

CURSO BÁSICO DE AUTO CAD

Desenho em 2D para Engenharia Civil

AUTO C AD



CAD é a sigla para o inglês *Computer Aided Design*, ou seja, desenho auxiliado por computador. Seu objetivo é auxiliar o projetista ou desenhista na confecção das plantas ou esquemas técnicos, dando a ele ferramentas de construção de elementos gráficos vetoriais (pontos, linhas, arcos, polígonos, ao invés das imagens *raster*, tipo BMP e JPG), vindo a simular a utilização de instrumentos de desenho clássicos, e colocando o desenho num espaço completamente digital.

O CAD, embora seja de fácil utilização, não dispensa conhecimentos prévios de desenho técnico, geometria descritiva e geometria analítica. Internamente, os programas de CAD se utilizam de rotinas matemáticas que vetorizam os elementos criados pelo usuário. Algumas vezes, será necessária a inserção de parâmetros como: ponto de tangência, centro de arcos, eixos de elipses, assuntos abordados na geometria e necessários para o entendimento dos processos computacionais.

Pela importância, facilidade de manuseio e difusão internacional, este Curso traz para junto do aluno os parâmetros básicos necessários para o desenho no software AutoCAD 2008 (Autodesk), existindo entretanto muitos outros pacotes de CAD, a exemplo dos softwares Microstation (Bentley Softwares), QICad (AltoQI) e Vector Works (Nemetschek).

1.1. Vantagens do CAD sobre a Prancheta

- Rapidez no desenho;
- Precisão absoluta;
- Possibilidade de infinitas cópias e revisões;
- Possibilidade de editar o desenho;
- Ferramentas de automatização (cotas, textos, etc.);

Pense na vida sem régua, esquadros, penas, nanquim, papel vegetal, curvas francesas, gabaritos, aranha, normógrafo, lápis HB, 2H, 6B, escalímetros, gilete (para quando se erra o desenho), borracha, prancheta, régua paralela, régua T, pantógrafo, curvímetros e planímetros, e outras mil coisas que limitam sua produção e criatividade!

1.2. O AutoCAD

O AutoCAD é uma ferramenta de CAD desenvolvido pela empresa Autodesk, e hoje, com suas variações e aplicativos específicos, é o pacote de CAD mais difundido no mundo, Talvez seja também de mais fácil utilização, apresentando ao usuário um ambiente de trabalho limpo, acessível e totalmente interativo.

Hoje está em sua versão 24 (AutoCAD 2010), porém este curso, como já citado, versará sobre sua versão 22 (AutoCAD 2008). Não houve grandes mudanças entre as versões anteriores e a 21, porém as alterações apresentadas nas versões mais avançadas são significativas, principalmente no que diz respeito ao procedimento de plotagem e à interação programa-usuário.

1.3. O Ambiente do AutoCAD

Pensando na lógica de desenho e na facilidade de utilização do programa, a equipe que desenvolveu o AutoCAD dividiu o ambiente de trabalho nos seguintes espaços:

A Caixa de Comando

A caixa de comando é objeto de interatividade entre o usuário e os procedimentos computacionais do programa. Por ela você tem clara idéia do processamento da imagem e também por ela você insere os atributos de seu desenho, como medidas, distâncias, ângulos, ou algumas opções. Aparenta-se como uma caixa de texto com um *Prompt* de comando.



Figura 1 - Caixa de Comando

As Barras de Ferramentas

São flutuantes e podem estar em qualquer lugar do ambiente de trabalho. Possuem opções de acesso a quase todo comando disponível no AutoCAD. Funcionam como qualquer barra de ferramentas de outro programa para *Windows*.



Figura 2 - Aspecto das Barras de Ferramentas Flutuantes

Barra de Status

Situa-se no extremo inferior da tela e contém informações das coordenadas imediatas do cursor e alguns comandos.



Figura 3 - Barra de Status do AutoCAD 2008

Área de Desenho

A área de desenho no AutoCAD é, por definição, um espaço de três dimensões infinito. Ao abrir um desenho pode-se previamente configurar as dimensões da área deste. No canto inferior da área de desenho encontra-se o símbolo da UCS (*Universal Coordinate System*) que indica a situação dos eixos coordenados cartesianos, como será visto mais tarde.

Atalhos

Ao longo do curso serão visto atalhos pelo teclado para comandos, de modo a facilitar o trabalho com o CAD.

1.4. Parâmetros Iniciais de um Desenho

Ao abrir o software, o usuário se deparará com um ambiente padrão, onde se permite de imediato a iniciação de um desenho no programa, ao contrário das versões anteriores onde o usuário deveria, antes mesmo de iniciar a conceber qualquer projeto no AutoCAD, configurar este ambiente inicial de uso segundo alguns parâmetros, como ISO, DIN, ANSI e JIS.

1.5. Primeiros Conceitos: O Sistema de Coordenadas

Sistema de Coordenadas Cartesianas

Como na matemática, o CAD também funciona baseado num sistema cartesiano de coordenadas, sendo três eixos ortogonais entre si: X, Y e Z. No desenho em duas dimensões

serão utilizadas apenas as coordenadas X e Y, sendo a coordenada Z assumida como zero. Abaixo, está o ícone do UCS, indicando a direção dos eixos coordenados.

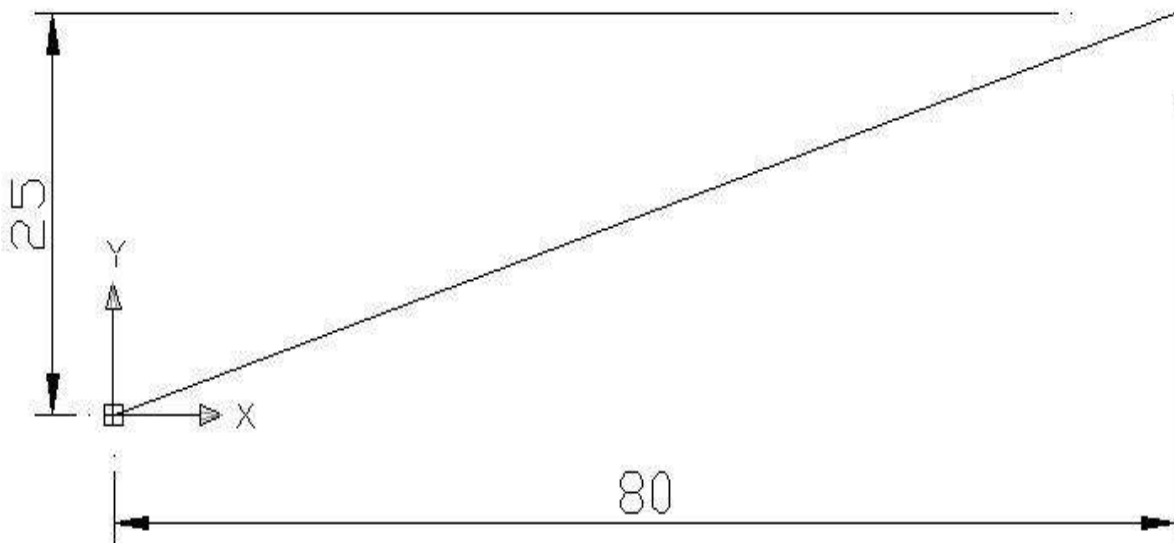


A cruz indica a origem do sistema de coordenadas, os dois ou três vetores indicam a direção dos eixos, e o quadrado ao redor da cruz de origem indica a orientação positiva (para fora da tela) do eixo Z (caso não apareça, a orientação do eixo Z é para dentro da tela).

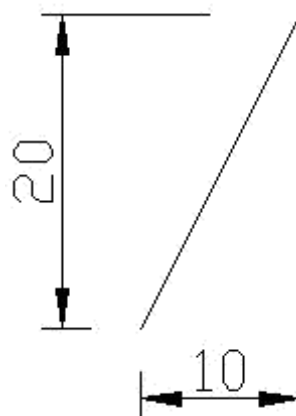
A indicação de um ponto no desenho pode ser dada de duas maneiras: pelo teclado, através da linha de comando; ou pelo *mouse*, clicando diretamente sobre o ponto desejado.

Pela linha de comando procede-se da seguinte forma: quando um comando pedir um ponto como, por exemplo, o comando *Line* (linha), digite as coordenadas X e Y, separadas por vírgula. O decimal se dá por ponto (como prega o padrão inglês).

Por exemplo: 80,25 (80 unidades em X e 25 em Y).



Existem também coordenadas relativas designadas por uma arroba (@) na frente do dado digitado. Isto confere uma orientação indicando um deslocamento relativo ao último ponto referenciado. Por exemplo, ao se fazer uma linha que comece em 10,10 e termine num deslocamento de 10 em X e 20 em Y: @10,20.



Sistema de Coordenadas Polares

O sistema cartesiano prega a projeção das coordenadas em eixos ortogonais. Já o polar indica um ponto num sistema de raio e ângulo, tendo como centro a coordenada 0 (zero) unidades de raio e 0 (zero) grau (como padrão, o sistema de ângulo no AutoCAD é o grau, mas pode ser mudado para radiano ou grado).

A partir da orientação do eixo X conta-se no sentido anti-horário (regra da mão direita no eixo Z, se o eixo Z estiver invertido será no sentido horário) o ângulo, e o raio característico do ponto, por exemplo: 50<30 (cinquenta unidades de raio, a 30 graus).

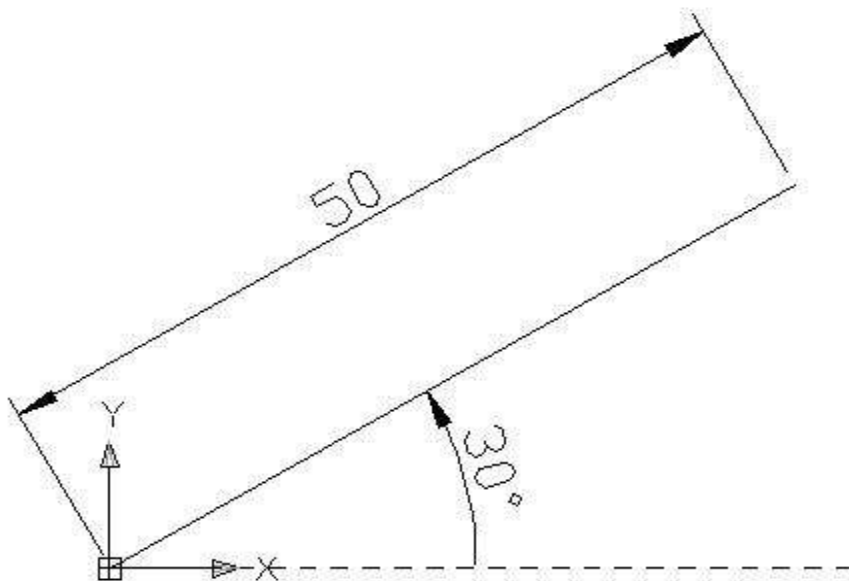
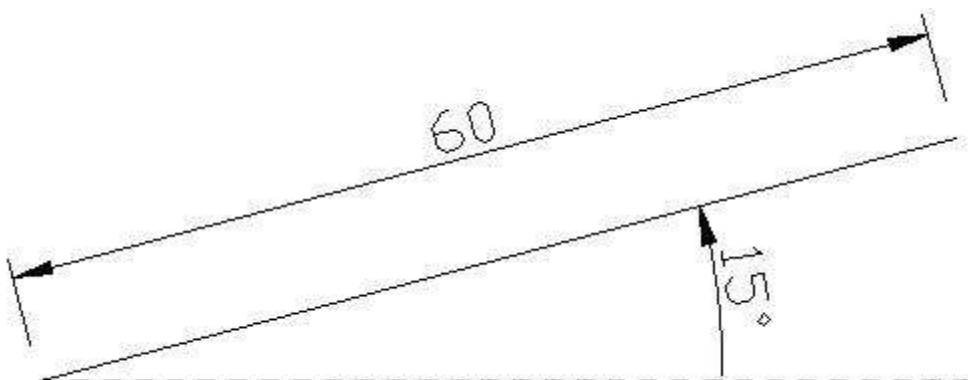


Figura 7 - Inserção de pontos por coordenadas polares absolutas

As coordenadas relativas funcionam de forma análoga às coordenadas cartesianas, referenciando o deslocamento ao último ponto, por exemplo: @60<15.



Medidas Diretas

Não se encaixa exatamente na definição de coordenada, mas é a maneira mais simples e mais usual de se definir tamanhos de segmentos de reta, deslocamentos, etc. O método consiste em informar uma coordenada combinando mouse e teclado. Pelo mouse, indica-se a direção do deslocamento, e com a caixa de comando (pelo teclado), a distância. Da seguinte forma: Ao ser solicitado a informar um ponto, simplesmente jogue o mouse para a direção desejada e informe a distância. É especialmente útil quando combinado ainda com o comando de precisão *Ortho*, como demonstrado adiante.

2

2. Segunda Aula: Comando de Construção e Visualização

2.1. Comandos de Construção

As primitivas geométricas são entidades gráficas usadas para modelar o desenho à medida que o mesmo for sendo desenvolvido. As principais são as linhas, os círculos, os arcos, as polilinhas, as elipses, etc.

A maior parte dos comandos de construção está no menu de barras *Draw* e *Modify*, que possuem menus flutuantes de mesmo nome. Todos podem ser acessados na linha de comando.

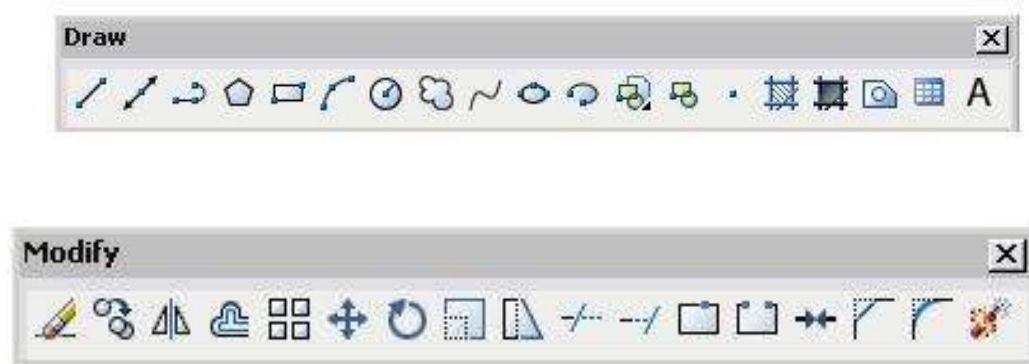


Figura 9 - Aspecto das barras de ferramentas dos comandos de construção

Point – po

Comando utilizado para a representação de pontos no desenho. Os tipos de pontos são controlados pela variável *Pdmode* e o tamanho controlado pela variável *Pdsize*, sendo que ambas podem ser alteradas acessando na barra de menus a opção: *Format - Point Style*.

Line – l

O comando *Line* traça linhas simples. Quando acionamos este comando surge, na caixa de comando, a mensagem *Specify First Point* Devemos clicar com o botão esquerdo do mouse na área de trabalho, para iniciar o desenho da linha. Em seguida, aparecerá a mensagem *Specify Next Point*, para que seja marcado o ponto final deste primeiro segmento. A indicação dos pontos pode ser feita via *mouse*, clicando-os na tela gráfica, ou digitando as coordenadas (absolutas, relativas ou polares) via teclado. Podemos desenvolver vários segmentos de linha sem

sair do comando. Para encerrarmos uma seção, pressionamos *Enter*, ou o botão direito do mouse, ou ainda a tecla *escape*.

Dica: Para traçar linhas ortogonais, podemos usar a variável *Ortho*, acionável pelo clique no ícone correspondente localizado na barra de status ou ainda pela tecla F8 do teclado.

Rectangle – rec

Possibilita desenhar retângulos. Para isso, devemos definir os vértices de uma das diagonais do retângulo. De maneira simples, o procedimento consiste em informar o primeiro ponto desta diagonal, com o *mouse* ou por coordenadas, e logo após informar o segundo ponto da mesma diagonal do retângulo. Abaixo, um exemplo de um retângulo feito com as coordenadas @30,15.

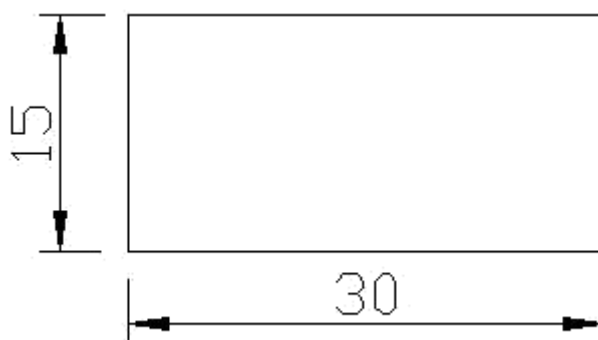


Figura 10 - Retângulo construído por coordenadas cartesianas

Circle – c

Comando usado para desenhar círculos. Para isso temos cinco possibilidades:

- Centro e raio: O primeiro ponto é o centro e em seguida o raio. O valor do raio também pode ser dado pelo posicionamento do *mouse*;

- Centro e diâmetro: O primeiro ponto é o centro, e em seguida o diâmetro. O valor do diâmetro também pode ser dado pelo posicionamento do *mouse*;
- 2 pontos: O círculo será gerado pela definição do diâmetro, ou seja, a distância entre os dois pontos estabelecidos será igual ao diâmetro;
- 3 pontos: O círculo será criado através de três pontos distintos;
- TTR (tangente, tangente e raio): O círculo traçado será tangente a duas entidades selecionadas e um raio definido pelo usuário. O ponto selecionado na entidade não necessariamente será o ponto de tangência.

A seguir, um exemplo de um círculo feito com a opção TTR, sendo selecionadas as duas retas como objetos de tangência.

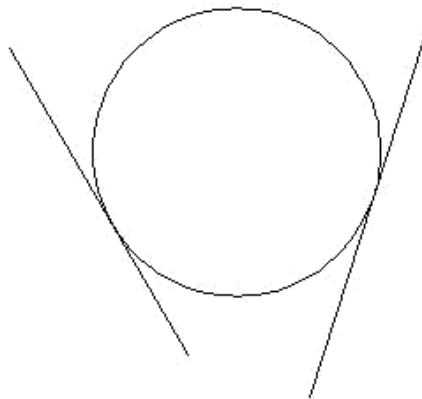


Figura 11 - Círculo criado com a opção TTR

Arc - a

Comando utilizado para a geração de arcos através de vários métodos diferentes. A geração sempre se dará no sentido anti-horário, que é o sentido positivo para o dimensionamento dos arcos.

Há onze maneiras diferentes de se fornecer os pontos para se desenhar um arco, sendo que podemos escolher o parâmetro a ser configurado primeiro:

- *3 Points*: O arco é ajustado através de três pontos fornecidos;
- *SCE*: Ponto inicial, centro e final. O arco não se deforma, ou seja mantém o raio constante o tempo todo;
- *SCA*: Dado o ponto inicial, o centro e o ângulo, o arco será traçado no sentido anti-horário. Caso o ângulo seja negativo, o arco será traçado no sentido horário;
- *SCL*: Ponto inicial, centro e comprimento da corda. O comprimento da corda não pode ultrapassar o valor do diâmetro;
- *SEA*: Ponto inicial, ponto final e ângulo. O arco será desenhado no sentido anti-horário. Para desenhá-lo no sentido horário, o ângulo deverá ser negativo;
- *SED*: Ponto inicial, ponto final e direção da tangente. A direção da tangente pode ser atribuída através de um ângulo. Este ângulo é definido entre a horizontal e a tangente, em relação ao ponto inicial;

- SER: Ponto inicial, ponto final e raio. Também podem ser traçados arcos diferentes para mesmos pontos inicial e final. Se desejar o menor arco, o raio deverá ser positivo e para o maior arco, o raio será negativo;
- CSE: Centro, ponto inicial e ponto final. O mesmo que o SCE, exceto que o ponto central passa a ser o primeiro;
- CSA: Centro, ponto inicial e ângulo. O mesmo que o SCA, exceto que o ponto central passa a ser o -primeiro.
- CSL: Centro, ponto inicial e comprimento da corda. O mesmo que o SCL, exceto que o ponto central passa a ser o primeiro.
- *Continue*: Caso especial para se desenhar tangentes a uma linha ou a outro arco. O ponto inicial do arco será o último ponto dado e este arco será tangente à linha, ou ao arco anteriormente desenhado.

Abaixo, um exemplo da utilização do comando arc.

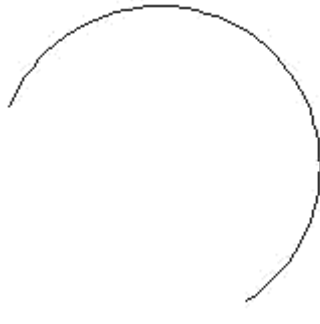


Figura 12 - Arco de Circunferência criado pela opção *3 Points*

Ellipse – el

Comando utilizado para a representação de elipses, que são geradas como polilinhas. Há três maneiras de interagir com o comando.

- Eixo e excentricidade: Define-se um dos eixos e em seguida sua excentricidade;
- Centro e dois eixos: Muito semelhante ao modo anterior, mas neste caso, o primeiro ponto fornecido é o centro da elipse;
- Arco de elipse: Constrói arcos de elipse utilizando os mesmo recursos vistos anteriormente, devendo ser definidos apenas o ângulo de início e fim do arco que será excluído.

A seguir, um exemplo de utilização do comando *ellipse*, com eixos de 5 e 12 unidades de medidas.

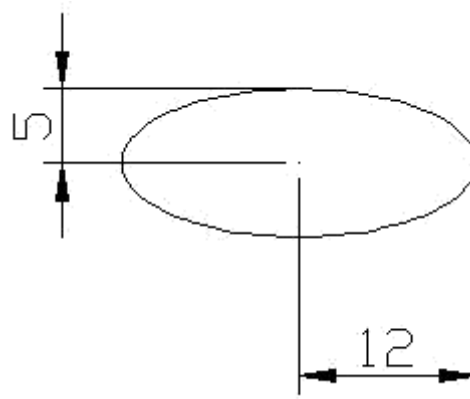


Figura 13 - Elipse criada pelo esquema “centro e dois eixos”

Polygon – pol

Comando utilizado para gerar polígonos. Deve-se informar o número de lados (de 3 a 1024), o centro, se o polígono será inscrito ou circunscrito, e o raio. Pode-se também desenhar o polígono definindo a dimensão do lado. Basta, para isso, selecionar a opção *Edge*.

Abaixo, um exemplo de dois polígonos de cinco lados, sendo que o primeiro refere-se à um polígono inscrito numa circunferência e o segundo, circunscrito à circunferência, dotada de mesmo raio que a primeira

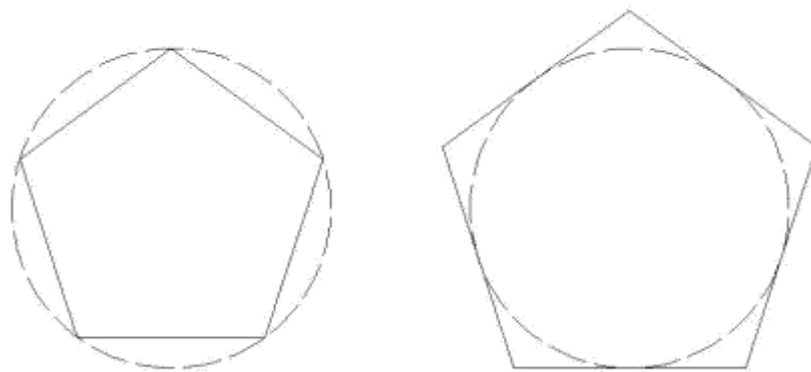


Figura 14 - Polígonos: inscrito (esquerda) e circunscrito (direita)

Donut – do

O comando *Donut* cria uma polilinha circular preenchida tipo anel. É solicitado primeiro o diâmetro interno e, em seguida, o diâmetro externo, e sua espessura equivale à metade da diferença entre os diâmetros. Para se gerar um círculo totalmente preenchido, basta indicar o diâmetro interno igual a zero.

Abaixo, um exemplo da utilização do comando *Donut*, com diâmetro interno igual a 8 e externo igual a 12 unidades de medida.



Figura 15 - Elemento criado com o comando *donut*

Spline - spl

Cria curvas denominadas *Beta-splines* cúbicas ou quadráticas, sobre pontos atribuídos pelo usuário.

- *Fit Tolerance*: Permite o ajuste das curvas através de uma tolerância indicada pelo usuário. Valor igual a 0 (zero), determina que a *Spline* passe pelos pontos indicados. Valores maiores que 0 (zero) determinam uma maior suavidade das curvas.

A seguir estão desenhadas as mesmas *Splines*, a da esquerda possui tolerância zero e a da direita, mais suavizada, possui tolerância cem.



Figura 16 - Exemplos de *Spline*

Polyline - pl

Comando usado para criar entidades gráficas que podem ser formadas por vários segmentos (linhas e arcos), que, entretanto, se comportam como entidades únicas (inteiras).

Algumas das opções principais do comando *Polyline*:

- *Close*: Como no comando *Line*, é possível fechar a polilinha unindo o último ponto ao primeiro, desde que a polilinha já possua no mínimo dois segmentos.
- *Halfwidth*: Permite alterar a espessura da polilinha a partir de seu centro. O valor fornecido será metade da espessura da polilinha.

Na figura abaixo o usuário pode visualizar uma polilinha. Se evidencia que a mesma foi construída com os elementos linhas e arco, e comporta-se, quando selecionada, como se fosse um só elemento.

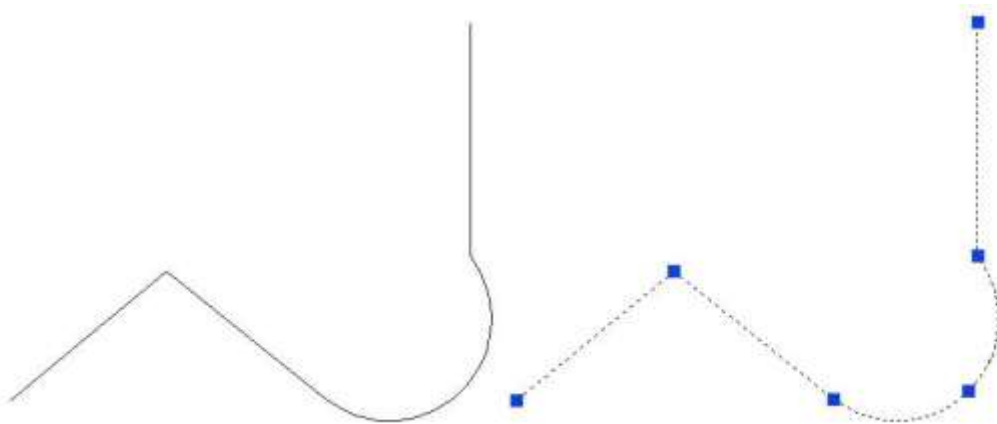


Figura 17 - Objeto criado a partir do comando *Polyline*

Undo - u

Permite retroceder a última ação realizada (o comando pode ser repetido várias vezes, até a primeira ação da seção de trabalho no arquivo). Importante frisar que o comando *Redo* retorna apenas a última ação desfeita, ou seja, após dois comandos *Undo*, apenas o mais recente pode ser refeito.



Figura 18 - Botões *Undo* (ativo) e *Redo* (inativo)

2.2. Comandos de Visualização

Zoom - z

O comando *Zoom* atua como se o observador estivesse afastando-se ou aproximando-se do desenho, possibilitando o aumento ou a diminuição de determinadas áreas do desenho. Convém lembrar que as alterações ficam restritas somente à tela, mantendo-se inalteradas as dimensões dos elementos desenhados.

Tipos de *Zoom*:

- *All*: Enquadra o desenho dentro dos limites da tela, definidos pelo comando *Limits*.
- *Center*: Possibilita determinar o ponto central da área de visualização.
- *Dynamic*: Permite o enquadramento da tela gráfica numa tela particular onde, de uma maneira interativa, pode-se escolher a região do desenho na qual o efeito *Zoom* será aplicado.
- *Extents*: Possibilita o enquadramento de toda a extensão do desenho, independente dos limites estabelecidos pelo comando *Limits*.
- *Previous*: Retorna ao *Zoom* anterior, isto é, retorna à tela anterior.
- *Window*: Possibilita ao usuário a determinação de uma janela definida por dois pontos em diagonal.
- *Zoom Realtime*: Para acessar o *Zoom* em tempo real, ativar na barra de ferramentas padrão o ícone correspondente. Após, deslocamos a lupa para cima (ampliação), ou para baixo (redução).

Uma forma mais prática de utilizar o comando é “rolando” o *scroll* do mouse para frente (ampliação) ou para trás (redução).

Pan -p


Possibilita a movimentação da área de visualização, permitindo um deslocamento de campo de visão. Na interação com o comando, basta definir o deslocamento clicando com o mouse. Uma maneira mais prática é pressionar o *scroll* do mouse e com ele pressionado movimentar a área de visualização.

2.3. AULA 02 – Projeto

1. Comando Ponto

Insira pontos nas coordenadas abaixo especificadas:

- a) X=1030.3922 Y= 301.9718
- b) X=1030.3922 Y= 293.9718
- c) X=1058.8056 Y= 278.1935
- d) X=1058.8056 Y= 247.5935
- e) X=1071.1056 Y= 297.9718

OBS: para visualizar os pontos, acesse o menu *Format - Point Style*, onde você deve selecionar o formato , com tamanho 5%.

2. Comando Linha

Agora, entre com o comando linha, procedendo aos seguintes passos:

a) informe ao programa que o primeiro ponto encontra-se no ponto com coordenadas X=1030.3922 e Y= 301.9718. Logo em seguida, informe o ponto final desta linha, a ser locado no ponto com coordenadas X=1060.5226 e Y= 301.9718. Saia do comando utilizando a tecla *Esc* ou *Enter*.

b) de forma similar, entre novamente com o comando linha e informe o ponto inicial, *clikando sobre o ponto d*, já situado no desenho. Após informar o primeiro ponto, informe o segundo ponto, através de coordenadas polares, associado a medidas diretas (lembre-se de utilizar o símbolo “@”). O segmento terá comprimento de 30.6 e ângulo de 90° com o sentido positivo das abscissas.

c) utilizando-se do comando linha, ainda, entre com o comando e informe o ponto inicial como sendo o *mesmo ponto d* utilizado anteriormente. Através do conceito de medidas diretas, será inserido um novo segmento, informando-se o sentido e o comprimento do segmento. Caso o comando *Ortho* não esteja acionado, clique sobre o mesmo na barra de status ou pressione a tecla F8. Para informar o segundo ponto deste segmento de reta, “jogue” o mouse para a direita e insira no *Prompt* de comando o valor 24.6.

3. Comando Retângulo

Utilizando o comando retângulo, faremos o seguinte procedimento:

a) entre com o comando retângulo e informe o primeiro vértice, de coordenadas $X=1058.9556$ e $Y= 247.7435$. Informe também o próximo vértice, através de *coordenadas relativas* (utilizando o símbolo “@”) com o deslocamento de 9.5 em X e 10 em Y.

b) de maneira semelhante, entre com o comando retângulo e informe o primeiro vértice, de coordenadas $X=1059.4556$ $Y= 248.2435$. O próximo vértice será informado por coordenadas relativas e representará um deslocamento de 1.00 em X e 0.50 em Y.

4. Comando Círculo:

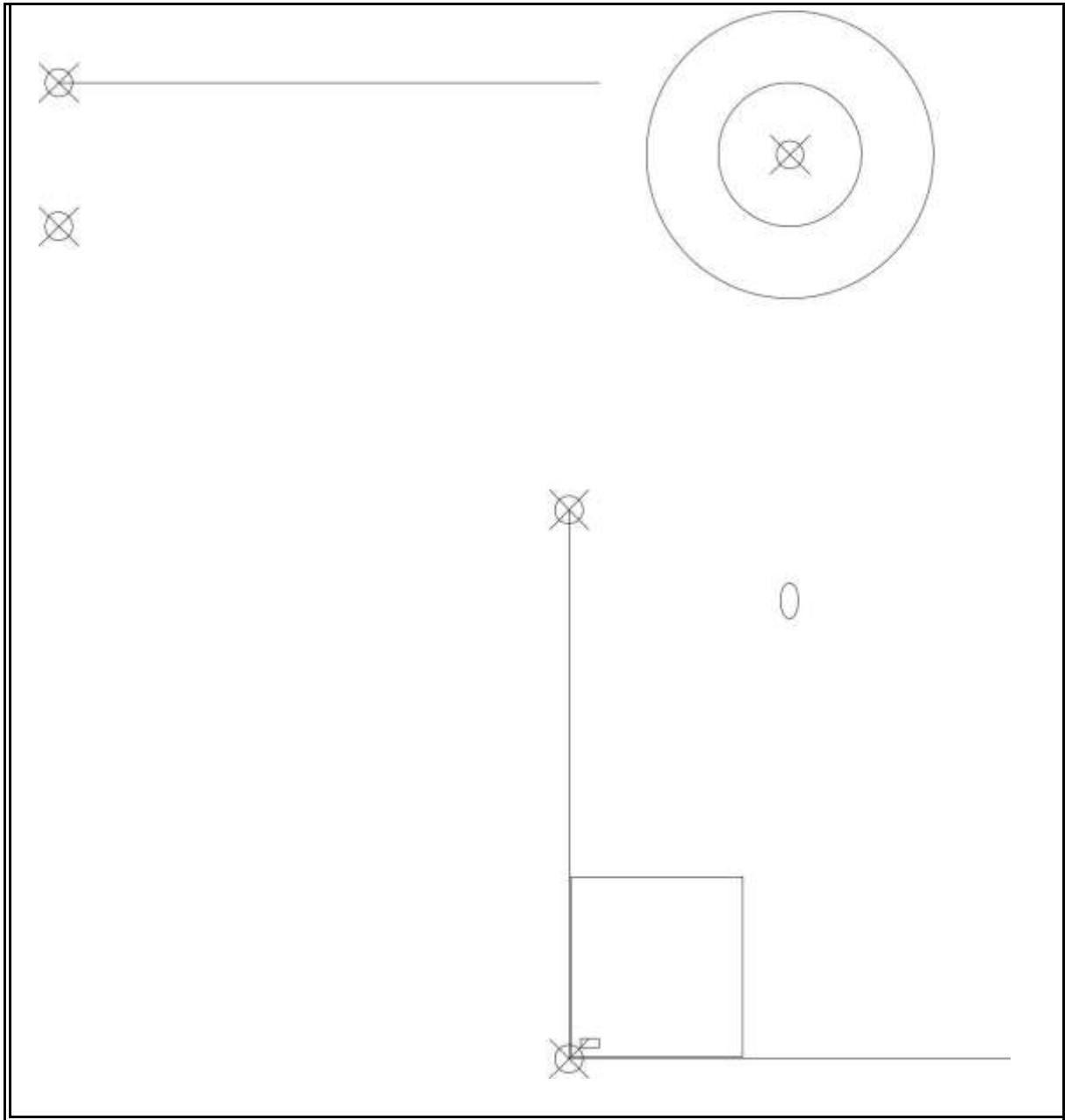
a) entre com o comando círculo no Programa e informe o ponto central do círculo, a ser localizado pelas coordenadas $X=1071.1056$ e $Y= 297.9718$, que é um dos pontos inseridos no começo do desenho. Após informe o raio do círculo, que é de 4.00.

b) entre novamente com o comando círculo e informe, como sendo o centro, o centro do círculo anteriormente criado, *clicando com o mouse* sobre o ponto já inserido anteriormente. Agora, informe o *diâmetro*, entrando no sub-comando oferecido, de valor 16.00.

5. Comando Elipse:

a) informaremos ao Programa o centro da elipse e as duas excentricidades axiais. Entre com o comando elipse e informe o sub-comando *centro* e informe as coordenadas $X=1071.1056$ e $Y= 273.1185$. Certifique-se de que a função *Ortho* está ativa. Após, “jogue” o mouse para a esquerda (ou direita) e informe, através de medidas diretas, a excentricidade do eixo X, que é de 0.50. Em seguida, “jogue” o mouse para cima (ou para baixo) e informe o valor 1.00.

Ao final desta aula o seu projeto terá o seguinte aspecto:



3

3. Terceira Aula: Comandos de Seleção, Precisão e Edição.

Nesta aula serão vistas algumas das ferramentas essenciais para o início da organização do desenho e edição das entidades criadas.

3.1. Comandos de Seleção

Existem basicamente três maneiras de seleção mais importantes.

Clicando Diretamente sobre o Objeto

Clique numa das linhas da entidade que se deseja selecionar. A seleção se confirmará quando o objeto mostrar suas linhas pontilhadas e marcadores de edição (azuis, por padrão). Limpe a seleção apertando a tecla de *escape* uma vez. Para selecionar mais de uma entidade, basta clicar sobre os objetos de interesse. Para limpar uma entidade de uma seleção múltipla clique sobre o objeto segurando a tecla *Shift*.

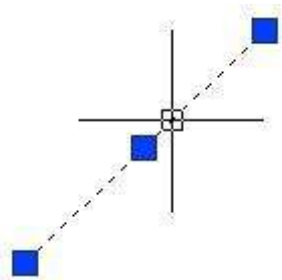


Figura 19 - Seleção de Elemento por clique sobre a entidade

Selecionando por Janela - Select Window

Clique na tela um vértice da janela de seleção e abra a janela, da esquerda para a direita. Todas as entidades completamente dentro da janela serão selecionadas. Se a janela passar sobre um objeto apenas parcialmente, o mesmo não será selecionado.

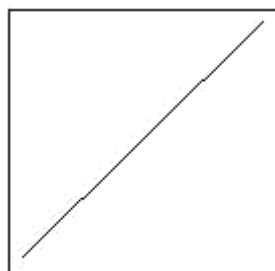


Figura 20 - Seleção de Elemento da Esquerda para a Direita

Selecionando por Limites - Select Crossing

Clique na tela um vértice da janela de seleção e abra a janela, da direita para a esquerda. Todas as entidades dentro da janela, completamente ou parcialmente serão selecionadas.

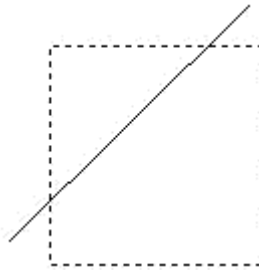


Figura 21 - Seleção de Elemento da Direita para a Esquerda

3.2. Comandos de Precisão

Grade de Desenho - Grid

A grade é acionada através da tecla F7, ou apertando o botão *Grid* na barra de *status*. A área limite do desenho se reticulará num intervalo que pode ser definido pelo usuário clicando-se sobre o botão direito no comando *Grid*. Importante ressaltar que os intervalos das retículas no eixo X e Y podem ser diferentes.

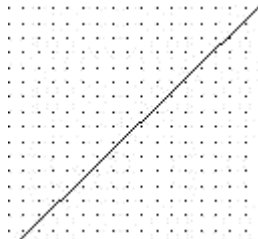


Figura 22 - Esquema do *Grid*

Passo na Grade - Snap

O comando *Snap* pode ser acionado pela tecla F9, e trava o passo do cursor do mouse nos pontos de interseção das retículas, de modo a identificar o usuário as coordenadas de cada ponto desenhado.

Ortogonal - Ortho

O comando Ortho trava os movimentos do mouse para que o usuário edite seu projeto apenas nas direções dos eixos coordenados. Pode ser acionado pela tecla F8. É especialmente útil quando combinado com comandos em que usuário informe as coordenadas por medidas diretas.

Pontos Notáveis - Osnap

Cada entidade geométrica possui alguns pontos peculiares, como mediana, perpendicular, tangente, centro, etc. O comando *Osnap* faz com que o programa automaticamente identifique esses pontos e os mostre ao usuário através de um pequeno símbolo e uma etiqueta que identifica a natureza do ponto (*center*, *midpoint*, *tangent*, *parallel*), simplesmente ao aproximar o cursor.

O comando *Osnap* abre uma caixa de diálogo contendo informações sobre os pontos que serão rastreados. Selecione apenas os de uso mais corrente, pois este comando, quando rastreia uma quantidade muito grande de pontos pode atrapalhar.

Quando um ponto específico não é rastreado, segure a tecla *Shift* e aperte o botão direito do mouse na área de desenho. Surgirá uma lista de opções onde se pode selecionar o ponto a ser rastreado. Desta forma, o programa apenas rastreia pontos selecionados neste menu, deixando de lado os definidos no comando *Osnap*.

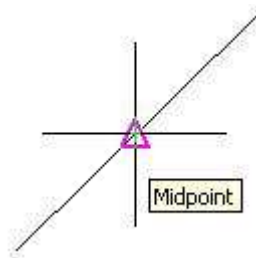


Figura 23 - Detecção de ponto notável (*midpoint*, no caso)

Rastreamento de Pontos - Otrack

O comando *Otrack* rastreia a partir de pontos notáveis a direção em alguns ângulos ou interseções das projeções destes pontos. Por exemplo, ao se iniciar uma linha na interseção da projeção de dois pontos finais, simplesmente arrasta-se o cursor por sobre deste ponto. Surgirá uma pequena cruz sobre este ponto notável, e serão projetados raios em alguns ângulos

(normalmente de 90° em 90°). Este comando garante a colocação do ponto exatamente em um destes alinhamentos.

Quando mais de um ponto está sendo rastreado, o programa pode identificar a interseção de suas projeções e tomá-la como ponto notável, como mostra a figura.

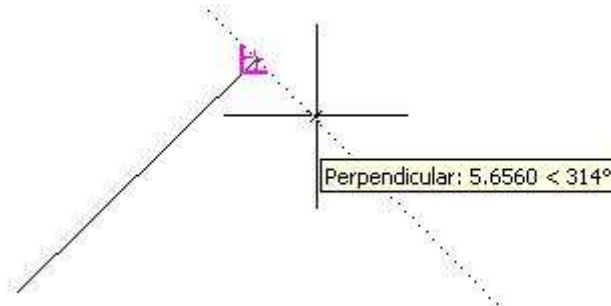


Figura 24 - Exemplo de uso do comando **Otrack**

3.3. Comandos de Edição

Os comandos de edição modificam as propriedades inerentes de cada entidade geométrica, ou auxiliam na criação de desenhos e formas novas, a partir das entidades já existentes. Abaixo, mostra-se a barra de edição padrão do AutoCAD.



Figura 25 - Barra de comandos *Modify*

Erase – e

O comando *Erase* apaga um objeto. Também corresponde à tecla *Delete* quando selecionado um objeto.

Move – m

O comando *Move* serve para deslocar um objeto a partir de um ponto de referência, definido anteriormente.

Copy – co

O comando *Copy* é utilizado para copiar um objeto a partir de um ponto de referência, definido anteriormente. Também faz múltiplas cópias, todas com o mesmo ponto de referência.

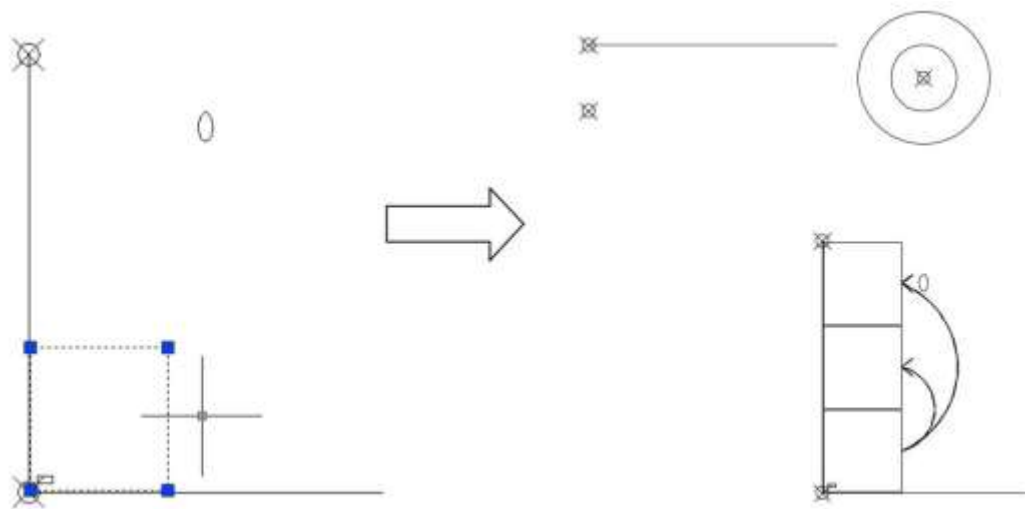
Rotate – ro

O comando *Rotate* serve para rotacionar um objeto, definindo-se o centro de rotação, um ponto de referência e um segundo ponto de deslocamento, ou o ângulo de rotação. Utilizando o subcomando *Reference*, o usuário poderá rotacionar seu objeto sem precisar saber qual o ângulo de rotação, guiando-se pelos pontos do próprio desenho.

3.4. AULA 03 – Projeto

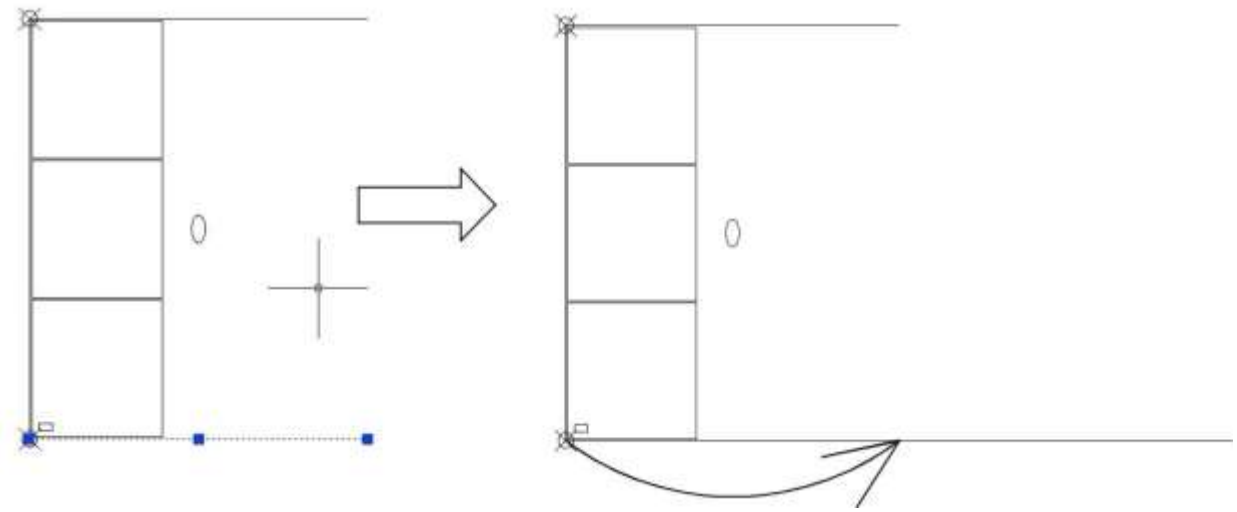
1. Comando Copiar

Faça o seguinte procedimento: selecione o retângulo maior, construído na aula anterior. Após selecioná-lo, entre com o comando copiar. Em seguida, clique na tela de trabalho em qualquer ponto do desenho, para indicar o ponto de referência requerido pelo comando. Certifique-se de que a ferramenta *Ortho* esteja ativa e “jogue” o mouse para cima, informando de maneira sucessiva, por medidas diretas, as distâncias 10.15 e 20.30.



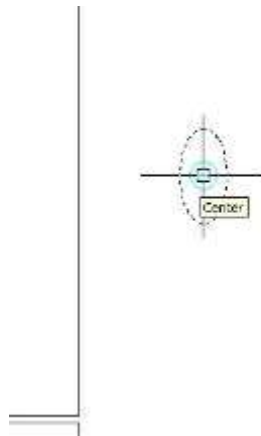
Ainda utilizando-se do comando copiar, selecione a linha horizontal mais inferior do desenho, e entre com o comando. Certifique-se de que a ferramenta *Osnap* esteja ativa e convenientemente configurada. Agora clique com o cursor sobre o ponto da extremidade esquerda desta linha e “leve-a” até o próximo ponto do alinhamento vertical

Agora, copie novamente a mesma linha, porém com um novo ponto de finalização. O ponto de base será novamente o ponto extremo da linha (à esquerda dela). Clique sobre o outro extremo deste mesmo segmento, conforme ilustra a figura.



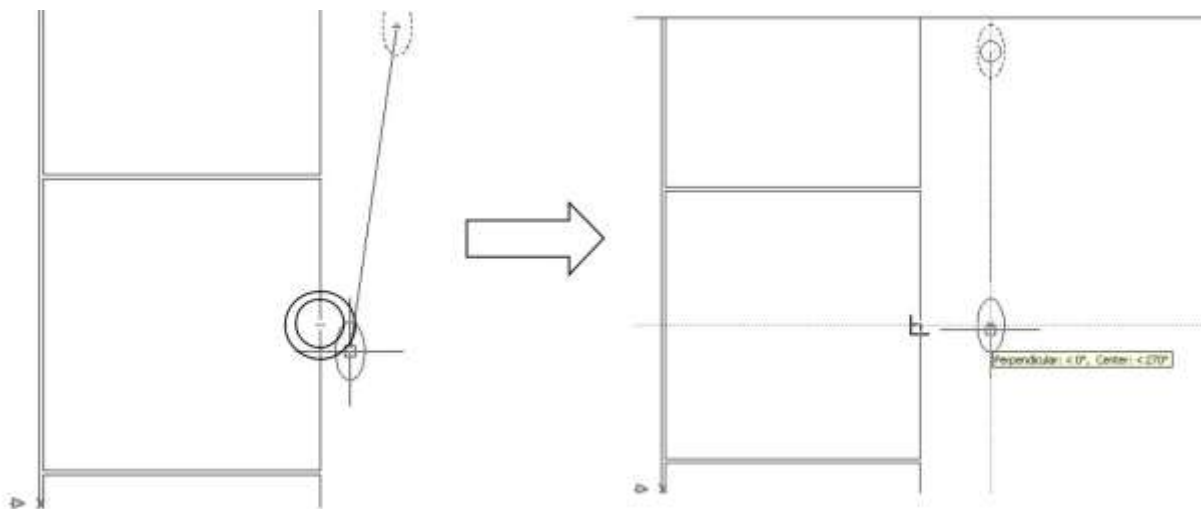
2. Comando *Mover*

Exercitaremos o comando mover da seguinte maneira: selecione a pequena elipse construída na última aula. Entre com o comando mover no AutoCAD. Como sendo o ponto de base para mover a elipse, encontre, com o auxílio da ferramenta *Osnap*, o centro desta figura, conforme ilustrado abaixo.



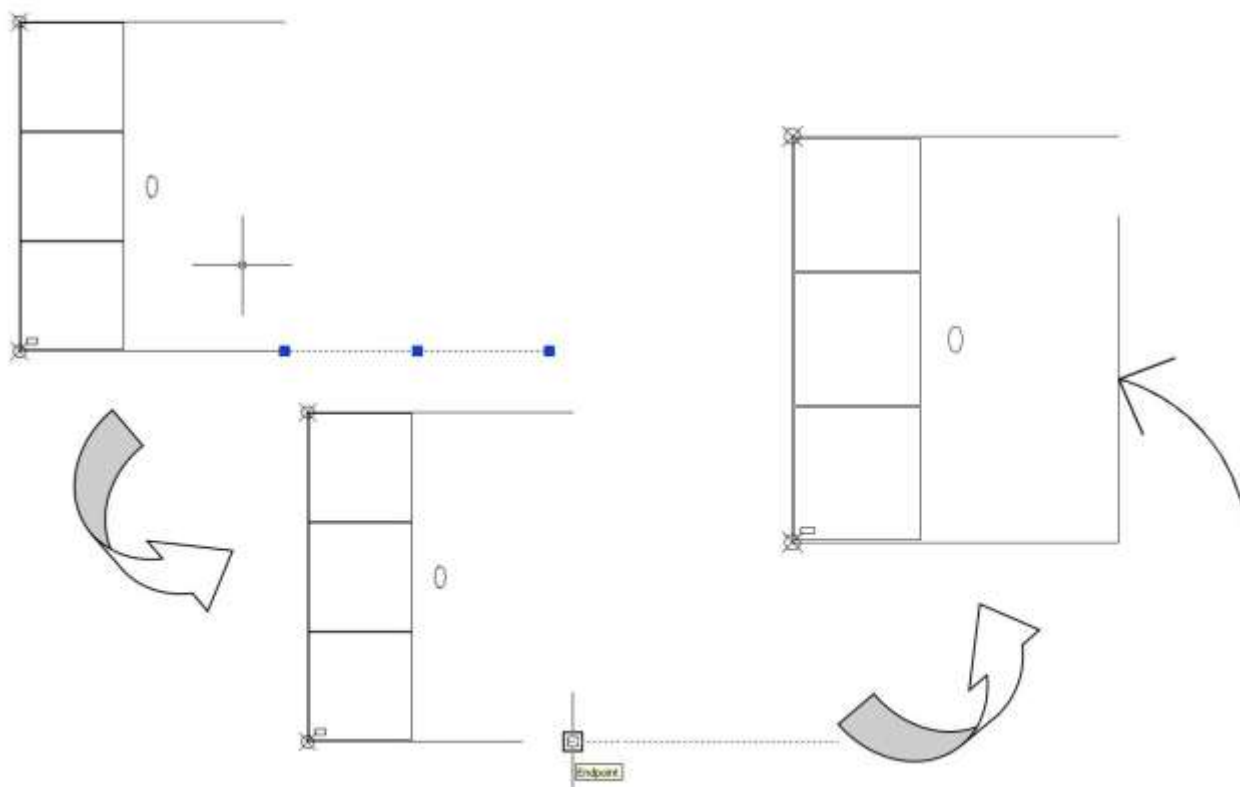
Observação: lembre-se de configurar corretamente as funções do *Osnap*. Com a ferramenta de rastreamento *Otrack* ativa, você deve selecionar o ponto de destino da seguinte maneira: “passe” o mouse, **sem clicar**, no ponto mediano da lateral do retângulo do meio, que acabamos de copiar. Você deverá perceber que, ao identificar o ponto médio desta lateral, o mesmo ficará marcado com uma pequena cruz, o que indica ser um dos pontos de referência do *Otrack*. Agora, “passe” novamente o mouse no centro da elipse (o mesmo ponto escolhido como sendo o de origem), para que também seja um dos pontos do rastreados pelo *Otrack*. Finalizando, leve o mouse até o ponto em que as projeções das duas retas originadas dos pontos de

rastreamento se encontrariam. Como mostra a figura, aparecerá uma linha pontilhada que indica que o *Otrack* conseguiu localizar o ponto que queremos.

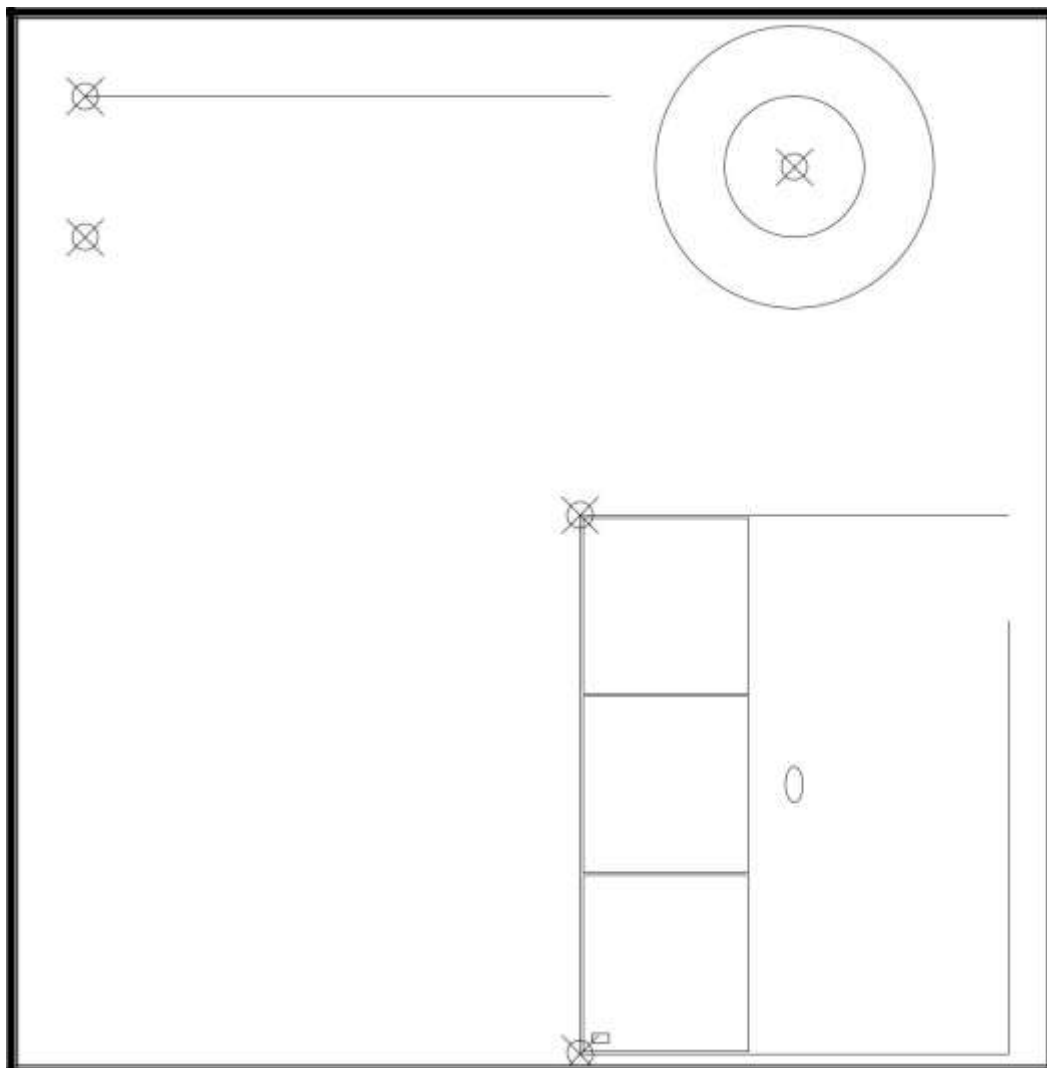


3. Comando Rotacionar

Selecione a linha por último copiada no item 1 e entre com o comando rotacionar. Como ponto de base, indique para o programa o ponto da extrema esquerda deste segmento de reta, conforme indicado no desenho. Agora, informe o ângulo de rotação que será de 90° .



Ao fim desta aula, seu projeto deverá apresentar o seguinte aspecto:



4

4. Quarta Aula: Comandos de Edição (continuação)

Trim - tr

Comando utilizado para cortar uma ou mais entidades que se interceptam com outras entidades. Ao ativar o comando é necessário selecionar as entidades que servirão como limites para o corte. Posteriormente selecionam-se as extremidades das entidades que serão cortadas, que interseccionem o limite anteriormente escolhido. Ainda há a possibilidade de após executar o comando *Trim*, entrar com o subcomando *Fence* (f), e com este ativado passar uma reta em todas as entidades a serem cortadas. Se o usuário pressionar a tecla *Shift*, o comando *Trim* passará a ser executado com as propriedades do *Extend*.

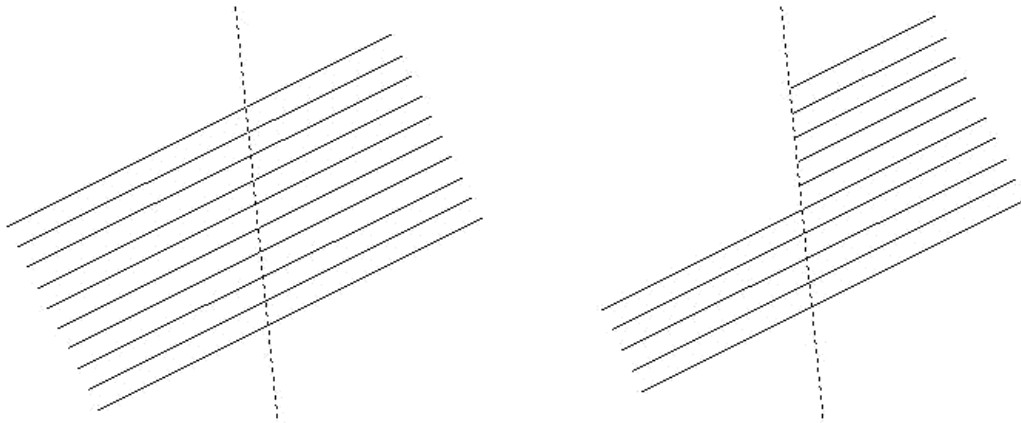


Figura 26 - Exemplo de uso do comando *Trim*

Extend – ex

Comando utilizado para estender entidades até um limite previamente estabelecido. Ao acionar o comando, é necessário selecionar os limites de extensão e em seguida, selecionar a entidade a ser estendida. Ainda há a possibilidade de após executar o comando *Extend*, entrar com o subcomando *Fence* (f), e com este ativado passar uma reta em todas as entidades a serem estendidas. Se o usuário pressionar a tecla *Shift*, o comando *Extend* passará a ser executado com as propriedades do *Trim*.

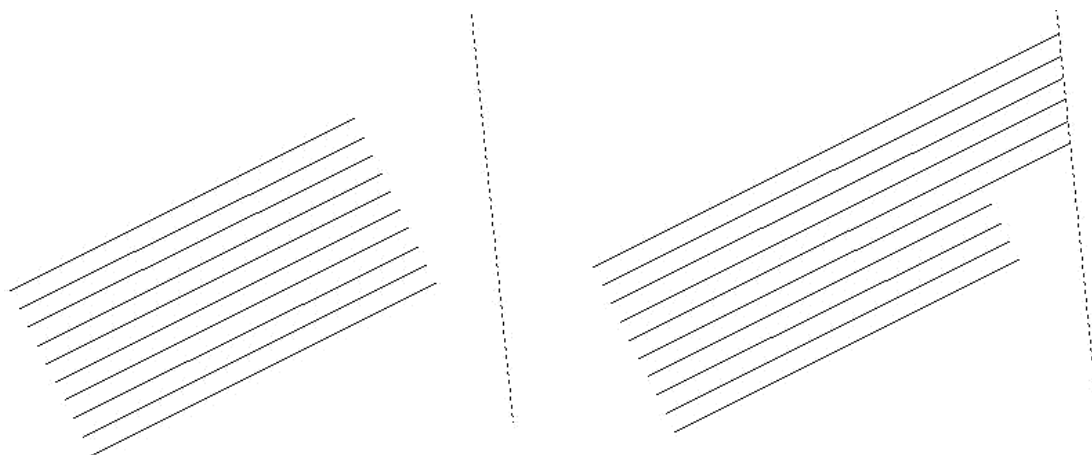


Figura 27 - Exemplo de uso do comando *Extend*

Fillet – f

Comando utilizado para fazer concordância entre entidades gráficas. Ao ativar o comando, é necessário definir o raio da concordância e selecionar as entidades a serem modificadas. Quando a opção de seleção for *Polyline* e a entidade selecionada também, a concordância será realizada em todos os vértices da mesma.

O raio de concordância é definido na opção *Radius*. A opção *Trim* permite que o usuário escolha se quer que as linhas de base sejam apagadas ou não. Essas configurações podem ser modificadas sem que o usuário necessite sair do comando.

Observações:

- As entidades não precisam necessariamente, estar se interceptando para que seja feita a concordância, isto é, se isso ocorrer, o comando prolonga as entidades e faz a concordância.
- Se o raio de concordância definido for zero, o comando junta duas entidades formando um canto vivo.

A seguir, demonstra-se o efeito do comando Fillet. Na primeira imagem apresentam-se apenas duas retas, já na segunda as duas retas foram unidas através do comando com raio igual a 0 (zero) unidades de medida e na terceira o raio é igual a 6 unidades de medida.

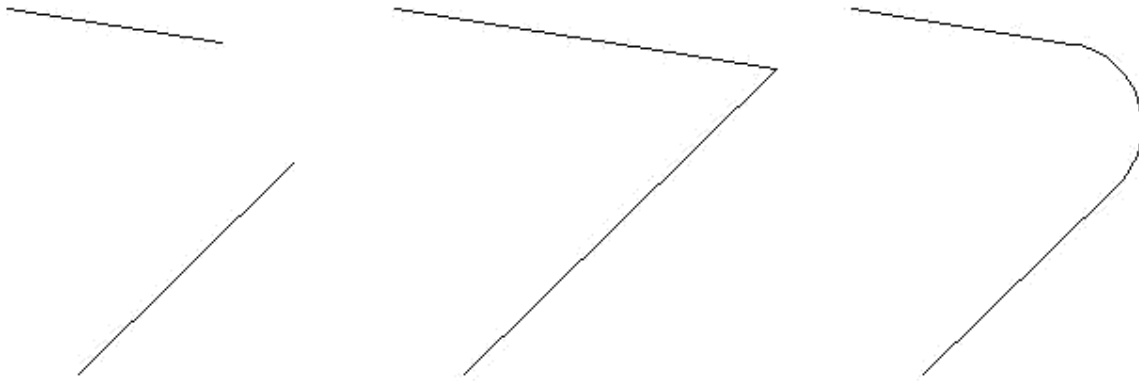


Figura 28 - Comando *Fillet*

Chamfer - cha

Comando que permite criar um chanfro entre dois segmentos de linha, ou numa polilinha. É necessário especificar a distância a ser chanfrada para cada segmento.

Ao utilizar o comando, a escolha da opção *Polyline*, do mesmo modo que no comando *Fillet*, permite chanfrar todos os vértices.

A opção *Distance* permite especificar as duas distâncias do chanfro (na primeira e segunda linha).

A escolha de *Angle* permite determinar uma distância e o ângulo de inclinação do chanfro.

A opção *Trim*, como no comando *Fillet*, permite que o usuário determine se as linhas de base serão apagadas ou não.

Method faz a alternância entre os modos *Distance* e *Angle*.

Multiple possibilita fazer múltiplos chanfros sem a necessidade de executar o comando varias vezes.

Abaixo, demonstra-se o efeito do comando *Chamfer*. Na primeira imagem apresenta-se apenas duas retas, já na segunda as duas retas forma unidas através do comando com as distâncias iguais a 0 (zero) unidades de medida e na terceira a primeira distância é igual a 6 e a segunda igual a 3 unidades de medida.

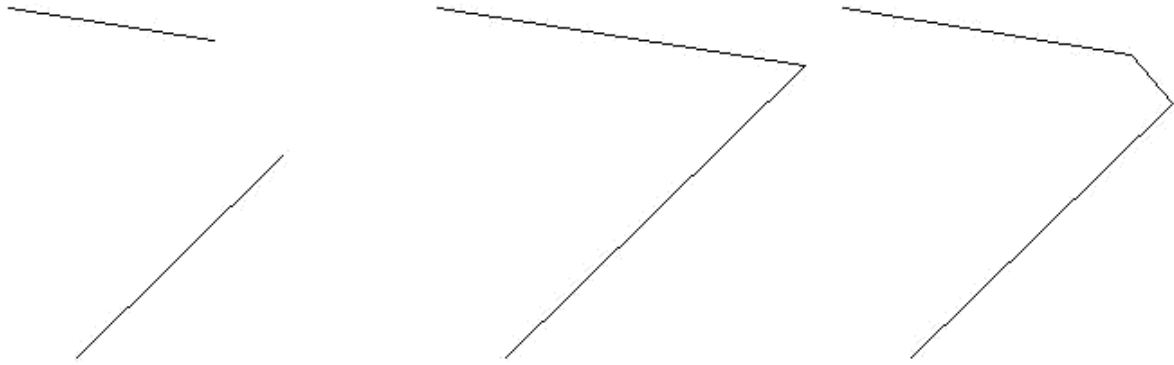


Figura 29 - Comando *Chamfer*

Offset – o

Comando que permite a criação de cópias paralelas a entidades previamente selecionadas, determinando também a distância entre as mesmas. A entidade gerada com o comando Offset mantém as mesmas características da entidade selecionada, isto é, tipo de linha, cor, espessura, etc.

Ao ativar o comando é necessário selecionar a entidade e informar a distância e o lado em que será criada a cópia.

A seguir, exemplos da utilização do comando offset, primeiro com uma distância de 3 unidades de medida em relação à reta e depois com uma distância de 1,5 unidades de medida para o interior do retângulo.

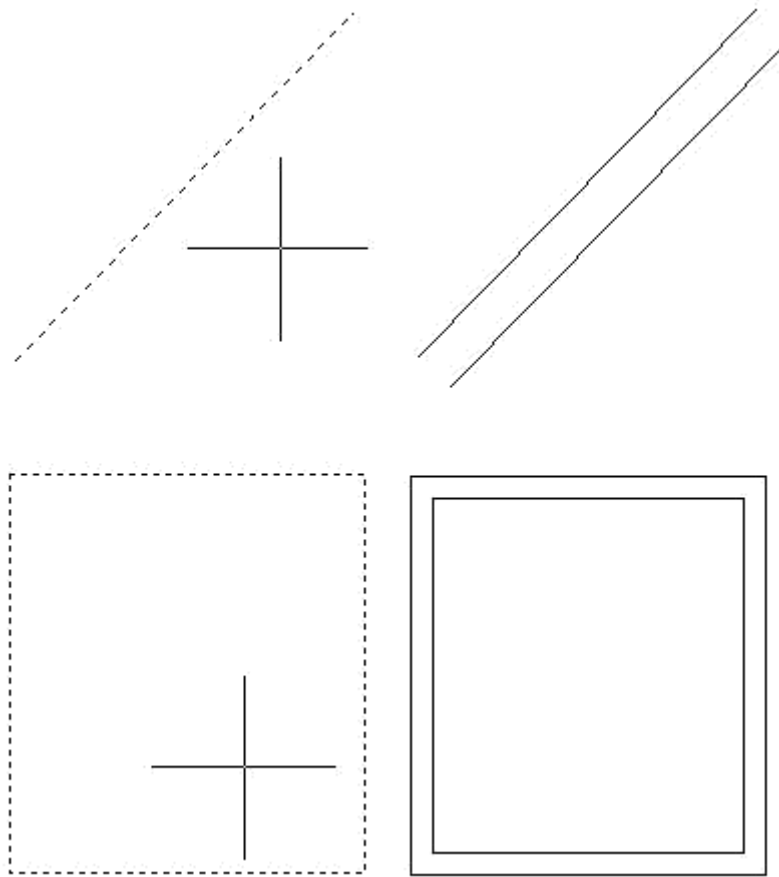


Figura 30 - Exemplos de uso do comando *Offset*

Divide – div

Permite dividir uma entidade em vários segmentos de mesma dimensão, inserindo marcações através de pontos previamente selecionados pela caixa de diálogo *Point Style*. Se isso não for feito, as marcas da divisão são feitas com o estilo de ponto padrão do AutoCad (invisível).

Explode – x

Comando que transforma blocos, polilinhas, hachuras e entidades de dimensionamento em entidades simples, isto é, compostas por arcos e segmentos de retas.

Pedit – pe

É o comando de edição de polilinhas mais importante, pois oferece várias opções para edição das mesmas. Ao acionar o comando, é necessário selecionar a *Polyline*; após a seleção podem ser aplicadas as várias opções do comando.

Opções

- *Close/Open*: Possibilita o fechamento ou abertura da polilinha.
- *Join*: Possibilita adicionar entidades (linhas, arcos) a uma polilinha, ou transformá-los em polilinhas, desde que possuam pontos em comum.
 - *Width*: Permite alterar a espessura de uma polilinha.
 - *Edit Vertex*: Edição de vértices.
 - *Fit*: Permite a transformação de uma polilinha retilínea em curvilínea.
 - *Spline*: Permite o arredondamento de uma polilinha através do método denominado *B-Spline* cúbica ou quadrática. Para escolher qual o tipo de curva deve-se alterar o valor da variável *Spline-Type*. Os valores são: 5 (cúbica) e 6 (quadrática).
 - *Decurve*: Desfaz as curvas geradas pelas opções *Fit* e *Spline*.
 - *Ltype Gen*: Opção utilizada para ajustar o alinhamento.

Sub-opções do Edit Vertex:

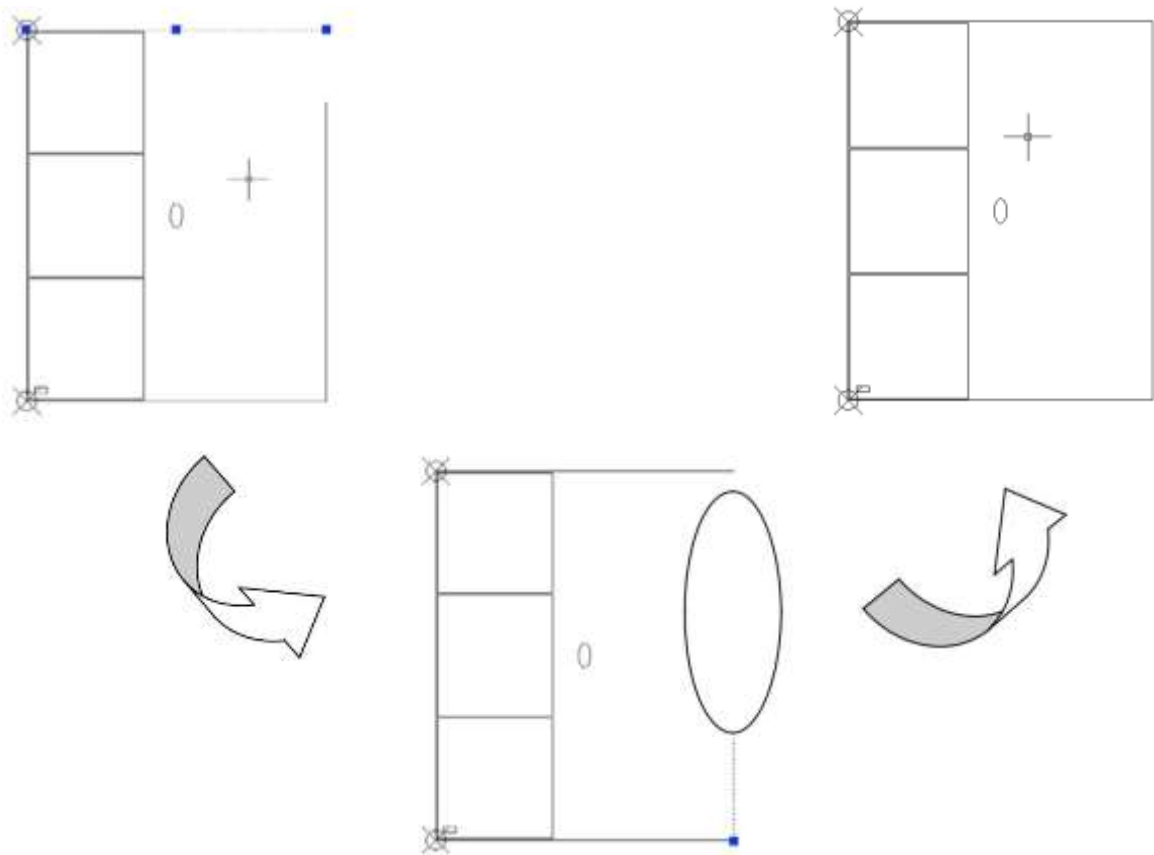
Ao ser ativada a opção *Edit Vertex*, surge na tela o primeiro vértice da polilinha marcado com um X, indicando o vértice que sofrerá alteração.

- *Next/Previous*: Possibilita a mudança do “X” para o próximo vértice ou para o anterior.
- *Break*: Permite apagar partes de uma polilinha entre dois vértices selecionados. Esta opção possui interação própria – *Next/Previous* (funciona como descrito anteriormente), *Go* (marca o segundo vértice e apaga o segmento) e *Exit* (Sai da sub-opção).
 - *Insert*: Permite a inclusão de novos vértices.
 - *Move*: Permite mover o vértice selecionado para uma nova posição indicada.
 - *Regen*: Permite regenerar a polilinha, sem sair do comando
 - *Straighten*: Permite a eliminação de segmentos entre dois vértices e, após, uni-los com um segmento reto.
 - *Tangent*: Serve para indicar a direção a ser utilizada com a opção *Fit*.
 - *Width*: Permite alterar a espessura inicial e final para um segmento entre dois vértices selecionados da polilinha. A mudança só será visível se for dada a opção *Regen* em seguida.

4.1. AULA 04 – Projeto

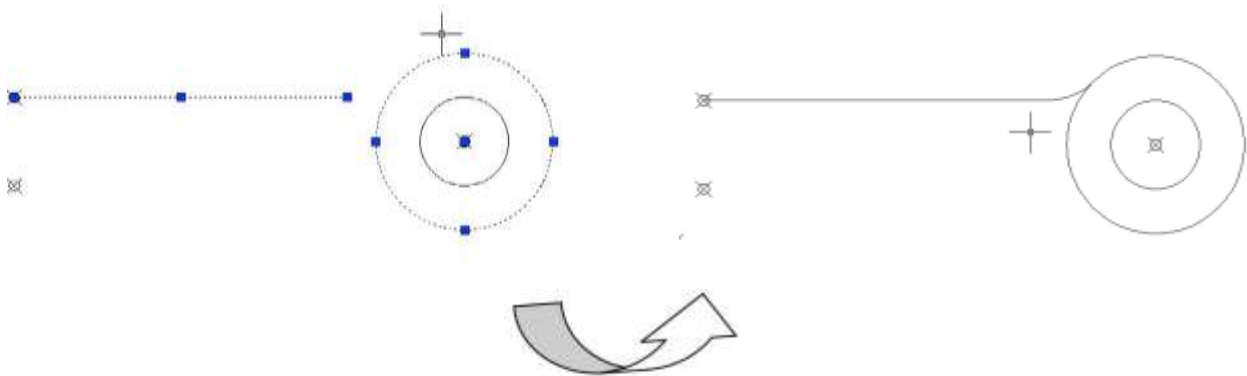
1. Comando *Trim* (utilizado como *Extend*)

Dentro do próprio *Trim*, estaremos estendendo uma linha através de uma subfunção deste comando. Entre com o comando cortar (*trim*) e selecione a linha que servirá de limite, conforme aparece na figura abaixo. Após ter selecionado a linha de limite, vamos *estender* a linha que está representada na segunda figura, pressionando a tecla *Shift* e selecionando a linha em questão em um ponto qualquer localizado mais proximamente ao ponto de limite. O esquema ficará como mostra a terceira figura.



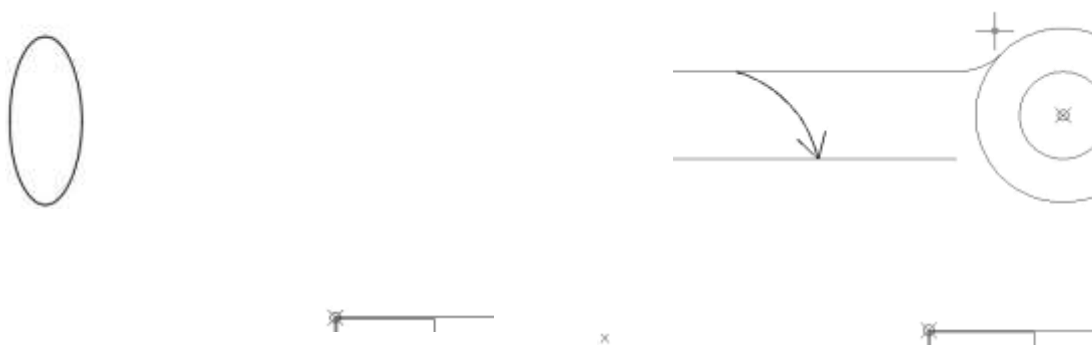
2. Comando *Fillet*

Entre com o comando *fillet* e altere o raio do arco da concordância para o valor 6.0. Após isso, sem precisar sair do comando, selecione os elementos que aparecem na primeira das figuras a seguir. Na segunda das figuras, temos o resultado do comando.



3. Comando Offset

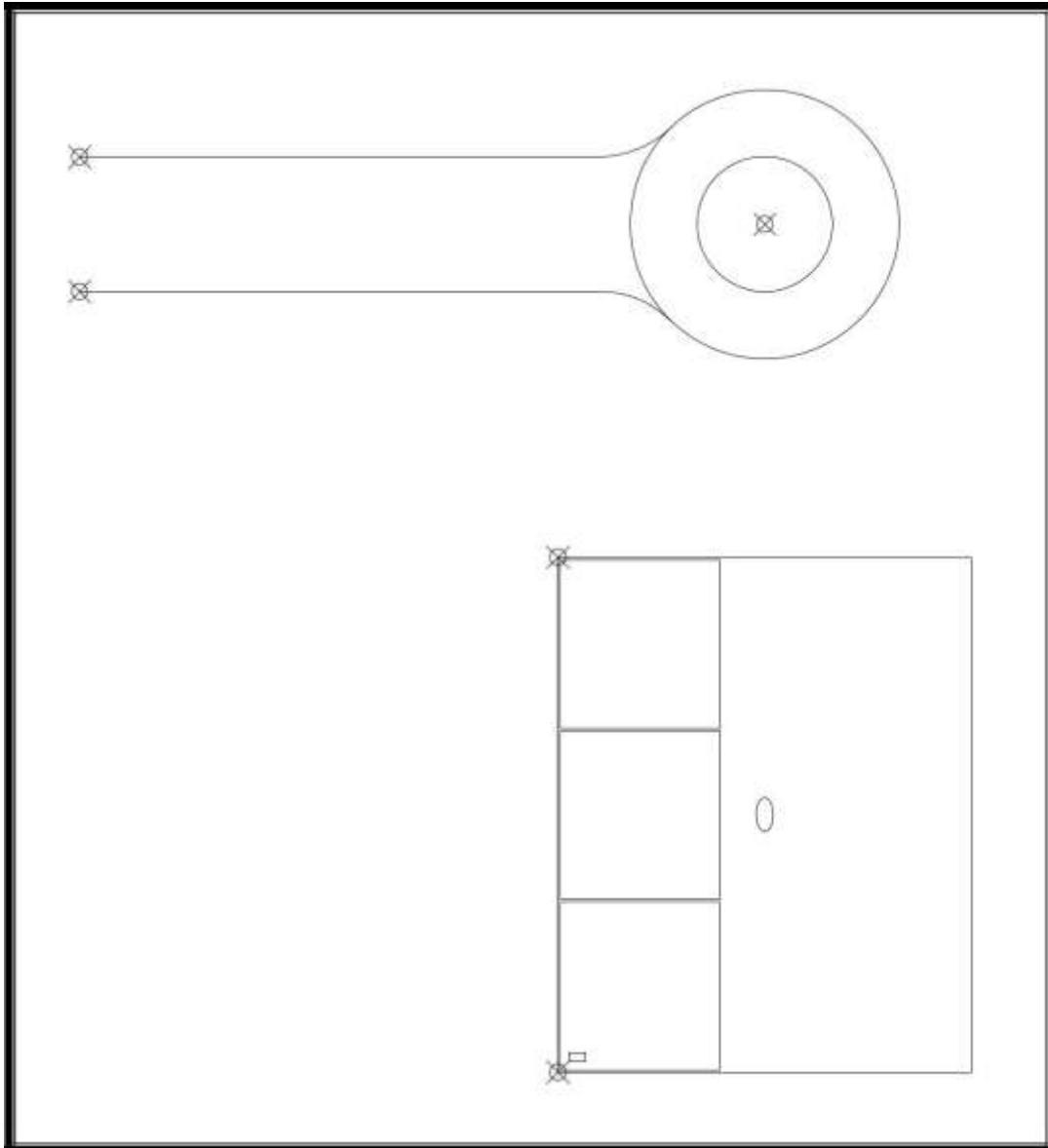
Entre com o comando *offset* e determine a distância a ser utilizada. Determinaremos essa distância clicando nos dois pontos que estão destacados na figura. Após isso, dentro do mesmo comando, clique na linha a ser duplicada e informe o lado para o qual a linha será copiada. No caso, você deverá clicar abaixo da linha em questão. O resultado também está ilustrado.



Após executar este comando, proceda novamente ao comando *fillet*, fazendo o mesmo que o descrito no item 2, agora para o novo segmento de reta e a mesma circunferência antes utilizada.



Ao fim desta aula, seu projeto terá a seguinte aparência:



5

5. Quinta Aula: Comandos de Edição e Hachuras

5.1. Comandos de Edição (continuação)

Array – ar

Uma matriz será definida pelo número de entidades que o usuário deseja que se repitam numa distribuição uniforme. Existem dois tipos de matrizes:

- **Retangular:** Quando se deseja uma matriz em distribuição retangular, deve-se informar ao programa o número de linhas e colunas que se deseja fazer. As linhas serão distribuídas no eixo X e as colunas no Y. Após, deve-se informar a distância entre linhas e colunas que se deseja. Opcionalmente, pode-se informar a distância entre as entidades da matriz, abrindo um retângulo de seleção entre a posição de duas entidades consecutivas.

- **Polar:** Quando se deseja uma matriz com seus elementos distribuídos ao longo de um arco, informando-se o número de entidades da matriz e o ângulo que a distribuição cobrirá. A opção “*rotate itens as copied*” permite que os elementos da matriz sejam rotacionados ao longo de sua posição ou então apenas transladados.

Abaixo, a primeira imagem mostra apenas um retângulo, já na segunda foi aplicado o comando *array* do tipo retangular e na terceira foi aplicado o comando *array* do tipo polar.

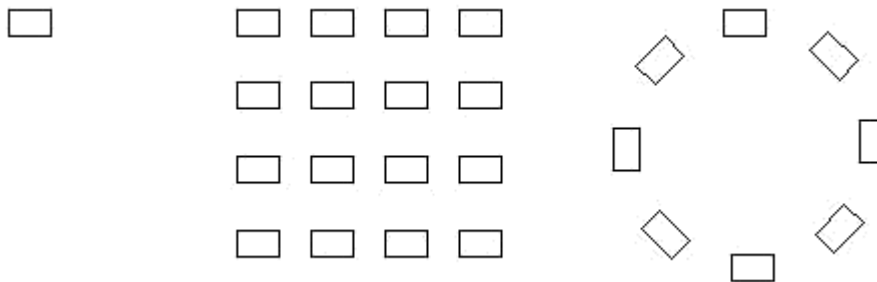


Figura 31 - *Array Retangular* (centro) e *Polar* (direita) a partir de um elemento (esquerda)

Mirror – mi

O comando *Mirror* faz o espelhamento de uma ou várias entidades ao longo de um eixo definido pelo usuário. Existe a opção de apagar o objeto fonte do espelhamento ou deixá-lo inquirido quando se desejar.

A seguir, pode-se visualizar a utilização do comando *mirror*, a primeira imagem mostra a entidade a ser espelhada e o eixo de espelhamento e a segunda já mostra o novo objeto gerado.

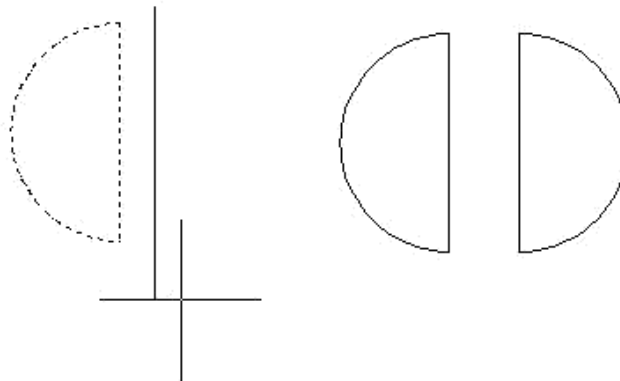


Figura 32 - Exemplo de uso do comando *Mirror*

Scale – sc

O comando Scale escalona os objetos selecionados em relação a um ponto de referência dado. A distância dos objetos ao ponto de referência também será escalonada, de tal sorte que o objeto manipulado sofra um deslocamento em relação a sua posição original, mantendo apenas o ponto de referência fixo. Fatores de escala maiores de 1 conferirão ao objeto um aumento em proporção. Fatores de escala menores de 1 conferirão ao objeto uma redução em proporção.

Stretch –s

Stretch é a palavra inglesa para distorção. O comando solicitará ao usuário que selecione os objetos a serem distorcidos com uma janela de seleção. O objeto será distorcido da seguinte maneira:

Durante a seleção, utilizando-se de uma janela aberta da direita para a esquerda, deixe de fora os pontos finais do objeto a permanecerem fixos. O resto poderá ser livremente movido, em relação a um ponto de referência, como mostra a figura abaixo.

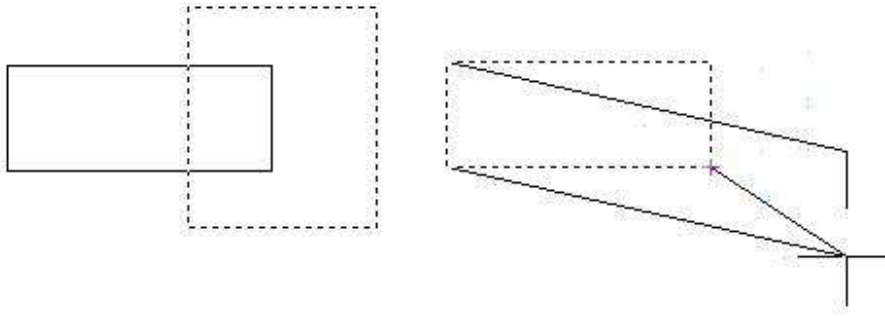


Figura 33 - Comando Stretch

Boundary –bo

O comando Boundary permite criar uma polilinha ou região sobre entidades já existentes (área bidimensional). Ajuda em comandos que necessitam de limites, como por exemplo áreas e hachuras.

Region –reg

Converte linhas, polilinhas e curvas fechadas em uma região. É importante observar que o comando region deleta o objeto selecionado e o transforma em uma região.

Hachuras

Hachuras são especialmente úteis quando se quer inserir um padrão a uma área do desenho, como, por exemplo, pisos em desenhos de arquitetura. As hachuras serão inseridas como blocos no desenho, possuindo elas propriedades especiais que serão vistas adiante.

Fazendo e Configurando uma Hachura – h

O comando *Bhatch* (bh ou apenas h) abre o menu de inserção de hachura, dando ao usuário acesso aos atributos da entidade, antes de sua inserção. Primeiramente, quem desenha deve indicar a região a ser hachurada.

Esta região deve ser delimitada por linhas, polilinhas ou derivadas, fechadas obrigatoriamente, e no momento de ser selecionada a área a ser hachurada, esta deve estar inteiramente dentro da visão da área de desenho. Explicar-se-ão os menus em seguida.

O menu *Hatch* é composto de várias propriedades:

- *Type*: Seleciona o tipo da hachura (*Predefined*, *User defined*, *Custom*).

- *Pattern*: Seleciona o padrão da hachura a ser aplicada (ISO, ANSI ou personalizadas).
- *Swatch*: Permite a hachura selecionada ser visualizada. Caso clique-se neste campo abrir-se-á uma caixa de diálogo de escolha de hachura.
- *Angle*: Escolhe o ângulo de inclinação da hachura.
- *Scale*: Escolhe a escala a ser aplicada a hachura. Escalas maiores significam densidades menores e vice-versa.
- *Custom Pattern*: Caso o usuário deseje gravar uma hachura personalizada.
- *Add: Pick Point*: Escolhe um ponto no desenho interior à área a ser hachurada.
- *Add: Select Objects*: Escolhe objetos fechados para serem hachurados.
- *Remove boundaries*: Permite Remover “ilhas”, indicando no desenho as áreas fechadas que não se deseja hachurar.
- *View Selection*: Visualiza os objetos selecionados para hachura.
- *Inherit Properties*: Herdar propriedades de uma hachura já realizada (escala, tipo, ângulo, etc.), indicando no desenho qual.
- *Associative*: Associa a hachura a suas fronteiras, permitindo que ela se atualize caso suas fronteiras forem mudadas.

O menu *Advanced* contém algumas outras sugestões de hachuras:

- *Island Detection Style*: Define o método de detecção de ilhas dentro da área a ser hachurada, como mostra a figura a seguir.
- *Hatch origin*: Permite selecionar o ponto de origem da hachura.

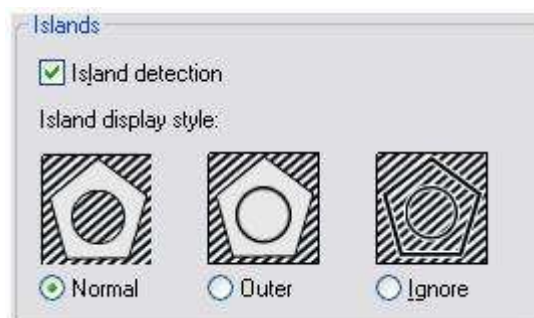


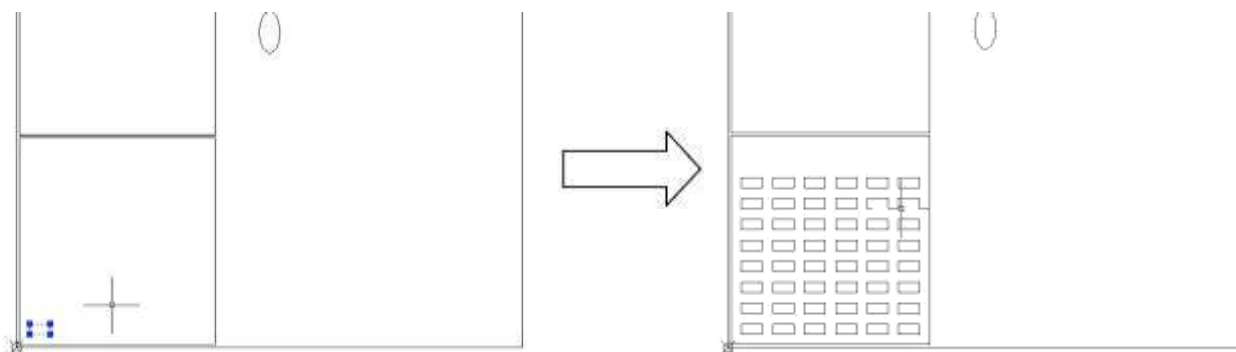
Figura 34 - Opções de detecção de ilhas em hachuras

Os outros comandos envolvem funções avançadas de AutoCAD e, como são pouco usados na prática, não farão parte deste curso básico.

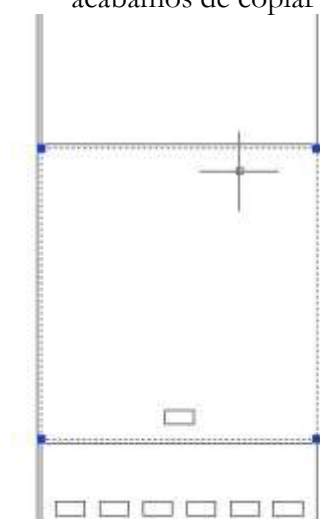
5.2. AULA 05 – Projeto

1. Comando Array

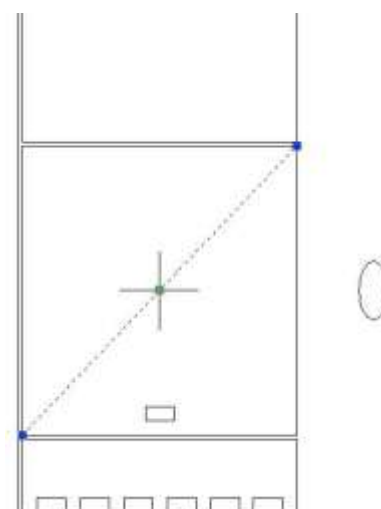
Selecione o retângulo menor, construído ao fim da segunda aula. Entre com o comando *Array* (*ar*) e selecione, ao alto da janela que se abriu, a opção *Rectangular Array*. Informe também, nesta caixa, o número de linhas (8) e número de colunas (6). Logo abaixo, informe os espaçamentos das linhas e colunas, que serão 1.0 para as linhas e 1.5 para as colunas.



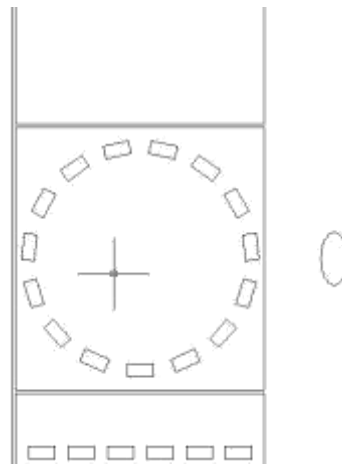
Construa agora um retângulo que seja interno ao retângulo selecionado conforme mostra a figura. O mesmo terá dimensões iguais ao retângulo menor do retângulo inferior ao central, que acabamos de copiar matricialmente, e será espaçado de 0.5 da parte inferior e centralizado na posição horizontal (utilize os comandos já praticados anteriormente



para executar este procedimento). Construa também uma linha que nos servirá de apoio, que representa a *diagonal do retângulo maior*. Feito isso, entre com o comando *Array*

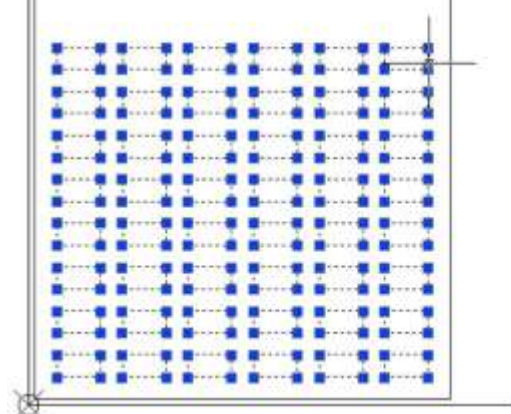


(*ar*) e selecione o objeto em questão (o retângulo menor). Com a opção *Polar Array* selecionada, informe o centro da suposta circunferência, que é exatamente o ponto mediano da diagonal que construímos como base. Agora, entre com as informações: ângulo de preenchimento: 360° , número de itens: 15. Depois de ter executado este comando, delete aquela linha que nos serviu como apoio. O esquema ficará como o mostrado na figura:

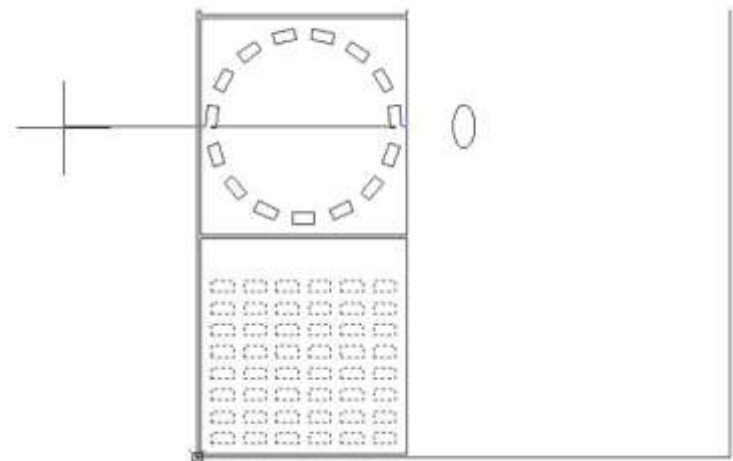


2. Comando *Mirror*

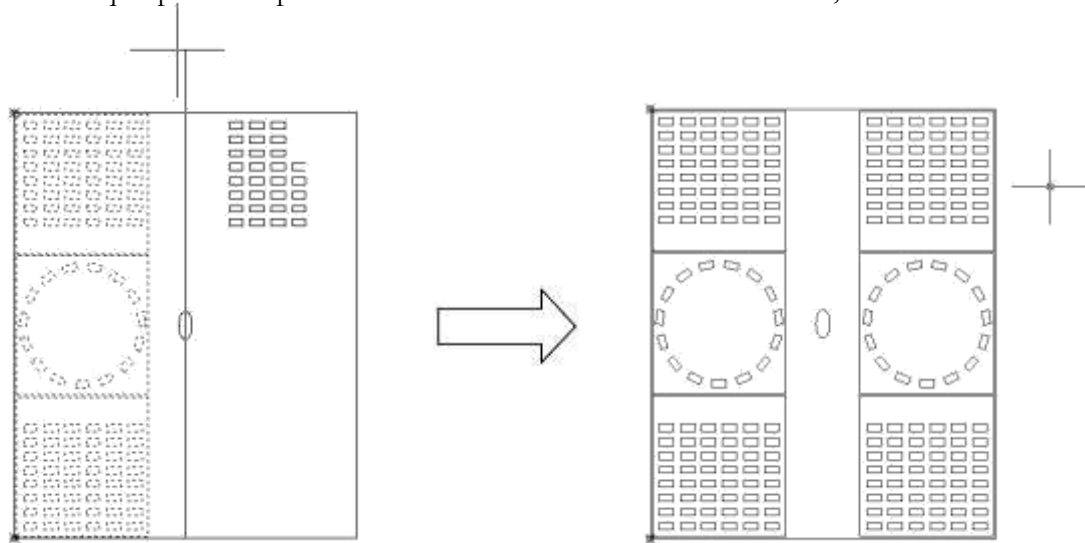
Faremos o espelhamento das entidades criadas pelo comando *array retangular*. Selecione os elementos de forma semelhante ao ilustrado na figura que segue. Após ter selecionado todos os elementos, entre com o comando *Mirror (mi)*. Selecione agora o eixo de espelhamento para estes objetos, informando que o primeiro ponto seja o ponto mediano do retângulo maior central e o segundo ponto qualquer ponto à esquerda deste último (certifique-se de que a



ferramenta *Ortho* esteja ativa), o que constituirá algo como o demonstrado na figura ao lado. Após isto, complete o comando informando que os objetos-fonte *não devem ser deletados*.



De maneira similar, faça o espelhamento de todos os objetos construídos na parte da direita de nosso projeto para a parte da esquerda, sendo que o eixo de espelhamento será uma linha na vertical que parte do ponto mediano da reta inferior do desenho, conforme mostra a figura.



6

6. Sexta Aula: Textos e Blocos

6.1. Textos

Os textos são considerados entidades primitivas dentro do AutoCAD. Os comandos utilizados para a colocação de textos no desenho são: *Text* e *Mtext*. O texto é considerado uma entidade única e não letra a letra, o que exige muito processamento por parte do computador, tornando cada regeneração do desenho mais lenta, pois cada linha é uma entidade.

Text - dt

Uma vez acionado o comando *Text*, é necessário indicar um ponto no desenho onde será localizado o texto, ou escolher um tipo de justificação (tipo de alinhamento do texto), altura e ângulo de rotação. A fonte, a altura e outros parâmetros podem ser previamente definidos com o comando *Style*. O texto aparece dinamicamente no local em que foi definido, tão logo seja iniciada a digitação. Pode-se apagar o texto com a tecla *Backspace*, antes de teclar *Enter*. Após digitar o texto e teclar *Enter*, o comando continua pedindo mais textos a serem escritos abaixo e com as mesmas características do texto anterior. Este comando é recomendado para fazer tabelas simples e notas explicativas nos desenhos e projetos. Para encerrar o comando, é preciso teclar *Enter* duas vezes; O primeiro muda de linha e o segundo confirma o texto.

Mtext – t

Permite criar textos em forma de parágrafo rapidamente, dentro de certos limites especificados no início do comando, porém, sua grande vantagem é a possibilidade de importar arquivos de outros editores de texto. Ao ativar o comando, abre-se a caixa de diálogo *Multiline Text Editor* onde o usuário pode definir parâmetros de caracteres como: estilo, altura, cor, símbolos, importação de textos, e acessar a ajuda; parâmetros de propriedades como: estilo, justificação, espessura, rotação e parâmetros referentes à opção de busca/substituição.

Text Style – st

Comando utilizado para criar, na memória do arquivo do desenho corrente, estilos de texto relacionados com um dos tipos de fontes existentes no programa, ou importado de outro. Também pode ser usado para modificar os textos existentes.

Ddedit – ed

O comando é ativado para a edição de um texto já digitado, abrindo uma caixa de diálogo que permite a alteração do texto.

6.2. Blocos

Existem desenhos dentro de um projeto, que utilizamos repetidas vezes, tal como mobiliário, portas, janelas, entre outros. Nestes casos o AutoCAD nos permite agilizar e otimizar o trabalho, através do uso de “blocos”. Os Blocos são entidades especiais, formadas a partir de um conjunto de primitivas geométricas (linhas, arcos, círculos, etc), que se comportam como uma entidade gráfica única. A cada Bloco criado, associa-se um determinado nome, sendo possível inseri-lo num desenho quantas vezes forem necessárias, em diferentes escalas e ângulos de rotação. Os Blocos podem ser inseridos apenas nos desenhos em que foram criados; para utilizá-los em outros desenhos, é necessário transformá-los em arquivos independentes (.dwg), através do comando *Wblock*, ou criá-los, diretamente no mesmo comando.

Make Block – b

Permite a criação de blocos. É aberta uma caixa de diálogo *Block Definition*, que possui os seguintes parâmetros para definição:

- *Name*: Especificar o nome que será dado ao bloco;
- *Base Point*: É o ponto de base para inserção. É por meio deste ponto, que quando inserido, o bloco será fixado no desenho. Clicando-se no botão *Pick Point*, a janela *Block Definition* desaparece e é possível escolher o ponto visualmente (devem-se usar as ferramentas de precisão).

- *Objects*: Basta clicar no botão *Select Objects* e selecionar os objetos que farão parte do bloco; Teclar *enter* para finalizar. As opções *Retain*, *Convert to Block* e *Delete*, controlam o que será feito com as entidades originais: serão mantidas no desenho, convertidas em bloco, ou apagadas, respectivamente.

Write Block – wblock

Cria um novo arquivo de desenho com os blocos já criados, ou mesmo a partir de objetos. O bloco criado por *Wblock* pode ser usado em qualquer outro desenho. É aberta uma caixa de diálogo *Write Block*.

Parâmetros de definição:

- *Source*:

Block: A criação de arquivo será feita a partir de um bloco previamente criado (*File Name* automaticamente adota o nome do bloco)

Entire Block: O arquivo será criado a partir do desenho atual.

Objects: O arquivo será criado a partir de objetos selecionados.

- *Destination*:

File Name: Criar um nome para o arquivo;

Location: Indique o diretório onde será salvo o novo arquivo.

Insert Block - i

Comando utilizado para inserir os blocos previamente criados, no desenho; Ao acionar o comando, abre-se a caixa de diálogo *Insert*, onde se pode escolher o bloco ou arquivo e definir os parâmetros para inserção.

Parâmetros de definição:

- *Insert Point*: Especifique o ponto de inserção. Caso o desenho a ser inserido não tenha um ponto de inserção, o AutoCAD assumirá o seu ponto 0,0 como ponto de base.

- *Scale*: Determina o valor de escala em relação a um eixo específico. Caso o valor seja maior que “1”, a escala será ampliada, e do contrário, reduzida. *Uniform Scale* mantém a proporção original entre os eixos.
- *Rotation*: Indica o ângulo de rotação em que será inserido o bloco, através do campo *Angle*. Este ângulo também pode ser fornecido via teclado entre valores de 0 a 360°, ou por intermédio de um ponto; o ângulo será formado entre este ponto e o ponto de inserção.
- *Explode*: Permite a inserção do bloco na forma explodida.
- *Specify On-Screen*: Com esta opção ativada, os recursos de inserção serão acessados pela área de comandos, descartando a caixa de diálogo.
- *Name*: Permite inserir um bloco criado neste desenho. Para isso deve-se escrever o nome do bloco neste espaço, ou acionar a caixa de diálogo tipo cortina (dessa maneira aparecerá uma lista de todos os blocos na memória do desenho).
- *Browse*: Permite inserir um arquivo de desenho. Será aberta a janela *Select Drawing File*, uma lista com os arquivos *.dwg e seus respectivos diretórios. Assim é possível inserir um bloco criado por *Wblock* em outro desenho. Abaixo, mostra-se o aspecto de inserção de um bloco, ao se determinar o ponto de inserção.

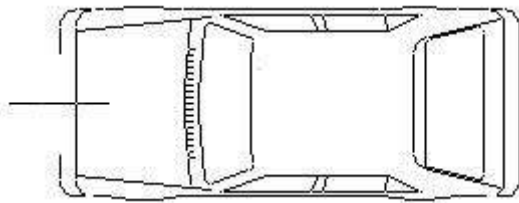


Figura 35 - Bloco de AutoCAD, representando um automóvel

Dica: Criação de uma Biblioteca

Para otimizar o trabalho no AutoCAD, é interessante a criação de uma biblioteca pessoal com os desenhos mais utilizados no desenvolvimento de projetos. O processo usual é bastante simples:

- Criar uma pasta, em seu computador, com o nome Biblioteca; nesta pasta ficarão armazenados todos os arquivos *.dwg com os blocos criados.
- No AutoCAD, criar um arquivo base, e desenhar todos os componentes da futura Biblioteca;
- Depois de concluído o trabalho de desenhar os elementos que se deseja disponibilizar na biblioteca, o próximo passo é transformá-los em blocos através do comando *Wblock*;
- Uma atenção especial deve ser dada aos nomes dos blocos; a nomenclatura utilizada deve identificar o elemento (bloco) de maneira clara, visando facilitar a identificação do mesmo no momento de sua utilização. Exemplo: porta80x210, porta70x210, porta60x210, etc (identificando o elemento contido no arquivo da biblioteca, juntamente com suas dimensões);
- Após concluído o trabalho de construção da Biblioteca, é aconselhável conservar o arquivo base, onde foram desenhados todos os blocos, como uma espécie de backup dos elementos da Biblioteca.
- Para manter a limpeza e organização dos seus projetos, além de facilitar a edição, os blocos devem ser criados no layer “0”.

7

7. Sétima Aula: Dimensões

Uma das ferramentas mais belas do AutoCAD é a automatização das linhas de dimensões, que ao serem colocadas em seu lugar e definidos seus atributos pertinentes, tornam-se entidades totalmente integradas ao desenho, acompanhando deformações e movimentos das entidades as quais estão relacionadas e atualizando automaticamente seus valores e alinhamentos. Importante frisar que as linhas de cota funcionam como blocos, que ao serem explodidos separam-se em suas formas primárias e deixam de serem vinculados às entidades. Abaixo, mostra-se a barra de ferramentas de cota padrão do AutoCAD.



Figura 36 - Barra de Ferramentas para edição de cotas

7.1. Colocando Cotas

Existem basicamente oito tipos principais de linhas de cota que o AutoCAD oferece ao usuário. Elas cobrirão quase toda necessidade que venha a surgir na confecção de uma planta. São elas:

Cota Linear -

A cota linear sempre será alinhada com a direção dos eixos cartesianos, portanto, não importando a inclinação do objeto ela sempre expressará a dimensão em relação a X ou Y. Para aplicá-la, define-se o ponto inicial e final da linha de cota, a direção do eixo que ela deve estar e a sua posição, ou afastamento do objeto.

Cota Alinhada -

A cota alinhada dará a menor distância entre dois pontos selecionados pelo usuário, sendo portanto, passível de ser colocada inclinada em relação aos eixos cartesianos, sem a necessidade de uma mudança de coordenadas. Procede-se da mesma forma que o item anterior, sendo que o usuário definirá a posição dela acima ou abaixo do objeto, a uma distância informada.

Cota Angular -

A linha de dimensão angular dará uma medida de ângulo entre duas linhas de vértice comum, um arco ou uma circunferência. O usuário deve selecionar o objeto a ser cotado, no caso de linhas, as duas consecutivamente. Após, deve definir o local onde será inserida a linha de cota, valendo lembrar que o programa dá ao usuário a opção de inserção considerando o prolongamento dos lados do ângulo, cotando o ângulo principal, seu suplementar, complementar ou oposto. Basta apenas o usuário definir com a direção do mouse o local da linha de cota.

Cota Diametral e Radial -

Essas cotas servem para informar o raio ou o diâmetro de determinada entidade. Eles funcionam da mesma maneira, sendo necessário informar o objeto a ser cotado e a posição da linha de cota dentro do segmento de arco ou circunferência.

Cota Contínua -

A cota contínua faz com que automaticamente inicie uma nova linha de cota adjacente àquela selecionada. Por padrão, ela continuará a partir da última linha de cota desenhada. Com a tecla de Escape o programa pede que se selecione a linha de extensão a continuar. Feito isto, continue com o procedimento normal, visto que a cota contínua somente encerrará quando fechado o comando pelo usuário.

Cota de Base -

A *Baseline Dimension* coloca uma linha de cota de base, de modo semelhante à cota contínua. Porém o programa atrela o início da cota de base a uma linha já existente, e automaticamente faz o espaçamento dela de acordo com o especificado em sua configuração (visto logo adiante).

Abscissa e Ordenada -

Inserir no desenho o valor correspondente à coordenada do ponto, conforme a direção que é dada no cursor do *mouse*.

Centro -

Inserir no desenho duas pequenas linhas em forma de cruz no centro da entidade selecionada (arcos ou circunferências).

7.2. Formatando as Linhas de Cota

Muito provavelmente ao inserir uma cota o usuário irá se deparar com tamanhos absurdos ou formas esdrúxulas na linha de cota inserida. Não há problema com a cota, apenas os tamanhos de seus elementos podem estar configurados de maneira a destoar com a escala do desenho. Muito embora estas configurações sejam absolutamente pessoais, cabe ao desenhista colocá-las em tamanho compatível com o resto do desenho.

O comando que acessará o menu de configurações das cotas será *Dimstyle*, também encontrado no menu *Format – Dimension Style*. Após abrir o comando, aperte no botão *Modify*, que permite alterar as configurações.

Lines and Arrows

Neste tablete podem ser modificados os parâmetros das linhas de cota correspondentes ao tamanho e tipo de linhas e setas.

- *Dimension Lines*

Color e Lineweight: Modificam os parâmetros correspondentes à cor e espessura das linhas. Recomenda-se deixá-las atreladas ao bloco no qual a linha de cota é inserida (opção *By Block*).

Extend Beyond Thick: Estende a linha de cota além dos limites da seta final no tamanho especificado.

Baseline Spacing: Especifica o espaçamento entre a cota e a cota de base.

Supress: Suprime o lado direito ou esquerdo da linha de cota.

- *Extension Lines*

Color e Lineweight: Funcionam de maneira semelhante ao especificado anteriormente.

Extend Beyond Dimension Lines: Especifica de quanto a linha de extensão ultrapassará a linha de cota.

Offset From Origin: Especifica a distância do início da linha de extensão ao ponto especificado de início.

- *Arrowheads*

1st, 2nd: Especifica o tipo de seta a ser colocado nos limites da linha de cota.

Leader: O mesmo, para indicadores.

Arrow Size: Especifica o tamanho das setas.

- *Center Marks for Circles*

Type: Especifica o tipo de marca central para arcos e circunferências.

Size: Especifica o tamanho.

Text

- *Text Appearance*

Text Style: Define o estilo adotado para as cotas, de acordo com o determinado na formatação de texto.

Text Color: Define a cor do texto, semelhante ao definido para as linhas de cota.

Text Height: Define o tamanho do texto.

- *Text Placement*

Vertical: Posição em relação à vertical da linha de cota.

Horizontal: Posição em relação à horizontal da linha de cota.

Offset From Dimension Line: Distância entre o texto e a linha de cota.

- *Text Alignment*

Especifica opções de alinhamento dos textos das linhas de cota.

Fit

O menu *Fit*, de modo geral, mostra configurações de posicionamento de textos e setas, bem como colocação dos textos e utilização de uma escala multiplicadora do valor indicado nas linhas de cota (útil no caso de alguma configuração diferente de escala).

Primary Units

O menu *Primary Units* configura o modo de exibição dos valores da linha de cota nos seus seguintes atributos:

- *Linear Dimensions*

Unit Format: Formato do número, em modo decimal, científico, fracionário, entre outros.

Precision: Casas fracionárias apresentadas.

Decimal Separator: Caractere separador entre inteiro e decimal.

Round Off: Regra de arredondamento, se diferente do padrão.

Prefix e Suffix: Colocação de um prefixo ou sufixo às medidas.

- *Measurement Scale*: Define um multiplicador para as medidas

- *Zero Supression*: Suprime os zeros à esquerda e à direita dos números inteiros.

- *Angular Dimensions*: As mesmas opções acima, mas aplicado às cotas angulares.

Alternate Units

O menu *Alternate Units* permite que uma medida alternativa seja exibida com a principal, por exemplo, caso queira-se cotar ao mesmo tempo em metros e polegadas. Seus comandos são idênticos ao menu *Primary Units*, porém no campo *Multiplier for All Units* deve ser inserido o fator de conversão para a unidade secundária.

Tolerances

O menu *Tolerances* oferece a possibilidade de exibir tolerâncias de cotas, numa faixa definida pelo usuário. Como isto é um caso específico do desenho mecânico, não será abordado aqui com maiores detalhes.

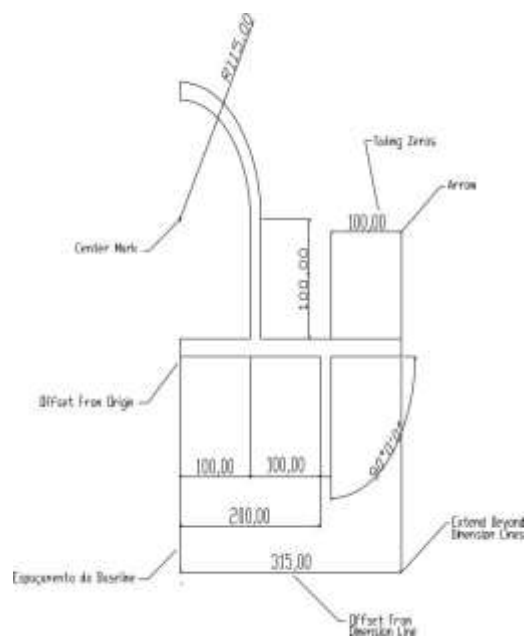


Figura 37 - Propriedades das cotas

7.3. Comandos de Averiguação

São comandos que retornam valores numéricos ao usuário, correspondentes a dimensões e padrões sobre o objeto ou poligonal selecionada.

Dist – di

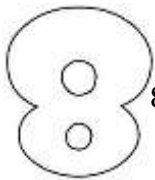
Dá a distância entre dois pontos selecionados. Informa também deltas de deslocamento nos eixos coordenados.

List – li

Dá os parâmetros de dimensão e posição de uma entidade.

Area – area

Dá a área correspondente a um polígono selecionado pelo operador, ou cujos vértices o operador informa.



8. Oitava Aula: Desenho de Engenharia – A Estrutura e Organização do Desenho

8.1. As Camadas de um Desenho – Layers

O desenho no AutoCAD se estrutura em camadas independentes entre si, que portam as entidades do desenho criadas pelo usuário e atribuem a elas algumas características que posteriormente irão refletir na configuração de impressão. É também uma forma de atribuir características em massa, a um conjunto de elementos semelhantes.

Trabalhar com níveis de desenho (*layers*) é o mesmo que utilizar várias folhas de papel transparente sobrepostas. Cada folha contém uma parte do projeto, e quando sobrepostas completam o desenho.

De modo geral, cria-se como padrão *layers* para cada elemento distinto do desenho, previamente à sua utilização efetiva. Vejamos agora a criação e manipulação de *layers*.

Layers – Criando

Uma camada de desenho é criada através do comando *layer*, que abre a caixa de diálogo de gerenciamento de camadas. Por definição existe apenas o *layer* 0. Para criá-los pressione o botão *New*. Um novo *layer* é criado e será pedido seu nome.

Agora, defina a cor do *layer*. Lembre-se sempre que pela cor de um objeto serão definidas as configurações de impressora, portanto, utilize cores iguais para *layers* cujos elementos possuirão mesma espessura de linha na plotagem.

Layers – Manipulando

Na barra de ferramentas padrão estará o acesso às cotas.

Para trocar um objeto de um *layer*. Selecione o objeto e mude para o *layer* desejado.



Figura 38 - Menu *Layers*

Para começar a desenhar em outro *layer*: Sem ter objetos na seleção, mude o *layer* ativo, conforme o exemplo a seguir.



Figura 39 - Exemplo de mudança de *layer*

Para Desligar um *layer*: Abra a lista e aperte na pequena lâmpada do *layer* a ser desligado. Todos os objetos na camada sumirão, mas ainda poderão ser rastreados.

Para travar um *layer*: Abra a lista de *layers* e aperte no pequeno cadeado a ser travado. Embora visível nenhum objeto poderá ser modificado.

Para Congelar um *layer*: Abra a lista de *layers* e aperte no pequeno sol ao lado da camada a ser congelada. Os objetos desaparecerão da tela e não poderão ser mais rastreados.

Para Impedir a Impressão de um *layer*: Abra a lista de camadas e aperte na pequena impressora ao lado do *layer* desejado.

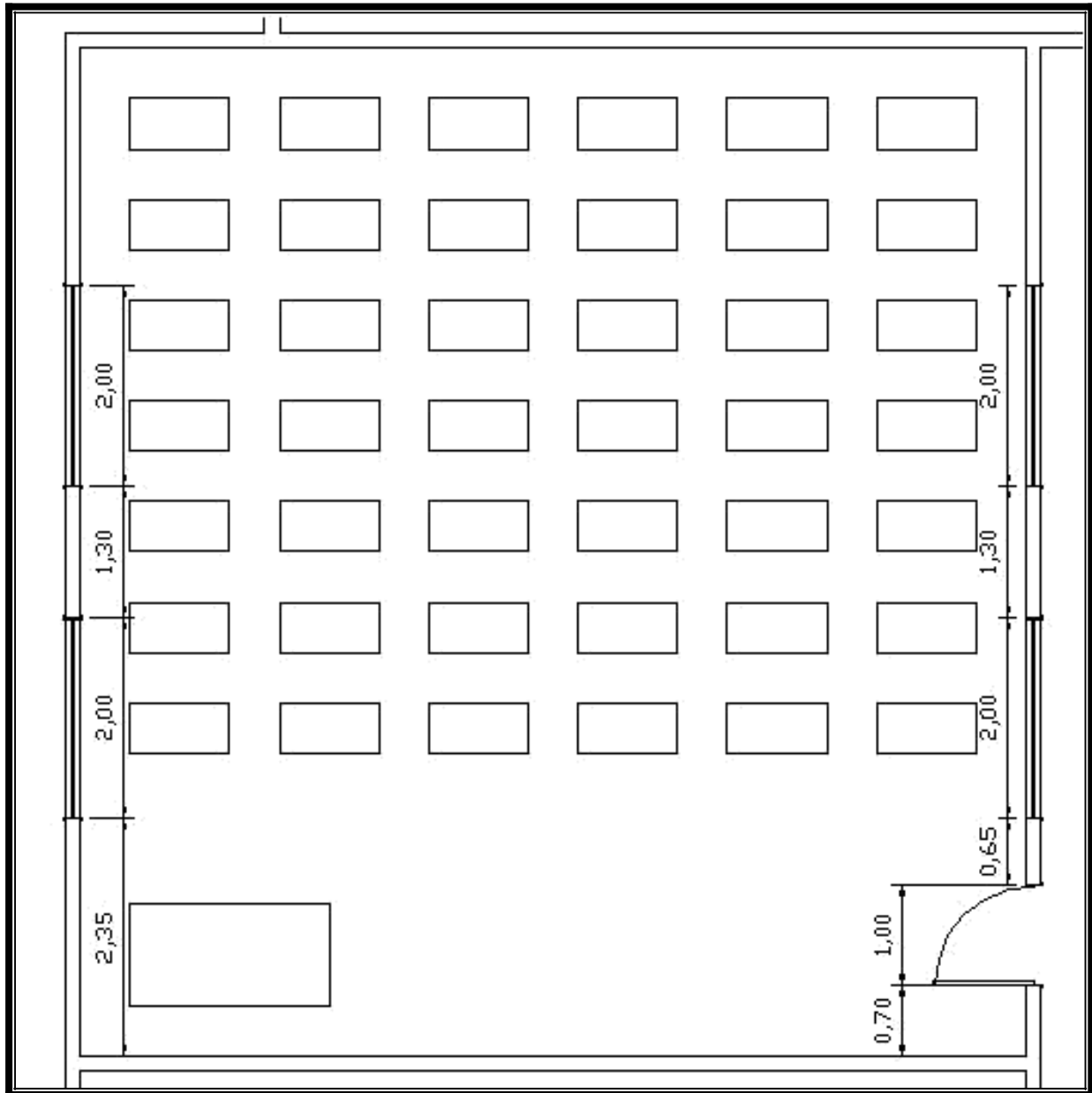
Para excluir um *layer*, renomear ou modificar suas propriedades ative o comando *layer* e modifique pela caixa de diálogo as propriedades desejadas.

Layers – Excluindo

As camadas são excluídas também pelo comando *layer*. Porém, só poderão ser excluídas as camadas que não tiverem objetos. Selecione o *layer* desejado na lista e pressione o botão *Delete* e confirme.

8.2. AULA 08 – Projeto

Disposição das aberturas:



10. Décima Aula: Impressão e Plotagem

Talvez o passo do projeto mais complicado, ou melhor, com maior número de detalhes a serem observados é o processo de impressão da prancha. Após a montagem do desenho no espaço do modelo, procede-se à montagem da prancha, a qual segue uma lógica diferente do desenho em si. A seguir, é descrito o procedimento.

10.1. Montagem da Prancha – O Paper Space

O AutoCAD trabalha com dois ambientes de trabalho diferentes e independentes. O modelo, onde está o desenho em escala real e unidades arbitrárias, e o “papel”, *Paper Space*, onde se passa a ter uma escala do desenho e as unidades definidas, por padrão, em milímetros, já pensando em termos de impressão. Inicialmente muda-se o ambiente de trabalho clicando com o mouse numa das orelhas inferiores da tela, o *Layout*. Aparecerá o diálogo de configuração da impressora, qual deve ser cancelado, pois se procederá a esta configuração mais tarde.

A projeção do papel deverá ser esquecida momentaneamente. Desenhe as margens de sua prancha, preferencialmente fora da projeção do papel. Não esqueça que agora as unidades deverão ser compreendidas em milímetros. Use para a prancha as mesmas ferramentas que foram utilizadas para o modelo. Abaixo seguem as medidas padrão dos tamanhos de papel, na orientação paisagem, em milímetros.

Tabela 1 - Tamanho de folhas segundo padrões da ABNT

Tipo	Largura	Altura
A0	1189	841
A1	841	594
A2	594	420
A3	420	297
A4	297	210

Escolha o formato que melhor encaixe seu projeto.

Após desenhadas as margens, vá ao menu *View*, e escolha a opção *Viewport*. Um *viewport* é na realidade uma janela que abre uma imagem para o modelo e insere o desenho na folha. Abra o *viewport* como se fosse um retângulo. Aparecerá a imagem de todo o desenho.

Zoom Scale – z, s

O zoom do *viewport* determinará a escala da impressão. Clique duas vezes dentro do *viewport* e faça o zoom.

O Zoom é feito na opção *Scale*. O parâmetro que o programa pedirá será a escala do desenho. Primeiro, deve ser digitado o fator de conversão do desenho para milímetros, pois essa é a unidade que o *paper space* utiliza por definição. Após uma barra e o fator de redução para a escala desejada. Seguido da indicação XP.

Por exemplo, para escalonar-se um desenho para 1:250, quando ele está desenhado em centímetros: z – s – 10/250XP.

Por exemplo, para escalonar-se um desenho para 1:50, quando ele está desenhado em metros: z – s – 1000/50XP.

10.2. Configurando a Impressão

Feito todo o trabalho de montar a prancha, é hora de imprimir. Aperte o botão com a pequena impressora, ou digite o comando plot. Inicialmente, o usuário deve informar ao programa qual a impressora será usada para a plotagem, se a impressora que possui em seu ambiente de trabalho ou impressoras de maior tamanho (as *Ploters*), encontradas nas empresas de serviços gráficos. Em se querendo imprimir em uma gráfica, o usuário deve ter ciência de que cada gráfica se utiliza de uma impressora diferente, devendo o desenhista entrar em contato com a empresa a fim de que possa se utilizar da impressora correta. Existem basicamente duas maneiras de se instalar uma impressora: copiando o arquivo da impressora para o computador ou instalando-a se utilizando de uma listagem que o próprio AutoCAD possui em suas configurações. Se o usuário possui o arquivo da impressora de que fará uso, deverá proceder da seguinte maneira: copie o arquivo do local de origem e cole na pasta de impressoras do AutoCAD, localizada no menu: *Tools – Options – Plotting – Add or Configure Plotters*. Caso o usuário saiba qual a impressora irá utilizar, mas não tenha o arquivo da impressora, deverá instalá-la da seguinte maneira: No mesmo menu: *Tools – Options – Plotting – Add or Configure Plotters*, selecione o ícone *Add-A-Plotter Wizard*. Selecione a opção *My Computer* e siga as instruções do próprio programa.

Agora que você já possui a impressora instalada, deve continuar ajustando as configurações de impressão. Selecione o tamanho do papel, equivalente ao desejado, na janela Plot Settings. As folhas padrões já vêm com margens, o que pode deslocar o seu desenho. Para criar uma folha sem margens, você deve proceder da seguinte maneira: dentro do comando *Plot*, na opção *Plot Device* clique em *Properties - Device and Documents Settings - Custom paper sizes - Add*. Lá você vai criar uma folha com as dimensões desejadas, com todas as margens iguais a zero.

Seguindo os seguintes passos: *Start from scratch* - *Units* = *millimeters* - *Height* = altura da folha (exemplo: para A3, informe o valor 297) - *Width* = largura (exemplo: para A3, informe o valor

420) - *Margins*: preencha todas as 4 lacunas com zero "0" - Dê um nome para a folha. (ex: A3 sem margem) - Clique em concluir. Após, em *Plot Settings*, selecione a folha que você acabou de criar (paper size).

Então, com o botão *Window*, selecione a área de impressão. Abra um retângulo selecionando as margens da prancha de fora a fora. É importante realizar esta seleção com comandos de precisão. Ajuste a escala em 1:1, pois ao imprimir a partir do *paper space* os objetos já estarão em escala real, em milímetros. Finalmente, escolha a centralização da plotagem. Agora, proceda às configurações finais da impressão, na orelha *Plot Devices*, configurando as penas de impressão.

A filosofia de trabalho do AutoCAD faz com que todo objeto desenhado seja tratado como vetor. Não possuindo portanto, espessura de linha. Isto é configurado na hora da plotagem. O AutoCAD relaciona cada cor de linha no desenho a uma configuração de linha diferente na impressora. Esses relacionamentos são feitos na caixa de diálogo *Plot Style Table*. Cada configuração diferente pode ser salva num arquivo de configuração de penas. Crie um arquivo novo ou edite um existente. Ao abrir a tabela de configuração de penas o usuário terá à esquerda uma lista com as 255 cores disponíveis no AutoCAD e ao lado sua configuração de cor da impressão, espessura de linha e tipo de linha (tracejado, traço e ponto, pontilhado, entre outros.).

Associe a cada cor sua configuração desejada. Por exemplo, se as paredes de uma planta foram desenhadas na cor azul configure-as para impressão em preto, linha cheia, espessura 0,4000mm, ou como deseje. As configurações acabam sendo estritamente pessoais.

Salve as configurações e feche esta caixa de diálogo. O desenho estará pronto para ser impresso. Aperte no botão *Full Preview*, e veja como fica. Esta visualização será exatamente o que sairá na impressora. Caso esteja tudo certo, aperte no botão OK e a impressão começará.

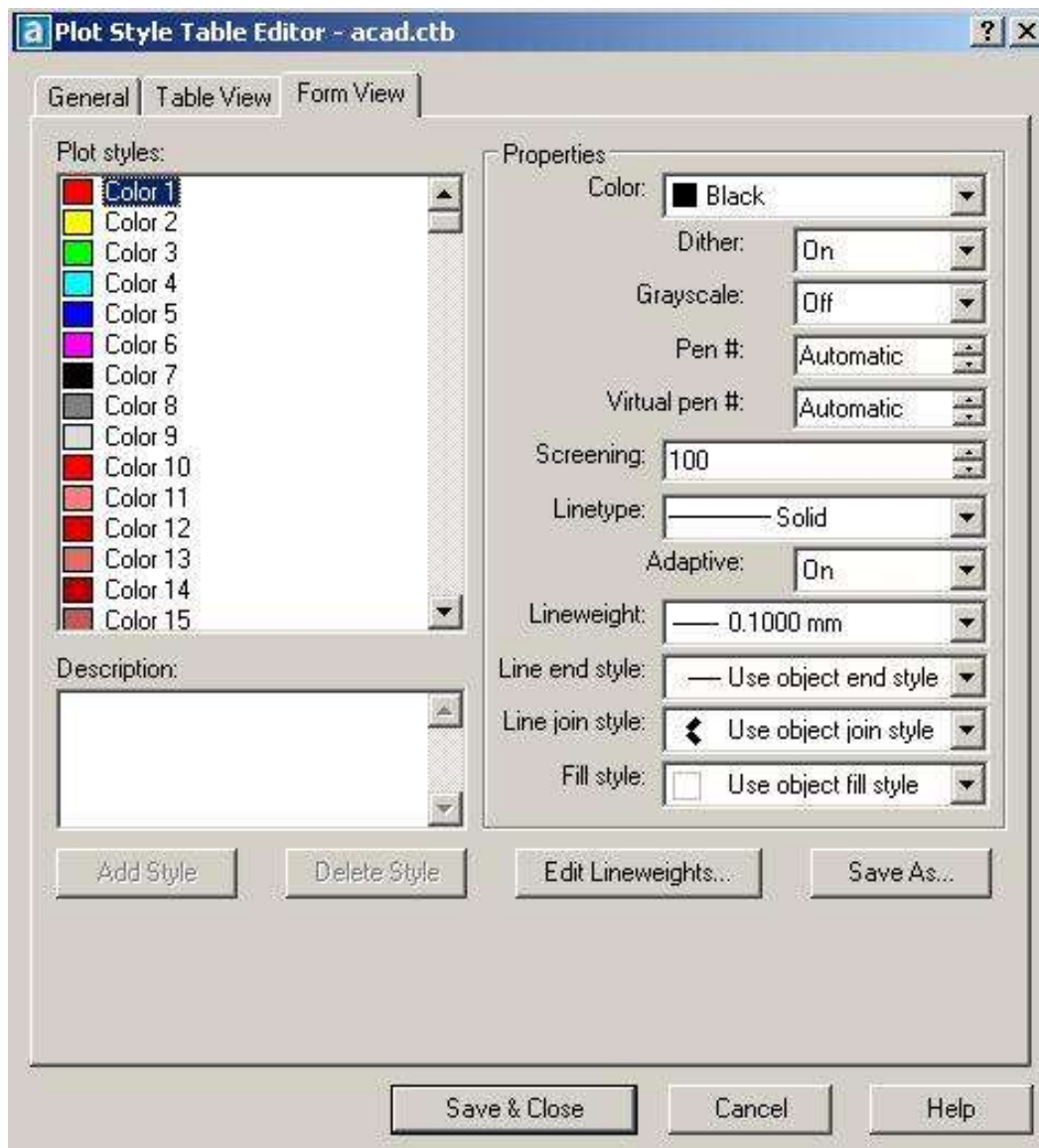


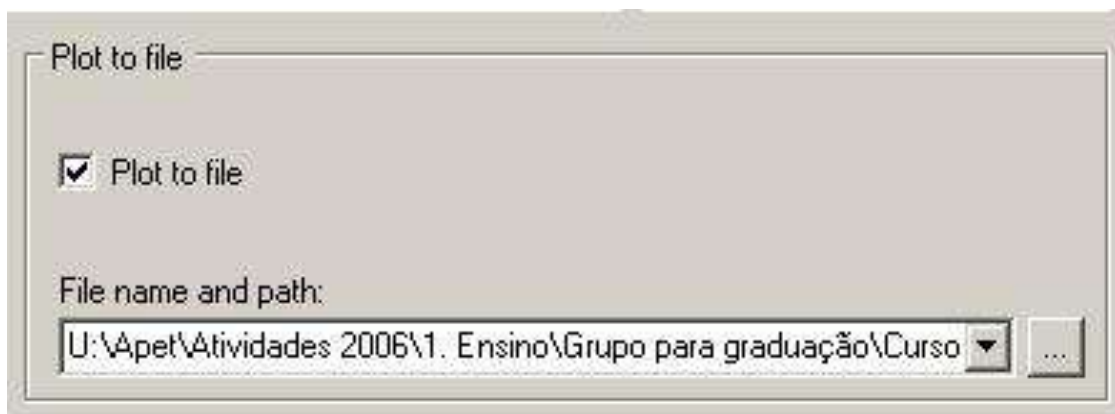
Figura 40 - Configurando as penas

10.3. Imprimindo para Arquivo (PLT)

A grande maioria dos usuários do AutoCAD não possui impressoras de grande formato (*plotters*). Então é necessário, ao se querer imprimir em tamanhos maiores do que a folha A4 (impressoras comuns), recorrer a um serviço de gráfica. É de bom tom levar seu desenho já pronto para impressão. Isto equivale ao PLT, que é um formato de arquivo já codificado para impressora. O funcionário da gráfica sequer olhará seu desenho, ou abrirá no AutoCAD. Isso evita erros que possam acontecer quando outra pessoa configura a impressão.

Para tanto, é necessário simular a impressão em casa para que o programa gere este arquivo com as configurações certas. Com a finalidade de geral o arquivo PLT, basta o usuário

seguir os procedimentos normais de impressão e, antes de imprimir, selecionar a opção *Plot to File*, informando também o nome do arquivo e o local a ser gerado.

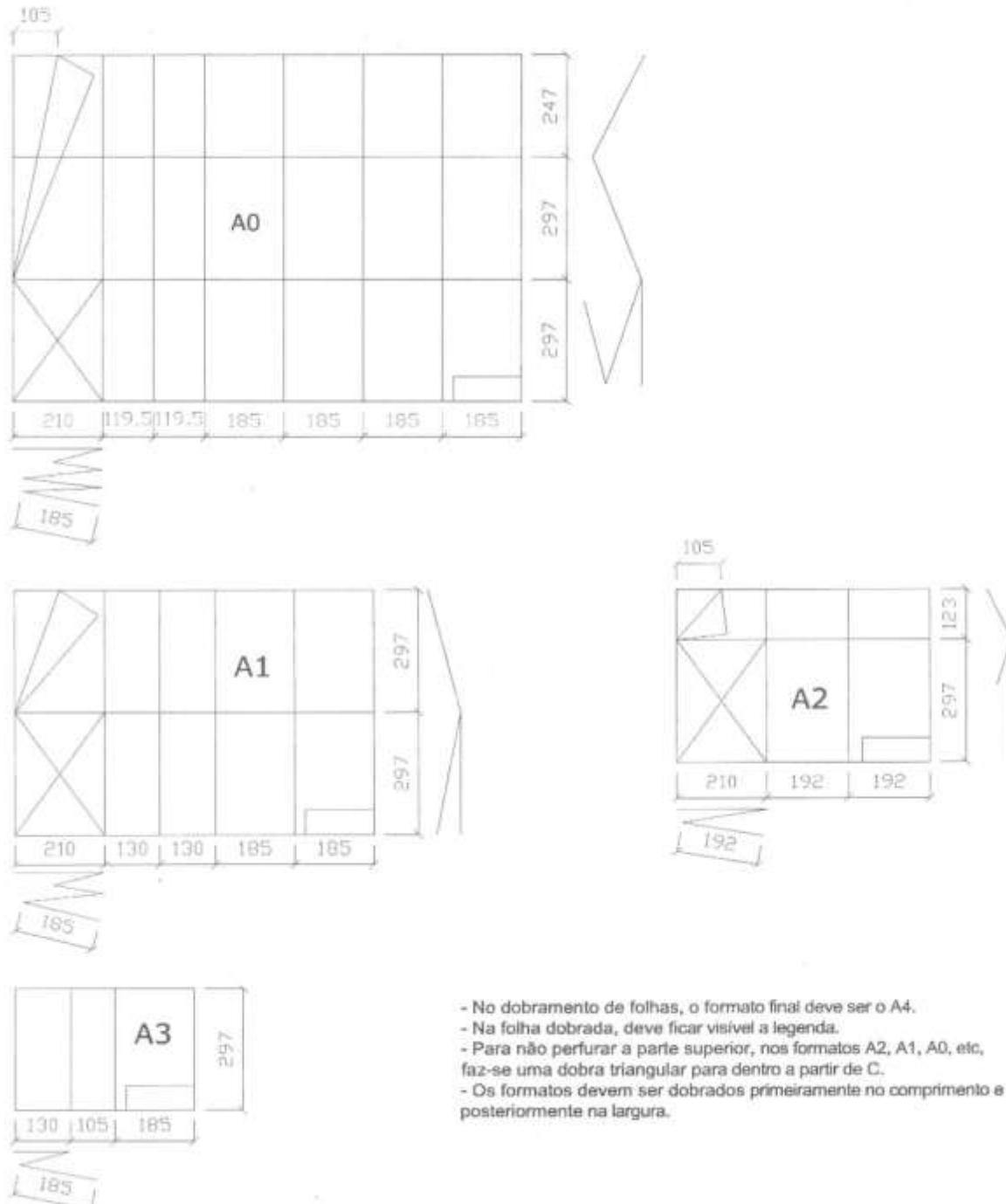


O arquivo gerado estará pronto para ser mandado à gráfica.

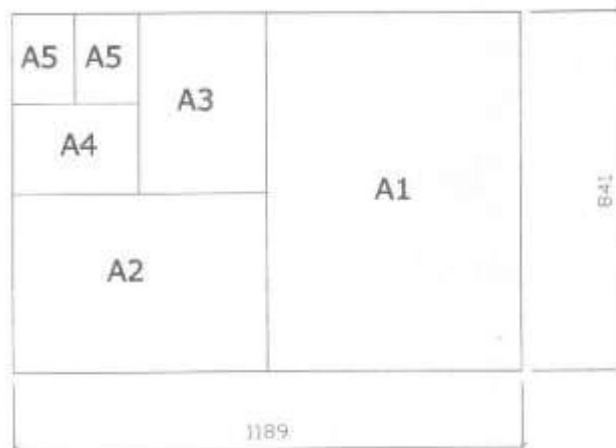
Para maiores informações sobre os procedimentos de plotagem, o usuário poderá acessar o site <http://pet.ecv.ufsc.br>, que contém valiosas informações, com uma linguagem de fácil acesso, que pode ser útil para a finalização do trabalho em AutoCAD.

10.4. Montagem de Pranchas e Plotagem

1. Dobragem de folhas e formatos padrões



2. Dobragem de folhas e formatos padrões (continuação)























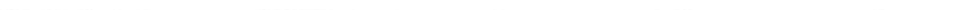






Formato	Dimensões	Marg.
A0	841 X 1189	A0
A1	594 X 841	A0
A2	420 X 594	A0
A3	297 X 420	A0
A4	210 X 297	A0
TODOS	MARGEM ESQ. = 25	



- LEGENDA** - A legenda deve ficar no canto inferior direito nos formatos A3, A2, A1, A0, ou ao longo da largura da folha de desenho no formato A4.
- LEGENDAS INDUSTRIAIS** - As legendas nos desenhos industriais variam de acordo com as necessidades internas de cada empresa, mas devem conter, obrigatoriamente:
- 1 - Nome da repartição, firma ou empresa;
 - 2 - Título do desenho;
 - 3 - Escala;
 - 4 - Número do desenho;
 - 5 - Datas e assinaturas dos responsáveis pela execução, verificação e aprovação;
 - 6 - Número da peça, quantidade, denominação, material e dimensões em bruto.

3. Configuração de espessuras de penas para plotagem

	0,00 mm
	0,05 mm
	0,09 mm
	0,10 mm
	0,13 mm
	0,15 mm
	0,18 mm
	0,20 mm
	0,25 mm
	0,30 mm
	0,35 mm
	0,40 mm
	0,45 mm
	0,50 mm
	0,53 mm
	0,60 mm
	0,65 mm
	0,70 mm
	0,80 mm
	0,90 mm
	1,00 mm
	1,06 mm
	1,20 mm
	1,40 mm
	1,58 mm
	2,00 mm
	2,11 mm
