



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DESPORTO

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS

Unidade Varginha

CAD 2D

Parte 1 - Básico

Prof. Luiz Pinheiro da Guia

2018

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	6
1.1 CURSOR.....	6
1.2 ÁREA GRÁFICA.....	7
1.3 ACESSO RÁPIDO.....	7
1.3.1 NEW.....	7
1.3.2 OPEN.....	7
1.3.3 SAVE.....	8
1.3.4 SAVE AS.....	8
1.3.5 PRINT.....	8
1.3.6 CLOSE.....	8
1.4 REGIÃO DE COMANDOS – PROMPT LINES.....	8
1.5 SÍMBOLO DA UCS – USER COORDINATE SYSTEM.....	8
1.6 ABAS DE MODEL E LAYOUT.....	8
1.7 TECLAS DE ACESSO RÁPIDO.....	9
1.8 BOTÕES DO MOUSE.....	10
1.8.1 CONFIGURAÇÃO DOS BOTÕES DO MOUSE.....	11
1.10 COMANDO LIMITS.....	11
1.11 UNIDADES NO CAD.....	11
1.12 SÍMBOLOS ESPECIAIS.....	12
2 COMANDOS BÁSICOS PARA 2D.....	13

2.1 DRAW.....	13
2.1.2 COMANDO LINE.....	13
2.1.3 COORDENADAS	13
2.1.3.1 UCS e WCS	13
2.1.3.2 COORDENADAS PARA 2D.....	14
2.1.3.2.1 COORDENADAS CARTESIANAS	14
2.1.3.2.1.1 COORDENADAS CARTESIANAS ABSOLUTAS ...	15
2.1.3.2.1.2 COORDENADAS CARTESIANAS RELATIVAS.....	17
2.1.3.2.2 COORDENADAS POLARES.....	18
2.1.3.2.2.1 COORDENADAS POLARES ABSOLUTAS	18
2.1.3.2.2.2 COORDENADAS POLARES RELATIVAS	19
2.1.3.3 COORDENADAS PARA 3D.....	20
2.1.3.3.1 COORDENADAS CILÍNDRICAS	20
2.1.3.3.1.1 COORDENADAS CILÍNDRICAS ABSOLUTAS.....	20
2.1.3.3.1.2 COORDENADAS CILÍNDRICAS RELATIVAS	21
2.1.3.3.2 COORDENADAS ESFÉRICAS	21
2.1.3.3.2.1 COORDENADAS ESFÉRICAS ABSOLUTAS	22
2.1.3.3.2.2 COORDENADAS ESFÉRICAS RELATIVAS.....	22
2.1.4 COORDENADAS AUTOMÁTICAS ORTOGONAIS	22
2.1.5 COMANDO CONSTRUCTION LINE	23
2.1.6 COMANDO POLYLINE	23

2.1.7 COMANDO POLYGON	24
2.1.8 COMANDO RECTANG	27
2.1.9 COMANDO ARC	27
2.1.10 COMANDO CIRCLE	29
2.1.11 COMANDO REVCLOUD.....	30
2.1.12 COMANDO SPLINE	31
2.1.13 COMANDO ELLIPSE	33
2.1.14 COMANDO ELLIPSE ARC.....	34
2.1.15 COMANDO POINT (NODE)	36
2.1.16 COMANDO HATCH	36
2.1.17 COMANDO REGION	41
2.1.18 COMANDO MULTILINE TEXT	43
2.2 FUNÇÕES DE PRECISÃO DE DESENHO	46
2.2.1 FUNÇÕES.....	46
2.2.1.1 SNAP	46
2.2.1.2 GRID	47
2.2.1.3 ORTHO	48
2.2.1.4 POLAR DE “AUTO TRACK”	49
2.2.1.5 OSNAP	49
2.2.1.6 OTRACK.....	51
2.2.1.7 LINEWEIGHT.....	52

3 BIBLIOGRAFIA DE REFERÊNCIA.....	54
-----------------------------------	----

1 INTRODUÇÃO

CAD – É a sigla CAD vem do inglês "Computer Aided Design" que significa Desenho Assistido por Computador.

O CAD é um programa utilizado mundialmente para a criação de projetos assistidos pelo computador, tendo aplicação para todas as áreas, como engenharias, mecânica, elétrica, hidráulica etc.

A finalidade deste material e das aulas é ensinar de forma prática, objetiva e didática, os principais recursos do CAD 2D.

As aulas abrangem a maioria das necessidades dos alunos e das empresas, enfocando de forma especial as partes principais do programa.

O CAD possui uma interface amigável que foi desenvolvida para proporcionar o rápido acesso a qualquer comando de desenho, modificação, cotação etc.

1.1 CURSOR

Pode ser configurado o tamanho da "cruz" (CROSSHAIR SIZE) do cursor através do atalho:

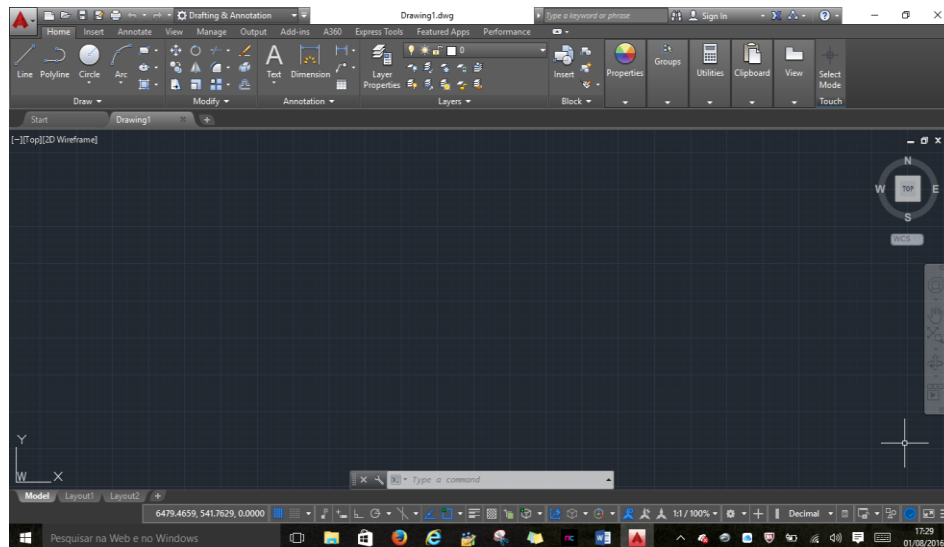
- OPTIONS – DISPLAY

Pode ser configurado o tamanho da abertura (APERTURE SIZE) do cursor através do atalho:

- OPTIONS – DRAFTING

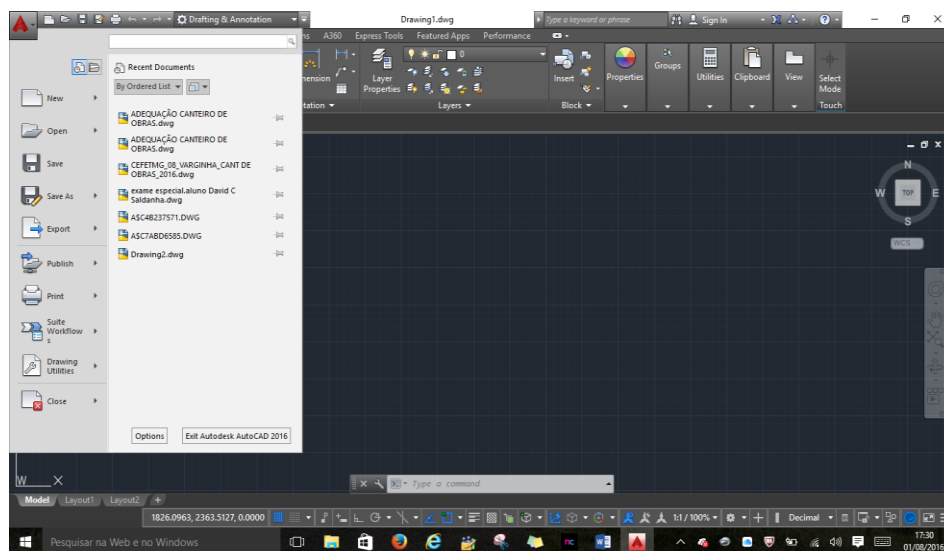
1.2 ÁREA GRÁFICA

É o local do CAD onde será construído o desenho – “model”.



1.3 ACESSO RÁPIDO

O menu suspenso permite o acesso as opções tais como: new, open, save etc.



1.3.1 NEW

Cria um novo desenho. No CAD.

1.3.2 OPEN

Abre um desenho já existente.

1.3.3 SAVE

Salva o desenho corrente. O CAD lhe pedirá um nome e localização para seu arquivo. Deve ser salvo apenas em discos rígidos.

1.3.4 SAVE AS

Tem a mesma função do comando “Save”, salvar um desenho. Com a diferença de lhe perguntar o nome do desenho antes de salvá-lo. Esse comando é utilizado para preservar o desenho já existente e inserir um novo nome e/ou outro local a ser salvo.

1.3.5 PRINT

Envia o desenho para que seja impresso em uma impressora gráfica ou “plotter”. Mostra uma amostra do desenho que será impresso ou plotado.

1.3.6 CLOSE

Fecha o arquivo em uso.

1.4 REGIÃO DE COMANDOS – PROMPT LINES

Com exceção da área gráfica é a região da tela do CAD mais importante. Mostra tudo que é realizado durante a elaboração dos desenhos. É a forma do CAD se comunicar com o usuário. O histórico de comandos pode ser acessado com a tecla “F2”.

1.5 SÍMBOLO DA UCS – USER COORDINATE SYSTEM

Serve para indicar a direção corrente dos eixos x e y. Pode ser modificado a localização da “UCS” através do comando “UCS”. Seu ícone pode ser alterado através do comando “UCSICON” em seguida digite “P” de “Properties”.

1.6 ABAS DE MODEL E LAYOUT

Na área chamada “model” o desenho/projeto é construído. Na região “layout” o desenho é preparado para a impressão.

1.7 TECLAS DE ACESSO RÁPIDO

F1 – Inicia a ajuda (HELP) do CAD.

F2 – Carrega a tela de texto.

F3 – Liga (ON) e desliga (OFF) o “OBJECT SNAP” – OSNAP. É o modo de precisão do CAD.

F4 – Liga (ON) e desliga (OFF) o “OBJECT SNAP 3D” – 3DOSNAP. É o modo de precisão do CAD.

F5 – Controla o “ISOPLAN” planos isométricos. Desenhos isométricos simulam desenhos em 3D.

Left. Alinha o “SNAP” e a grade sobre eixos de 90° e 150° graus.

Top. Alinha o “SNAP” e a grade sobre eixos de 30° e 150° graus.

Right. Alinha o “SNAP” e a grade sobre eixos de 30° e 90° graus.

F6 – Controlador das Coordenadas “Dynamic UCS”.

F7 – “GRID Ativa/Desativa o “GRID. Cria uma malha de pontos imaginárias na tela gráfica.

F8 – “ORTHO” Ativa/Desativa o “ORTHO”. Trava o cursor no eixo ortogonal, permitindo realizar linhas retas.

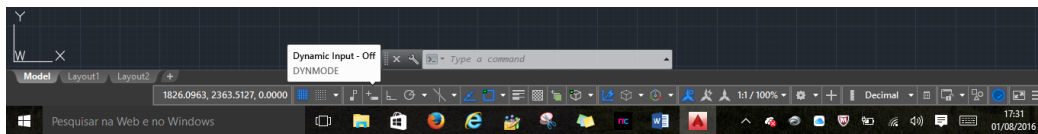
F9 – “SNAP” Ativa/Desativa o “SNAP. Permite um deslocamento ajustável do cursor, dependendo ou não da marcação do “GRID” ligado ou desligado.

F10 – Polar Ativa/Desativa “POLAR TRACKING”.

F11 – OTRACK Ativa/Desativa “Object Snap Tracking” (exibe projeções

em relação aos OSNAP'S ativos).

F12 – Liga e desliga o “Dynamic input”. Fornece uma interface de comando próximo ao cursor para ajudá-lo manter o foco na área de desenho de entrada de dados. Quando o “Dynamic input” está ligado, são exibidas as dicas de informações próximas ao cursor que é atualizado dinamicamente conforme o cursor se move. Quando um comando está ativo, as dicas de ferramentas fornecem um espaço para a entrada do usuário.



ESC – Cancela o comando ativo. Os usuários de CAD utilizam esta tecla com frequência.

ENTER – Confirma a maioria dos comandos e ativa o último comando realizado. Pode ser acessado com o botão direito do mouse.

1.8 BOTÕES DO MOUSE

O botão à esquerda é o botão de seleção do mouse ou um ponto de introdução.

O botão direito do mouse +CTRL ativa os comandos de “OSNAP”.

O botão à direita aciona o menu flutuante - para corresponde ao < ENTER >, “Undo”, entre outras opções.

Quando não tiver nenhum comando em andamento surgirá o “menu” flutuante padrão.

Outras configurações serão apresentadas conforme o comando que está em andamento.

1.8.1 CONFIGURAÇÃO DOS BOTÕES DO MOUSE

Os botões do “mouse” podem ser configurados conforme as preferências do usuário através do atalho:

- OPTIONS – USER PREFERENCES

Em seguida deve-se clicar no botão “RIGHT-CLICK CUSTOMIZATION”.

REGEN - Provoca uma regeneração do desenho, isto é, regenerar significa recalcular todas as entidades matemáticas contidas no desenho.

REDRAW – Redesenha e age sobre a forma de apresentação do desenho na tela.

1.10 COMANDO LIMITS

Define os limites da área de trabalho. Seu uso é necessário, pois auxilia na regeneração da imagem. Quando acionamos o “GRID”, o CAD usa a área delimitada pelo comando “LIMITS” para posicionar o “GRID”. O padrão do “LIMITS” é 420 x 297 unidades de desenhos.

1.11 UNIDADES NO CAD

O CAD é adimensional.

Quando, por exemplo, tivermos a distância entre dois pontos de 10 unidades, o CAD interpreta esta unidade como adimensional, ou seja, o que você trabalha considerando a leitura real que você irá desenvolver seu projeto; se fizer uma linha de 10 unidades podem ser 10 mm, 10 cm, 10 m, 10 km etc. Se começar um desenho trabalhando por exemplo que o passo de 1 seja 1 m todo desenho você deve considerar como trabalhando em metros; 0,5 m, 1 m, 10 m e assim sucessivamente. Lembrando quem trabalha na mecânica trabalha com milímetros assim 50 mm equivalem se deslocar 50 unidades na tela do CAD. Neste momento podem achar um pouco estranho, falar sobre tamanho real, mas memorize que sempre será melhor criar seus desenhos adotando medidas reais que você mediu ou adotou mediante uma unidade.

1.12 SÍMBOLOS ESPECIAIS

Alguns símbolos/caracteres especiais podem ser introduzidos nas edições dos textos executados no CAD através de combinações de teclas. As principais são descritas abaixo:

- %%C - Exibe o símbolo de DIÂMETRO (ϕ);
- %%D - Exibe o símbolo de GRAU ($^{\circ}$);
- %%P - Exibe o símbolo de MAIS/MENOS (\pm).

2 COMANDOS BÁSICOS PARA 2D

2.1 DRAW

2.1.2 COMANDO LINE

Cria segmentos de reta adjacentes. Uma linha pode ser um segmento ou uma série de segmentos conectados, mas cada segmento é um objeto de linha independente.

LINHA DE COMANDO
L

2.1.3 COORDENADAS

Todos os objetos no CAD possuem coordenadas espaciais, x, y e z. Essas coordenadas dependem da orientação adotada pelo sistema de coordenadas.

- Finalmente podemos usar o comando “PO” para inserir pontos que podem ajudar em desenhos 3D mais complexos. A configuração do estilo do ponto é dada por “DDPTYPE” na linha de comando.

2.1.3.1 UCS E WCS

O sistema que o CAD usa para armazenar as coordenadas dos objetos criados se chama WCS (world coordinate system), ou conhecido também como global. Não pode ser alterado. Mantém as informações em uma base de dados que não sofre alteração.

Os usuários também podem definir seu próprio sistema de coordenadas que se chama UCS (user coordinate system). Em desenhos bidimensionais a coordenada z será considerada com valor zero. Os dois sistemas levam em consideração uma origem que permanece fixa em $x=0$, $y=0$ e $z=0$.

A forma da WCS pode ser configurada através do comando “UCSICON”.

Quando precisamos construir uma entidade gráfica com dimensões exatas no CAD, necessitamos orientar esta construção fornecendo dados de sentido e valores pelo mouse ou digitado através do teclado (PROMPT LINES).

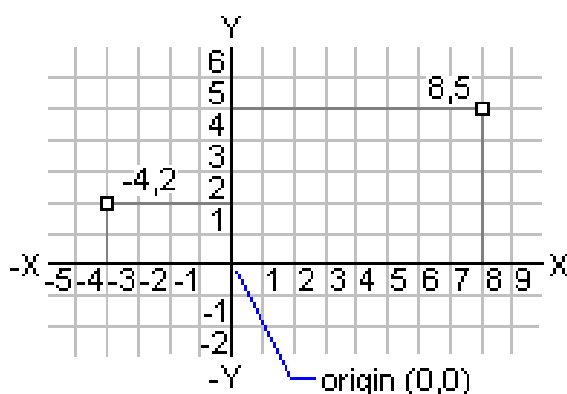
É o que chamamos de entradas de coordenadas. Estas coordenadas podem ser coordenadas cartesianas ou polares, absolutas ou relativas.

2.1.3.2 COORDENADAS PARA 2D

2.1.3.2.1 COORDENADAS CARTESIANAS

Um sistema de coordenadas cartesianas tem três eixos: X, Y, and Z. Quando você insere valores de coordenadas, indica uma distância do ponto (em unidades) e sua direção (+ ou -) ao longo dos eixos X, Y, e Z em relação à origem do sistema de coordenadas (0,0,0).

Em 2D, você especifica pontos sobre o plano XY, também chamado de plano de construção. O plano de construção é similar a uma folha plana de papel quadriculado. O valor de X de uma coordenada cartesiana especifica a distância horizontal e o valor de Y especifica a distância vertical. O ponto de origem (0,0) indica onde os dois eixos fazem interseção.



Observação:

- Para ativar ou desativar o uso “@” devemos usar o “Dynamic Input¹” Também é possível digitar na linha de variável “DYNPICOORDS” e inserir os valores “0” ou “1”. Conforme a necessidade de entrada de coordenadas relativas ou absolutas.
- DYNPICOORDS = 0 torna a entrada de dados relativa ao ponto anterior.
- DYNPICOORDS = 1 torna a entrada de dados absoluta.

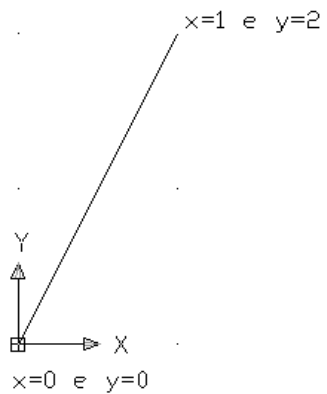
2.1.3.2.1.1 COORDENADAS CARTESIANAS ABSOLUTAS

São especificados os valores de x e y em relação à origem $x=0$, $y=0$ e $z=0$. Tem o formato de X, Y. É essencial a introdução da vírgula entre os valores.

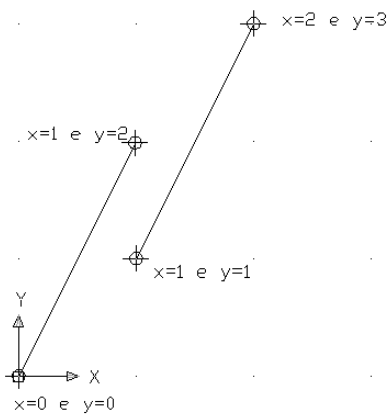
Exemplos:

Desejamos desenhar uma linha entre o ponto inicial $x=0$ e $y=0$ e o ponto final $x=1$ e $y=2$.

¹ Dynamic input - Fornece uma interface de comando próximo ao cursor para ajudá-lo manter o foco na área de desenho de entrada de dados. Quando o “Dynamic input” está ligado, são exibidas as dicas de informações próximas ao cursor que é atualizado dinamicamente conforme o cursor se move. Quando um comando está ativo, as dicas de ferramentas fornecem um espaço para a entrada do usuário.

<p>Command: line</p> <p>Specify first point: 0,0</p> <p>Specify next point or [Undo]: 1,2</p> <p>Specify next point or [Undo]: <enter></p>	
--	--

Desejamos desenhar uma linha entre o ponto inicial $x=1$ e $y=1$ e o ponto final $x=2$ e $y=3$.

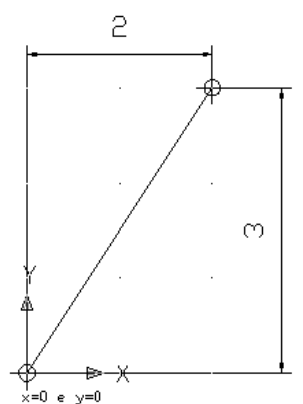
<p>Command: l</p> <p>LINE Specify first point: 1,1</p> <p>Specify next point or [Undo]: 2,3</p> <p>Specify next point or [Undo]: <enter></p>	
--	--

2.1.3.2.1.2 COORDENADAS CARTESIANAS RELATIVAS

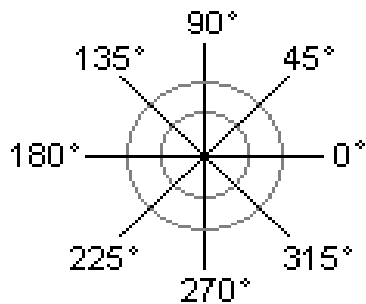
São especificados os valores de x e y em relação a um ponto anterior. Para tanto usamos o símbolo de arroba (@) antes das coordenadas. Tem o formato de @ X , Y.

Exemplos:

Desejamos desenhar uma linha entre o ponto inicial $x=0$ e $y=0$ e A PARTIR DESTA PONTO SE DESLOCAR 2 unidade de desenho na direção x positiva e 3 na direção y positiva.

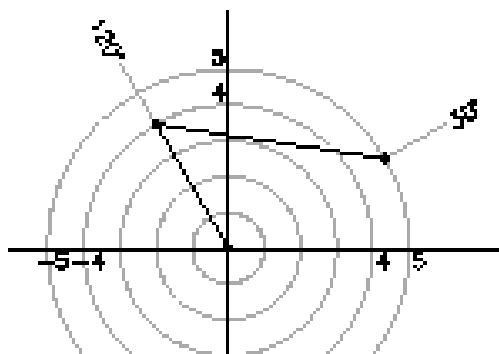
<p>Command: l</p> <p>LINE Specify first point: 0,0</p> <p>Specify next point or [Undo]: @2,3</p> <p>Specify next point or [Undo]: <enter></p>	
---	---

2.1.3.2.2 COORDENADAS POLARES



2.1.3.2.2.1 COORDENADAS POLARES ABSOLUTAS

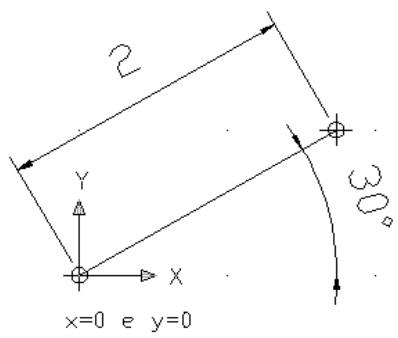
Necessitamos fornecer uma medida de distância e um ângulo para localizar um determinado ponto. São especificados os valores em relação à origem $x=0$, $y=0$ e $z=0$. Para tanto usamos o símbolo de menor ($<$) para separar a distância do ângulo. Tem o formato de DISTANCIA < ÂNGULO.



Command: line From point: 0,0 To point: 4<120 To point: 5<30

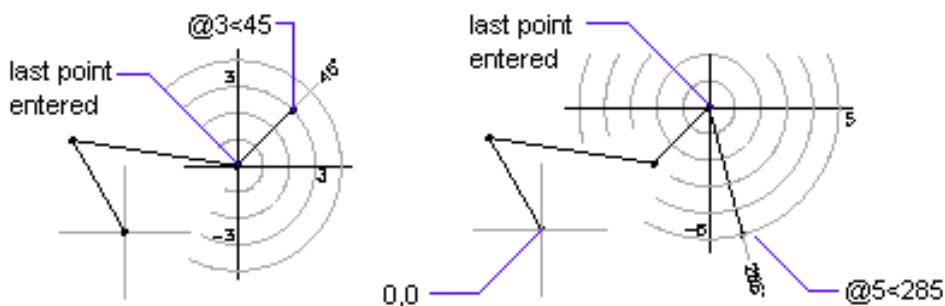
Exemplos:

Desejamos desenhar uma linha entre o ponto inicial $x=0$ e $y=0$ e o ponto final 2 unidades de desenho a um ângulo de 30°.

<p>Command: l</p> <p>LINE Specify first point: 0,0</p> <p>Specify next point or [Undo]: 2<30</p> <p>Specify next point or [Undo]: <enter></p>	
--	--

2.1.3.2.2 COORDENADAS POLARES RELATIVAS

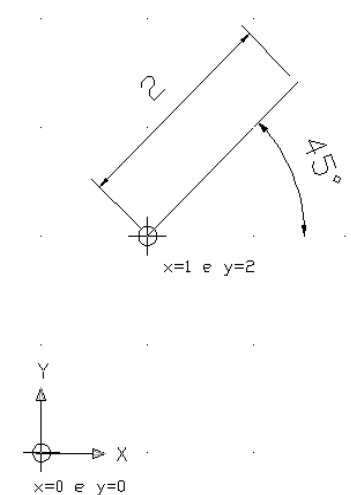
São especificados os valores de x e y em relação a um ponto anterior. Para tanto usamos o símbolo de arroba (@) antes da distância e o símbolo de menor (<) para separar a distância do ângulo. Tem o formato de @ DISTÂNCIA < ÂNGULO.



To point: @3<45 To point: @5<285

Exemplos:

Desejamos desenhar uma linha entre o ponto inicial $x=1$ e $y=2$ e A PARTIR DESTA PONTO SE DESLOCAR 2 unidades de desenho a um ângulo de 45° .

<p>Command: l</p> <p>LINE Specify first point: 1,2</p> <p>Specify next point or [Undo]: @2<45</p> <p>Specify next point or [Undo]:<enter></p>	
--	--

2.1.3.3 COORDENADAS PARA 3D

Especificar coordenadas em 3D é o mesmo que especificá-las em 2D, adicionando uma terceira dimensão, o eixo Z. Ao desenhar em 3D, você especifica os valores das coordenadas X, Y e Z no sistema de coordenadas universal (WCS) ou no sistema de coordenadas do usuário (UCS).

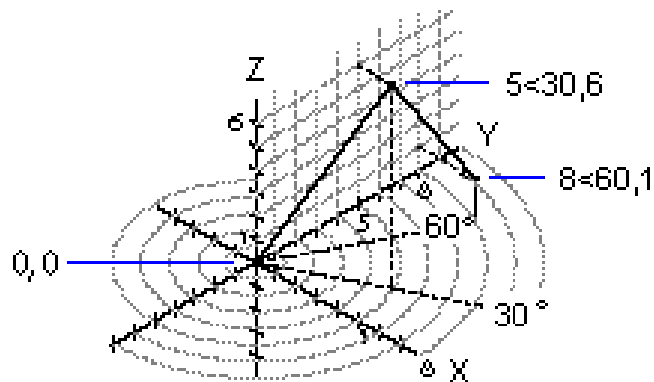
2.1.3.3.1 COORDENADAS CILÍNDRICAS

A inserção de coordenadas cilíndricas é semelhante à inserção de coordenadas polares 2D, mas com a inclusão de uma distância adicional a partir da coordenada polar perpendicular ao plano XY. Você pode localizar um ponto especificando sua distância ao longo de um ângulo em relação ao eixo X do UCS e seu valor Z perpendicular ao plano XY.

2.1.3.3.1.1 COORDENADAS CILÍNDRICAS ABSOLUTAS

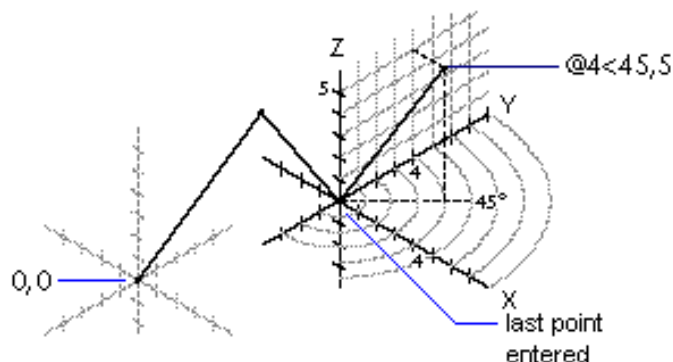
Sintaxe: X < [ÂNGULO COM O EIXO X no plano XY] , Z

Na ilustração a seguir, a coordenada 5 < 60, 6 indica um ponto a 5 unidades da origem do UCS atual, 60 graus a partir do eixo X no plano XY e 6 unidades ao longo do eixo Z



2.1.3.3.1.2 COORDENADAS CILÍNDRICAS RELATIVAS

É necessário definir um ponto anterior. Você poderá entrar com coordenadas cilíndricas relativas através do sinal @. Na ilustração a seguir, a coordenada cilíndrica relativa @4<45,5 indica um ponto a 4 unidades no plano XY do último ponto inserido, não do ponto de origem da UCS, a um ângulo de 45° da direção positiva de X. A linha estende-se à coordenada z 5.



2.1.3.3.2 COORDENADAS ESFÉRICAS

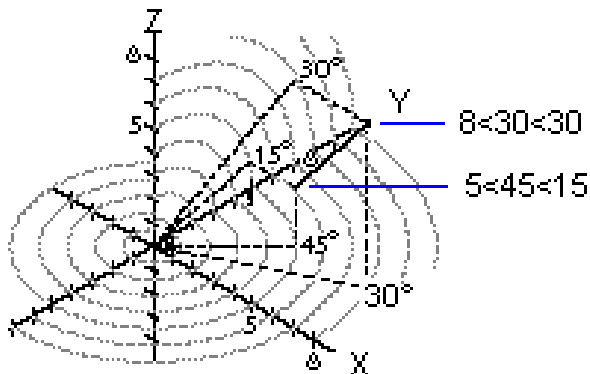
A inserção de coordenadas esféricas em 3D também é semelhante à inserção de coordenadas polares em 2D. Você pode localizar um ponto especificando sua distância em relação à origem da UCS atual, seu ângulo em relação ao eixo X (no plano XY) e seu ângulo em relação ao plano XY, separados por um sinal de (<).

2.1.3.3.2.1 COORDENADAS ESFÉRICAS ABSOLUTAS

Sintaxe: X < [ÂNGULO DO EIXO X] < [ÂNGULO DO PLANO XY]

Na ilustração a seguir, a coordenada 8<60<30 indica um ponto a 8 unidades em relação à origem do UCS atual no plano XY, a 60 graus do eixo X no plano XY e 30 graus acima do plano XY.

A coordenada 5<45<15 indica um ponto a 5 unidades em relação à origem do UCS atual no plano XY, a 45 graus do eixo X no plano XY e 15 graus acima do plano XY.



2.1.3.3.2.2 COORDENADAS ESFÉRICAS RELATIVAS

É necessário definir um ponto anterior. Você poderá inserir coordenadas esféricas relativas através do sinal de @.

2.1.4 COORDENADAS AUTOMÁTICAS ORTOGONAIS

Este comando é usado deslocando o mouse para o lado que se deseja construir a linha vertical ou horizontal, sendo que o “ORTHO” deve estar ligado, teclando em F8 ou clicando no botão “ORTHO” na barra de status.

Quanto às diagonais e linhas oblíquas devem ser dadas coordenadas cartesianas ou polares.

Lembrando também que a execução das diagonais e linhas oblíquas deve ser digitada normalmente ou através das coordenadas cartesianas ou

polares dependendo dos dados.

2.1.5 COMANDO CONSTRUCTION LINE

Gera linhas de construção que se estendem através do infinito em uma ou ambas as direções.

LINHA DE COMANDO
XL

Exemplo do uso do comando. Especifique um ponto ou [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: Para o caso de “Bisect”: gera linhas de construção através de um vértice e bissecciona o ângulo entre duas linhas.

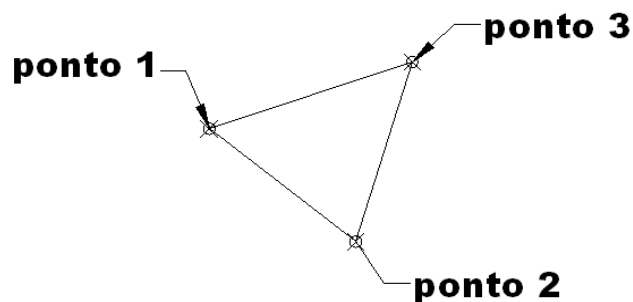
<p>Specify angle vertex point: ponto (1)</p> <p>Specify angle start point: ponto (2)</p> <p>Specify angle end point: ponto (3)</p>	
--	--

2.1.6 COMANDO POLYLINE

Uma poli linha é uma sequência conectada de segmentos de linha ou arco criados como um objeto único.

LINHA DE COMANDO
PL

Command: PL	
PLINE	
Specify start point: ponto 1	
Current line- width is 0.0000	
Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/ Undo/Width]: ponto 2	
Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/L ength/Undo/Width]: ponto 3	
Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/L ength/Undo/Width]: C	

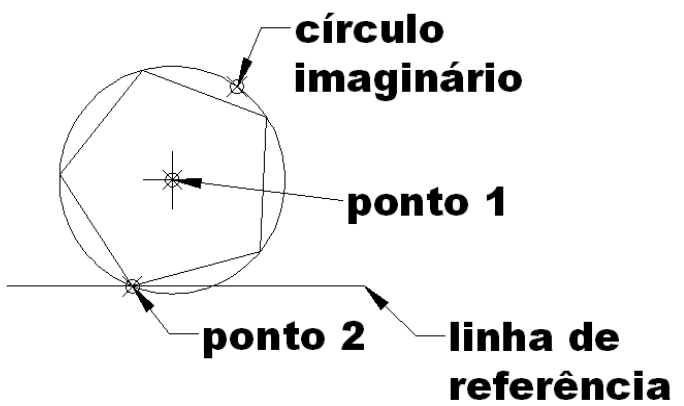


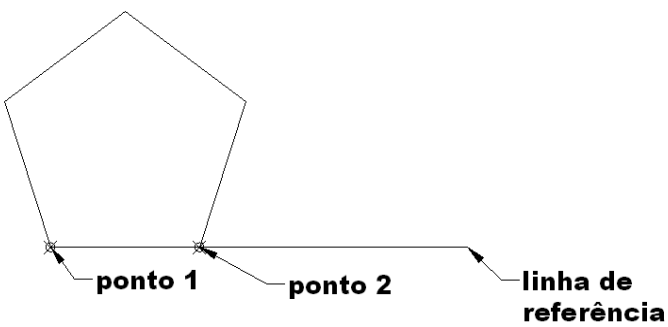
2.1.7 COMANDO POLYGON

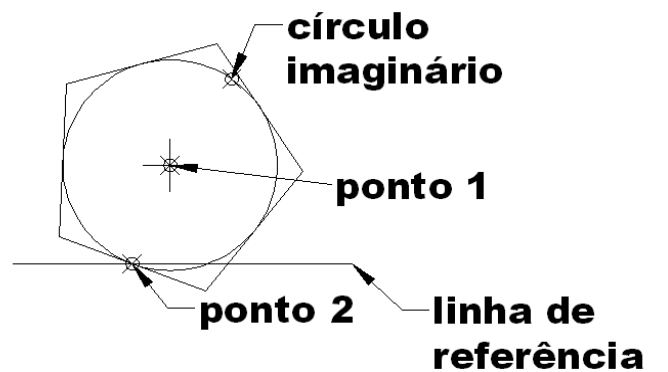
Gera polígonos regulares compostos por poli linhas fechadas, conectadas entre 3 e 1024 lados iguais. Um polígono pode ser inscrito ou

circunscrito sobre uma circunferência imaginária.

LINHA DE COMANDO
POL

<p>POLYGON</p> <p>Enter number of sides <5>:</p> <p>Specify center of polygon or [Edge]: ponto 1</p> <p>Enter an option [Inscribed in circle/Circumscribed about circle] <I>:</p> <p>Specify radius of circle: ponto 2</p>	
---	---

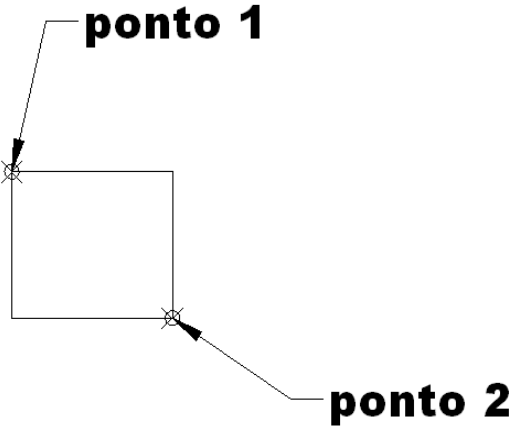
<p>POLYGON</p> <p>Enter number of sides <5>:</p> <p>Specify center of polygon or [Edge]: e</p> <p>Specify first endpoint of edge: ponto 1</p> <p>Specify second endpoint of edge: ponto 2</p>	
--	--

<p>POLYGON</p> <p>Enter number of sides <5>:</p> <p>Specify center of polygon or [Edge]: ponto 1</p> <p>Enter an option [Inscribed in circle/Circumscribed about circle] <C>:</p> <p>Specify radius of circle: ponto 2</p>	
---	--

2.1.8 COMANDO RECTANG

Este comando gera retângulos compostos por poli linhas conectadas.

LINHA DE COMANDO
REC

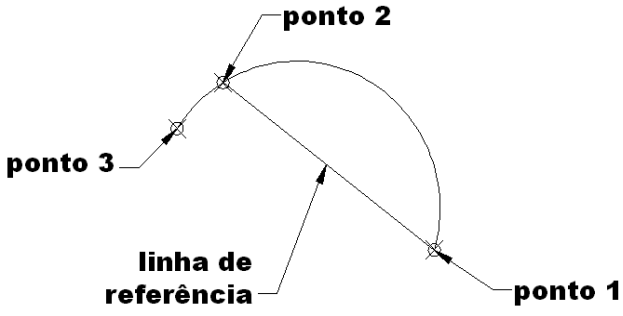
<p>Command:</p> <p>REC</p> <p>RECTANG</p> <p>Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]: ponto 1</p> <p>Specify other corner point or [Dimensions]: ponto 2</p>	
---	---

2.1.9 COMANDO ARC

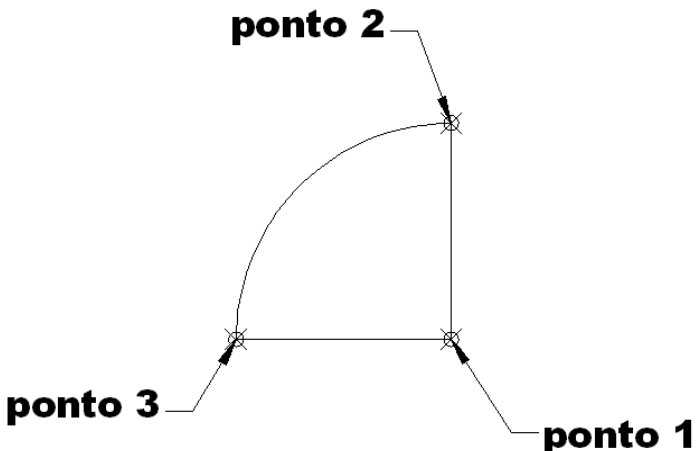
Gera arcos de circunferência. Existem várias formas de especificar um arco no CAD.

LINHA DE COMANDO
A

Especificando três pontos.

<p>Command: a</p> <p>ARC Specify start point of arc or [Center]: ponto 1</p> <p>Specify second point of arc or [Center/End]: ponto 2</p> <p>Specify end point of arc: ponto 3</p>	
---	--

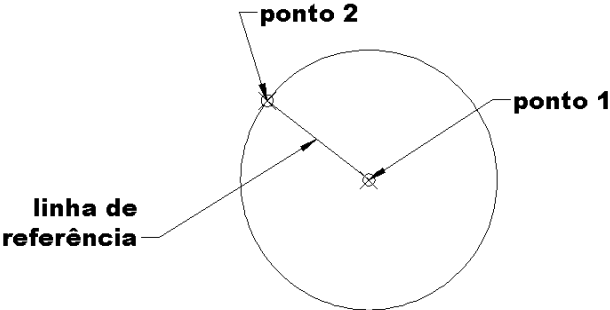
Especificando o centro do arco.

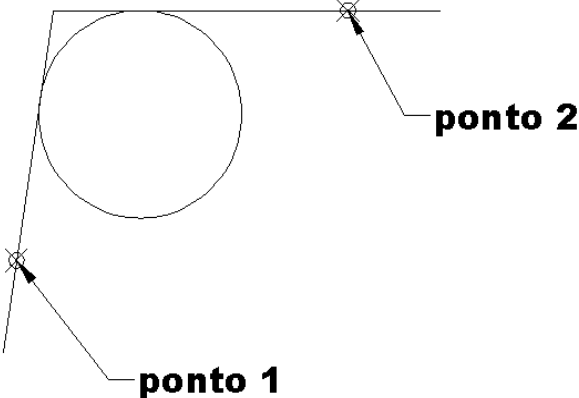
<p>Command: a</p> <p>ARC Specify start point of arc or [Center]: c</p> <p>Specify center point of arc: ponto 1</p> <p>Specify start point of arc: ponto 2</p> <p>Specify end point of arc or [Angle/chord Length]: ponto 3</p>	
--	--

2.1.10 COMANDO CIRCLE

Podemos criar circunferências de várias formas com esse comando. Pode gerar circunferências com centro e raio ou dois pontos definindo diâmetro ou três pontos definindo circunferência ou tangente, tangente e raio.

LINHA DE COMANDO
C

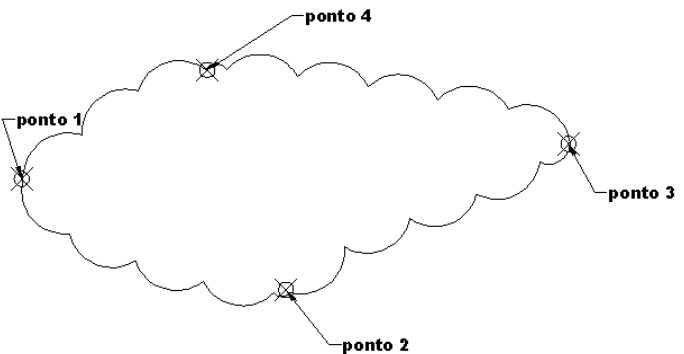
<p>Command: C</p> <p>CIRCLE</p> <p>Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:</p> <p>ponto 1</p> <p>Specify radius of circle or [Diameter]</p> <p><25.5730>: ponto 2</p>	
--	---

<p>Command: C</p> <p>CIRCLE</p> <p>Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: T</p> <p>Specify point on object for first tangent of circle: ponto 1</p> <p>Specify point on object for second tangent of circle: ponto 2</p> <p>Specify radius of circle <10.0000>: 10</p>	
--	--

2.1.11 COMANDO REVCLLOUD

Cria uma poli linha com arcos sequências na forma de nuvem.

LINHA DE COMANDO
REVCLLOUD

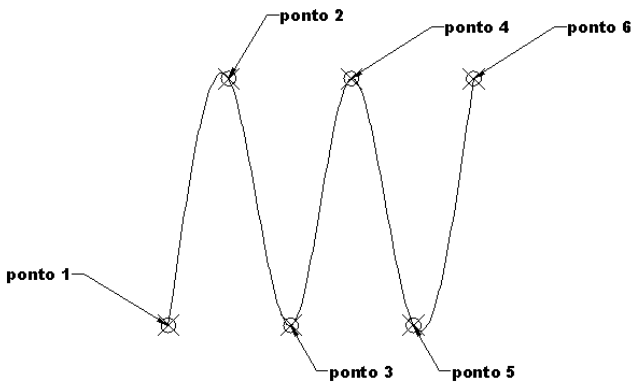
<p>Command:</p> <p>revcloud</p> <p>Minimum arc length: 15 Maximum arc length: 15</p> <p>Specify start point or [Arc length/Object]</p> <p><Object>: ponto 1</p> <p>Guide crosshairs along cloud path...</p> <p>pontos 2, 3 e 4</p> <p>Revision cloud finished.</p>	
--	--

2.1.12 COMANDO SPLINE

Cria uma curva suave que passa por um determinado conjunto de pontos. As SPLINES são úteis para criação de curvas com formas irregulares, por exemplo, para desenhar linhas de contorno para aplicativos de sistemas de informações geográficas (GIS, geographic information system) ou projetos de automóveis.

O CAD usa uma curva específica matemática denominada de “NURBS” (nonuniform rational B-splines).

LINHA DE COMANDO
SPL

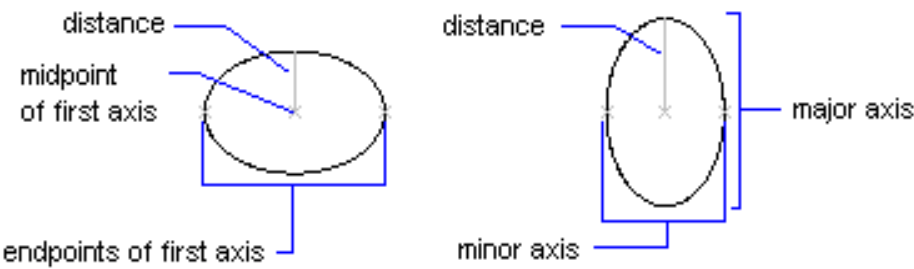
<p>Command: spl</p> <p>SPLINE</p> <p>Specify first point or [Object]: ponto 1</p> <p>Specify next point: ponto 2</p> <p>Specify next point or [Close/Fit tolerance] <start tangent>: ponto 3</p> <p>Specify next point or [Close/Fit tolerance] <start tangent>: ponto 4</p> <p>Specify next point or [Close/Fit tolerance] <start tangent>: ponto 5</p> <p>Specify next point or [Close/Fit tolerance] <start tangent>: ponto 6</p> <p>Specify next point or [Close/Fit tolerance] <start tangent>: <enter></p> <p>Specify start tangent: <enter></p> <p>Specify end tangent: <enter></p>	
--	--

2.1.13 COMANDO ELLIPSE

Podemos gerar elipses completas e arcos elípticos.

LINHA DE COMANDO
EL

Denominação dos eixos da elipse.

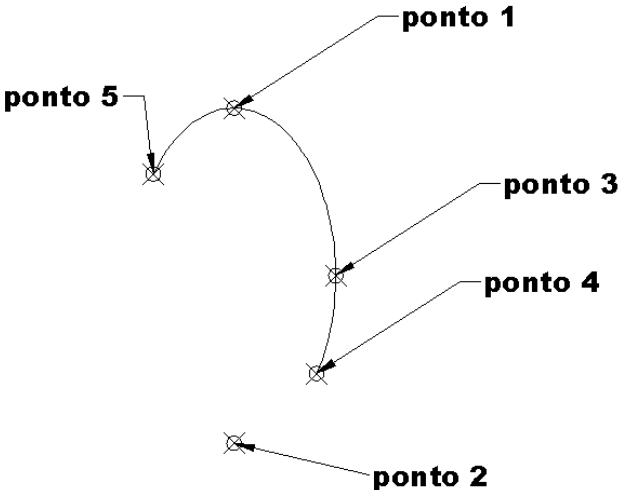


<p>Command: EL</p> <p>ELLIPSE</p> <p>Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center]: ponto 1</p> <p>Specify other endpoint of axis: ponto 2</p> <p>Specify distance to other axis or [Rotation]: ponto 3</p>	
--	--

2.1.14 COMANDO ELLIPSE ARC

Podemos gerar elipses completas e arcos elípticos.

LINHA DE COMANDO
EL <ENTER> A

<p>Command: el</p> <p>ELLIPSE</p> <p>Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center]: a</p> <p>Specify axis endpoint of elliptical arc or [Center]: ponto 1</p> <p>Specify other endpoint of axis: ponto 2</p> <p>Specify distance to other axis or [Rotation]: ponto 3</p> <p>Specify start angle or [Parameter]: ponto 4</p> <p>Specify end angle or [Parameter/Included angle]: ponto 5</p>	
---	--

2.1.15 COMANDO POINT (NODE)

Os objetos de ponto são úteis, por exemplo, como pontos de nó ou referência. É possível definir a forma e o tamanho. De forma que o ponto seja visível na tela é necessário acessar os estilos de ponto. **Estilos de pontos podem ser acessados no pelo comando “DDPTYPE”.**

LINHA DE COMANDO
PO

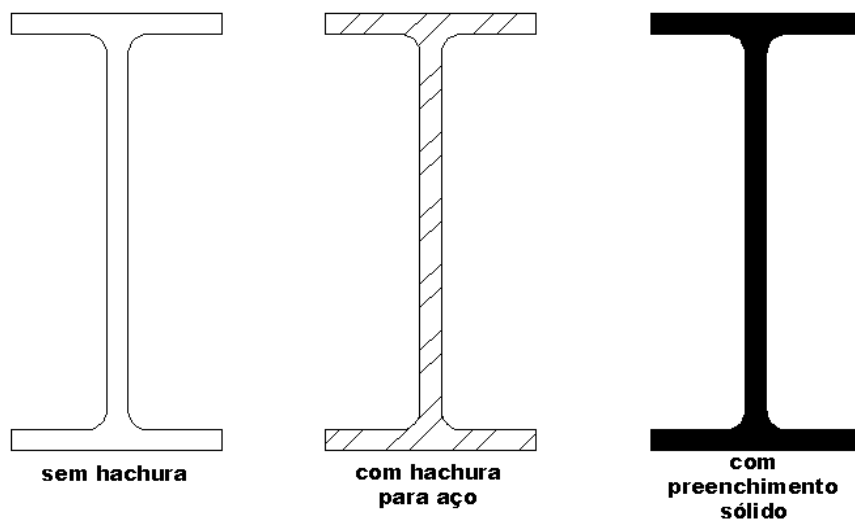
2.1.16 COMANDO HATCH

As hachuras preenchem uma área específica em um desenho como um padrão. Você pode hachurar uma área delimitada ou um limite especificado utilizando o comando HATCH. A área precisa ser “fechada”.

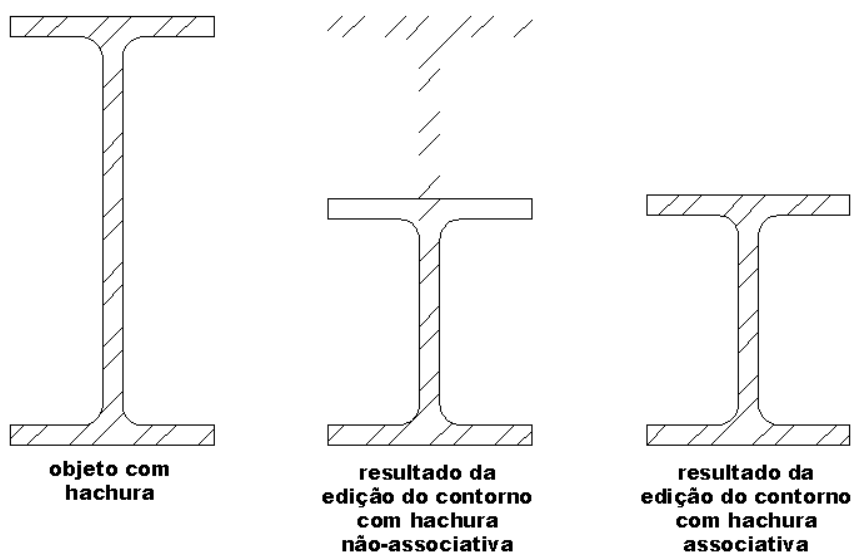
LINHA DE COMANDO
H

O diálogo “HATCH” pode ser acessado pela opção “T” que quer dizer “seTtings”.

A hachura pode ser aplicada conforme o material do objeto desenhado ou então com um preenchimento sólido.

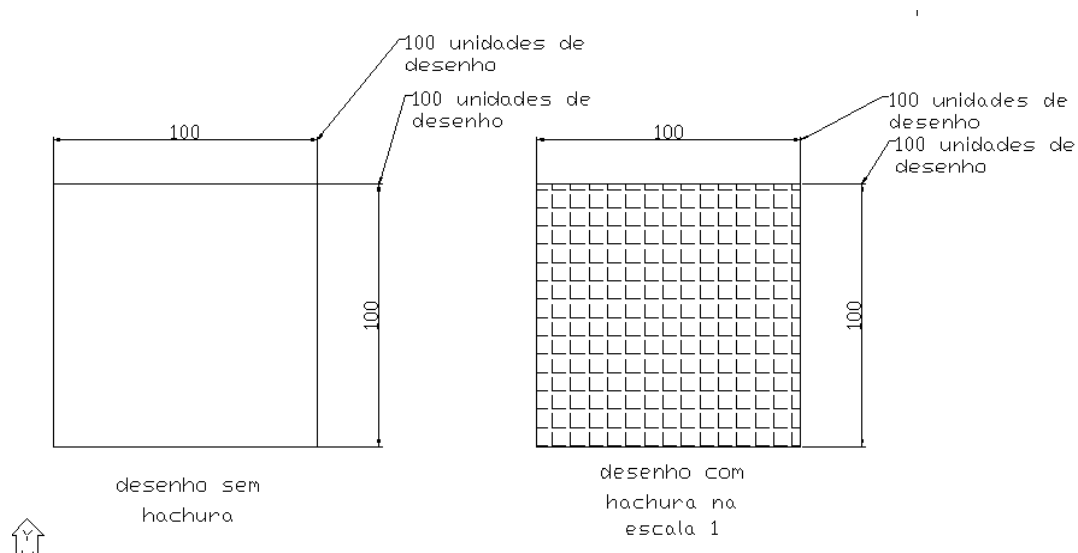


Podemos criar hachuras associativas ou não-associativas. As hachuras associativas são vinculadas aos seus limites e atualizadas quando os limites são modificados. Hachuras não-associativas são independentes de seus limites, independentes do contorno do desenho.

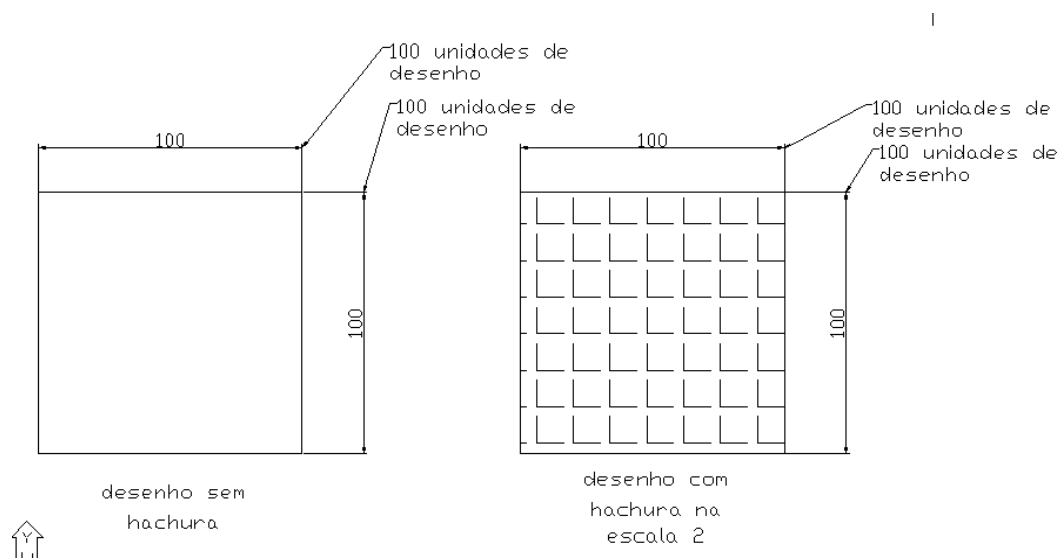


Exemplos de escala.

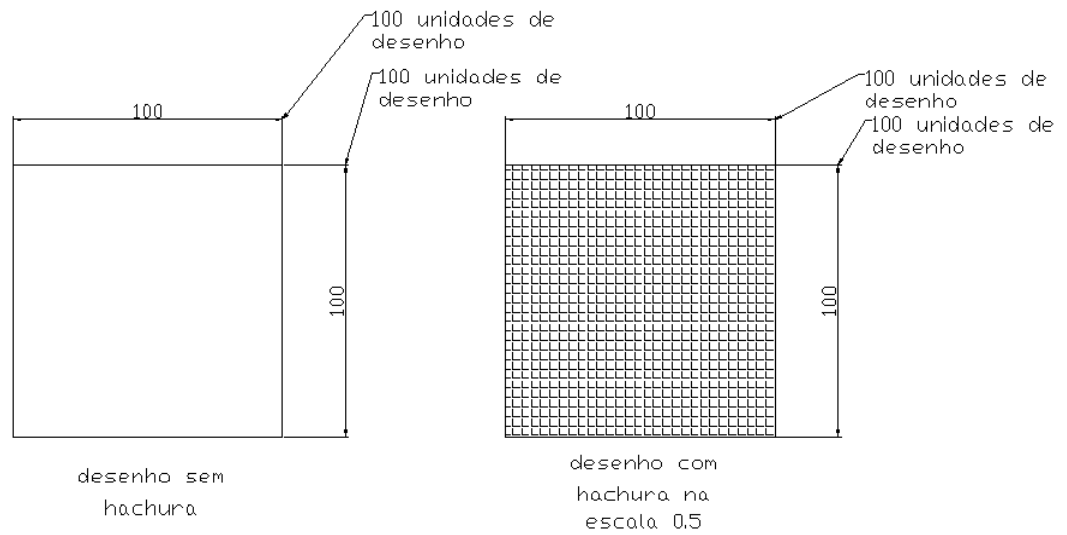
Hachura ANGLE com escala 1.



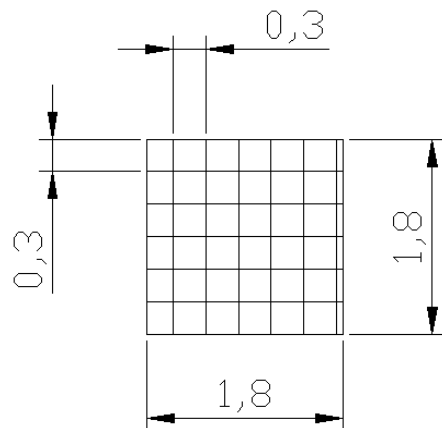
Hachura ANGLE com escala 2.



Hachura ANGLE com escala 0.5.



Outro exemplo com TYPE = USER DEFINED com SPACING = 0.3 e selecionando DOUBLE. Atenção para as dimensões do desenho que são 1,8 x 1,8 unidades de desenho.



A Figura 1 a seguir descrevem os padrões de hachuras e suas descrições.

Padrão	Descrição
ANGLE	Chapa de aço com recartilhado em ângulo reto
ANSI31	Ferro, tijolo, alvenaria com pedra (padrão ANSI)
ANSI32	Aço (padrão ANSI)
ANSI33	Bronze, latão, cobre (padrão ANSI)
ANSI34	Plástico, borracha (padrão ANSI)
ANSI35	Material refratário, tijolo para aplicações térmicas (padrão ANSI)
ANSI36	Mármore, ardósia, vidro (padrão ANSI)
ANSI37	Chumbo, zinco, magnésio, isolamento de som, térmico, elétrico (padrão ANSI)
ANSI38	Alumínio (padrão ANSI)
AR-B816	Bloco 8x16" para elevação (arquitetura)
AR-B816C	Bloco 8x16" para elevação com junta (arquitetura)
AR-B88	Bloco 8x8" para elevação (arquitetura)
AR-BRELM	Tijolo padrão inglês para elevação com junta (arquitetura)
AR-BRSTD	Tijolo para elevação (arquitetura)
AR-CONC	Concreto com pontos e pedras aleatórias (arquitetura)
AR-HBONE	Tijolo para piso a 45 graus, similar a tacos (arquitetura)
AR-PARQ1	Piso de pequenos tacos 2x12": padrão de 12x12" (arquitetura)
AR-RROOF	Textura simples para telhado (arquitetura)
AR-RSHKE	Textura para telhado de madeira (arquitetura)
AR-SAND	Areia (arquitetura)
BOX	Recartilhados quadrados em chapa de aço
BRASS	Latão
BRICK	Tijolo ou superfície do tipo alvenaria
BRSTONE	Tijolo intercalado com pequenas pedras
CLAY	Argila, barro
CORK	Cortiça
CROSS	Série de cruzes
DASH	Linhas tracejadas
DOLMIT	Camadas de pedra (geologia)

Padrão	Descrição
DOTS	Série de pontos
EARTH	Terra
ESCHER	Estrutura
FLEX	Materiais flexíveis
GRASS	Grama
GRATE	Grade
GRAVEL	Pedregulho, cascalho
HEX	Hexágonos
HONEY	Colmeia
HOUND	Tecido axadrezado
INSUL	Material de isolamento
LINE	Linhas paralelas horizontais
MUDST	Barro e areia
NET	Grade vertical e horizontal
NET3	Grade triangular
PLAST	Plástico
PLASTI	Plástico
SACNCR	Concreto
SQUARE	Pequenos quadrados alinhados
STARS	Estrela de davi
STEEL	Aço (não padronizado)
SWAMP	Pântano
TRANS	Material para transferência de calor
TRIANG	Triângulos equiláteros
ZIGZAG	Zigue-zague (efeito de escada)


Figura 1 – Padrões de hachuras e suas descrições.

Fonte: AUTODESK, 2012.

2.1.17 COMANDO REGION

Cria um objeto do tipo região a partir de um conjunto selecionado de objetos existentes. As regiões são consideradas áreas bidimensionais criadas a partir de formas “fechadas”.

LINHA DE COMANDO
REG

<p>Command: reg</p> <p>REGION</p> <p>Select objects:</p> <p>Specify opposite corner:</p> <p>4 found</p> <p>Select objects:</p> <p>1 loop extracted.</p> <p>1 Region created.</p>	 <p>desenho sem região</p> <p>desenho com região e após aplicar o comando SHADE</p>
--	---

Após a aplicação da “REGION” podemos obter informações a respeito da região gerada. Centro de gravidade, área, momentos de inércia, etc. São possíveis de serem obtidos pelo comando “MASSPROP”.

Usando o desenho (região) temos:

Command: MASSPROP

Select objects: 1 found

Select objects:

----- REGIONS -----

Area: 10700667.6143

Perimeter: 14156.3737

Bounding box: X: -1393.1379 -- 3163.2661 Y: -10391.2769 -- -
7391.2769

Centroid: X: 1328.4225 Y: -8907.1213

Moments of inertia: X: 8.5599E+14 Y: 3.2318E+13

Product of inertia: XY: -1.2631E+14

Radii of gyration: X: 8943.9602 Y: 1737.8754

Principal moments and X-Y directions about centroid:

I: 7.0228E+12 along [0.9989 0.0468]

J: 1.3449E+13 along [-0.0468 0.9989]

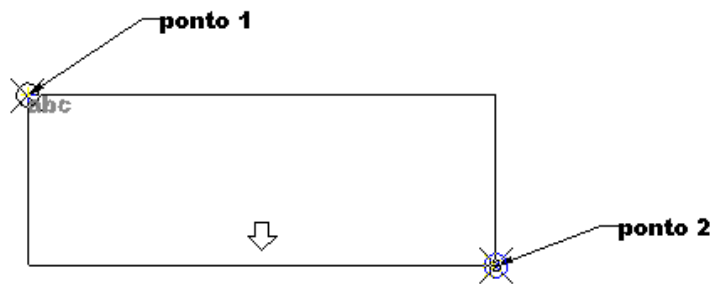
2.1.18 COMANDO MULTILINE TEXT

Cria um texto com várias linhas, como um parágrafo.

LINHA DE COMANDO
MT

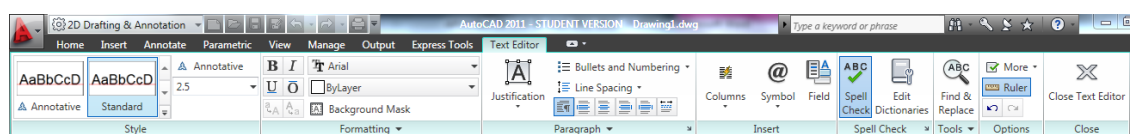
Ao usar o comando será necessário clicar com o “mouse” no local

desejado e “abrir” um retângulo, que constituirá os limites do texto.



<p>Command: MT</p> <p>MTEXT Current</p> <p>text style: "Standard"</p> <p>Text height: 2.5</p>	
<p>Specify first corner: ponto 1</p> <p>Specify opposite corner or</p> <p>[Height/Justify/Line spacing/Rotation/Style/Wi dth]: ponto 2</p> <p>DIGITE O TEXTO E CLIQUE EM <OK></p>	

Guia TEXT EDITOR

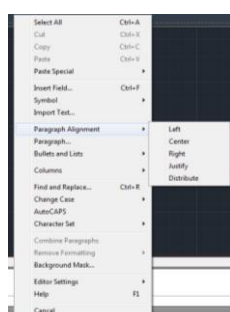


Estilo, fonte, altura, negrito, itálico, sublinha, desfazer, empilhado, cores etc.

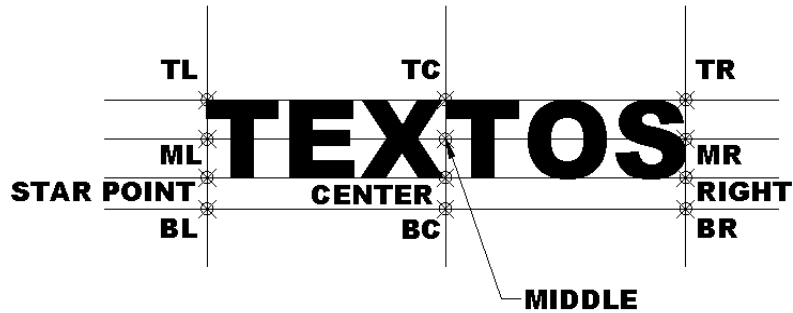
Opções do comando.

Height	Altura do texto
Justify	Alinhamento do texto
Line spacing	Espaço entre linhas
Rotation	Ângulo da moldura
Style	Estilo do texto a ser usado
Width	Largura do texto

Também é possível formatar o texto durante a digitação, basta clicar com o botão direito do “mouse” na tela e teremos o “menu” suspenso abaixo com opções para a justificação de texto.



A figura a seguir mostra os possíveis alinhamentos de texto.



2.2 FUNÇÕES DE PRECISÃO DE DESENHO

É necessário configurar o ambiente de trabalho do CAD de acordo com as características exigidas em seu projeto e nas normas da empresa que trabalha. Limites, tipos de unidades e o grau de precisão entre outras.

Podem ser configuradas através do comando “DSETTINGS” que abre o diálogo correspondente.

LINHA DE COMANDO
DS

2.2.1 FUNÇÕES

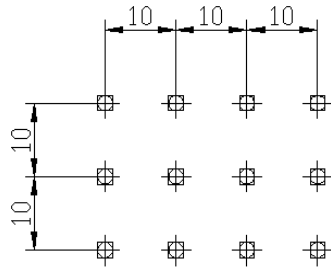
Os comandos básicos precisam ser ligados ou desligados conforme a necessidade. Podemos usar o “mouse” ou as teclas de atalho.

2.2.1.1 SNAP

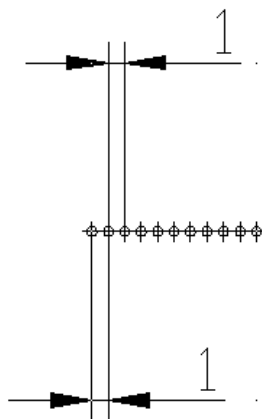
Deslocamento pela tela incremental, o movimento do cursor fica “preso” ou livre. Impede que o cursor assuma posições intermediárias na tela. O incremento é chamado de aspecto. O “snap” pode ser ligado ou desligado pela tecla “F9”. Para acessar o diálogo “DS” clique com o botão direito do mouse sobre a barra de status no rodapé conforme o indicado na figura e selecione “settings”.



Exemplo de “snap” com 10 unidades de desenho.



Exemplo de “snap” com 1 unidade de desenho.

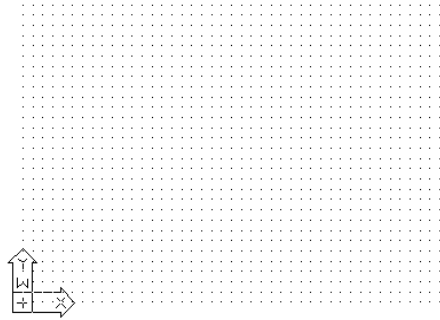


2.2.1.2 GRID

O “grid” é comparado com uma tela de papel quadriculado, como papel milimétrico.

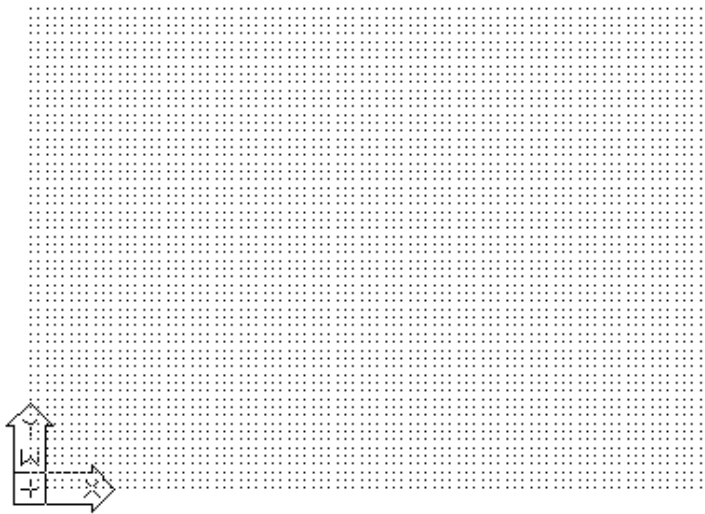
Para acessar o diálogo “DS” clique com o botão direito do mouse sobre a barra de status e selecione “settings”.

Exemplo de “grid” com 10 unidades desenho entre os pontos.



É possível que o “grid” coincida com o “snap”, porém são características de apoio ao desenho independentes. A distância entre os pontos do “grid” também se chama aspecto. O “grid” pode ser ligado ou desligado pela tecla “F7”.

Exemplo de “grid” com 5 unidades desenho. A distância entre os pontos é de cinco unidades de desenho.



O “grid” poderá coincidir com o “snap”, caso seja necessário ou o usuário deseje.

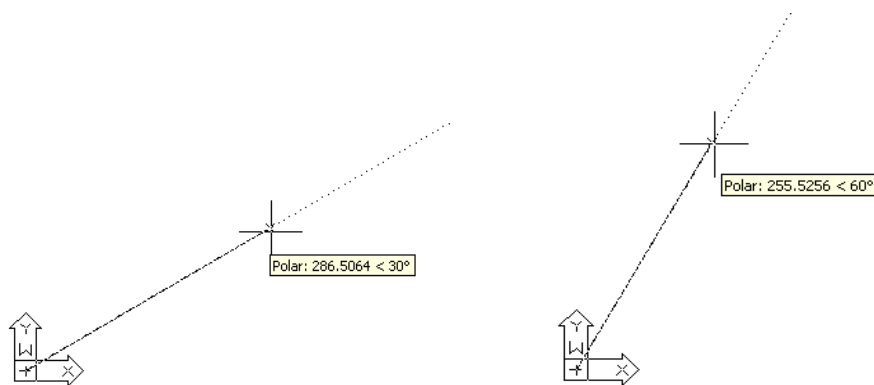
2.2.1.3 ORTHO

Liga e desliga o modo de desenho na ortogonal, ou seja, o cursor só se deslocará na vertical ou na horizontal. O “ortho” pode ser ligado ou desligado pela tecla “F8”.

2.2.1.4 POLAR DE “AUTO TRACK”

Liga e desliga o modo POLAR DE “AUTO TRACK”. O “polar” pode ser ligado ou desligado pela tecla “F10”. O Cursor sempre que ficar próximo ao incremento configurado pelo usuário atrairá o cursor para este ângulo, será então apresentada uma linha pontilhada, chamada de “track” (trilha) mostrando esse ângulo e a indicação da distância e do ângulo. Desta forma podemos desenhar ângulos com precisão.

Exemplo da ferramenta configurada para incremento de 30°.

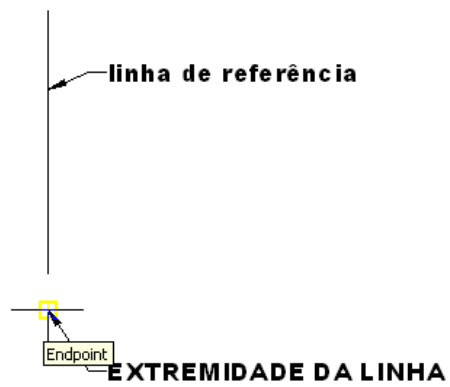


2.2.1.5 OSNAP

Liga e desliga o modo “OBJECT SNAP”. Esta função permite a fixação de pontos notáveis na tela de objetos já desenhados. Por exemplo, uma extremidade de linha, centro de um círculo, intersecção de linhas etc. O “osnap” pode ser ligado ou desligado pela tecla “F11”.

Exemplo de modos do “osnap”.

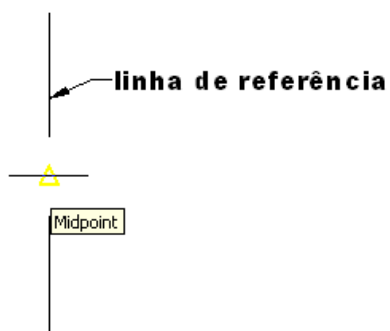
ENDPOINT – Atrai o cursor para o mais próximo ponto extremo (final) de objetos.



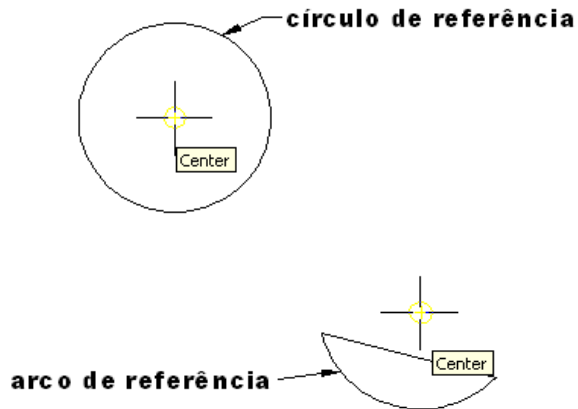
INTERSECTION - Atrai o cursor para a intersecção mais próxima.



MIDPOINT - Atrai o cursor para o ponto médio de objetos.



CENTER - Atrai o cursor para o centro de círculos e arcos.

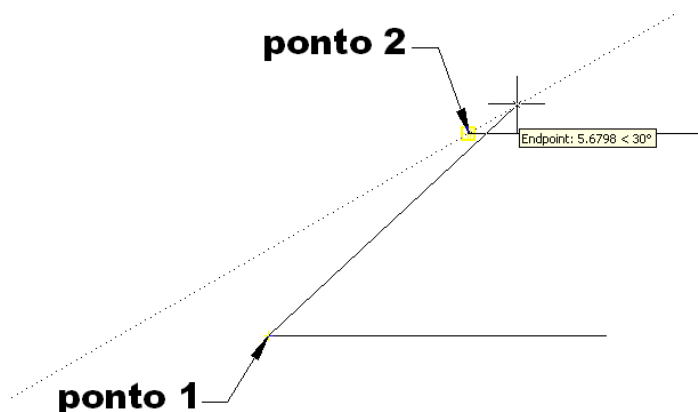


Durante a edição de desenhos também é possível ativar “OSNAP” “temporário” e desativar através do “menu” suspenso. Basta clicar simultaneamente na tecla “ctrl” mais o botão direito do “mouse” que aparecerá o “menu”. Em seguida selecione o “osnap” temporário desejado.

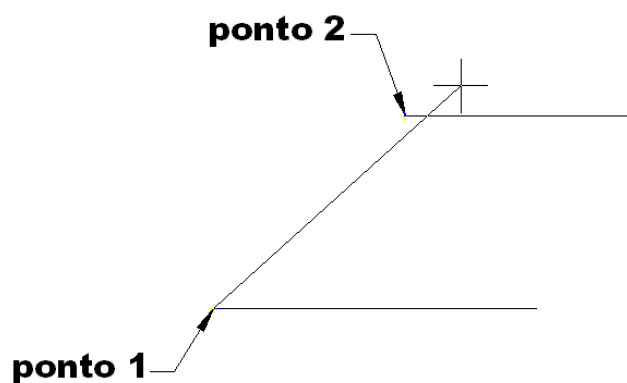
2.2.1.6 OTRACK

Liga e desliga o modo “OBJECT SNAP” do “AUTO TRACK”. O CAD passa a usar um “track” (linha/trilha) quando a função “OSNAP” estiver ativa, colhendo pontos notáveis da inter-relação de objetos. O “otrack” pode ser ligado ou desligado pela tecla “F11”.

Com “otrack” ligado.



Com “otrack” desligado.

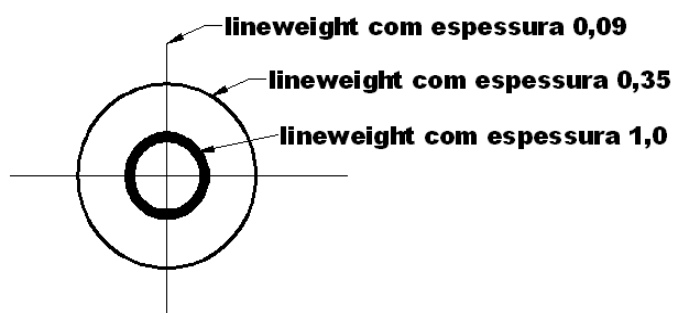


2.2.1.7 LINEWEIGHT

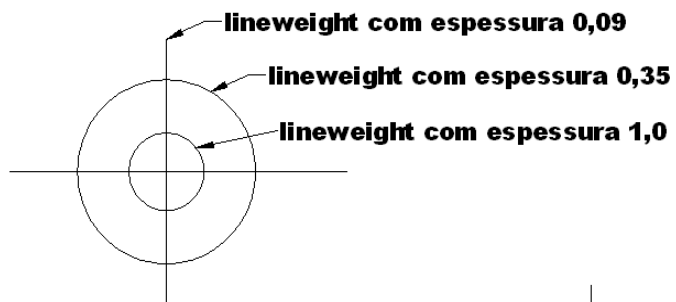
Liga e desliga o modo de visualização da espessura das linhas. O CAD passa a mostrar ou ocultar as espessuras de linha.

Linha de Comando
LW

Com “lineweight” ligado.



Com “lineweight” desligado.



3 BIBLIOGRAFIA DE REFERÊNCIA

AUTODESK, Inc., **AutoCAD Command Reference for AutoCAD2014**, Developer Guide, 2014.

AUTODESK, Inc., **Autodesk Knowledge Network**. Disponível em: <https://knowledge.autodesk.com/support/autocad>. Acesso em: 26 de junho de 2017.

BALDAM, Roquemar de Lima. **AutoCAD 2012**: utilizando totalmente. São Paulo: Érica, 2011. 560 p.

CHAPPELL, Eric. **AutoCAD Civil 3D 2014 Essentials**: Autodesk Official Press. Somerset, NJ, USA: John Wiley & Sons, 2013. ProQuest ebrary. Web. 11 August 2015.

DA GUIA Luiz P. MARTINS. Mateus C. **Curso de extensão CAD 2D - 2004**. 2005. Niterói. 53 p.

GLADFELTER, Donnie. **AutoCAD 2014 and AutoCAD LT 2014**: No Experience Required: Autodesk Official Press. Somerset, NJ, USA: John Wiley & Sons, 2013. ProQuest ebrary. Web. 11 August 2015.

KATORI, Rosa. **Autocad 2017 - Projetos Em 2D**. Senac - São Paulo, 2016, 536 p. ISBN: 9788539608836

NETTO, Claudia Campos. **Estudo Dirigido de Autocad 2017** Para Windows. Editora Érica, 2017, 1ª edição, 320 p. ISBN: 9788536519609.

TULER, Marcelo. **Exercícios para AutoCAD**: roteiro de atividades. Porto Alegre, RS: Bookman, 2013. 80 p.