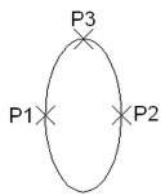
```
Command: Spline
Specify first point or [Object] P1
...
Specify next point ...: P5
Specify next point or [Close/Fit tol...]<start tangent>: Pick
Specify next point or [Close/Fit tol...]<start tangent>: Enter
Enter start tangent: ST
Enter start tangent: ET
```

4.11 ELIPSE

ELLIPSE (EL) as formas de se definir uma elipse no AutoCAD são:

- Definida por Eixos

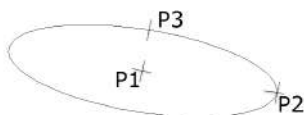
Exemplo 29:



Command: ELLIPSE
Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center]: P1
Specify other endpoint of axis:P2
Specify distance to other axis or [Rotation]:P3

- Definida por Centro e Eixos

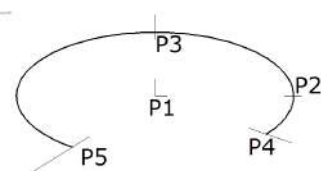
Exemplo 30:



Command: ELLIPSE
Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center]: C
Specify center of ellipse:P1
Specify endpoint of axis:P2
Specify distance to other axis or [Rotation]:P3

- Definida por Arco: o procedimento de inserção dos três primeiros pontos é idêntico ao procedimento da construção da elipse através de seus eixos. Porém, essa opção continua pedindo mais dois pontos: o ponto de início (Start Point) e fim (End angle) do desenvolvimento da corda da elipse. Trata-se da opção para o traçado de uma parte da elipse, sem perder com isso as características oferecidas com os três primeiros pontos.

Exemplo 31:



Command: ELLIPSE
Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center]: A
Specify axis endpoint of elliptical arc or [Center]:P1
Specify other endpoint of axis:P2
Specify distance to other axis or [Rotation]:P3
Specify start angle or [Parameter]:P4
Specify end angle or [Parameter/Included angle]:P5

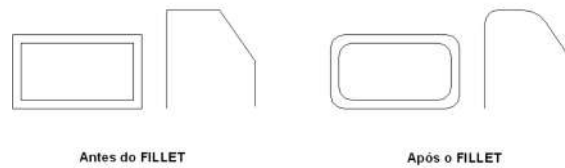
4.12 FILETE

FILLET (F): este comando concorda dois elementos (linhas, arcos ou círculos) com um raio definido pelo usuário. Se o raio for definido como 0 (zero), as duas linhas simplesmente serão estendidas, ou ajustadas na intersecção das entidades.

Opções do Comando:

- Polyline: arredonda uma polilinha 2D inteira. É solicitada a escolha da polilinha.

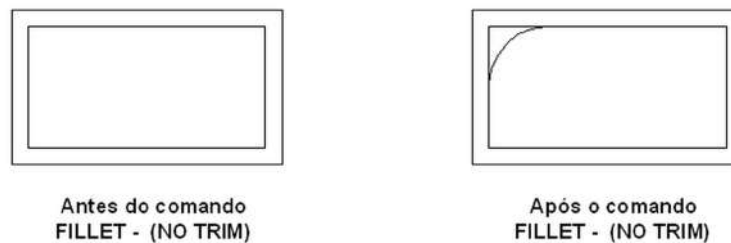
Exemplo 32:



O detalhe para opção POLYLINE

- Radius: define raio de concordância.
- Trim (No Trim): corta os lados selecionados até os pontos extremos da linha de arredondamento, ou se mantém a geometria original desde que não precise complementá-la para efetuar o arredondamento.

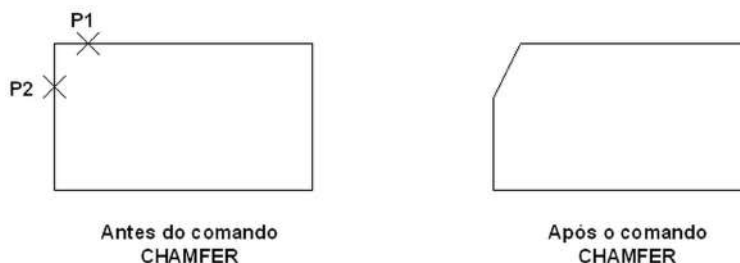
Exemplo 33:



4.13 CHANFRO

CHAMFER (CHA): o comando CHAMFER ajusta duas linhas com chanfro de distâncias definidas pelo usuário. O comando basicamente funciona de acordo com o comando anterior, o FILLET, através da especificação das distâncias para o chanfro em X e Y. O usuário deve observar que a primeira linha indicada será chanfrada com a primeira distância fornecida anteriormente.

Exemplo 34:



Command: Chamfer

Current chamfer Dist1=10.0000, Dist2=10.0000 space

Select first line or [Polyline/Distance/Angle/Trim/Method] D space

Specify first chamfer distance <10.0000>: digitar outro valor space

Specify second chamfer distance <10.0000>: digitar outro valor space

Select first line or [Polyline/Distance/Angle/Trim/Method] P1

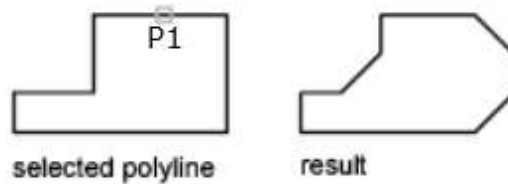
Select second line: P2

Command:

Opções do Comando:

- Polyline: chanfra uma polilinha 2D inteira. É solicitada a escolha da polilinha a chanfrar.

Exemplo 35:



Command: Chamfer

Current chamfer Dist1=10.0000, Dist2=10.0000 space

Select first line or [Polyline/Distance/Angle/Trim/Method] D space

Specify first chamfer distance <10.0000>:digitar outro valor space

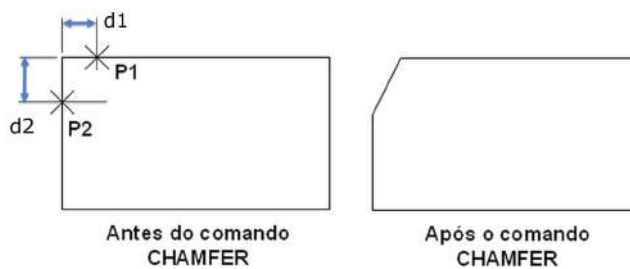
Specify second chamfer distance <10.0000>:digitar outro valor space

Select first line or [Polyline/Distance/Angle/Trim/Method] P

Select polyline: P1

- Distance: define distâncias.

Exemplo 36:



Command: Chamfer

Current chamfer Dist1=10.0000, Dist2=10.0000 space

Select first line or [Polyline/Distance/Angle/Trim/Method] D space

Specify first chamfer distance <10.0000>:d1 space

Specify second chamfer distance <10.0000>:d2 space

Select first line or [Polyline/Distance/Angle/Trim/Method] P

Select polyline: P1

- Trim (No Trim): corta os lados selecionados até os pontos extremos da linha de corte, ou se mantém a geometria original desde que não precise complementá-la para efetuar o chanfro.
- Method: Controla se CHAMFER usa 2 distâncias ou uma distância e um ângulo para criar o chanfro.
- Multiple: Chanfrar as arestas de mais de um conjunto de objetos.
- Expression: Controla a distância do chanfro com uma expressão. F1 para maiores detalhes. Utilizar o help (F1) e testar as opções do comando.

FERRAMENTAS DE PRECISÃO

Em algumas vistas, não conseguimos identificar, por exemplo, o início de uma linha para começar a outra a partir dali. Muitas vezes precisamos utilizar o ZOOM.

Utilizando as ferramentas de precisão, conseguimos especificar um ponto em uma localização exata de um objeto. Os modos Object Snap Automático permanecem em efeito, ou seja, sempre ativos também pelo uso do comando OSNAP. Uma janela como a apresentada na Figura 25 com os itens de configuração é aberta. Sendo assim, se você definir que o OSNAP estará fixo em MIDPOINT e CENTER, ao aproximar o cursor de uma reta, automaticamente ele buscará o seu ponto médio e ao aproximar o cursor de uma circunferência, buscará seu centro.

Essa função permite que você fixe Object Snap para selecionar pontos notáveis de objetos já selecionados, tais como: fim de uma linha (ENDPOINT), interseção de duas retas (INTERSECTION), um ponto (NODE), etc.

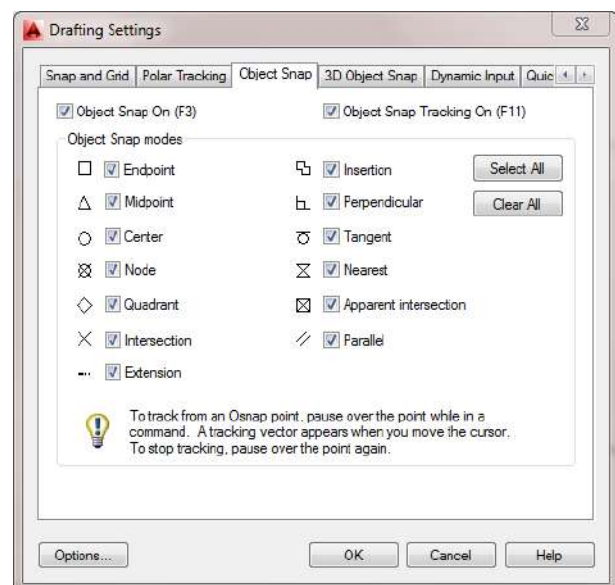
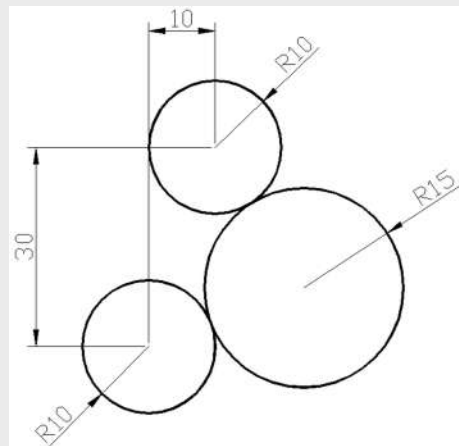


Figura 25 – Janela de configuração do OSNAP

Exercício 5:

Reproduzir o desenho dado, salvando o mesmo em um novo arquivo (sistema métrico).

Utilizar as ferramentas de precisão necessárias, fixando os pontos notáveis necessários através do comando OSNAP. <clique com o botão direito do mouse sobre a barra de status (OSNAP) e selecione settings.

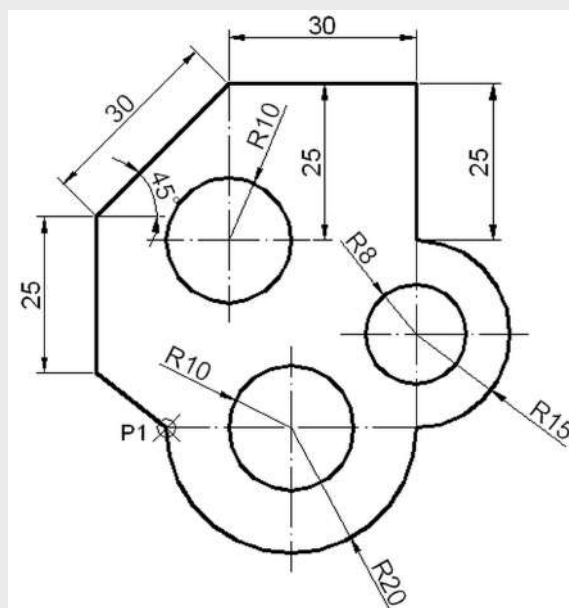


Observações:

- Salvar este arquivo como exe05.dwg. em sua pasta de desenhos.

Exercício 6:

Criar um arquivo novo utilizando o sistema métrico e reproduzir o desenho dado abaixo. Utilizando os comandos vistos até agora, desenhar as dimensões no sentido anti-horário a partir do ponto P1, conforme indicado no desenho. Através da ferramenta FROM, criar as circunferências conforme distâncias indicadas.



Observações:

- Inserir o ponto P1, e a partir do mesmo começar a desenhar a figura.
- Salvar este arquivo como exe04.dwg. em sua pasta de desenhos.

FERRAMENTAS BÁSICAS DE EDIÇÃO

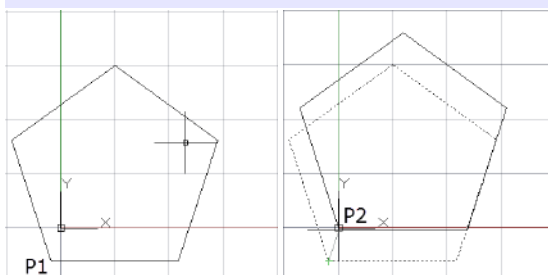
6.1 APAGAR

ERASE (ERA): este comando apaga as entidades de uma seleção. Para tal, basta selecionar as entidades a serem apagadas e pressionar ENTER. Pode-se utilizar as janelas de seleção para selecionar as entidades, ou ALL para apagar todas os elementos ativos e desbloqueados.

6.2 MOVER

MOVE (M): este comando movimenta as entidades de um ponto para outro, sem mudar a sua orientação ou tamanho. Para tal, basta selecionar as entidades a serem movimentadas e pressionar ENTER. Pode-se mover o desenho com coordenadas ou selecionando um novo ponto manualmente.

Exemplo 37:



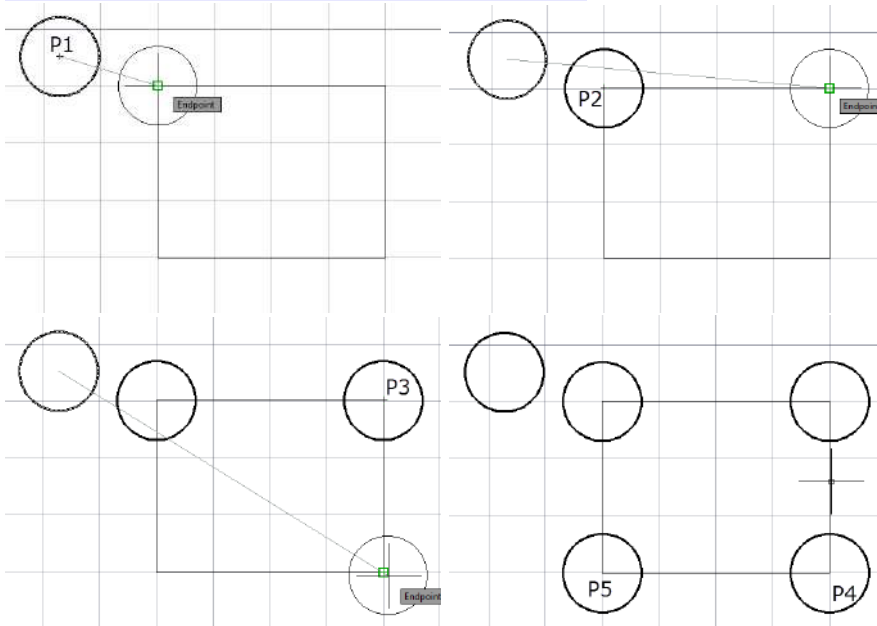
Command: Move
Select objects: Selecione o objeto ■
Select objects: Enter
Specify base point or displacement: P1
Specify second point of displ... or
<use first point as displacement: P2

6.3 COPIAR

COPY (CO): possibilita a cópia de um ou vários objetos ao mesmo tempo. O comando com a opção MULTIPLE possibilita várias cópias do mesmo objeto acessando uma única

vez o comando.

Exemplo 38:



Command: CO

Select objects: Selecione o objeto

Select objects: Enter

Specify base point or displacement: P1

Specify second point of displ... or <use first point as displ...: P2

Specify second point of displ... or <use first point as displ...: P3

Specify second point of displ... or <use first point as displ...: P4

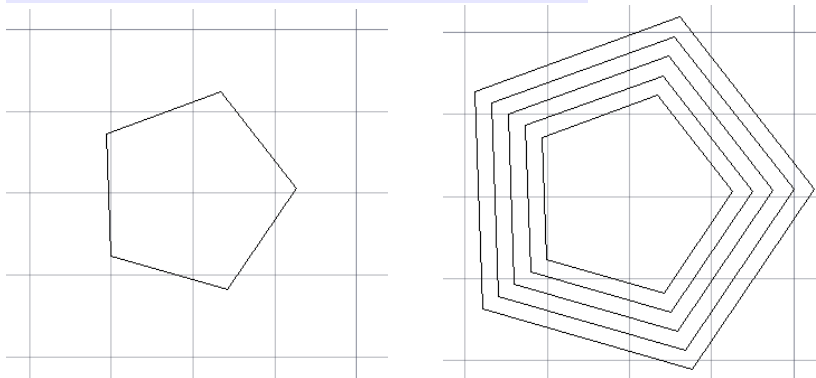
Specify second point of displ... or <use first point as displ...: P5

Specify second point of displ... or <use first point as displ...: space

6.4 DESLOCAR

OFFSET (O): constrói uma cópia paralela a uma entidade de origem com uma distância e um ponto específico. É necessário também especificar o lado para a posição das cópias.

Exemplo 39:



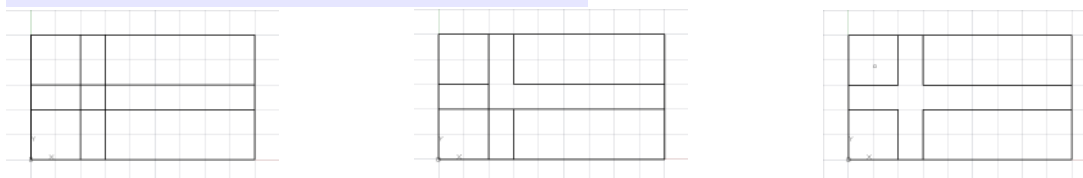
OFFSET

```
Current settings: Erase source=No Layer=Source OFFSETGAPTYPE=0
Specify offset distance or [Through/Erase/Layer] <5.4617>: 2
Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit>:
Specify point on side to offset or [Exit/Multiple/Undo] <Exit>: m
Specify point on side to offset or [Exit/Undo] <next object>:
Specify point on side to offset or [Exit/Undo] <next object>:
Specify point on side to offset or [Exit/Undo] <next object>:
Specify point on side to offset or [Exit/Undo] <next object>:
Specify point on side to offset or [Exit/Undo] <next object>: enter
```

6.5 APARAR

TRIM (TR): permite a remoção de partes de entidades que se interseccionam com outras. O comando requer primeiro a indicação das entidades cortantes (tesouras) e depois as entidades a serem removidas.

Exemplo 40:



Command: TR

Current settings: Projection=UCS, Edge=None

Select cutting edges ...

Select objects or <select all>:

Select object to trim or shift-select to extend or [Fence...Undo]:

Select object to trim or shift-select to extend or [Fence...Undo]:

Select object to trim or shift-select to extend or [Fence...Undo]:

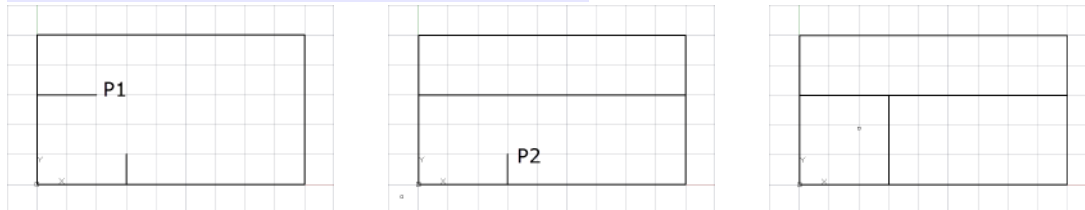
Select object to trim or shift-select to extend or [Fence...Undo]:

Select object to trim or shift-select to extend or [Fence...Undo]:

6.6 ESTENDER

EXTEND (EX): este comando prolonga entidades até um limite previamente definido. Os objetos são estendidos, a partir do ponto final mais próximo daquele ao qual o elemento foi selecionado.

Exemplo 41:



Command: EX

Current settings: Projection=UCS, Edge=None

Select boundary edges ...

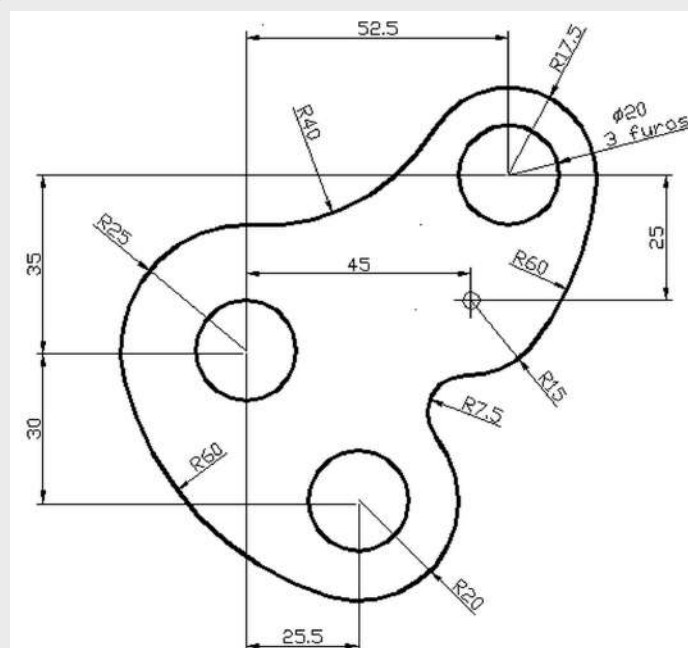
Select objects or <select all>:

Select object to extend or shift-select to trim or [Fence/Crossing/Project/Edge/Undo]:P1

Select object to extend or shift-select to trim or [Fence/Crossing/Project/Edge/Undo]:P2

Exercício 7:

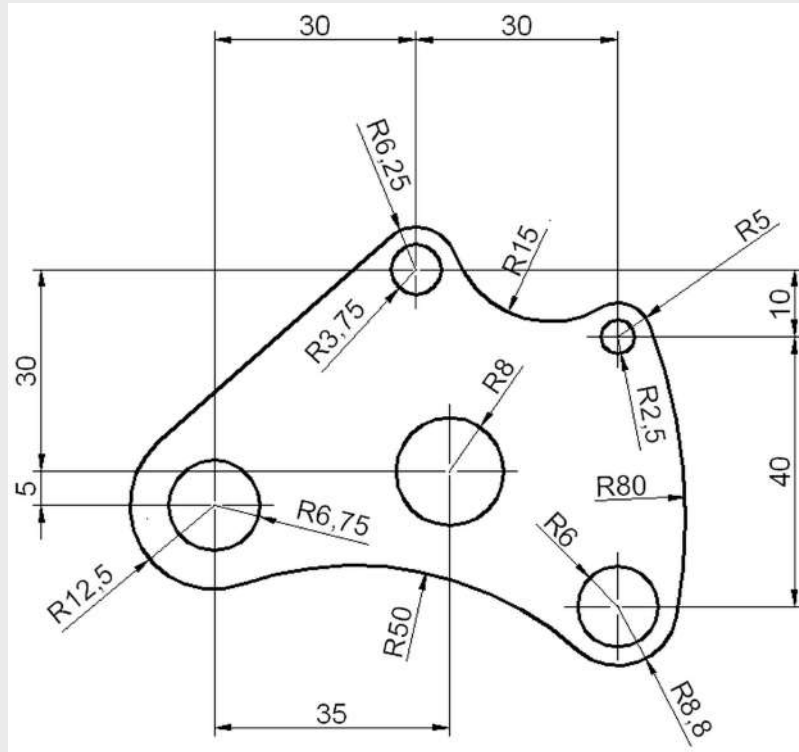
Criar um arquivo novo utilizando o sistema métrico e reproduzir o desenho dado abaixo. Utilizando os comandos vistos até agora, reproduzir o desenho conforme indicado abaixo.



- Salvar o arquivo como: exe07.dwg.

Exercício 8:

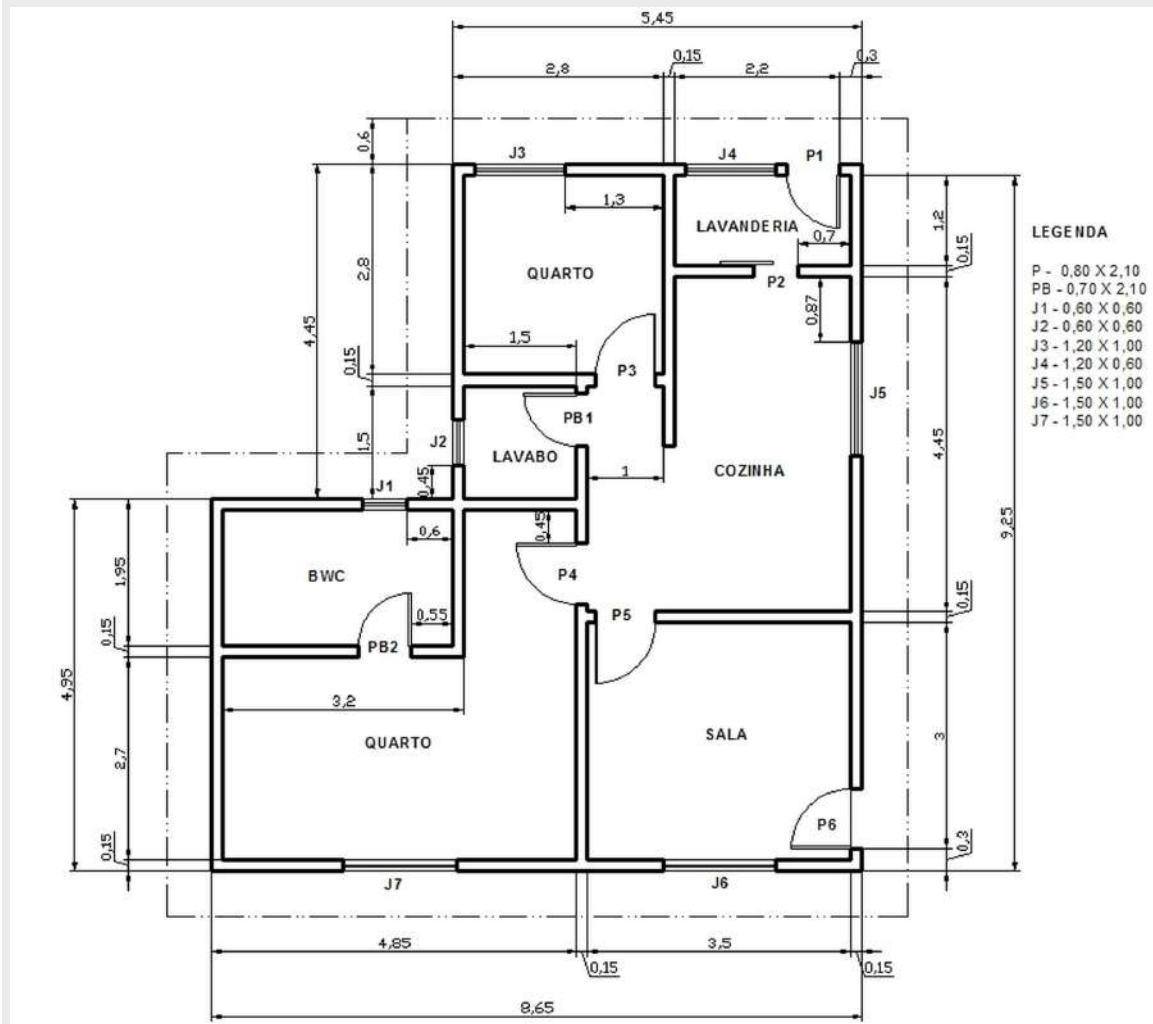
Criar um arquivo novo utilizando o sistema métrico e reproduzir o desenho dado abaixo. Utilizando os comandos vistos até agora, reproduzir o desenho conforme indicado abaixo.



- Salvar o arquivo como: exe08.dwg.

Exercício 9:

Reproduzir o desenho apresentado abaixo, utilizando as seguintes ferramentas e comandos: LINE ou POLYLINE, ARC, OFFSET, TRIM, EXTEND e FROM.



Observações:

- NÃO INSERIR as DIMENSÕES do desenho, nem o TEXTO referente ao nome dos ambientes.
- Salvar o arquivo como: residencia.dwg.

6.7 ROTACIONAR

ROTATE (RO): rotaciona objetos a partir de um ponto base indicado, com um ângulo de rotação especificado. Ângulos com valores positivos, indicam rotação no sentido anti-horário. E ângulos negativos, indicam rotação no sentido horário.

Exemplo 42:



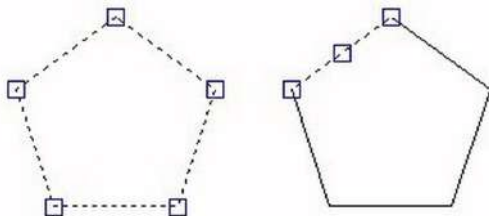
Command: R0
 Current positive angle in UCS: ANGDIR=counterclockwise ANGBASE=0
 Select objects: 1 found (pentágono)
 Select objects: space
 Specify base point: P1
 Specify rotation angle or [Copy/Reference] <0>: P2 ou um ângulo

6.8 EXPLODIR

EXPLODE (X): transforma objetos complexos do tipo polyline, blocos, cotas em entidades simples como linhas, arcos, círculos, textos, etc.

Exemplo 43:

Antes do Explode Depois do Explode



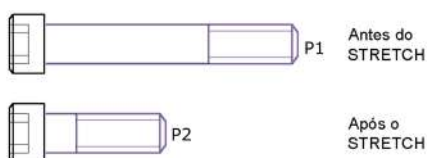
Command: EXPLODE
 Select objects: selecione o objeto ■
 Select objects:space

6.9 ESTICAR

STRETCH (S): este comando permite modificar desenhos existentes, preservando objetos e intersecções não seleccionadas. Objetos construídos através de arcos, linhas, polylines e também com hachuras podem ser modificados (expandidos ou condensados).

Qualquer objeto que esteja completamente inserido no interior da janela de seleção Crossing será movido da mesma maneira que o comando MOVE

Exemplo 44:



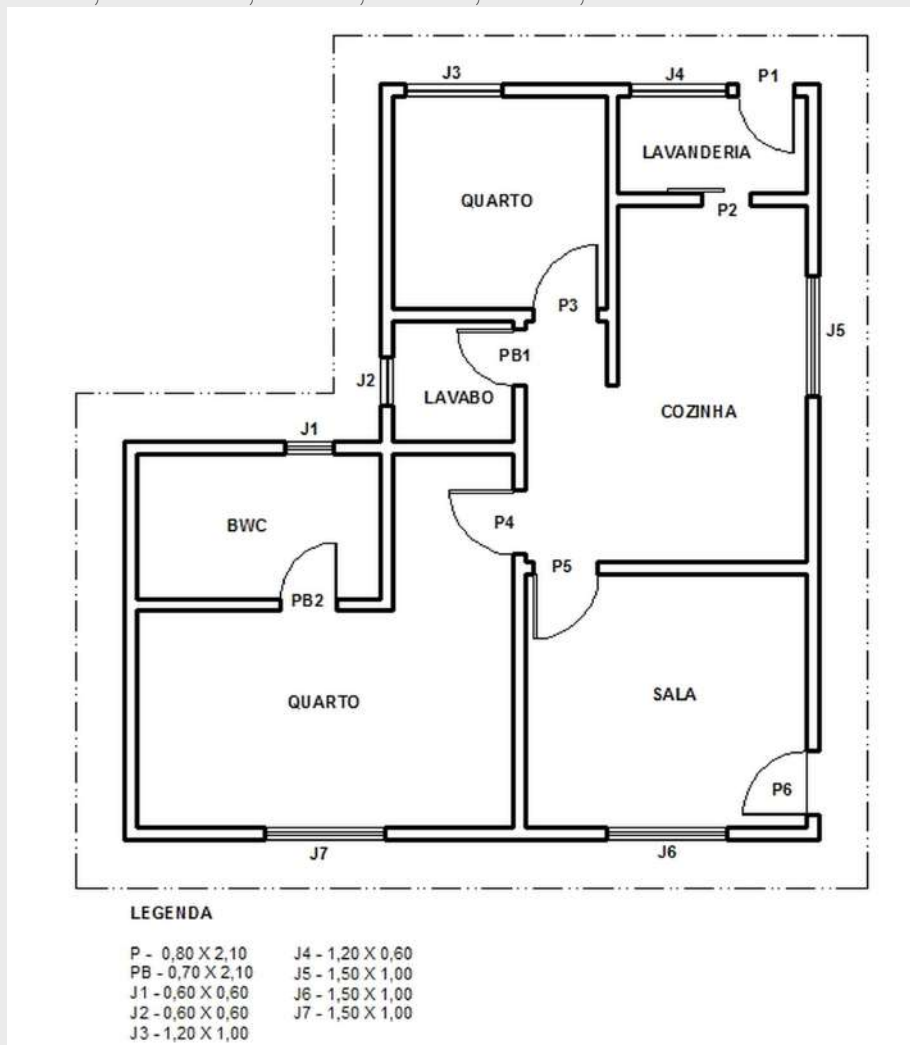
Command: STRETCH
 Select objects: selecione o objeto (mais claro) ■
 Select objects: space
 Specify base point or [Displ...] <Displacement>: P1
 Specify sec... or <use first point as displ...>:P2

Exercício 10:

Abrir o arquivo residencia.dwg e inserir as portas e janelas conforme o desenho apresentado abaixo.

Utilizar as ferramentas de edição apresentadas:

FROM, TRIM, EXTEND, COPY, MOVE, TRIM, EXTEND e ROTATE.



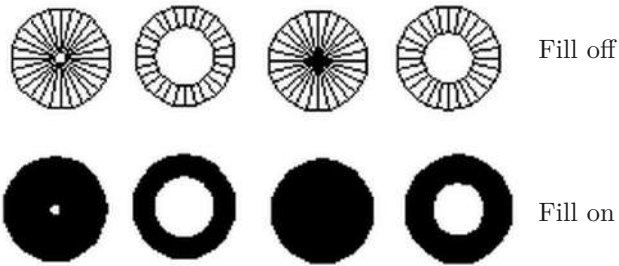
Obs. NÃO INSERIR TEXTOS e as DIMENSÕES do desenho. Salvar o arquivo.

6.10 ANEL

DONUT (DO): este comando permite a construção de círculos (ou anéis) sólidos. Este comando constrói círculos preenchidos. Na realidade é uma polyline fechada, composta de arcos largos, com espessura. Como o AutoCAD preenche o interior do DONUT, a visibilidade do mesmo está relacionada ao comando FILL, que determina se serão vistos os contornos ou preenchidas as polylines com espessuras.

Comando FILL <ON> - PREENCHER <ON> Comando FILL <OFF>

Exemplo 45:



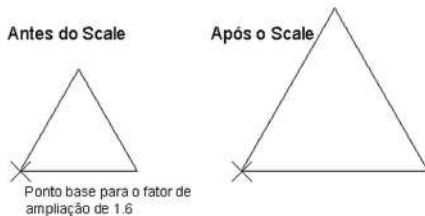
DONUT

```
Specify inside diameter of donut <0.5000>: 1
Specify outside diameter of donut <1.0000>: 2
Specify center of donut or <exit>:P1
Specify center of donut or <exit>:space
```

6.11 ESCALA

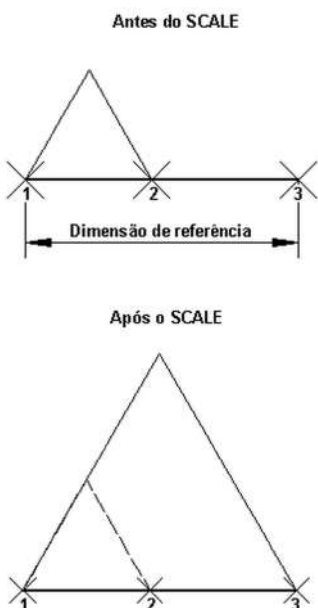
SCALE (SC): altera as dimensões dos objetos existentes no desenho, fixando um ponto base e aplicando a escala indicada nas orientações X e Y (reduzindo ou ampliando os objetos).

Exemplo 46:



```
Command: Scale
Select objects: Selecione o objeto
Select objects: Enter
Specify base point: Pick no ponto base
Specify scale factor or [Reference] 1.6
```

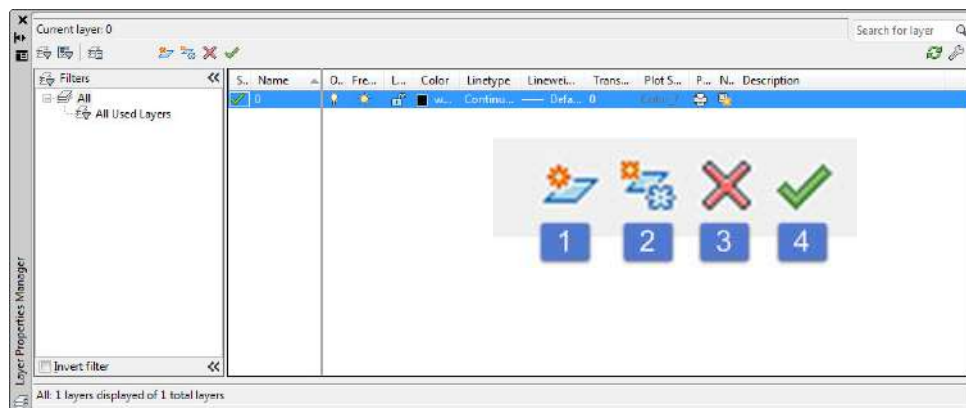
Exemplo 47:



```
Command: Scale
Select objects: Selecione o objeto
Select objects: Enter
Specify base point: Pick no ponto base
Specify scale factor or [Reference] R
Specify reference length <1>: Pick ponto 1
Specify second point: Pick ponto 2
Specify new length: Pick ponto 3
```


6.12 CAMADA

LAYERS (LA): Cada entidade do desenho é criada em camadas (layers), de forma que o usuário possa manipular estas camadas tendo a opção de “ocultar” (quando necessário), uma ou mais camadas indesejáveis, por exemplo, para uma impressão específica.



- | | |
|--------------------------------------|------------------------------|
| 1. New Layer (Alt+N) | 3. Delete Layer (Alt+D) |
| 2. New Layer Frozen in all viewports | 4. Set Current Layer (Alt+C) |

Figura 26 – Configuração dos Layers

Não existe limite no número de layers, e atributos como cores e tipos de linhas podem ser definidos a cada layer.

6.13 HACHURA

HATCH (H): o AutoCAD possui vários tipos de hachuras. Para a aplicação de uma hachura, o usuário deverá acessar o menu DRAW ⇒ HATCH.

Deverá ser realizada a definição dos limites; escolha do tipo de hachura desejado; pré-visualização da hachura; (quando necessário) definições de escala e ângulo para a hachura; e aplicação.

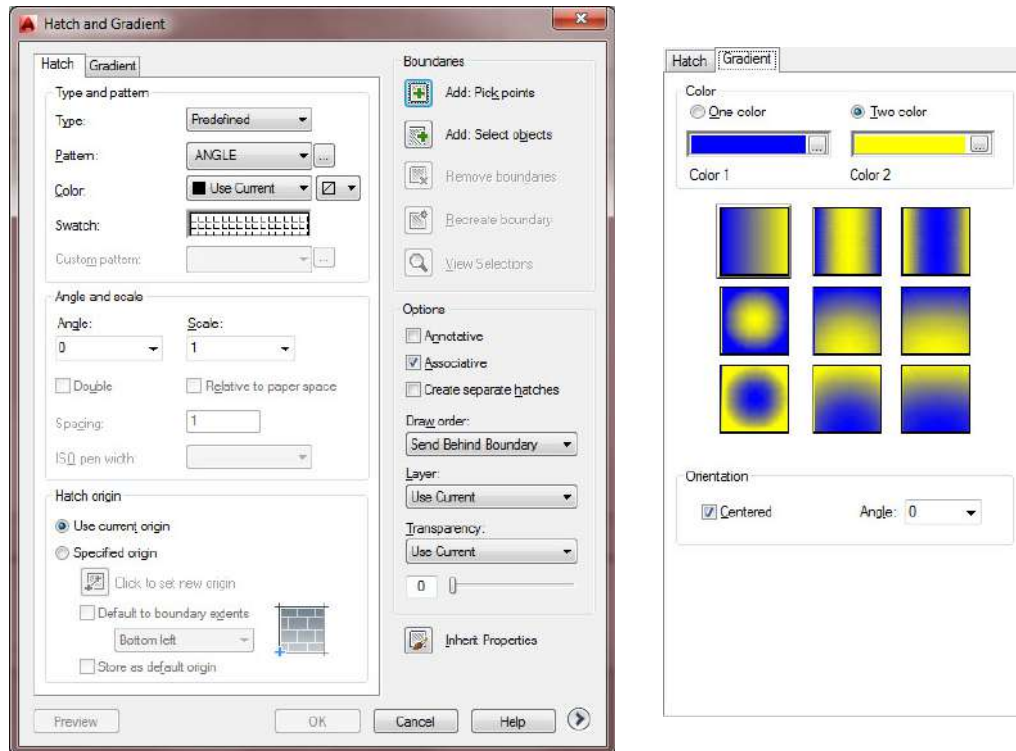
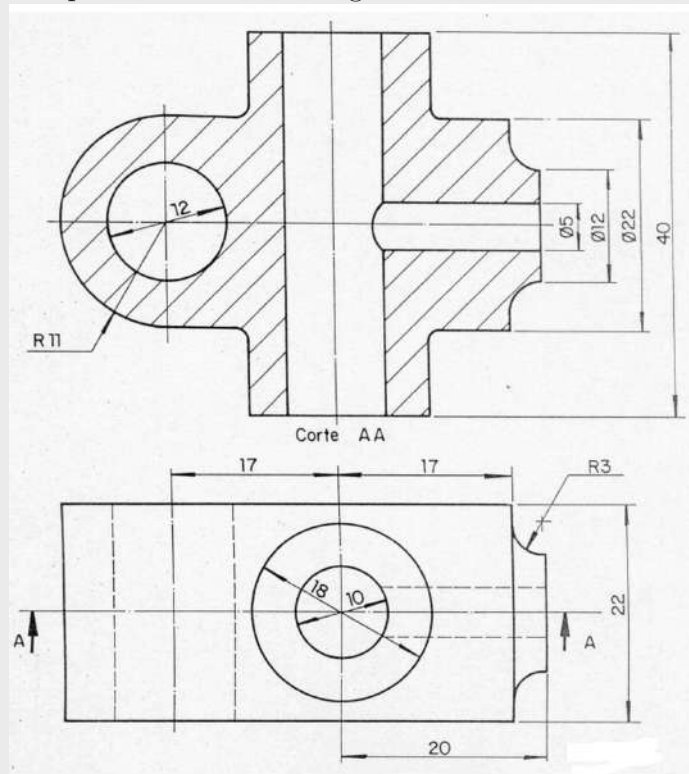


Figura 27 – Configuração da Hachura

Exercício 11:

Reproduzir o desenho apresentado abaixo, inserindo a HACHURA para a representação do Corte. Salvar o arquivo como: exe11.dwg. Obs. Não inserir as dimensões do desenho.



6.14 TEXTO MULTILINHAS

MTEXT (T): pode-se através deste comando selecionar o estilo e tamanho de texto a ser utilizado no projeto.

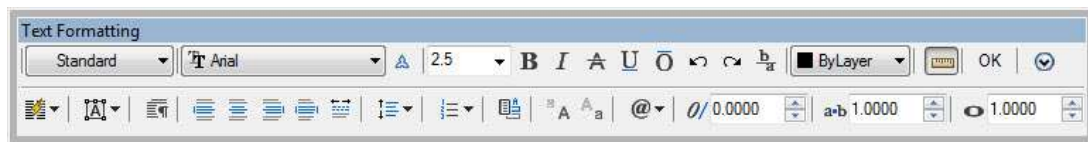


Figura 28 – Configuração do Texto

Altura do Texto: para definir as alturas dos textos, o usuário pode configurar através do menu:

FORMAT ⇒ TEXT STYLE.

Quando o desenho não for executado na unidade de impressão (mm), o texto deverá ser inserido com altura de acordo com a fórmula dada abaixo:

$$\frac{\text{altura do texto em mm}}{\text{unidade trabalhada}} \times \text{escala de impressão} = \text{resultado}$$

Exemplo 48:

altura do texto pretendida=2 mm

unidade trabalhada= m

então 1m = 1000 mm

escala de impressão=1:50

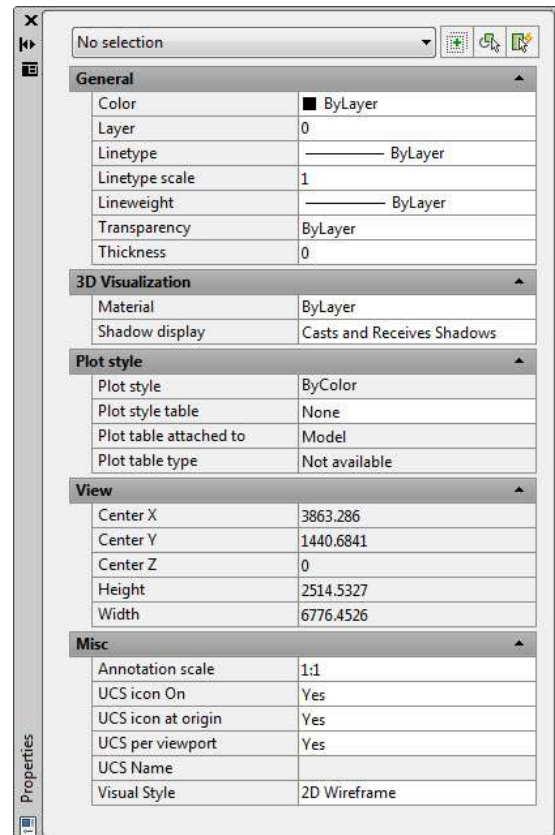
$$\left(\frac{2\text{mm}}{1000\text{mm}} \right) \times 50 = 0.1$$

medida	fator de multiplicação
1mm	1
1cm	10
1dm	100
1m	1000

6.15 PROPRIEDADES

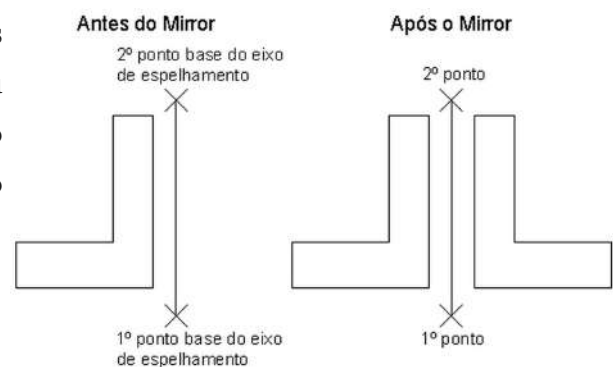
PROPERTIES (PROPS): novo comando acrescentado a partir do AutoCAD 2000, acumula funções dos comandos “DDCHPROP” e “DDMODIFY” com maior agilidade, possibilitando ao usuário visualizar as alterações no momento em que são processadas.

Para maior agilidade nas operações o comando **PROPERTIES** possibilita ao usuário escolher a forma da definição das propriedades dos objetos selecionados, por Categoria (CATEGORIZED) ou ordem alfabética (ALPHABETIC).



6.16 ESPELHAR

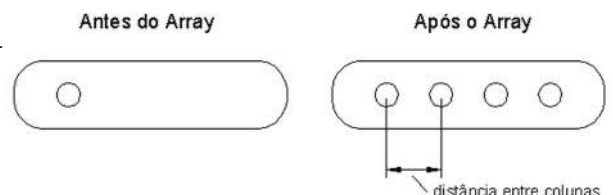
MIRROR (MI): este comando gera cópias espelhadas de entidades, podendo manter ou apagar a matriz. Para tanto, basta o usuário selecionar os objetos e definir o eixo para o espelhamento.



6.17 MATRIZ

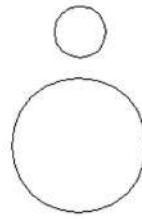
ARRAY (AR): cria cópias múltiplas de objetos de maneira ordenada, As cópias podem ser criadas de um modo retangular ou polar.

Array Retangular MATRIZ RETANGULAR: são definidas pelo usuário: o número de linhas e/ou colunas para as cópias, como também a distância entre elas.

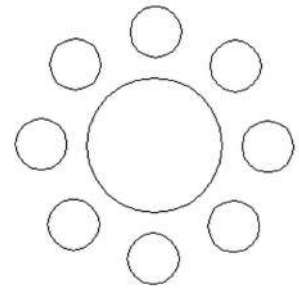


Array Polar MATRIZ POLAR: é necessário especificar o ponto central para o ARRAY, assim como o número total de objetos (objeto original + n° de cópias) e o ângulo total entre o objeto original e a última cópia.

Antes do Array

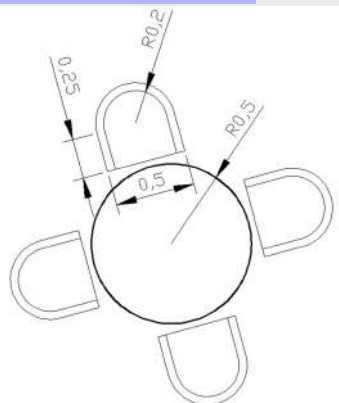


Após o Array



Parâmetros escolhidos pelo usuário:
 - ponto central/ Array=centro circunf. maior
 - número total de objetos=8
 - ângulo total entre objeto original e a última cópia=360°

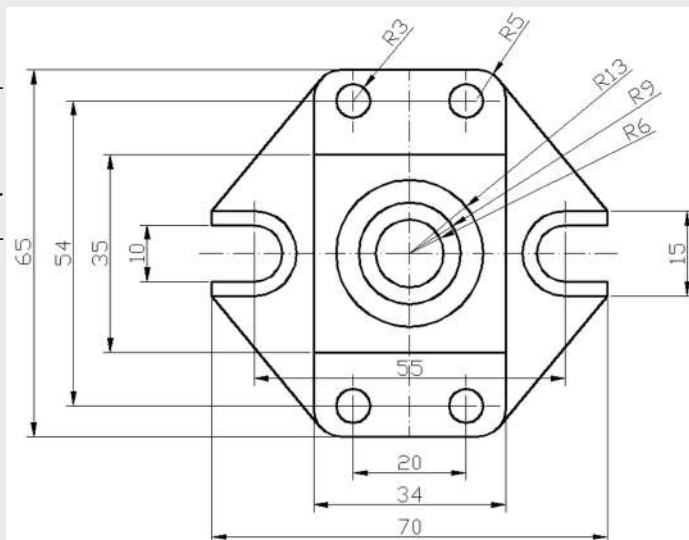
Exercício 12:



Criar um arquivo novo utilizando o sistema métrico e reproduzir o desenho dado abaixo. Criar LAYERS distintos para cada tipo de linha. Salvar: exe12.dwg.

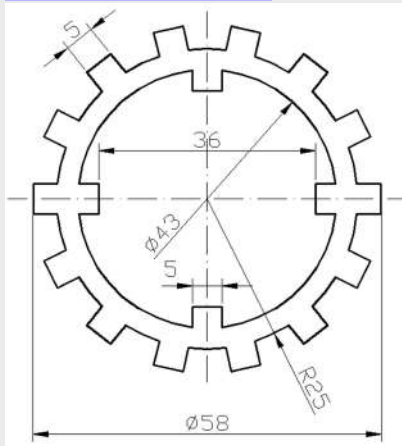
Exercício 13:

Criar um arquivo novo utilizando o sistema métrico e reproduzir o desenho dado abaixo. Criar LAYERS distintos para cada tipo de linha. Salvar o desenho em um novo arquivo denominado: exe14.dwg.



FONTE: ADAPTADO DE IZIDORO, N. Apostila AutoCAD 2004.

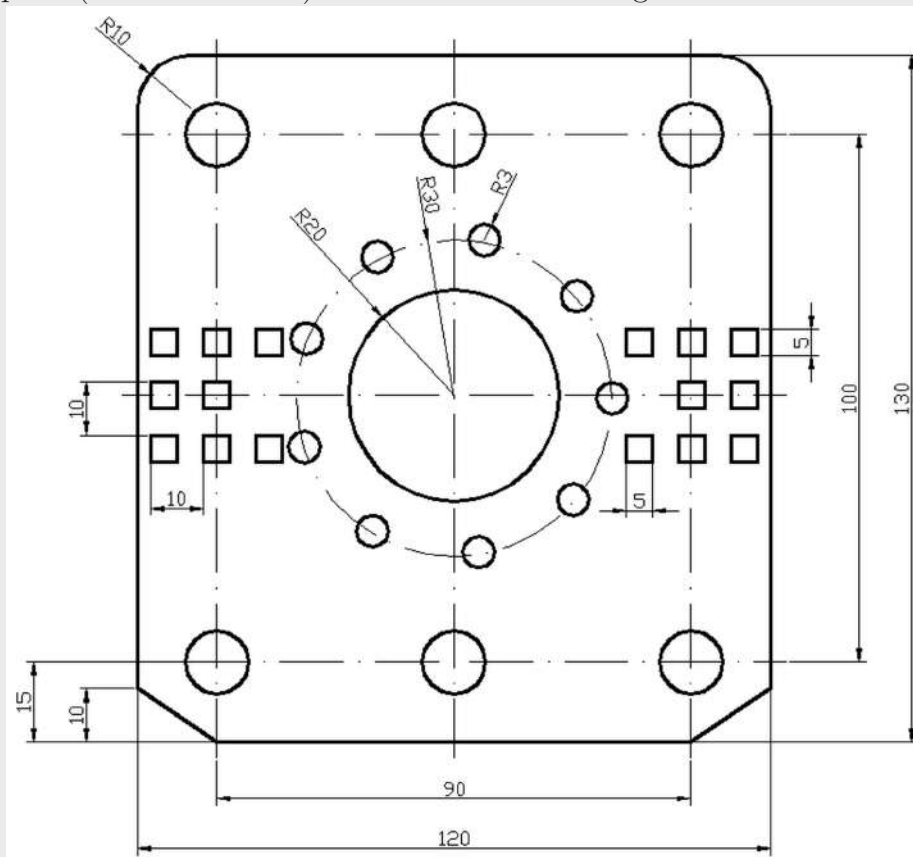
Exercício 16:



Criar um arquivo novo utilizando o sistema métrico e reproduzir o desenho dado abaixo. Criar LAYERS distintos para cada tipo de linha. Salvar o desenho em um novo arquivo (sistema métrico) denominado: exe16.dwg.

Exercício 17:

Criar um arquivo novo utilizando o sistema métrico e reproduzir o desenho dado abaixo. Criar LAYERS distintos para cada tipo de linha. Salvar o desenho em um novo arquivo (sistema métrico) denominado: exe17.dwg.



BLOCOS

7.1 BLOCO

BLOCK (BLOCK) Este comando tem a finalidade de criar blocos internos no arquivo. Esta ferramenta é útil quando desejamos inserir no desenho muitas cópias de um mesmo objeto ou entidade.

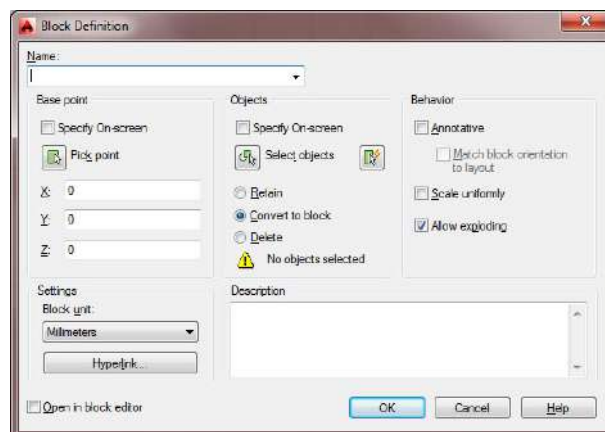


Figura 29 – Criação de blocos

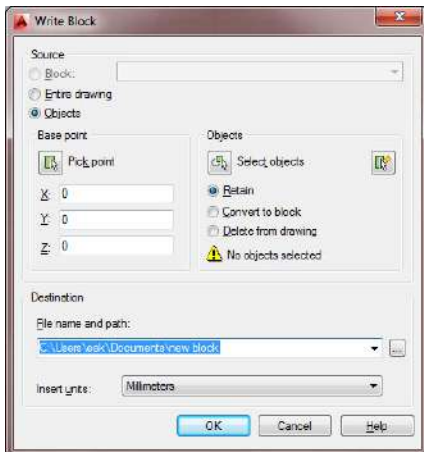
como por exemplo, em um projeto arquitetônico de um prédio há um número significativo de portas com as mesmas dimensões.

Um bloco criado dentro de um desenho só pode ser utilizado dentro do próprio desenho.

Uma maneira de utilizá-lo em outros desenhos é através do comando WBLOCK.

WBLOCK Este comando cria, na realidade, um arquivo DWG normal no diretório escolhido. O fato é que o AutoCAD permite que um arquivo externo seja inserido como um bloco no desenho corrente.

Obs.: A mudança do desenho da posição original, dentro do arquivo criado pelo comando WBLOCK, fará o ponto de inserção perder a referência. Para definir novamente o ponto de inserção, o usuário deverá utilizar o comando BASE. Para tanto, abrir o desenho desejado (bloco externo-dwg) e em seguida acionar o comando.

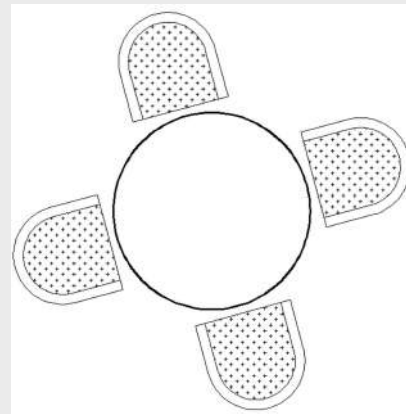


- Source: fonte de objetos que vão gerar o bloco externo(arq.dwg).
- Block: a partir de um bloco já gerado no desenho;
- Entire drawing: a partir do desenho corrente inteiro;
- Objects: a partir de objetos selecionados diretamente na tela;
- Base Point: ponto de referência para inserção;
- Objects: objetos que selecionados para inserção;
- Destination: pasta e nome do arquivo onde o desenho é salvo;
- Insert Units: unidade de medida para o desenho a ser inserido.

Figura 30 – Uso de blocos externos

Exercício 18:

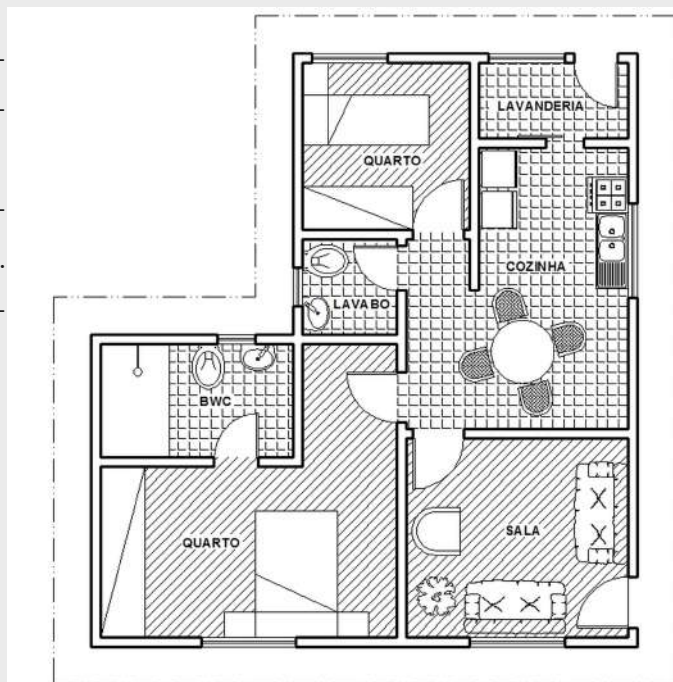
Abrir o arquivo exe12.dwg, inserir a HACHURA nas cadeiras e transformar este arquivo em um bloco externo denominado: MESA.dwg.



Obs.: Utilizar o comando: WBLOCK.

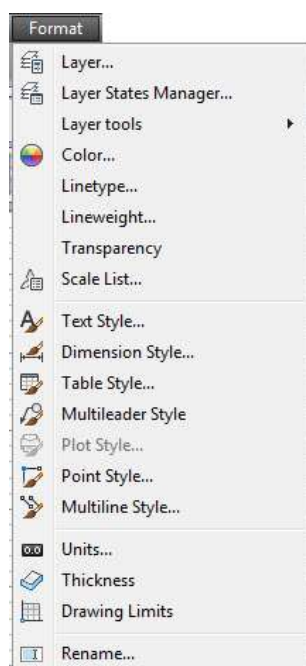
Exercício 19:

Abrir o arquivo da Residência, inserir os blocos referentes ao mobiliário criando um LAYER para os mesmos, assim como o TEXTO referente aos nomes dos ambientes. Inserir o PISO dos ambientes criando um LAYER para cada tipo de piso.



Salvar o arquivo.

FORMATAR



Neste menu são apresentadas as ferramentas de configuração de layers, estilos de texto, pontos, tipos de linhas e configurações relacionadas a cotagem e plotagem, como mostrado na Figura.

8.1 ESTILO DE TEXTO

O estilo é um grupo de características do texto, ou seja: forma da letra, tamanho, inclinação, etc. Estas características podem ser definidas no quadro TEXT STYLE mostrado abaixo:

Caminho: FORMAT ⇒ TEXT STYLE



Style name : campo para criação e definição do estilo de texto corrente.

New : cria um novo estilo, definido pelo usuário;

Rename : permite a troca do nome de um estilo existente;

Delete : apaga um estilo existente.

Font : definição do tipo de letra.

Font Name : permite a escolha de um tipo de fonte;

Font Style : especifica se o usuário quer utilizar a fonte em negrito, itálico ou normal;

Height : altura da letra. Que deve ser compatível com a unidade de trabalho, e de acordo com a fórmula 6.14 página 51.

Effects : configuração de efeitos para o estilo.

Upside down : faz com que o texto seja escrito de cabeça para baixo;

Backwards : o texto é escrito de trás para frente;

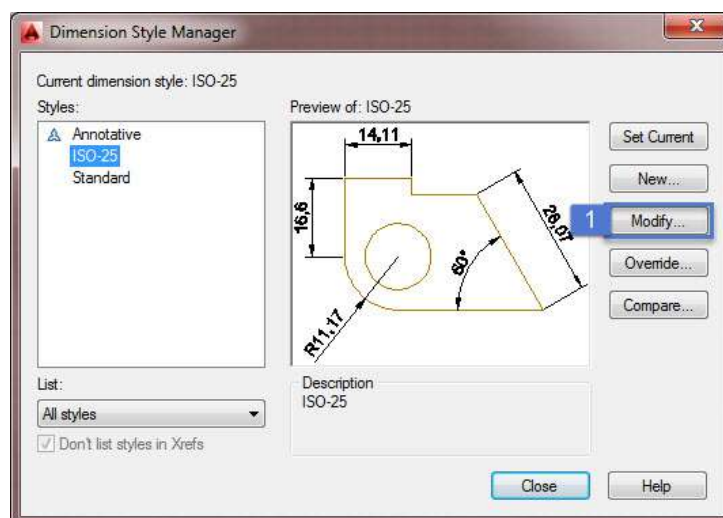
Vertical : o texto é escrito na vertical;

Width factor : fator de escala para a largura da letra;

Oblique angle : ângulo de inclinação das letras.

Figura 31 – Formatação de elementos textuais

8.2 ESTILO DE COTA



É um grupo de parâmetros de dimensionamento que determinam sua aparência. Nele são configurados parâmetros dos elementos de cotagem:

Caminho:
 FORMAT ⇒ DIMENSION STYLE
 ou diretamente pelo comando DDIM.

Ao clicar em (1) modify (modificar o estilo ISO-25) temos uma nova janela que apresenta várias abas:

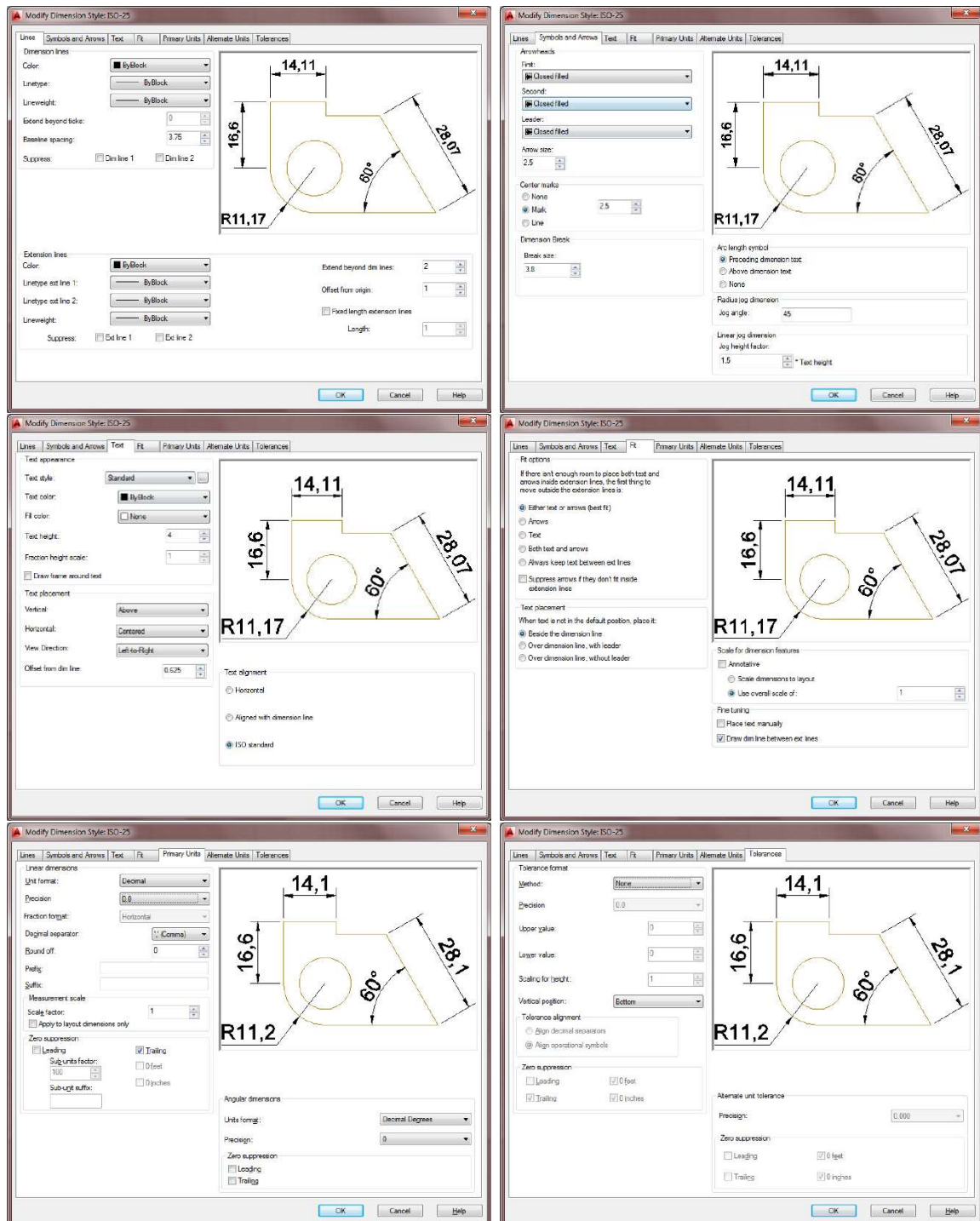


Figura 32 – Formatação dos elementos de cotação

Cada uma das abas determina um conjunto de características dos elementos de indicação de cotas e dimensionamento no desenho.

- | | |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Linhas; 2. Símbolos e setas; 3. Texto; 4. Ajuste do texto; | <ol style="list-style-type: none"> 5. Unidade primária; 6. Unidade alternativa; <li style="padding-left: 20px;">Este item fica a cargo do aluno estudar. 7. Tolerância dimensional. |
|--|---|

8.2.1 Linhas

- Dimensions Lines: define propriedades da linha de cota.

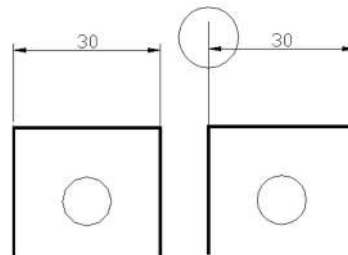
- Color: cor das linhas de cota. Ideal deixar byblock (pois o usuário já definiu a cor no layer).
- Lineweight: espessura da linha de cota. Ideal deixar byblock (pois o usuário já definiu a cor no layer).
- Extend Beyond Ticks: se você utilizar seta do tipo tick (traço), esse valor indica o quanto a linha de cota irá ultrapassar a linha de chamada.
- Baseline spacing: se você fizer dimensionamentos usando baseline, esse valor indica qual deve ser o afastamento entre linhas de cota.
- Suppress: suprime (elimina) a primeira e/ou segunda parte da terminação de cota (seta).

- Extension Lines: define propriedades da linha de chamada.

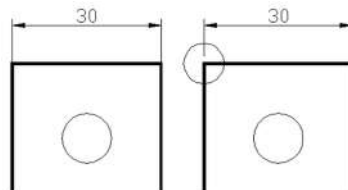
- Color: cor das linhas de chamada. Ideal deixar byblock (pois o usuário já definiu a cor no layer);
- Lineweight: espessura da linha de cota. Ideal

deixar byblock (pois o usuário já definiu a cor no layer);

- Extend Beyond Dim Lines: esse valor indica o quanto a linha de chamada vai ultrapassar a linha de cota;



- Offset from Origin: indica a distância entre o contorno do desenho e a linha de chamada;



- Suppress: suprime (elimina) a primeira e/ou segunda linha de chamada;
- Fixed length extension lines.****

8.2.2 Símbolos e setas

- Arrowheads: define propriedades das setas.
- Center Marks: controla a aparência da marca de centro em cotas de diâmetro e

raio.

None: não faz nenhum tipo de marca;

Mark: faz apenas uma marca no centro;

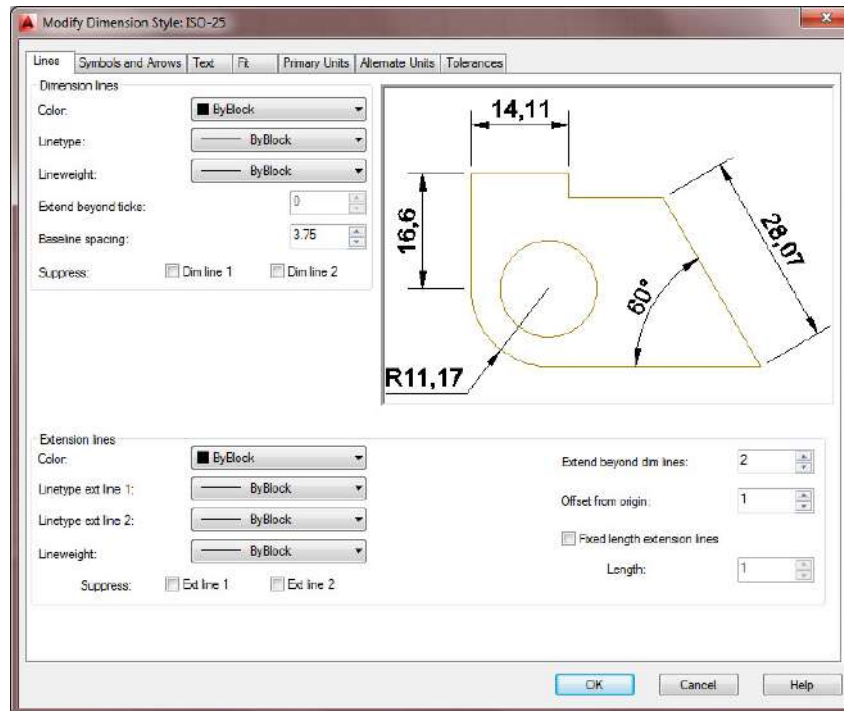


Figura 33 – Formatação das linhas dos elementos de cotagem

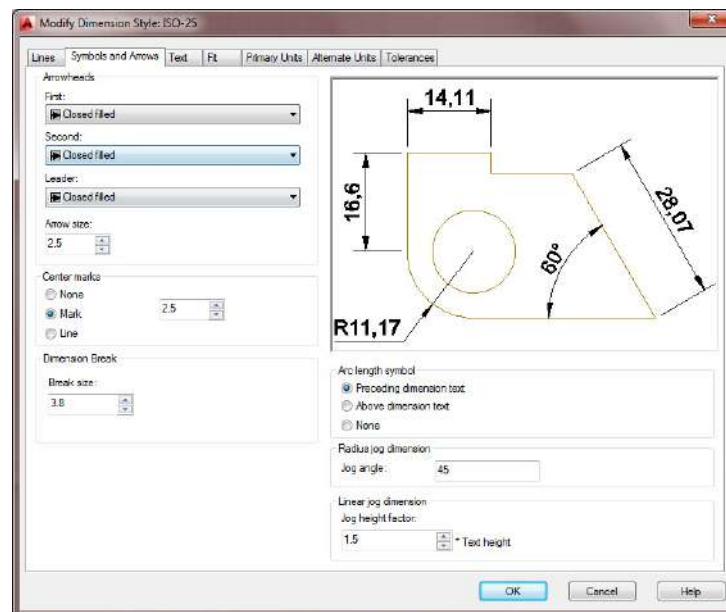


Figura 34 – Formatação dos símbolos dos elementos de cotagem

Line: faz uma marca no centro e prolonga com linhas para fora da circunferência.

- Dimension break
- Arc length symbol
- Radius jog dimension
- Linear jog dimension

8.2.3 Texto

- Text Appearance: controla o formato e o tamanho do texto.

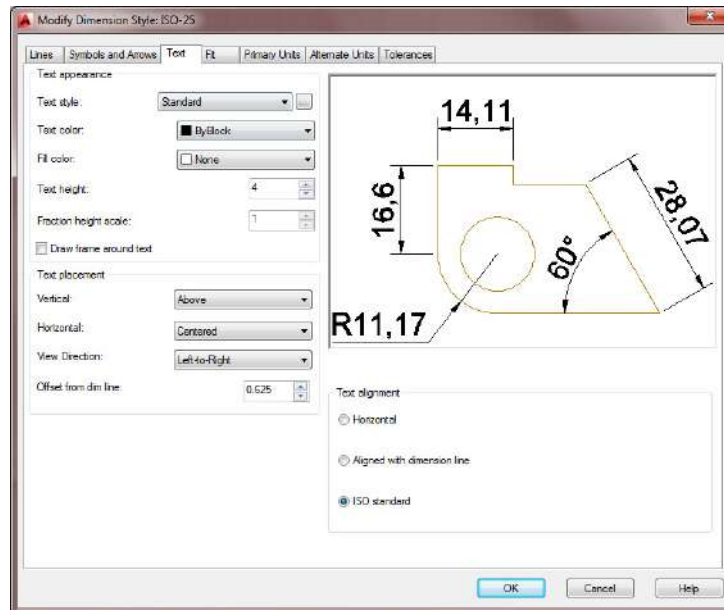
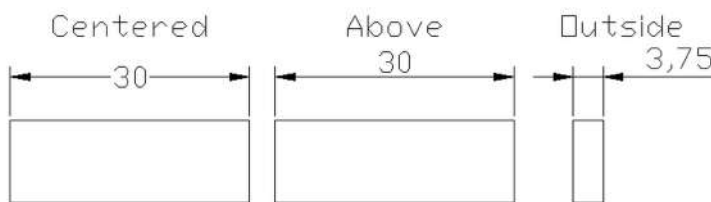


Figura 35 – Formatação do texto dos elementos de cotação

- Text Placement: controla a posição do texto de dimensionamento.
 - Vertical: posicionamento vertical do texto ao longo da linha de cota.

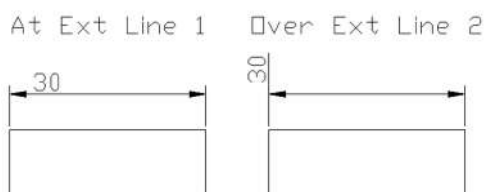


- * Centered: centraliza o texto entre as duas partes da linha de cota.
- * Above: posiciona o texto acima da linha de cota.
- * Outside: posiciona o texto ao lado da linha de cota quando ele não cou-

ber na mesma.

- * JIS: posiciona o texto conforme a norma japonesa (Japanese Industrial Standards – JIS).
- * Below

- Horizontal: posicionamento horizontal do texto.

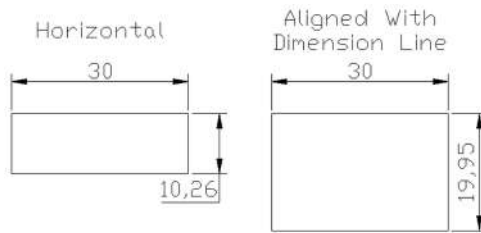


- * Centered
- * At Ext Line 1: posiciona o texto próximo à primeira linha de chamada;

- * At Ext Line 2: posiciona o texto próximo à segunda linha de chamada;
- * Over Ext Line 1: posiciona o texto

sobre a primeira linha de chamada;

* Over Ext Line 2: posiciona o texto sobre a segunda linha de chamada.



- View direction
- Offset From Dim Line: distância entre o texto e a linha de cota. Útil para o texto não ficar “colado” com a linha de cota.
- Text Alignment: controla a orientação (horizontal ou alinhada) do texto de cota se ele estiver dentro ou fora da linha de cota.
 - Horizontal: coloca o texto sempre na horizontal.
 - Aligned With Dimension Line: o texto será sempre alinhado com a linha de cota.
 - ISO Standard: alinha o texto com a linha de cota, quando ele couber dentro da linha de cota. Caso contrário, irá posicioná-lo fora da linha de cota e na horizontal.

8.2.4 Ajuste do texto

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● Fit options; ● Text placement; | <ul style="list-style-type: none"> ● Scale for dimension features; ● Fine Tuning. |
|---|---|

8.2.5 Unidade primária

- | | | |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ● Linear dimension; | <ul style="list-style-type: none"> ● Measurement scale; | <ul style="list-style-type: none"> ● Angular dimension. |
|---|--|--|

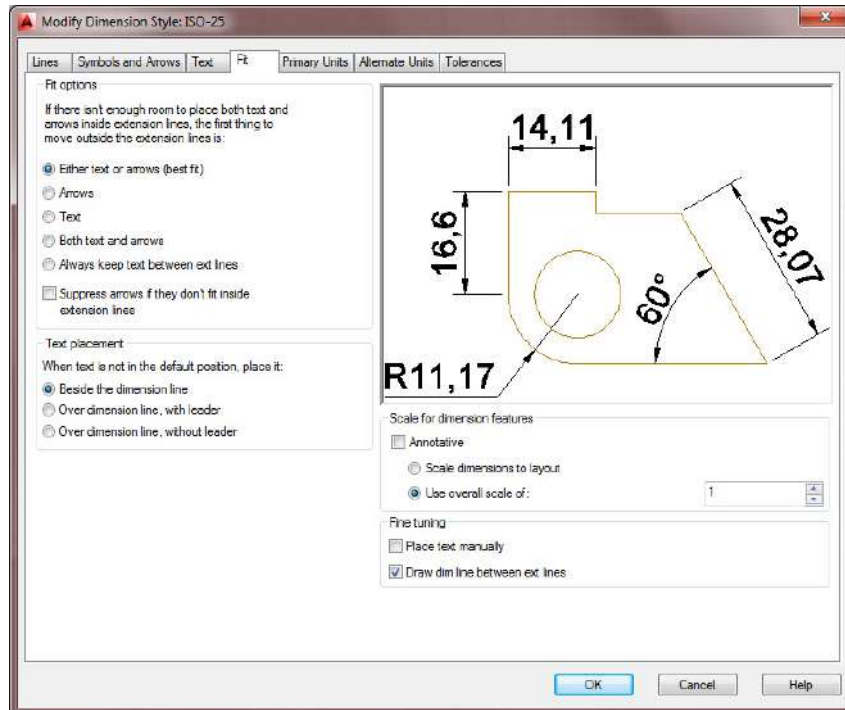


Figura 36 – Formatação do ajuste do texto dos elementos de cotação

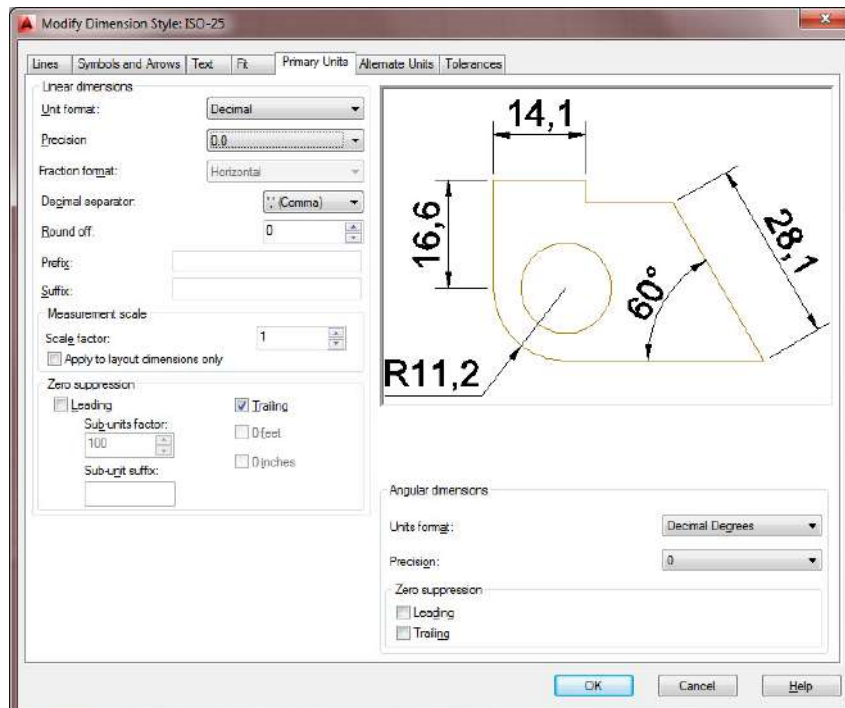


Figura 37 – Formatação da unidade primária dos elementos de cotação

8.2.6 Tolerância dimensional

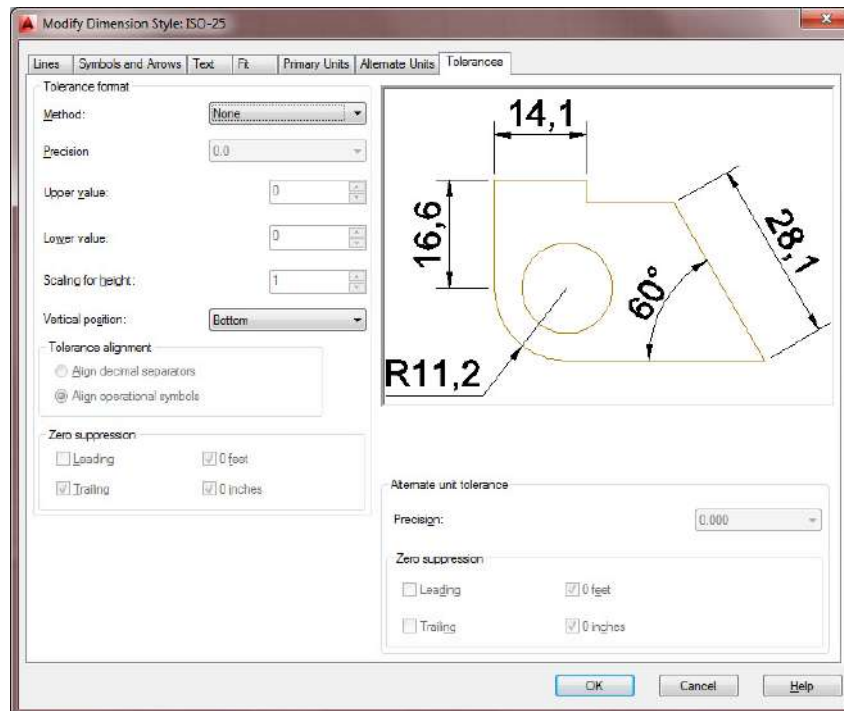
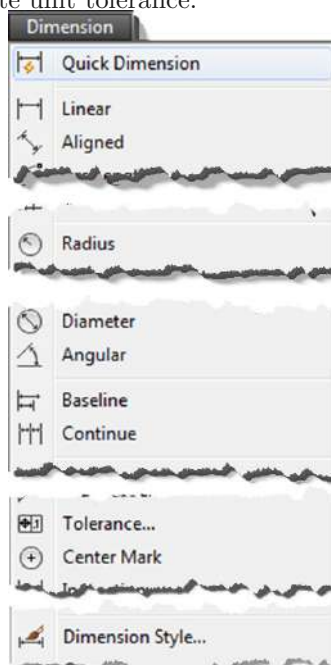


Figura 38 – Formatação da indicação de tolerância dimensional dos elementos de cotação

- Tolerance format;
- Alternate unit tolerance.



O AutoCAD oferece vários tipos de cotas e diversas maneiras de formatá-las. Ele permite inserir distâncias horizontais e verticais, ângulos, diâmetros e raios.

- DIM Linear: cria dimensionamentos lineares.
- DIM Aligned: para cotar de maneira alinhada. Utilizado para linhas inclinadas.
- DIM Radius: utilizado para cotar raios.
- DIM Diameter: para cotar diâmetros.
- DIM Angular: comando utilizado para cotar ângulos.
- DIM Continue: comando para continuar cotando. É necessário fazer a primeira cota, então selecionar o comando CONT.
- DIM Baseline: cota acumulada, vai somando as cotas. Também há a necessidade de se fazer a primeira cota.
- Tolerance
- Center mark
- Dimension Style

Exercício 20:

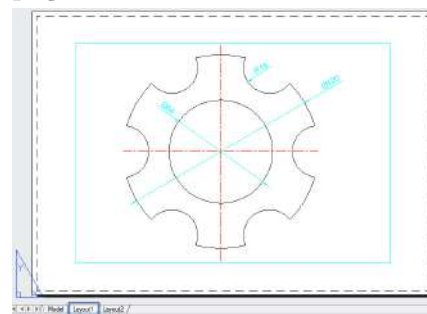
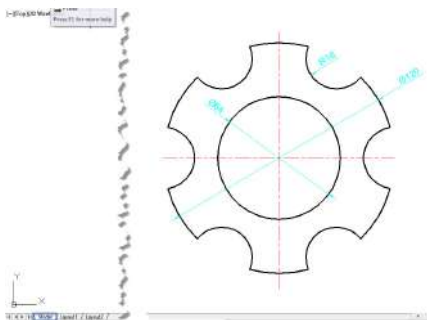
Abrir os arquivos exe15.dwg e o arquivo da residência, cotar os desenhos, inserindo um LAYER distinto para as mesmas. Salvar o arquivo com o nome exe15-a.dwg. ■

PLOTAGEM

Para a configuração perfeita do ambiente de Plotagem, é fundamental entender os conceitos de Model e Layout.

O AutoCAD possui dois espaços de trabalho nos quais o usuário pode criar e editar objetos:

- MODEL SPACE (Espaço do Modelo): onde os objetos são criados e manipulados;
- PAPER SPACE (Espaço do Papel): espaço onde são criados os LAYOUTS.



9.1 LEIOUTES PARA PLOTAGEM

Os Layouts permitem que o usuário crie um ambiente de desenho como se estivesse trabalhando com folhas de papel, em que nelas são configuradas as denominadas viewports (janelas de visualização) para a preparação para o processo de plotagem.

Cada Layout possui independência de configuração e arranjo de vistas.

Eles podem ser copiados, movidos, renomeados e apagados. Também podem ser salvos em templates e utilizados em outros desenhos.

Quando você está desenhando dentro de um Layout, diz-se que está desenhando dentro do Paper Space. E como foi comentado anteriormente, no Paper Space você define janelas denominadas vi-

viewports por meio das quais é possível visualizar o modelo criado no Model Space. O Paper Space permite compor seu desenho exatamente da maneira que você quer vê-lo, com múltiplas vistas e escalas diferentes.

O AutoCAD não o limita unicamente à um Leioute. O usuário pode gerar quantos julgar necessário para criar seu projeto. Um dos propósitos do Leioute é permitir trabalhar dinamicamente com um número ilimitado de viewports.

9.1.1 CRIAÇÃO DE VIEWPORTS

Viewports : Através do caminho VIEW ⇒ VIEWPORT o usuário pode inserir as janelas onde irão aparecer os desenhos que podem estar em viewports e escalas diferentes na mesma folha do espaço PAPER SPACE.



9.1.2 MANIPULANDO O PROJETO NO PAPER SPACE

Quando uma ou mais janelas (viewports) são criadas ou inseridas, não é possível entrar nestas janelas e alterar o que seja, nem mesmo o ZOOM. Isto ocorre, devido ao fato de estarmos trabalhando no espaço PAPER SPACE.

Dentro do Leioute há dois espaços de trabalho:

- PSpace (PS): permite que o usuário trabalhe no espaço do papel;
- MSpace (MS): permite que o usuário trabalhe no espaço do modelo.

9.1.3 INSERINDO ESCALAS NAS VIEWPORTS

O usuário pode inserir uma escala diferente para cada viewport. Ou seja, pode ser inserida uma janela de visualização para o projeto inteiro e outra para um detalhe, por exemplo, sendo eles apresentados em escalas diferentes. Para tanto, é necessário que se trabalhe (no Leioute) com o comando MS (MSpace) ativo.

Sabendo que o formato A3 possui 420x297 mm, no momento de plotar a escala de plotagem deverá ser 1:1. Logo, o usuário deverá ajustar o conteúdo das viewports para que fiquem nas escalas desejadas.

O comando ZOOM possui a opção XP, que é uma escala relativa à unidade utilizada no Paper Space, que está em “mm”. Portanto, para saber qual fator do Zoom XP deverá ser utilizado é necessário responder a seguinte pergunta: a quantas unidades do Paper Space equivale uma unidade do meu desenho na escala desejada?

Exemplo 49:

tem-se um projeto que foi desenhado em metros e se deseja apresentá-lo em uma viewport que está em milímetros. A escala desejada é 1/50. Logo, 1m será representado por 20mm na escala 1/50. Desta forma, o fator de ZOOM XP será igual a 20. ■

Command: ZOOM

Specify corner of window, enter a scale factor (nX or nXP), or

[All/Center/Dynamic/Extents/Previous/Scale/Window] <real time>: 20xp

Para auxílio na determinação de qual valor de ZOOM XP utilizar, segue a tabela

3. Ela mostra o valor de ZOOM XP para cada escala desejada.

Escala Desejada	Valor de ZOOM XP utilizado		
	Desenho em (mm)	Desenho em (cm)	Desenho em (m)
A:1	A	$A \times 10^1$	$A \times 10^3$
10:1	10	100	10000
5:1	5	50	5000
2:1	2	20	2000
1:1	1	10	1000
1:2	1/2	5	500
1:5	1/5	2	200
1:10	1/10	1	100
1:20	1/20	1/2	50
1:25	1/25	2/5	40
1:50	1/50	1/5	20
1:100	1/100	1/10	10
1:200	1/200	1/20	5
1:250	1/250	1/25	4
1:500	1/500	1/50	2
1:1000	1/1000	1/100	1

Tabela 3 – Determinação do fator ZOOM xP

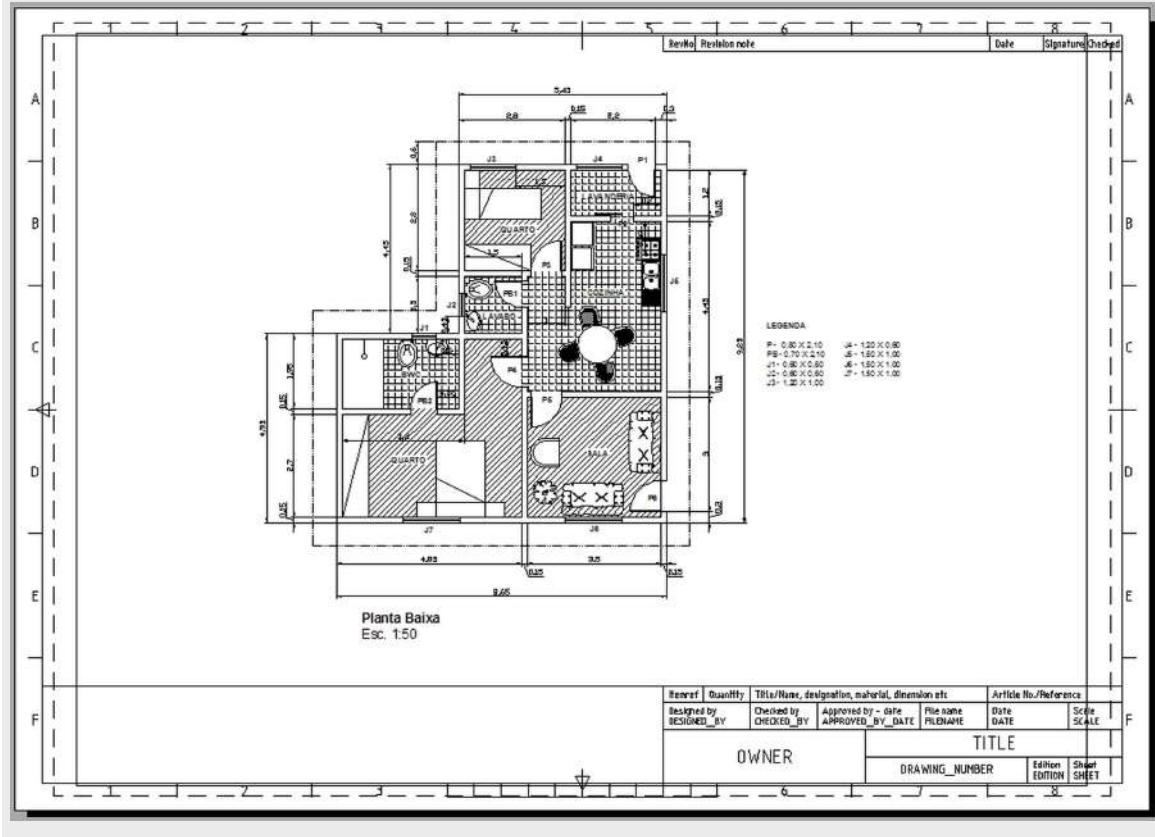
9.2 COMANDO PLOT

O comando PLOT apresenta as opções Plot Settings e Plot Devide.

- Plot Device: definição da impressora (Plotter), número de cópias, configuração de espessuras e cores;
- Plot Settings: define a área de impressão, centralização do desenho na folha, etc.

Exercício 21:

Abrir o arquivo da Residência. Inserir um Leioute para impressão da planta, criando a viewport para a definição da escala do desenho. Por exemplo, inserir um Formato A2 para a Escala 1:50.



PADRONIZAÇÃO NA CONCEPÇÃO DOS DESENHOS

De acordo com [1], quando se fala em padronização de projetos e desenhos no AutoCAD, parece que estamos falando de limitar o potencial de apresentação visual que o AutoCAD possibilita. No entanto, não existe setor de produção de projetos em que não se fale em padronizar a apresentação visual dos desenhos, de modo a evitar que diferentes projetistas criem desenhos de forma diferenciada. Isso tornaria o conjunto de desenhos muito deselegante.

Toda padronização passa necessariamente pela construção de uma norma dos padrões de formatação de um desenho, em que, no mínimo, são definidos os seguintes padrões para controle do aspecto visual do desenho:

- cores/espessuras de linhas;
- fontes e tamanhos de letras usadas;
- tipos e escalas de linhas;
- formatos e legenda permitidos;
- hachuras (tipos e escalas);
- dimensionamento;
- unidades e escalas usadas.

10.1 TAMANHOS DE LETRAS

A ABNT, por motivos de visualização recomenda que não sejam feitos caracteres com tamanhos inferiores a 2,0 mm. São adotados os seguintes padrões:

- MÍNIMO (2,0mm): textos em geral, cotas, descrição de itens e observações em lugares com pouco espaço disponível.
- MENOR (2,5mm): textos em geral, descrição de itens, indicação de escala, observações.
- MÉDIO (3,5mm): subtítulos do desenho, subtítulos de legenda.
- MAIOR (5,0mm): títulos, indicações e nomes dos cortes.
- EXTRA (7,0mm): títulos, indicações e nomes dos cortes.

10.2 TIPOS DE LINHAS

O fator de escala das linhas (LTSCALE) será igual a 0,4 para a escala 1:1 em mm. Se estiver trabalhando em layout com seu formato em milímetro, basta definir o valor anterior (0,4), pois o AutoCAD ajusta as linhas em todas as viewports.

10.3 HACHURAS

Os padrões e escala de hachuras sempre apresentam problemas quanto à visualização e a plotagem. Para tanto, quando na escala 1:1 em milímetros, recomenda-se que se usem as escalas e ângulos constantes na Tabela 4.

Escala 1:1 mm			Escala 1:1 mm			Escala 1:1 mm		
Padrão	Escala	Ângulo	Padrão	Escala	Ângulo	Padrão	Escala	Ângulo
SOLID	-	-	AR - B816	0.04	0.00	ACAD_ISO05W100	0.50	0.00
ANGLE	0.50	0.00	AR - B816C	0.04	0.00	ACAD_ISO06W100	0.50	0.00
ANSI131	0.50	0.00	AR - B88	0.04	0.00	ACAD_ISO07W100	0.50	0.00
ANSI132	0.50	0.00	AR - BRELM	0.04	0.00	ACAD_ISO08W100	0.50	0.00
ANSI133	0.50	0.00	AR - BRSTD	0.04	0.00	ACAD_ISO09W100	0.50	0.00
ANSI134	0.50	0.00	AR - CONC	0.04	0.00	ACAD_ISO10W100	0.50	0.00
ANSI135	0.50	0.00	AR - HBONE	0.03	0.00	ACAD_ISO11W100	0.50	0.00
ANSI136	0.50	0.00	AR - PARQ1	0.03	0.00	ACAD_ISO12W100	0.50	0.00
ANSI137	0.50	0.00	AR - RROOF	0.08	0.00	ACAD_ISO13W100	0.50	0.00
ANSI138	0.50	0.00	AR - RSHKE	0.03	0.00	ACAD_ISO14W100	0.50	0.00
			AR - SAND	0.06	0.00	ACAD_ISO15W100	0.50	0.00
						ACAD_ISO02W100	0.50	0.00
						ACAD_ISO03W100	0.50	0.00
						ACAD_ISO04W100	0.50	0.00
						ACAD_ISO04W100	0.50	0.00

Escala 1:1 mm			Escala 1:1 mm		
Padrão	Escala	Ângulo	Padrão	Escala	Ângulo
BOX	0.50	0.00	HEX	0.35	0.00
BRASS	0.50	45.00	HONEY	0.70	0.00
BRICK	0.50	0.00	HOUND	0.70	0.00
BRSTONE	0.50	0.00	INSUL	0.50	0.00
CLAY	0.70	0.00	LINE	0.70	0.00
CORK	0.50	0.00	MUDST	1.00	0.00
CROSS	0.50	0.00	NET	1.40	0.00
DASH	0.50	0.00	NET3	1.40	0.00
DOLMIT	0.50	0.00	PLAST	0.70	0.00
DOTS	1.40	0.00	PLASTI	0.70	0.00
EARTH	0.70	45.00	SACNCR	1.40	0.00
ESCHER	0.35	0.00	SQUARE	0.50	0.00
FLEX	0.35	0.00	STARS	0.50	0.00
GRASS	0.25	0.00	STEEL	1.40	0.00
GRATE	2.00	0.00	SWAMP	0.50	0.00
GRAVEL	0.30	0.00	TRANS	0.50	0.00
			TRIANG	0.50	0.00
			ZIGZAG	0.50	0.00

Tabela 4 – Tabela de escalas

Para obter os valores adequados de escalas de hachuras em função da escala de desenho adotada, basta multiplicar a coluna ESCALA pelo FATOR DE ESCALA (FE) apresentado na Tabela 5.

10.4 COTAGEM

Para as cotas feitas totalmente na aba Model, deve-se utilizar como valor para a variável DIMSCALE exatamente o fator de escala (FE) apresentado na Tabela 5 apresentada.

Caminho: Format ⇒ Dimension Style ⇒ Modify ⇒ Fit ⇒ Use Overall Scale Of

Obs. Para desenhos realizados em unidades diferentes do mm.

Valor de ZOOM XP & Fator de Escala (FE)

Escala do desenho	Milímetro		Centímetro		Metro	
	FE	Zoom XP	FE	Zoom XP	FE	Zoom XP
10:1	0.1	10	0.01	100	0.0001	10 000
5:1	0.2	5	0.02	50	0.0002	5 000
2:1	0.5	2	0.05	20	0.0005	2 000
1:1	1	1	0.1	10	0.001	1 000
1:2	2	$0.5 = \frac{1}{2}$	0.2	5	0.002	500
1:2.5	2.5	$0.4 = \frac{1}{2.5}$	0.25	4	0.0025	400
1:5	5	$0.2 = \frac{1}{5}$	0.5	2	0.005	200
1:10	10	$0.1 = \frac{1}{10}$	1	1	0.01	100
1:20	20	$\frac{1}{20}$	2	$\frac{1}{2}$	0.02	50
1:25	25	$\frac{2}{50}$	2.5	$\frac{2}{5}$	0.025	40
1:50	50	$\frac{1}{50}$	5	$\frac{1}{5}$	0.05	20
1:100	100	$\frac{1}{100}$	10	$\frac{1}{10}$	0.1	10
1:200	200	$\frac{1}{200}$	20	$\frac{1}{20}$	0.2	5
1:250	250	$\frac{1}{250}$	25	$\frac{1}{25}$	0.25	4
1:500	500	$\frac{1}{500}$	50	$\frac{1}{50}$	0.5	2
1:1000	1000	$\frac{1}{1000}$	100	$\frac{1}{100}$	1	1

Tabela 5 – Fator de Escala

Exemplo 50:

$$\begin{array}{l} D = \text{cm} \\ d = \text{mm} \\ \text{Esc.: } \frac{1}{50} \end{array} \rightarrow \text{Esc.} = \frac{d}{D} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{50} = \frac{d}{1\text{cm}} \\ \frac{1}{50} = \frac{1}{10\text{mm}} \end{array} \right. \rightarrow d = \frac{10\text{mm}}{50} \rightarrow XP = \frac{1}{5} \quad \blacksquare$$

Referências

- [1] L. BALDAM, R.; COSTA. *AutoCAD 2006: Utilizando Totalmente*. Érica, São Paulo, 2005. Citado na página [71](#).
- [2] N. IZIDORO. Apostila autocad 2004. Disponível em www.apostilando.com. Acessado em 25 mai 2006. Citado na página [32](#).
- [3] Render. Curso prático autocad 2002. CD-Rom, 2003. Disponível em: www.render.com.br. Citado na página [31](#).