

Universidade Federal de Santa Catarina

Centro Tecnológico
Departamento de Engenharia Civil

Programa de Educação Tutorial da Engenharia Civil
PET/ECV





Curso Básico de AutoCAD 2015







Desenho em 2D para Engenharia Civil



Florianópolis, Março de 2015

Sumário

Programa de Educação Tutorial - PET	5
O Curso	5
1 Primeira Aula	6
1.1 O ambiente do AutoCAD	6
1.1.1 Tela inicial	6
1.1.2 Ribbon	6
1.1.3 Caixa de Comando	7
1.1.4 A Barra de <i>Status</i>	8
1.1.5 Área de Desenho e Área de Impressão	8
1.2 Uso do <i>Mouse</i> e Teclado	9
1.2.1 <i>Mouse</i>	9
1.2.2 Teclado	9
1.3 Os Sistemas de Coordenadas e os Comandos <i>Point</i> e <i>Line</i>	9
1.3.1 Comando de Construção: <i>Point</i>	9
1.3.2 Comando de Construção: <i>Line</i>	11
1.3.1 Comando de Construção: <i>Rectangle</i>	12
1.3.2 Comando de Construção: <i>Circle</i>	13
2 Segunda Aula	15
2.1 Ferramentas de Visualização	15
2.1.1 Comando <i>Zoom</i>	15
2.1.2 Comando <i>Pan</i>	16
2.1.3 Ferramenta Navigation Wheel	16
2.2 Ferramentas de Seleção	17
2.2.1 Clicando Diretamente sobre o Objeto	17
2.2.2 Seleção por Janelas	18
2.3 Ferramentas de Precisão	19
2.3.1 Customization 	19
2.3.2 Snap Mode 	19
2.3.3 Grid Mode 	20
2.3.4 Ortho Mode 	20

2.3.5	<i>Polar Tracking</i>		20
2.3.6	<i>Object Snap</i>		21
2.3.7	<i>Object Snap Tracking</i>		23
2.3.8	<i>Dynamic Input</i>		23
2.3.9	<i>Selection Cycling</i>		23
2.3.10	<i>Isolate/Hide Objects</i>		24
3	Terceira Aula.....		25
3.1	Comandos de Construção		25
3.1.1	Comando <i>Arc</i>		25
3.1.2	Comando <i>Polygon</i>		26
3.1.3	Comandos <i>Xline</i> e <i>Ray</i>		27
3.1.4.	Comando <i>Spline</i>		27
3.1.4	Comando <i>Polyline</i>		29
3.2	Ferramentas de Edição.....		30
3.2.1	Comando <i>Erase</i>		30
3.2.2	Comando <i>Move</i>		30
3.2.3	Comando <i>Copy</i>		31
3.2.4	Comando <i>Rotate</i>		31
3.2.5	Comando <i>Mirror</i>		31
4	Quarta Aula		33
4.1	Comandos de Averiguação.....		33
4.1.1	<i>Measure</i>		33
4.1.2	Comando <i>Mass Properties</i> (Atalho <i>massprop</i>).....		33
4.2	Ferramentas de Edição.....		34
4.2.1	Comando <i>Trim</i>		34
4.2.2	Comando <i>Extend</i>		34
4.2.3	Comando <i>Fillet</i>		35
4.2.4	Comando <i>Chanfer</i>		36
4.2.5	<i>Blend Curves</i>		37
4.2.6	Comando <i>Offset</i>		38

4.2.7	Comando Divide	39
4.2.8	Comando <i>Measure</i>	39
4.2.9	Comando <i>PEdit</i>	40
4.2.10	Comando <i>Explode</i>	40
5	Quinta Aula	41
5.1	Ferramentas de Edição	41
5.1.1	Comando <i>Scale</i>	41
5.1.2	Comando <i>Align</i>	41
5.1.3	Comando <i>Stretch</i>	42
5.1.4	Comando <i>Boundary</i>	42
5.1.5	Comando <i>Hatch</i>	43
6	Sexta Aula	45
6.1	Ferramenta Layer (Gerenciador de Layers)	45
6.1.1	Criação de <i>Layers</i>	46
6.1.2	Manipulando <i>Layers</i>	46
6.1.3	Excluindo <i>Layers</i>	47
6.1.4	<i>Layiso</i> , <i>Layon</i> e <i>Layuniso</i>	47
6.1.5	<i>Mach Properties</i>	47
6.2	Comando Tabela	47
7	Sétima Aula	49
7.1	Textos	49
7.1.1	Comando <i>Style</i> (<i>Text Style</i>)	49
7.1.2	Comando <i>Text</i> (<i>Single Line Text</i>)	50
7.1.3	Comando <i>MText</i> (<i>Mult Line Text</i>)	50
7.2	Blocos	51
7.2.1	Comando <i>Block</i> (<i>Make/Create Block</i>)	51
7.2.2	Comando <i>WBlock</i> (<i>Write Block</i>)	52
7.2.3	Comando <i>Insert</i> (<i>Insert Block</i>)	53
8	Oitava Aula - Projeto	55
9	Nona Aula	56
9.1	Inserindo cotas	56
9.1.1	Comando <i>Dimlinear</i> (<i>Cota Linear</i>):	56
9.1.2	Comando <i>Dimaligned</i> (<i>Cota Alinhada</i>):	57

9.1.3	Comando <i>Dimangular</i> (Cota Angular):	57
9.1.4	Comandos <i>Dimdiameter</i> e <i>Dimradius</i> (Cota Diametral e Radial):	57
9.1.5	Comandos <i>Dimcontinue</i> (Cota contínua):	58
9.1.6	Comandos <i>Dimbaseline</i> (Cota com base fixa):	58
9.1.7	Comandos <i>Dimordinate</i> (Abcissa e Ordenada):	58
9.2	Formatando as cotas	59
9.2.1	Aba <i>Lines</i>	60
9.2.2	Aba <i>Symbols and Arrows</i>	60
9.2.3	Aba <i>Text</i>	61
9.2.4	Aba <i>Fit</i>	61
9.2.5	<i>Primary Units</i>	61
9.2.6	Aba <i>Alternate Units</i>	61
9.2.7	Aba <i>Tolerances</i>	61
10	Décima Aula.....	62
10.1	Montagem da Prancha	62
10.1.1	Criando Viewports.....	62
10.1.2	Definindo a Escala	63
10.1.3	Margens e Selos.....	63
10.2	Configurando a Impressão	63
10.2.1	Instalando impressoras	64
10.2.2	Criando arquivos PLT e PDF.....	64
10.2.3	Tamanho da folha.....	65
10.2.4	Seleção para impressão.....	65
10.2.5	<i>Plot Styles</i> (Penas)	65
10.2.6	<i>Configurando Layers no Layout</i>	66
10.3	Problemas de desconfiguração dos textos do projeto.....	67
11	Décima Primeira Aula - Projeto	69
	Anexos	70
	Realização.....	72

Programa de Educação Tutorial - PET

O Programa de Educação Tutorial é um programa do DEPEM - Departamento de Modernização do Ensino Superior do MEC. São grupos, que sob orientação de um professor tutor, dedicam-se a projetos de ensino, pesquisa e extensão, em um ambiente que favorece o envolvimento e a troca de ideias e experiências entre alunos e professores.

O PET do Curso de Engenharia Civil da UFSC foi implantado em novembro de 1991 e é atualmente composto por doze alunos de graduação sob a tutoria do professor Cláudio Cesar Zimmermann. Desde sua criação, tem uma ampla linha de atuação, estudando e pesquisando assuntos de diversas áreas da Engenharia Civil. O grupo procura sempre aperfeiçoar suas atividades e a formação acadêmica de seus integrantes, definindo assim, algumas diretrizes a serem seguidas como: atenção para as atividades coletivas, ações diretas para melhoria da qualidade do curso e capacitação dos bolsistas tanto em aspectos técnicos como no desenvolvimento pessoal.

Os bolsistas do Programa adquirem uma formação acadêmica diferenciada, pois em contato com atividades extracurriculares, desenvolvem capacidades críticas, atuantes, inovadoras e empreendedoras, que complementam a perspectiva convencional da graduação, a qual é centrada principalmente na memorização dos fatos e informações teóricas.

O Curso

Com o intuito de colaborar com o aperfeiçoamento dos graduandos do Curso de Engenharia Civil, tanto para o meio acadêmico quanto para o meio profissional, o PET/ECV oferece o Curso Básico de *AutoCAD 2015*. A partir deste Curso, o aluno será capaz de desenvolver desenhos gráficos dos mais variados tipos, por meio da aprendizagem dos comandos básicos do software.

As aulas prático-expositivas são auxiliadas pelo presente material didático, de grande valia para a fixação dos preceitos básicos do *AutoCAD*. Qualquer dúvida que o aluno tenha com relação aos comandos ou conteúdo teórico deverá remetê-la aos docentes do curso ou a qualquer bolsista do programa, que certamente irão auxiliar na resolução dos problemas.

1 Primeira Aula

1.1 O ambiente do AutoCAD

1.1.1 Tela inicial

Diferente das versões anteriores, o AutoCAD 2015 traz uma tela inicial – new tab, onde o usuário pode iniciar um projeto novo, clicando em *Start Drawing*, ou trabalhar em um projeto anterior, escolhendo-o na coluna *Recent Documents*. Além disso, pode conectar-se ao Autodesk 360 ou enviar feedback.

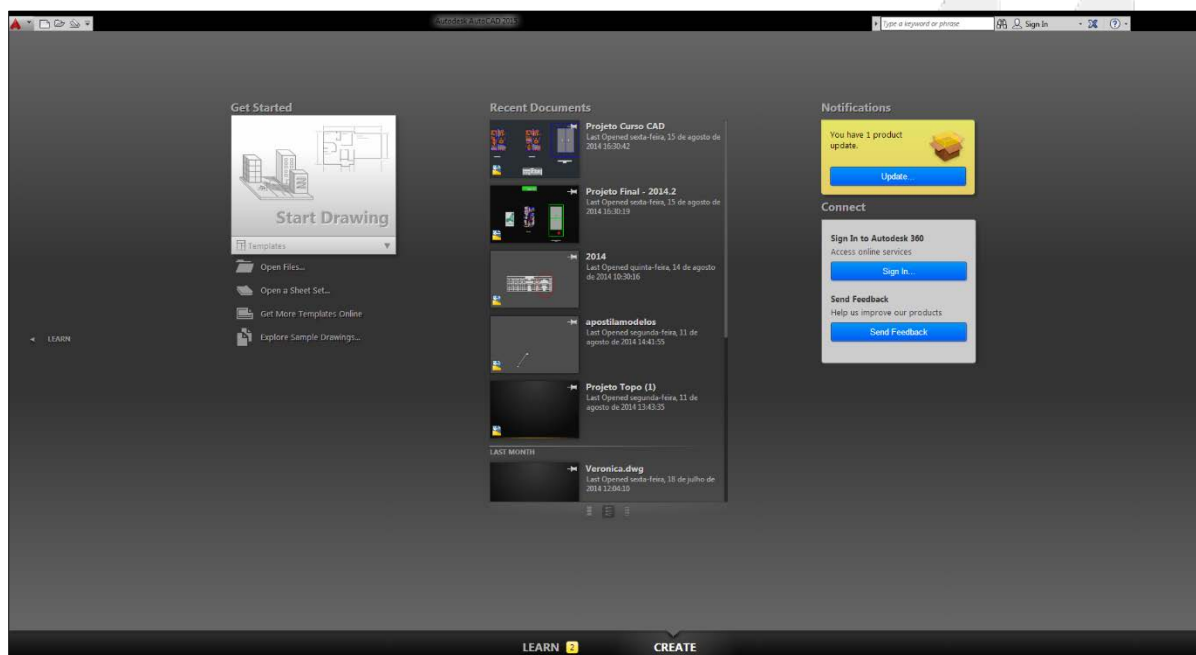


Figura 1 - Tela Inicial

1.1.2 Ribbon

O sistema *Ribbon*, funciona de forma similar ao utilizado atualmente em pacotes da linha *Office* da *Microsoft*. Nele, os comandos estão divididos em painéis de mesma função (Desenhos, Modificações, Anotações, etc.), que por sua vez estão divididos em abas. Clicar em um dos ícones corresponde a inserir um comando na Caixa de Comando.

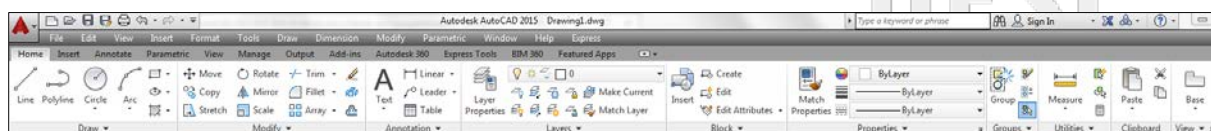


Figura 2 - Interface Ribbon do AutoCAD 2015

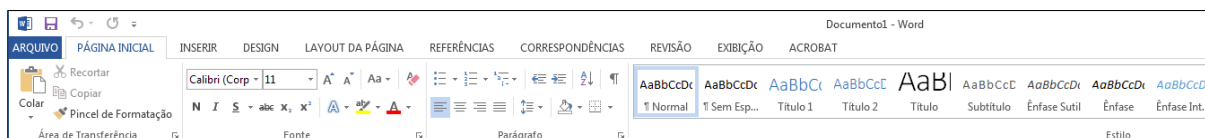


Figura 3 - Interface Ribbon do Microsoft Word 2013

O layout 2015 traz um novo esquema de cores escuras, que torna mais confortável o trabalho do usuário. Essa configuração pode ser alterada com o comando *Options (OP)* na aba *Display* em *Color Scheme*.

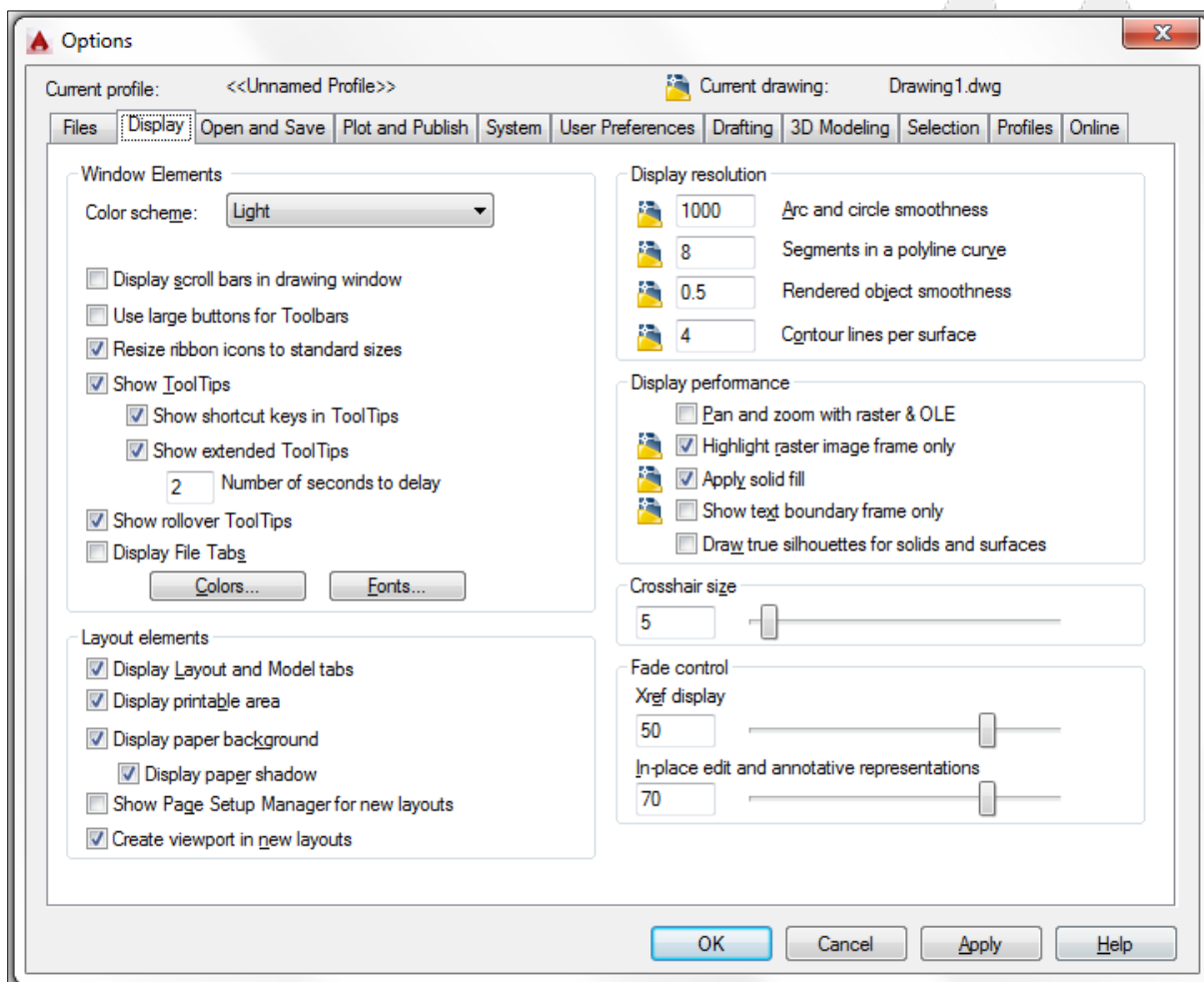


Figura 4 - Painel Options

1.1.3 Caixa de Comando

A caixa de comando é o local de interatividade entre o usuário e os procedimentos computacionais do programa. É através dela que o AutoCAD “conversa” com o usuário. Ao inserir um comando inicia-se um diálogo com o programa, onde o AutoCAD pede informações necessárias para a execução daquela função, por exemplo:

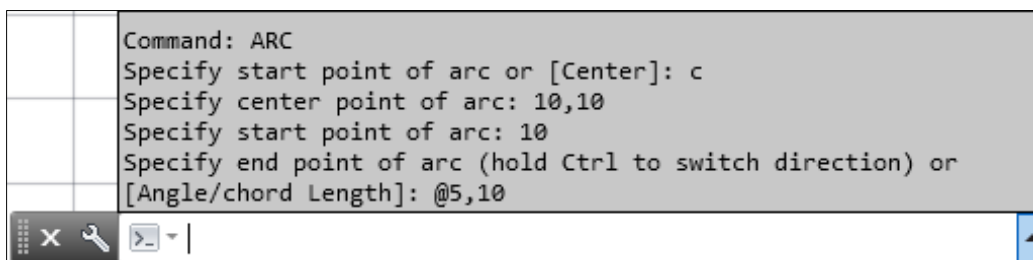


Figura 5 - Caixa de Comando e Diálogo do comando Arc

É importante sempre estar atento às informações mostradas na Caixa de Comando, ela pode tanto pedir informações quanto expor opções dentro do mesmo comando. Essas opções aparecem entre colchetes - [] e podem ser selecionadas digitando a letra que estiver maiúscula (nem sempre é a inicial).

1.1.4 A Barra de Status

Situa-se na parte inferior do programa, abaixo da caixa de comando, e contém botões referentes ao funcionamento do AutoCAD, que podem estar ligados (em azul) ou desligados (cinza).



Figura 6 - Barra de Status

1.1.5 Área de Desenho e Área de Impressão

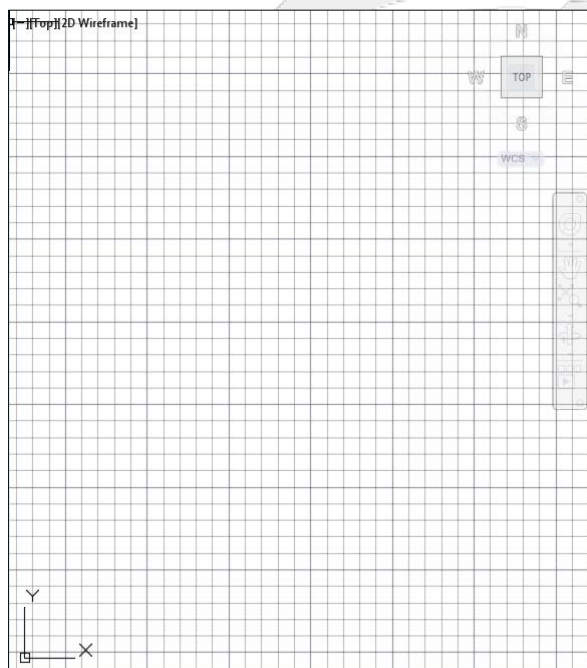


Figura 7 - Model Space

O AutoCAD é dividido em duas grandes áreas: o *Model Space* e o *Paper Space*. O *Model Space* é basicamente um espaço de três dimensões infinito, onde o usuário irá desenhar tudo que quiser, seja de duas ou três dimensões. Já o *Paper Space* é a representação digital do papel onde esse desenho será impresso, por isso é nele que se prepara o projeto para a impressão final, colocando suas legendas, anotações, tabelas, entre outros.

A alternância entre as duas áreas pode ser feita pelos botões *Model* (Model) e *Layout* (Layout1) localizados na Barra de Status, canto inferior esquerdo da tela.

No *Model Space* à direita encontra-se a *Navigation Bar* que auxilia principalmente a utilização do programa em notebooks e/ou com

mouses sem Scroll, pois traz ferramentas como *Full Navigation Wheel*, *Pan* (movimentação no plano), *Zoom* e *Orbit* (navegação em 3D). E, finalmente, no canto superior direito o *View Cube*, que auxilia também na navegação e alternância entre vistas.

1.2 Uso do *Mouse* e Teclado

Antes de iniciar o uso dos comandos deve-se ter familiaridade com o funcionamento do *Mouse* e do Teclado, afinal será através deles que serão enviados os comandos para o programa.

1.2.1 *Mouse*

- Botão Esquerdo: Utilizado para ações de seleção;
- Botão Direito: Abre menus flutuantes com opções variando conforme o comando ativo;
- *Scroll*: Um modo prático de aproximar ou afastar a visão (*Zoom*) é rolando o *Scroll* para frente ou para trás.


1.2.2 Teclado

- *Enter*: Utilizado para ações de confirmar ou terminar comandos;
- Espaço: Mesma função do *Enter*;
- *Esc*: Utilizado para ações de cancelar e terminar comandos.

1.3 Os Sistemas de Coordenadas e os Comandos *Point* e *Line*

Muitos comandos pedem que o usuário defina pontos a serem utilizados, para isso é preciso entender como funcionam os sistemas de coordenadas do *AutoCAD*. Basicamente tem-se as seguintes opções: Clicar com o *mouse* no ponto desejado, inserir coordenadas Cartesianas ou Polares relativas ao Sistema de Coordenadas Universais ou ainda, relativas ao último ponto definido. Para entender melhor como funcionam esses sistemas inicia-se pelos comandos mais simples: *Point*, *Line*, *Rectangle* e *Circle*.

1.3.1 Comando de Construção: *Point*

- Atalho: *po*;
- *Ribbon*: Na aba *Home*, painel *Draw*;
- Botão: ;
- Utilidade: Desenhar pontos.

É o comando mais simples do *AutoCAD*, pois ao iniciar o comando a caixa de diálogo contém apenas: *Specify a point*. Para especificar esse primeiro ponto, existem cinco maneiras:

- Clicar com o *mouse*: Clicando em qualquer lugar da área de desenho irá inserir um ponto neste lugar;
- Coordenadas cartesianas: Inserem-se as coordenadas *x* e *y* do ponto, lembrando que o *AutoCAD* utiliza a notação 0.00,0.00 (ponto para separação decimal, vírgula para separação de coordenadas);
- Coordenadas cartesianas relativas: Insere-se o símbolo de arroba (@) e o implemento da coordenada em relação ao último ponto definido. Por exemplo, se foi colocado um ponto em *x* = 10 e *y* = 10 e se quer colocar um ponto em *x* = 15 e *y* = 15, executa-se o comando *Point* e insere-se @5,5;

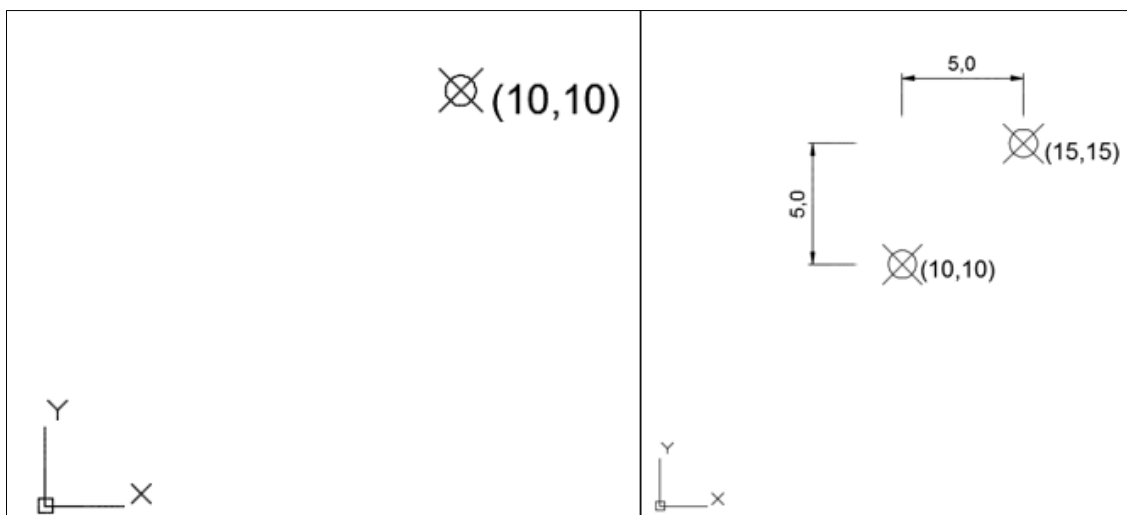


Figura 8 - Pontos definidos por 10,10 e @5,5

- Coordenadas polares: Insere-se uma distância e um ângulo em um dos seguintes formatos: 0.00<0.00 (distância, símbolo “menor que” como separador, ângulo em graus decimais), 0.00<00d00’00.00” (distância, símbolo “menor que” como separador, “d” para grau, apostrofe (’) para minutos e aspas (”) para segundos decimais) ou ainda 0.00<0.00r (distância, símbolo “menor que” como separador, “r” para ângulos em radianos);
- Coordenadas polares relativas: Funciona da mesma forma que as Coordenadas cartesianas relativas, porém o ângulo não é incrementado. Por exemplo, se foi colocado um ponto como 10<30, um próximo ponto utilizando @15<20 estará a 15 unidades de distância do primeiro a uma angulação de 20° com a horizontal e não a 50° que seria o implemento do ângulo.

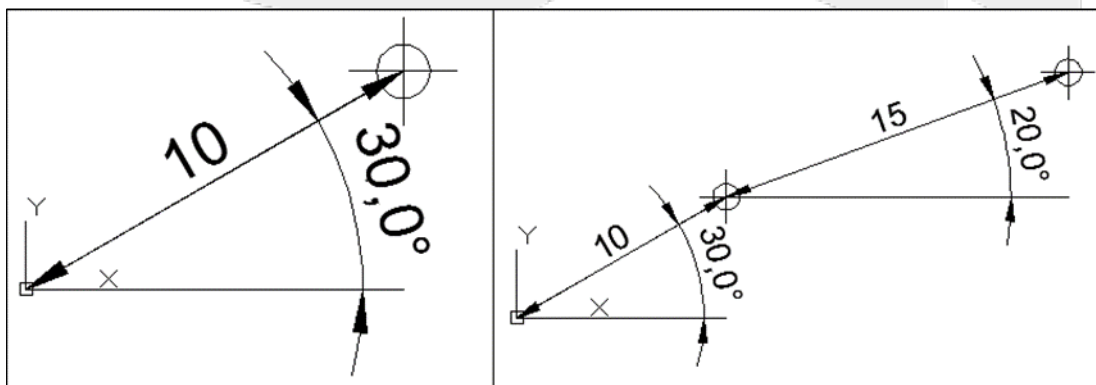


Figura 9 - Pontos definidos por 10<30 e @15<20




Dica: Como padrão, o AutoCAD representa um ponto por um pixel na tela, porém esse símbolo pode ser alterado em: Ribbon, aba Home, painel Utilities, “Point Style”. Abrirá uma janela onde pode ser escolhido o símbolo que irá representar o ponto e o tamanho desse símbolo, onde “Set Size Relative to Screen” definirá o tamanho em porcentagem da tela, e “Set Size in Absolute Units” definirá o tamanho em unidades do desenho.



Dica: Alguns elementos como círculos e seus segmentos, elementos curvos em geral e símbolos de representação de pontos podem parecer deformados ou fora de escala conforme é alterada a distância de visão com o Zoom. Isso ocorre porque o AutoCAD, dependendo da distância que está a visão, utiliza elementos mais simples para representar elementos complexos, como várias retas para representar um círculo. Porém, quando aproxima-se ou afasta-se a visão, o programa não recalcula automaticamente essas simplificações, visando exigir menos do processador do computador. Para ajustar isso deve-se utilizar o comando “Regen” (RE), que faz o AutoCAD atualizar o desenho para a visualização atual.

1.3.2 Comando de Construção: Line

- Atalho: L;
- Ribbon: Na aba Home, painel Draw;
- Botão: ;
- Utilidade: Desenhar linhas.

Sabe-se que uma reta é um elemento definido por dois pontos. Sendo assim, o comando *Line* necessita apenas desses pontos para ser executado. Em *Specify first point* insere-se a primeira coordenada de alguma das cinco formas vista acima, e, logo após, em *Specify next point* informa-se o segundo ponto. O comando *Line*, como vários outros comandos no AutoCAD, não termina quando insere-se a última informação necessária, ele irá se repetir até que o usuário aperte *Enter*, Espaço ou *Esc* para finalizar o comando.

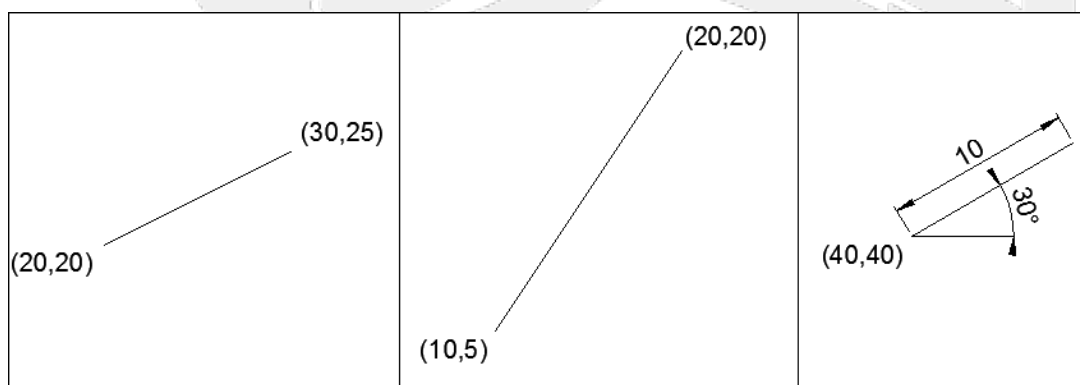


Figura 10 - Retas definidas por 20,20 e 30,25, 10,5 e @10,15, 40,40 e @10<30




Dica: Existe ainda uma sexta forma de se desenhar uma reta. Nela informa-se as coordenadas combinando mouse e teclado da seguinte forma: Insere-se o primeiro ponto de uma das cinco maneiras já apresentadas e depois posiciona-se o cursor da direção que deseja-se desenhar a reta e informa-se apenas a distância na caixa de comando. Essa opção torna-se bastante prática quando combinadas com funções como “Ortho Mode”, “Polar Tracking”, “Object Snap” e “Object Snap Tracking”.

Para alterar as propriedades da linha, deve-se selecioná-la e então modificar as opções existentes na aba *Home*, painel *Properties*. Pode-se mudar sua espessura ou tipo de linha (pontilhada, tracejada, entre outros). Se o tipo de linha desejado não estiver disponível entre as opções, deve-se clicar em *other*, então abrirá uma janela onde escolhe-se a opção *load*.

Após escolhida a linha tracejada, por exemplo, ela poderá ainda parecer uma linha contínua, devido a escala da linha não estar compatível com a escala do desenho. Então, entre as opções clica-se novamente em *other* e na janela que abrirá, modifica-se o valor da opção *Global scale fator* até que se encontre um valor adequado. Durante a plotagem, no *Paper Space*, a escala da linha pode alterar devido ao fator de escala aplicado ao desenho referente ao projeto. Então sugere-se que a mudança na escala da linha seja feita durante a plotagem.

1.3.1 Comando de Construção: *Rectangle*

- Atalho: *rec*;
- *Ribbon*: Na aba *Home*, painel *Draw*;
- Botão: ;
- Utilidade: Desenhar retângulos.

Esse comando de construção permite desenhar retângulos definindo um vértice e alguma outra propriedade como: o vértice oposto, a área ou as dimensões dos lados.

Quando ativa-se o comando *Rectangle*, o *AutoCAD* informa na caixa de comando: *Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]*. No momento, as opções oferecidas não serão de interesse, restando apenas informar o primeiro vértice. Isso pode ser feito de qualquer uma das formas já apresentadas para pontos.

Após especificar o primeiro vértice, as opções oferecidas mudam para *Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]*:

- Em *Specify other corner point* insere-se o segundo ponto da diagonal, que pode ser realizado de diversas formas. Vale ressaltar que para o caso do comando *Rectangle*, as coordenadas inseridas para o segundo vértice serão o incremento em relação ao primeiro vértice, e não ao ponto (0;0);
- Em *Area* insere-se a área que se deseja que o retângulo possua. Após essa etapa a caixa de comando informa que é necessário informar a dimensão da largura (*lenth*) ou da altura (*width*);
- Em *Dimensions* insere-se a dimensão da largura e da altura do retângulo e escolhe-se a sua localização;
- Em *Rotation* insere-se o ângulo entre o retângulo e o eixo das abscissas simplesmente clicando com o cursor ou informando na caixa de comando o ângulo desejado. Após essa etapa, tem-se a opção de inserir as dimensões do retângulo através das opções *Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]*;

```

Command: rec RECTANG
Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]: 10,10

Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]: r
Specify rotation angle or [Pick points] <0>: 30

Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]: a
Enter area of rectangle in current units <200.0000>: 100

Calculate rectangle dimensions based on [Length/Width] <Length>: w
Enter rectangle width <10.0000>: 20
    
```

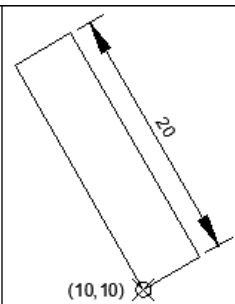



Figura 11 - Exemplo de um retângulo construído utilizando a sua área



Dica: Muitas vezes deseja-se saber algumas informações sobre elementos já criados, por exemplo, as coordenadas de um ponto, as coordenadas iniciais e finais de uma reta, a área de um retângulo e entre outras. Para isso, além de comandos que serão aprendidos mais a frente, temos a opção de acessar uma janela chamada *Properties*. Nela encontram-se todas as informações referentes ao objeto selecionado. Para acessá-la, utiliza-se o comando “*Properties*” ou seu atalho “*PR*”, com objeto selecionado.

1.3.2 Comando de Construção: Circle

- Atalho: c;
- Ribbon: Na aba *Home*, painel *Draw*;
- Botão: ;
- Utilidade: Desenhar círculos.

Esse comando de construção permite desenhar círculos, podendo utilizar-se diferentes dados de entrada.

Quando ativa-se o comando *circle*, o AutoCAD informa na caixa de comando *Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]*:

- A opção *Specify center point for circle* permite a inserção do centro do círculo a ser construído. Para isso, insere-se o primeiro ponto com o emprego do *mouse* ou por inserção de coordenadas. Após esta etapa, informa-se o raio do círculo ou seu diâmetro;
- A opção 3P permite a construção de um círculo informando 3 pontos em que a sua circunferência deve passar;
- A opção 2P permite a construção de um círculo informando 2 pontos que definem a dimensão do diâmetro;
- A opção *Ttr (tan tan radius)* permite a construção de um círculo informando dois elementos que o círculo deve tangenciar e o raio. Para isso, tem-se a opção *Specify point on object for first tangent of circle* para a definição do primeiro elemento que deve tangenciar. Após essa etapa tem-se *Specify point on object for second tangent of circle* para a inserção do segundo elemento e posteriormente *Specify radius of circle* para a definição do raio.

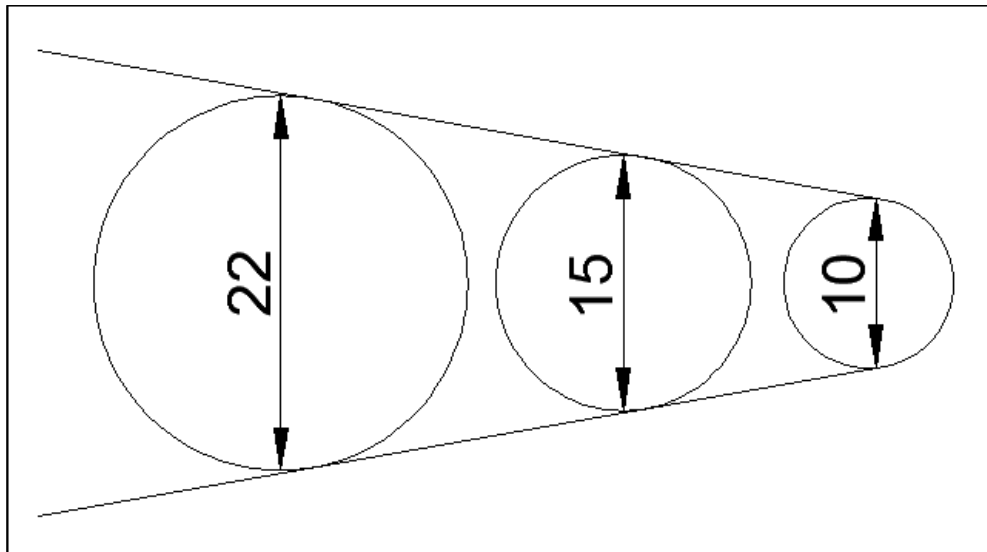
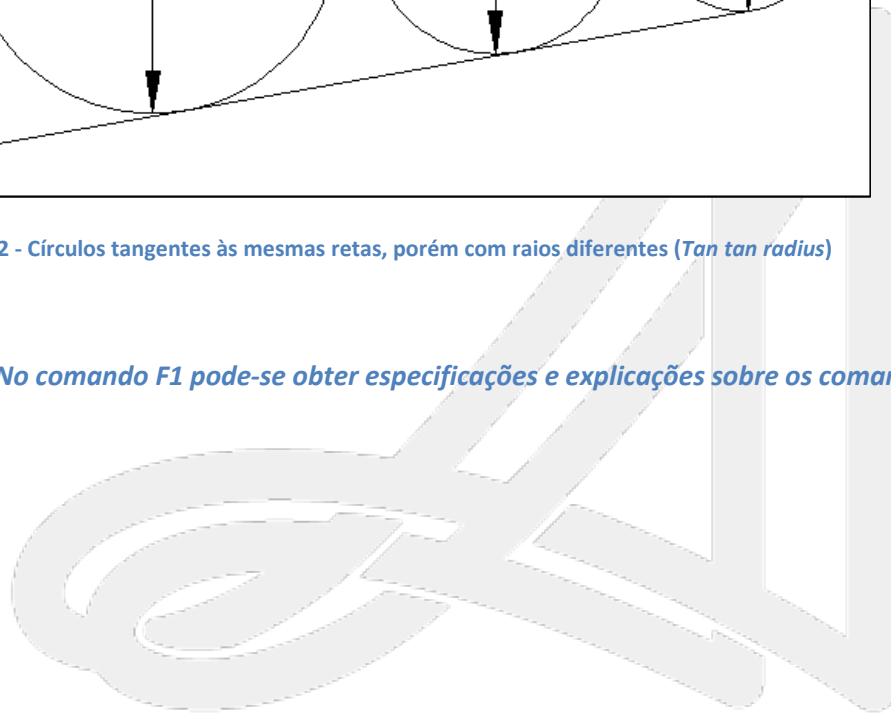


Figura 12 - Círculos tangentes às mesmas retas, porém com raios diferentes (*Tan tan radius*)



Dica: No comando F1 pode-se obter especificações e explicações sobre os comandos.



PET ENG. CIVIL
UFSC

2 Segunda Aula

Na segunda aula será abordado o emprego de ferramentas de visualização, seleção e precisão, que são essenciais para que se possa trabalhar com os projetos e desenhos criados com os comandos de construção.


2.1 Ferramentas de Visualização

Os comandos de visualização permitem mostrar detalhes do projeto e alterar a área de trabalho de tal forma a torná-la mais acessível e fácil de utilizar. Os comandos e ferramentas encontram-se na lateral direita da tela na barra *Navigation*, que pode ser habilitada ou desabilitada na aba *View*, botão *Navigation Bar* ou pelo comando *navbar*.



Figura 13 - Barra *Navigation*

2.1.1 Comando *Zoom*


- Atalho: *z*;
- Botão: ;
- Utilidade: Permite 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.

Quando ativado, esse comando permite vários tipos de *zoom*, que também podem ser encontrados clicando-se na flecha abaixo do desenho do botão. Os tipos que serão utilizados com mais frequência são:

- *Extents*: Possibilita o enquadramento de toda a extensão do desenho na tela. Porém, como veremos mais adiante, existirá uma diferença quanto à situação dos objetos (Ligados, Desligados ou Congelados). No momento é importante lembrar que apenas objetos Ligados e Desligados serão enquadrados pelo *Zoom Extents*, os Congelados não;
- *Window*: Possibilita ao usuário a determinação de uma janela definida por dois pontos em diagonal na qual será enquadrada na tela;
- *Previous*: Retorna ao *Zoom* anterior, isto é, retorna à tela anterior;

- *Scale*: Para utilizar esse tipo de *zoom* precisa-se indicar uma escala, que deve ser informada no formato Nx ou Nxp (fator seguido de “x” ou fator seguido de “xp”). O primeiro, que será utilizado no *Model Space*, irá utilizar o fator para aumentar ou diminuir o *zoom* em relação à situação atual do desenho. Já o segundo, que será utilizado mais para o final do curso, servirá para aplicarmos escalas ao desenho final a ser plotado.

2.1.2 Comando Pan


- Atalho: p;
- Botão: ;
- Utilidade: Move a área gráfica em qualquer direção.

Após entrar no comando, basta clicar e segurar o botão esquerdo do *mouse* e arrastar a área gráfica.



Dica: Como já foi citado, pode-se modificar o zoom girando o scroll do mouse. Ao clicar duas vezes com o scroll é executado um Zoom Extents, mostrando todo o desenho. Além disso, ao clicar e segurar o scroll do mouse, ativa-se o comando pan.

2.1.3 Ferramenta Navigation Wheel

- Atalho: navswheel;
- Botão: ;
- Utilidade: Funções de Zoom, Pan e outras.

A *Navigation Wheel*, ou Volante de Navegação, é uma ferramenta interessante voltada principalmente para quem utiliza os *Touch Pads* de *notebooks*. Nela estão reunidos os principais comandos de navegação em uma interface que pode ser acessada facilmente pelo ponteiro do *mouse*.

Em sua versão completa, ela reúne os comandos *Zoom*, *Pan*, *Orbit*, *Rewind*, *Center*, *Walk*, *Look* e *Up/Down*. Alguns desses comandos só se tornam úteis quando trabalha-se em ambiente 3D e não serão explanados nessa apostila. Porém, existe uma versão simplificada da *Navigation Wheel* especificamente para trabalhos em 2D. Para acessá-la, na *Navigation Bar*, clica-se na flecha abaixo do botão da *Navigation Wheel* e seleciona-se *2D Wheel*. Essa versão da reúne os comandos *Zoom* e *Pan*, além do *Rewind*, que nada mais é que um histórico das últimas “cenas” criadas com o *Zoom* e o *Pan*.

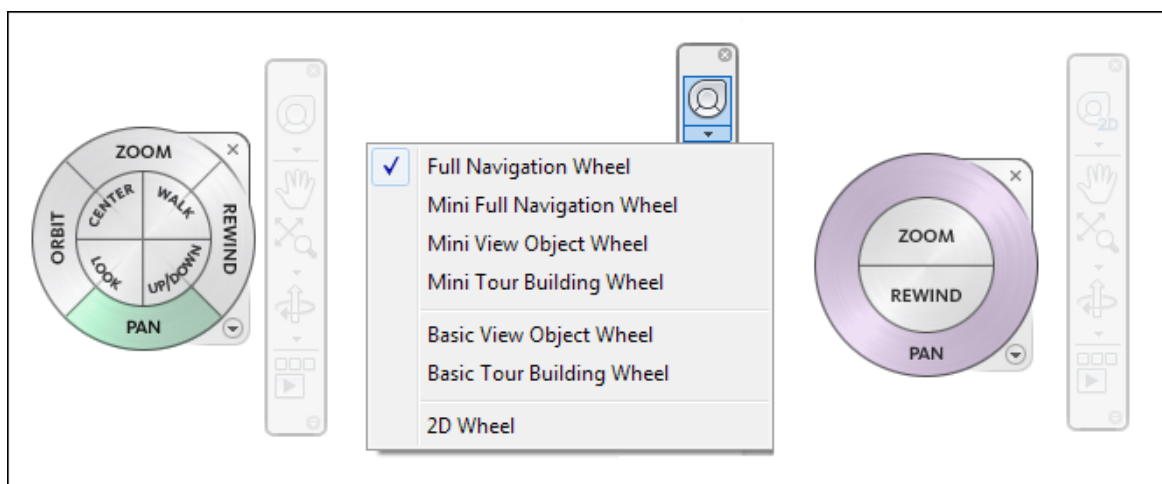


Figura 14 - Full Navigation Wheel e 2D Navigation Wheel

2.2 Ferramentas de Seleção

Os comandos de seleção possibilitam que se selecione o elemento desejado, podendo-se assim copiar, mover, alterar suas propriedades entre outros.

2.2.1 Clicando Diretamente sobre o Objeto

Clica-se na entidade que se deseja selecionar. A seleção se confirmará quando o objeto mostrar suas linhas sombreadas em azul e marcadores de edição, chamados *Grips* (azuis, por padrão). Retira-se a seleção apertando a tecla *Esc* uma vez. Para selecionar mais de uma entidade, diferente de quando selecionamos vários arquivos no *Windows*, não precisamos pressionar a tecla *Shift*, basta clicar sobre os objetos de interesse. Para tirar da seleção apenas uma entidade de uma seleção múltipla, clica-se sobre o objeto segurando a tecla *Shift*.

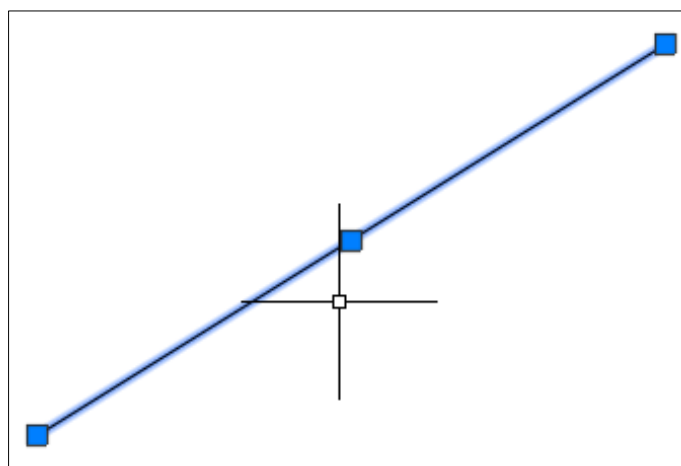


Figura 15 - Exemplo de seleção clicando diretamente sobre o objeto



Dica: Existem duas configurações relativas ao cursor (o quadradinho, chamado Pickbox, com a cruz, chamada Crosshair, que usamos para desenhar) as quais podem ser interessantes conhecer para modificar o ambiente do AutoCAD, conforme o gosto do usuário. Uma delas, o tamanho do Pickbox, é configurável na janela de opções (acessível clicando no símbolo do AutoCAD no canto superior esquerdo e no botão Options, pelo comando “Options” ou ainda pelo atalho “op”), na aba Selection, Pickbox size. Aumentar o tamanho do pickbox facilita a seleção de objetos quando clica-se neles, porém um pickbox muito grande gera imprecisão na hora de selecionar. A outra configuração é o tamanho da Crosshair, que pode ser alterado também na janela de opções, na aba Display, em Crosshair size, sendo que o tamanho varia de 1 a 100, sendo 100, um tamanho grande o bastante para sempre aparecer em toda a tela. Uma crosshair grande pode ser útil na hora de verificar alinhamentos.

2.2.2 Seleção por Janelas

2.2.2.1 Select Window

Uma forma prática de selecionar um ou mais elementos de uma só vez é utilizar a *Select Window*. Clica-se na tela um vértice da janela de seleção e abre-se a janela, da esquerda para a direita. Todas as entidades completamente dentro do retângulo azul serão selecionadas. Se a janela passar sobre um objeto apenas parcialmente, o mesmo não será selecionado.

2.2.2.2 Select Crossing

Parecida com a *Select Window*, porém seleciona também os elementos que são “cortados” pela sua borda. Clica-se na tela um vértice da janela de seleção e abre-se a janela, da direita para a esquerda. Todas as entidades dentro do retângulo verde, completamente ou parcialmente serão selecionadas.

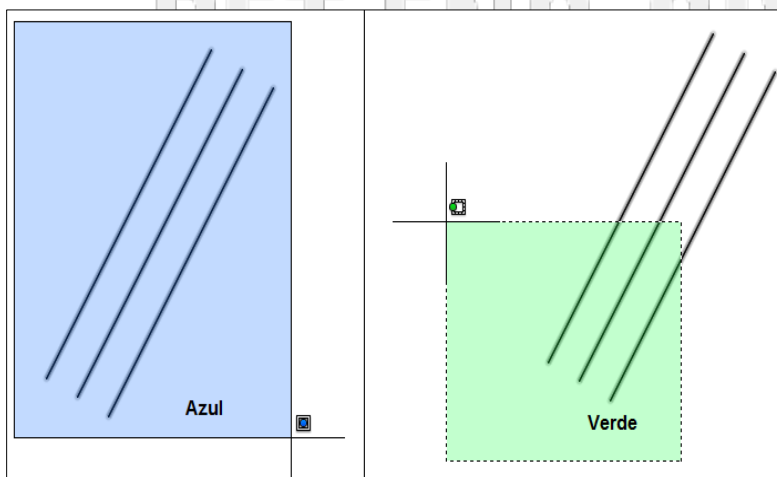


Figura 16 - Exemplos de Seleção por *Select Window* e *Select Crossing*

De maneira similar ao que acontece no *select window* e no *select crossing*, se o primeiro movimento for realizado da esquerda para a direita abrirá uma janela azul e se o primeiro movimento for realizado da direita para a esquerda, abrirá uma janela verde.

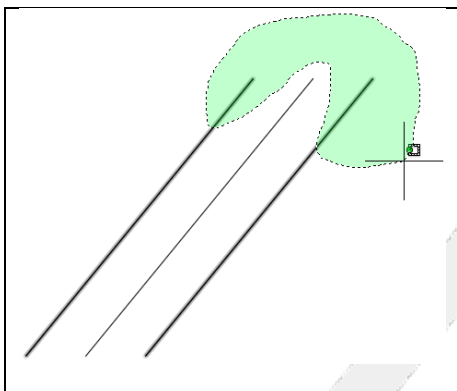


Figura 17 - Exemplo de Seleção por Lasso Selecting



Dica: Quando há elementos sobrepostos e se quer selecionar apenas um, pode-se habilitar uma opção que permite, ao clicar no ponto de interseção, escolher qual a geometria a ser selecionada. Para isto, dentro do Draft Settings (DS) existe a opção Selection Cycling.

2.3 Ferramentas de Precisão

Essas ferramentas encontram-se principalmente na Barra de *Status*, porém acessíveis também através de atalhos. Na versão 2015 a Barra de *Status* teve mudanças significativas.



Figura 18 - Ferramentas na Barra de *Status*

2.3.1 Customization


Esse botão auxilia na customização da Barra de *Status*, permitindo escolher os botões que aparecerão nela.

2.3.2 Snap Mode

O *Snap Mode* interfere no movimento do cursor na tela, fazendo com que ele se movimente somente em “passos”, e não mais livremente pelo *Model Space*. Pode-se ativá-lo diretamente pelo atalho F9 ou pelo botão correspondente na Barra de *Status* e suas configurações podem ser alteradas clicando-se com o botão direito no botão e selecionando “*Settings...*”.

2.3.3 Grid Mode



O *Grid* é uma grade similar a um papel milimetrado que irá preencher todo o *Model Space* (e o *Paper*, se desejado) quando acionada. Aciona-se a grade através do comando “*grid*”, do atalho F7 ou clicando no botão correspondente na Barra de Status. O comando possui diversas opções, que podem ser modificadas clicando-se na flecha à direita do botão  na Barra de *Status* e selecionando-se “*Snap Settings*”. Na janela de opções que irá se abrir, todo o lado direito é destinado ao *Grid*, as opções mais interessantes são:

- *Display dotted grid in*: Altera a grade milimetrada para pontos nos ambientes selecionados. O *Grid* por pontos era o padrão até o AutoCAD 2010;
- *Grid Spacing*: Modifica os espaçamentos do *grid* nas direções X e Y;
- *Major line every*: Altera a ocorrência de linhas mestras (linhas mais fortes);

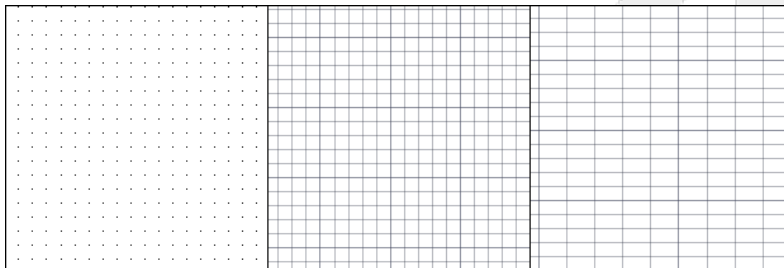


Figura 19 - *Grid* pontilhado, quadriculado e com dimensões diferentes em X e Y

2.3.4 Ortho Mode



Faz com que o segundo ponto solicitado por algum comando seja sempre ortogonal aos eixos de coordenadas. Por ser muito utilizado é importante acostumar-se a utilizar seu atalho, o F8.

2.3.5 Polar Tracking



Define alinhamentos temporários determinados por ângulos selecionados pelo usuário na Barra de Status. O usuário pode definir ângulos conforme a figura ao lado. Por exemplo, se definido 30°, o programa irá auxiliar na obtenção de alinhamentos de 30° e seus múltiplos (60°, 90°, 120°,...). Além disso, na opção Tracking settings, em *Additional angles* podemos definir ângulos adicionais a serem rastreados. Pode ser ativado/desativado pelo atalho F10.

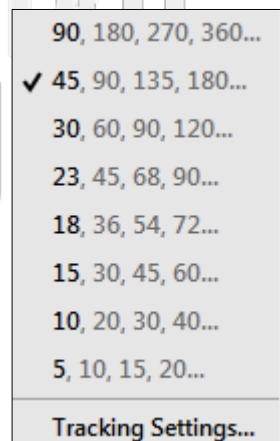


Figura 20 - Definição de ângulos

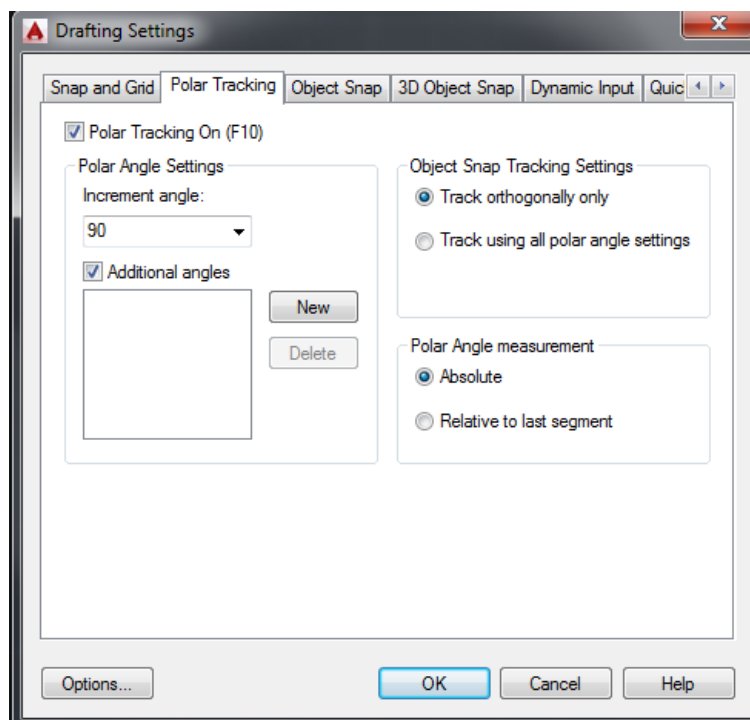


Figura 21 - Janela de opções do Polar Tracking

2.3.6 Object Snap



Cada entidade geométrica possui alguns pontos notáveis, como mediana, perpendicular, tangente, centro, etc. A ferramenta *Object Snap* faz com que o programa “rastree” automaticamente esses pontos e os mostre ao usuário através de um pequeno símbolo, que, mesmo que o cursor não esteja exatamente em cima, será o próximo ponto ao clicarmos no *mouse*.

O comando pode ser ativado pelo botão na Barra de *Status* ou pelo atalho F3. Pode-se selecionar os pontos que serão rastreados clicando com o botão direito do *mouse* na ferramenta na barra de *status*, pelo comando *Osnap* ou simplesmente “os”. Não deve-se deixar muitas opções selecionadas, pois o rastreamento de muitos pontos ao mesmo tempo pode acabar atrapalhando. Há também a opção de, durante a execução de um comando, habilitar temporariamente um ou outro ponto notável que necessitamos. Para isso, basta segurar a tecla *shift*, clicar com o botão direito do *mouse* sobre o *Model Space* (ou *Layout*) e ativá-los.

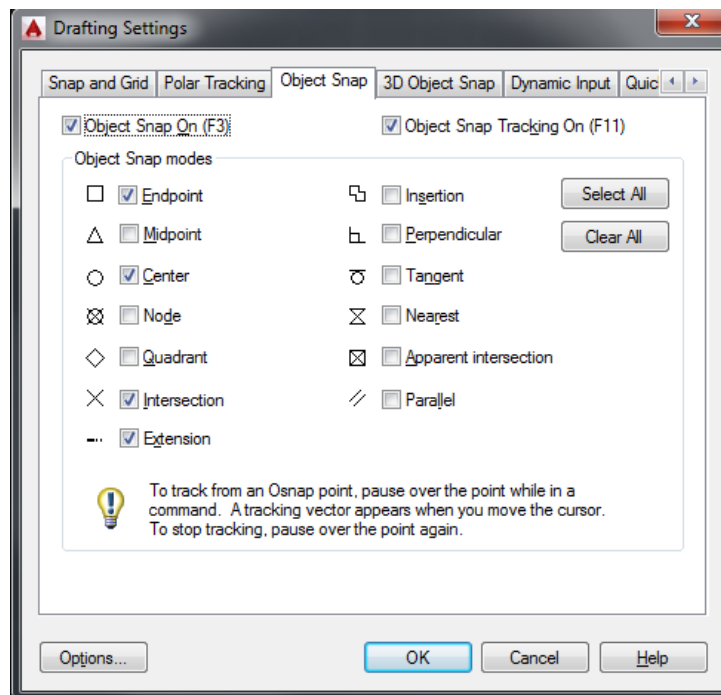


Figura 22 - Janela de opções do *Object Snap*

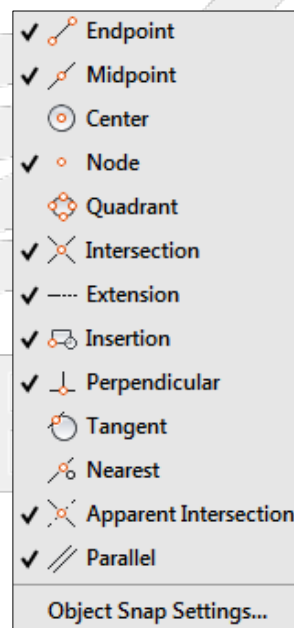


Figura 23 - Configuração *Object Snap* na Barra de Status

- *Endpoint*: Rastreia pontos finais de elementos como linhas, *splines*, arcos, polilinhas e lados de polígonos;
- *Midpoint*: Rastreia o ponto médio de linhas, *splines*, arcos, polilinhas e lados de polígonos;
- *Center*: Rastreia o centro de círculos, elipses e arcos;
- *Node*: Rastreia pontos;
- *Quadrant*: Rastreia os quadrantes de círculos, elipses e arcos;

- *Intersection*: Rastreia a intersecção de dois elementos no mesmo plano;
- *Extension*: Rastreia a extensão imaginária de elementos;
- *Insertion*: Rastreia os pontos de inserção de caixas de textos, referências, blocos, etc.;
- *Perpendicular*: Rastreia a direção perpendicular ao elemento;
- *Tangent*: Rastreia a direção tangente aos elementos curvos;
- *Nearest*: Rastreia qualquer ponto ao longo de um elemento;
- *Apparent Intersection*: Rastreia a intersecção aparente de dois elementos não coplanares (utilizado apenas em desenhos em 3D);
- *Parallel*: Rastreia a direção paralela a outro elemento.

2.3.7 Object Snap Tracking

Define alinhamentos imaginários utilizando pontos notáveis determinados no *Object Snap* e os eixos do sistema de coordenadas. Pela janela “Settings...” da ferramenta *Polar Tracking* podemos selecionar a opção “Track using all polar angle settings” fazendo com que o programa rastreie alinhamentos utilizando os mesmos ângulos definidos para o *Polar Tracking*. Pode ser ativado/desativado pelo atalho F11.

2.3.8 Dynamic Input

Quando ativado mostra caixas e menus próximos ao cursor que auxiliam na execução dos comandos. Servem como uma extensão da Caixa de Comando, porém não servem como substitutos, pois podem não conter todas as opções disponíveis para os mesmos. É importante lembrarmos também que o *Dynamic Input* interfere no funcionamento de alguns comandos, fazendo com que as coordenadas tornem-se relativas após a inserção do primeiro ponto sem a necessidade do @.

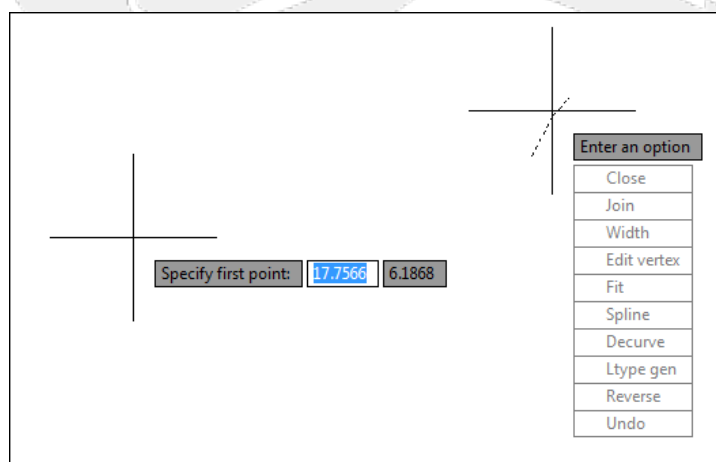


Figura 24 - *Dynamic Input* em funcionamento

2.3.9 Selection Cycling

Ferramenta que, quando ativada, exibe um símbolo de superposição ao posicionar o cursor sobre elementos que estejam sobrepostos e, ao clicar, possibilita escolher qual dos elementos deseja-se selecionar.

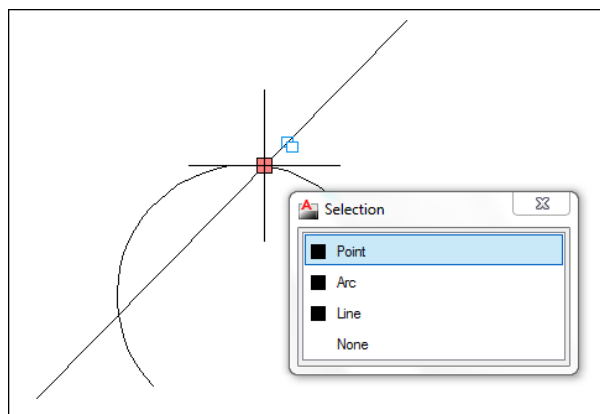


Figura 25 - Exemplo de Selection Cycling

2.3.10 Isolate/Hide Objects



Essa é mais uma novidade do AutoCAD 2015. O comando serve para congelar objetos, de forma que eles não apareçam mais na tela, não podendo ser modificados. No comando *Isolate*, o objeto selecionado será mantido na tela enquanto todos os outros serão congelados. No comando *Hideobjects* acontece o contrário, a entidade selecionada será congelada enquanto as outras permanecem normalmente na tela.

Para saber se há algum objeto congelado, verifica-se o círculo presente no botão na Barra de *Status*. Se ele estiver azul significa que há objetos congelados. Para fazer com que todos os objetos voltem a aparecer, clica-se no mesmo botão na Barra de *Status* e escolhe-se a opção *End Object Isolation* ou digita-se diretamente *unisolate* ou *unhide*. Então o círculo presente no botão ficará cinza, indicando que não há objetos congelados.

PET ENG. CIVIL
UFSC

3 Terceira Aula

Na terceira aula serão explorados mais comandos de construção além dos quatro apresentados anteriormente. Além disso, serão abordados os comandos de edição, amplamente utilizados para adaptar e modificar os elementos para a forma desejada.

3.1 Comandos de Construção

Os comandos de construção permitem desenhar entidades gráficas usadas para modelar o desenho à medida que o mesmo for sendo desenvolvido. Dentre eles pode-se citar os círculos, polígonos, arcos, polilinhas e elipses. Eles se encontram no Painel *Draw*, localizado na aba *Home*.

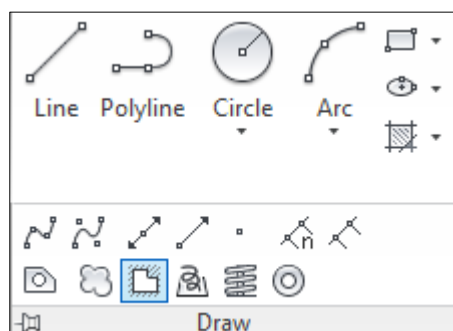



Figura 26 - Painel Draw

3.1.1 Comando Arc

- Atalho: a;
- Ribbon: Na aba *Home*, painel *Draw*;
- Botão: ;
- Utilidade: Desenhar arcos.

Esse comando de construção permite desenhar arcos de círculos, sendo que a geração acontece no sentido anti-horário, que é o sentido positivo para o dimensionamento dos arcos, porém dentro de algumas opções pode-se segurar o *Ctrl*, fazendo com que o arco seja gerado no sentido horário.

Quando se ativa o comando *Arc*, o *AutoCAD* informa na caixa de comando *Specify start point of arc or [Center]*. Assim, insere-se o primeiro ponto do arco ou o seu centro. Para isso, utiliza-se o *mouse* ou a inserção de coordenadas. Outras opções aparecerão para finalizar a construção do arco. Além dessas opções, pode-se construir o arco de outras formas que são encontradas na flecha abaixo do botão *Arc* na aba *Home*, painel *Draw*, entre elas:

- *Center, Start Point, End Point*: Define-se o centro e os pontos iniciais e finais do arco;
- *Center, Start Point, Angle*: Define-se o centro, o ponto inicial e o ângulo interno do arco;
- *Center, Start Point, Chord Length*: Define-se o centro, o ponto inicial e o comprimento do arco.

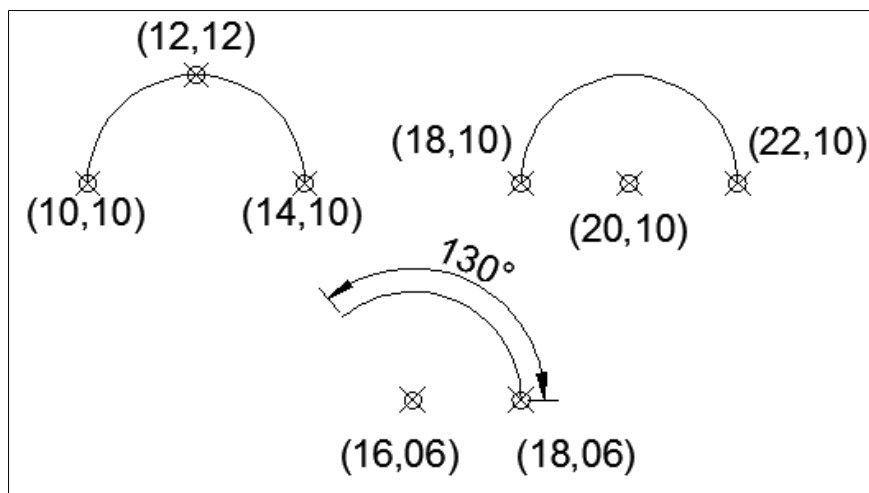


Figura 27 - Arcos construídos com *Start-Second-End*, *Center-Start-End* e *Center-Start-Angle*



Dica: Há também o comando *ellipse*, atalho *el*, presente na aba *Home*, painel *Draw*. Pode-se definir eixos através de pontos, definir eixos e centro ou criar arcos de *ellipse*.

3.1.2 Comando *Polygon*

- Atalho: *pol*;
- *Ribbon*: Na aba *Home*, painel *Draw*;
- Botão:
- Utilidade: Desenhar polígonos.

Quando o comando *polygon* é ativado, o AutoCAD informa na caixa de comando *Enter number of sides*. Deve-se então definir a quantidade de lados que o polígono terá. Posteriormente, surgirá *Specify center of polygon or [Edge]* para definir o centro do polígono ou a dimensão do seu lado. Caso tenha sido definido o centro do polígono, o AutoCAD informa *Enter an option [Inscribed in circle/Circumscribed about circle]* onde deverá optar-se entre um polígono inscrito ou circunscrito a um círculo. Em sequência, a caixa de comando retornará *Specify radius of circle*, requisitando a entrada do valor do raio do círculo anteriormente mencionado.

UFSC

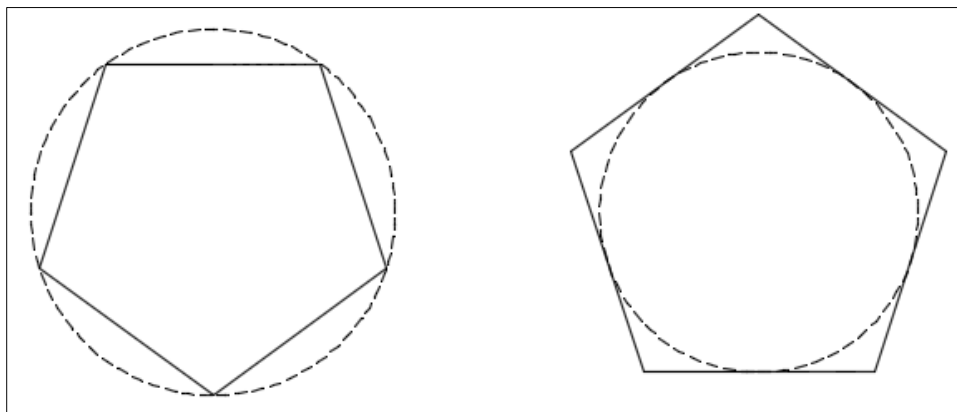



Figura 28 - Polígono Inscrito (esquerda) e Circunscrito (direita)

3.1.3 Comandos *Xline* e *Ray*

- Atalho: *xl* e *ray*;
- *Ribbon*: Na aba *Home*, painel *Draw*;
- Botão: ;
- Utilidade: Cria linhas infinitas em um ou dois sentidos (retas e semirretas).

Os comandos *Ray* e *Xline* criam linhas infinitas em um e dois sentidos, respectivamente. Utilizam-se principalmente para montar diretrizes de projeto, como direções a serem seguidas, limites de espaço, locação de colunas, entre outros.

Esses comandos são de fácil utilização, sendo que o *Xline* nos solicita apenas os dois pontos que definam a direção da reta e o *Ray* necessita de um ponto de início e um ponto definindo a direção.

3.1.4. Comando *Spline*

- Atalho: *spl*;
- *Ribbon*: Na aba *Home*, painel *Draw*;
- Botão: ;
- Utilidade: Cria curvas denominadas *Beta-splines*, sobre pontos atribuídos pelo usuário.

No AutoCAD 2015, o comando *Spline*, usado para a confecção de curvas sofreu algumas modificações. Na nova versão ele foi dividido em dois tipos, *Spline Fit* e *Spline Control Vertices*. No primeiro, os pontos escolhidos serão os pontos por onde a curva passará. No segundo, os pontos escolhidos formarão as tangentes que orientam a elaboração das curvas.

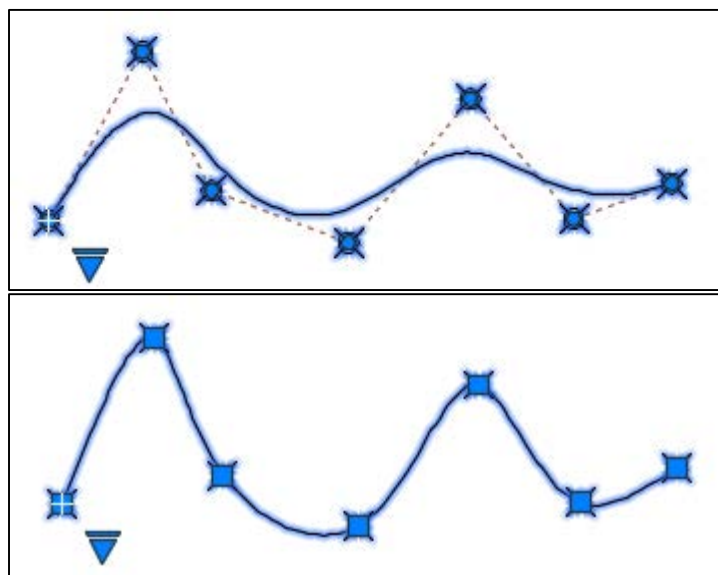
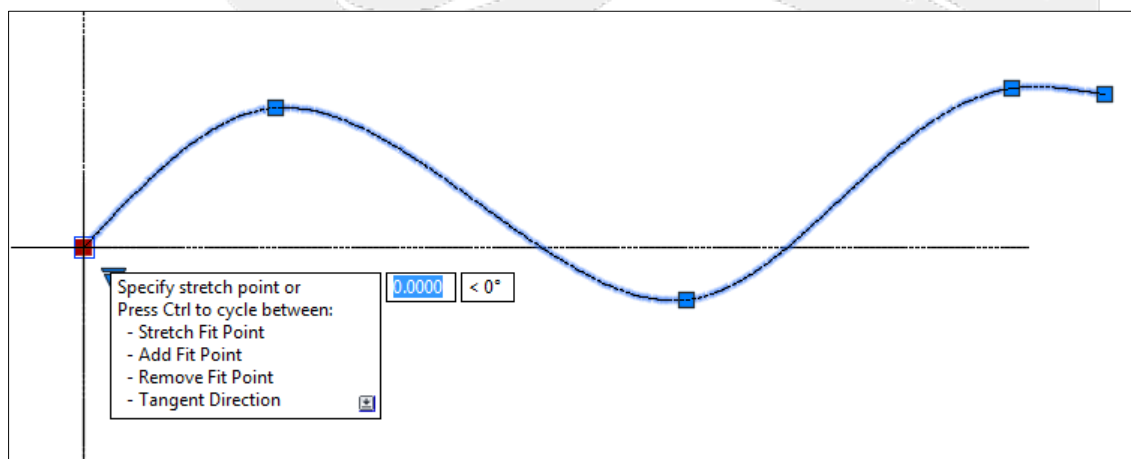


Figura 29 - Spline Fit (acima) e Spline Control Vertice (abaixo)

Ao término do comando, deve-se apertar *Enter* para salvar a curva desenhada. Durante a utilização do *Spline Fit* pode-se selecionar a opção *tolerance*, a qual definirá o quanto a curva poderá se afastar dos pontos selecionados, sendo que o valor 0 (zero) fará a curva passar exatamente sobre o ponto.

Após o término do desenho, clicando na *Spline* e deixando o mouse sobre os *grips* iniciais ou finais, abre-se um menu no qual pode-se selecionar *Tangent Direction* para modificar a direção dessas tangentes.



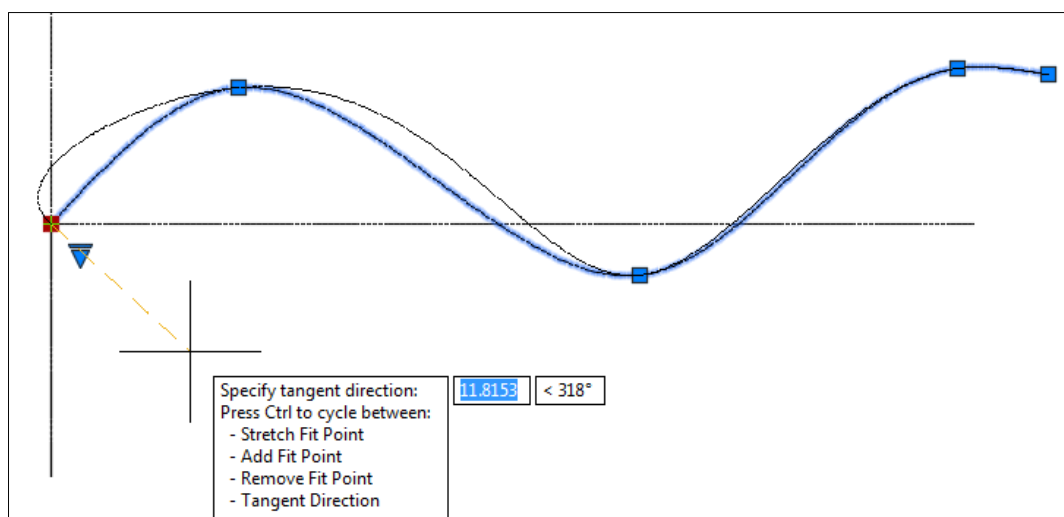


Figura 30 - Mudando as tangentes de splines

3.1.4 Comando *Polyline*

- Atalho: pl;
- *Ribbon*: Na aba *Home*, painel *Draw*;
- Botão:
- Utilidade: Criar entidades gráficas formadas por vários segmentos (linhas e arcos).

Quando ativa-se o comando *polyline* o *AutoCAD* informa *Specify start point*, para isso utiliza-se o *mouse* ou a inserção de coordenadas. Após inserido o primeiro ponto, o comando se ramifica em várias opções de construção de linhas e arcos. Além disso, pode-se selecionar a opção *Close*, que irá fechar a polilinha com uma reta ou um arco ligando o último ponto ao primeiro.

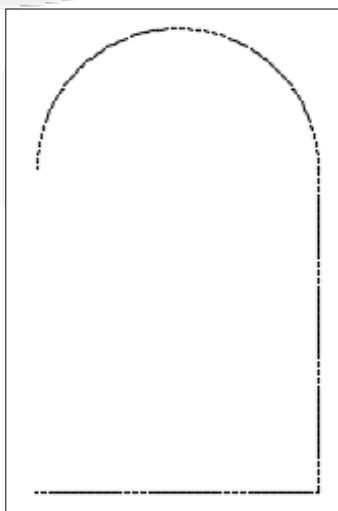


Figura 31 - Exemplo de Polilinha com Retas e Arcos

3.2 Ferramentas 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 de entidades já existentes. Pode-se encontrar as ferramentas de edição no *Ribbon*, aba *Home*, painel *Modify*

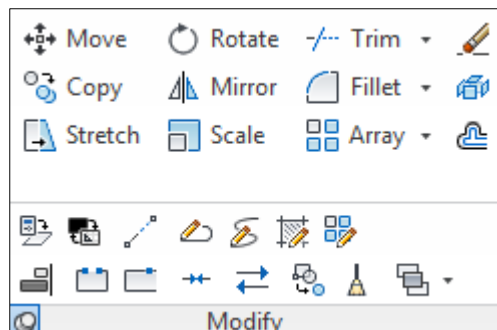


Figura 32 - Painel Modify

3.2.1 Comando *Erase*

- Atalho: e;
- *Ribbon*: Na aba *Home*, painel *Modify*;
- Botão:
- Utilidade: Elimina elementos selecionados.

Comando utilizado para apagar objetos selecionados (pode-se selecionar os objetos e começar o comando, ou vice e versa), com a mesma função da tecla *Delete*. A vantagem de utilizar um comando ao invés da própria tecla *Delete* está na possibilidade de não precisar mover a mão esquerda até a tecla ou ainda tirar a mão do *mouse* para o mesmo.




Dica: Pode parecer exagero falar em perda de tempo no deslocamento da mão esquerda do lado esquerdo do teclado para o lado direito ou na retirada da mão do mouse para usar no teclado. Porém, como alguns comandos são executados dezenas, centenas ou até milhares de vezes durante a elaboração de um projeto, qualquer ganho mínimo de tempo se torna, ao final, bastante significativo. Acostume-se a utilizar os atalhos de comandos que consumam o menor tempo possível.

3.2.2 Comando *Move*

- Atalho: m;
- *Ribbon*: Na aba *Home*, painel *Modify*;
- Botão:
- Utilidade: Move um ou mais elementos.

Utiliza-se o comando *Move* para mover objetos selecionados. Basicamente, após ter selecionado os objetos, escolhe-se um ponto de base e, em seguida, informa-se a nova posição desse ponto base, seja com o *mouse*, por coordenadas ou coordenadas relativas.


3.2.3 Comando Copy

- Atalho: co;
- *Ribbon*: Na aba *Home*, painel *Modify*;
- Botão: ;
- Utilidade: Copia um ou mais elementos.

O comando *Copy* é muito parecido com o comando *Move*. Seleciona-se os objetos, um ponto base, e um ponto para “colar” os elementos escolhidos. Esse comando não acaba depois que define-se um segundo ponto, ele irá se repetir até que seja cancelado. O *Copy* comumente utilizado na edição de um projeto que encontra-se em um mesmo arquivo.


Para arquivos separados, ou seja, quando deseja-se copiar algo de um projeto para outro, geralmente utiliza-se o comando *[Ctrl + C]* *[Ctrl + V]*. Ainda, se quiser copiar algo de um projeto para outro tomando um ponto do desenho como referência, utiliza-se o comando *[Ctrl + Shift + C]* *[Ctrl + V]*. Ambos comandos também podem ser usados em desenhos que estejam em um mesmo arquivo.

3.2.4 Comando Rotate

- Atalho: ro;
- *Ribbon*: Na aba *Home*, painel *Modify*;
- Botão: ;
- Utilidade: Rotaciona um ou mais elementos.

Utiliza-se o comando *Rotate* para rotacionar objetos em torno de um eixo definido, ou ainda, rotacionar um alinhamento para que tenha a mesma angulação de outro previamente definido. Ao iniciar o comando e selecionar os objetos a serem rotacionados, o *AutoCAD* pedirá um ponto que será o eixo de rotação. Pode-se simplesmente informar o ângulo de rotação (tendo como referência o eixo de coordenadas abscissas) ou utilizar a opção *Reference*. Essa opção permite mudar a referência de rotação, passando assim do eixo de coordenadas para qualquer outro alinhamento, para só então informar-se o ângulo de rotação. Para finalizar, depois de se selecionar um alinhamento como referência, ainda podemos utilizar a opção *Points*. Nessa opção, seleciona-se dois pontos do objeto que se deseja rotacionar que formarão um alinhamento, o qual definirá a rotação da referência utilizada.

3.2.5 Comando Mirror

- Atalho: mi;
- *Ribbon*: Na aba *Home*, painel *Modify*;
- Botão: ;
- Utilidade: Permite espelhar uma ou mais entidades ao longo de um eixo definido pelo usuário.

Utiliza-se o comando *Mirror* para se criar cópias espelhadas de entidades selecionadas. O objeto a ser espelhado deverá ser selecionado e posteriormente deve-se definir, com dois pontos, o eixo que servirá de espelho. Após a definição do eixo o programa perguntará se deseja-se manter o objeto selecionado inicialmente ou apagá-lo, mantendo apenas o desenho espelhado.

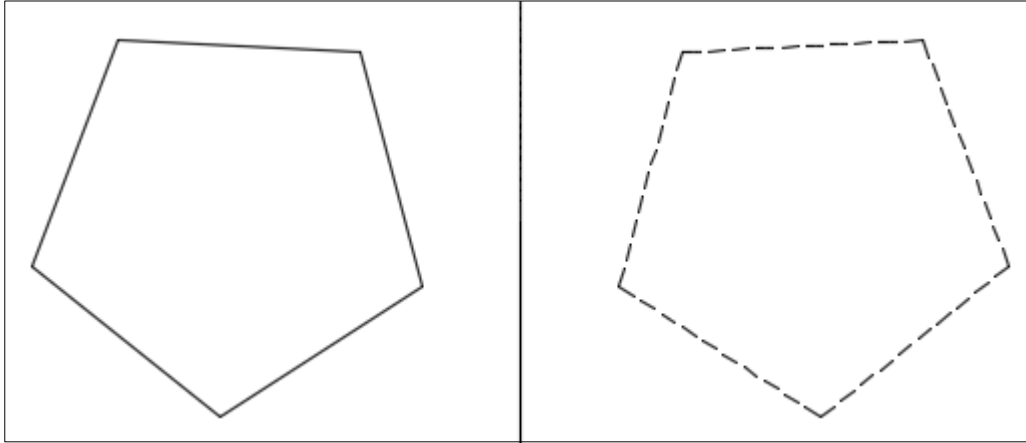
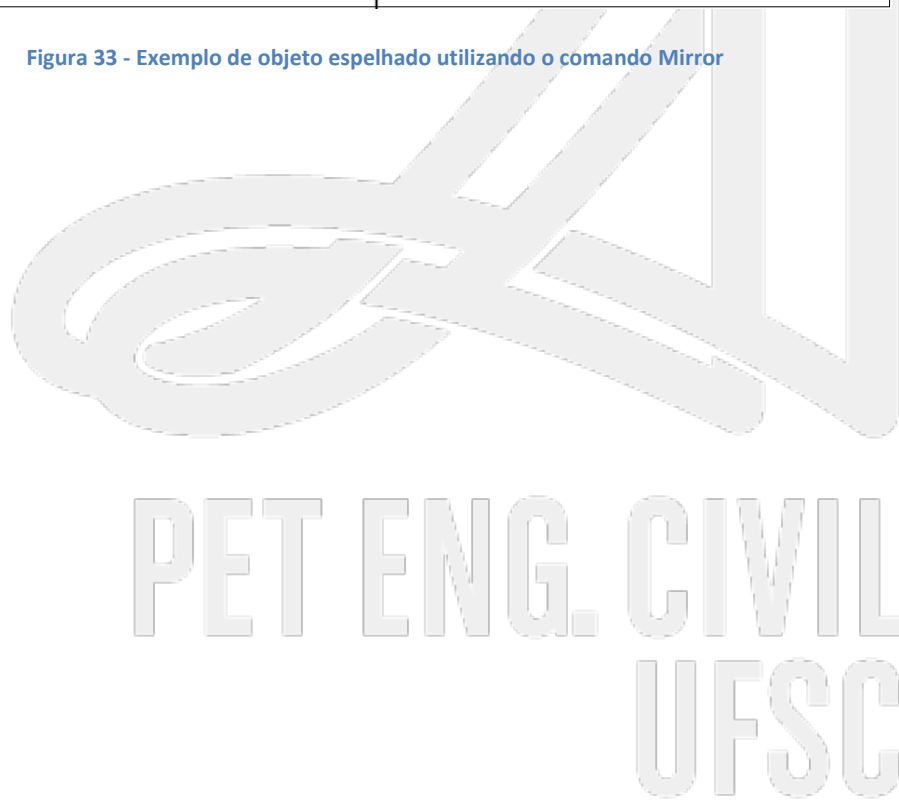


Figura 33 - Exemplo de objeto espelhado utilizando o comando *Mirror*



4 Quarta Aula

Na quarta aula serão exploradas as Ferramentas de Averiguação e a continuação das Ferramentas de Edição.

4.1 Comandos de Averiguação

São comandos que retornam valores numéricos ao usuário, correspondentes a dimensões e padrões sobre a entidade selecionada.

4.1.1 Measure

Os comandos de medida se encontram na aba *Home*, painel *Utilities*. Com eles pode-se medir comprimento de linhas, raios, ângulos, área, perímetro e até o volume, no caso do AutoCAD 3D.

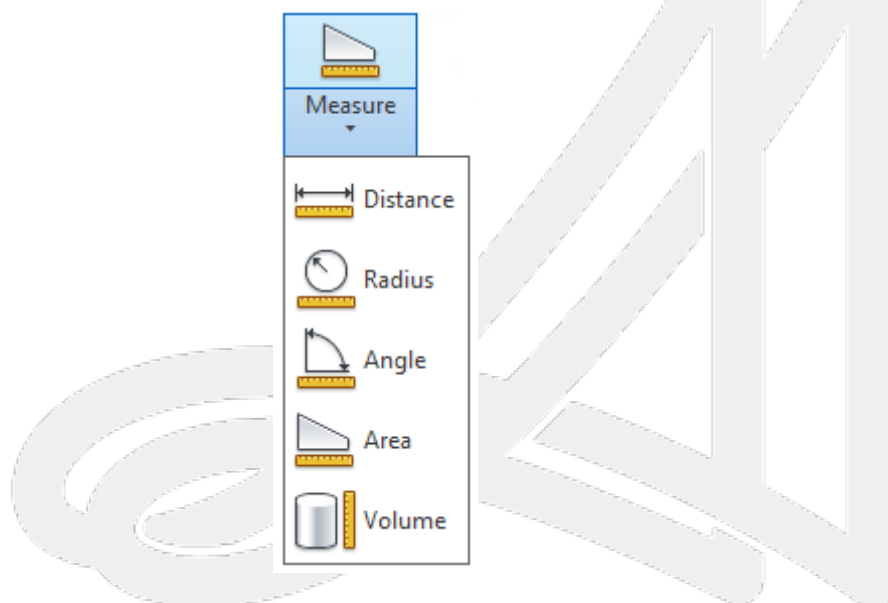


Figura 34 - Comandos de medida

4.1.1.1 Comando Dist (Atalho di)

Mede a distância entre dois pontos selecionados. É um comando utilizado muitas vezes durante a elaboração de um projeto.

4.1.1.2 Comando Area (Atalho aa)

Informa a área e o perímetro correspondente a um polígono selecionado pelo operador, indicando seus vértices.


4.1.2 Comando Mass Properties (Atalho massprop)

Esse comando é utilizado para se conhecer várias características de forma de uma área fechada, como: centroide, momento de inércia, produto de inércia, raio de giração e momentos principais.

Porém a área de interesse deverá ser definida por um elemento chamado *Region*. Para tal utilizaremos o comando *Boundary* e seleciona-se *Region* ao invés de *Polyline* na opção *Object Type*.

4.2 Ferramentas de Edição

4.2.1 Comando Trim

- Atalho: tr;
- Ribbon: Na aba *Home*, painel *Modify*;
- Botão: ;
- Utilidade: Permite cortar uma ou mais entidades que se interceptam com outras.

O comando Trim é baseado em entidades chamadas *Cutting Edges*, que funcionam como limites de corte aos elementos que as interceptam. Supondo que inicialmente se tem no desenho as linhas diagonais mostradas na figura 4.1, desenha-se as *Cutting Edges* desejadas (linhas horizontais pontilhadas). A seguir, inicia-se o comando e, através da seleção, informa-se ao programa quais entidades são as *Cutting Edges*. Em seguida, o comando nos oferecerá diversas opções.

Uma dessas opções é a *Fence*. Após selecioná-la, iremos traçar alinhamentos interceptando os elementos localizados entre duas *Cutting Edges*, os quais serão cortados. Outra forma bastante conhecida de utilizar o Trim consiste em não selecionar nenhuma *Cutting Edge*. Simplesmente pula-se a etapa de seleção apertando novamente *Enter*. Com isso, o AutoCAD entenderá que todos os elementos são *Cutting Edges*, e todo elemento que você clicar será cortado até encontrar outro elemento qualquer.

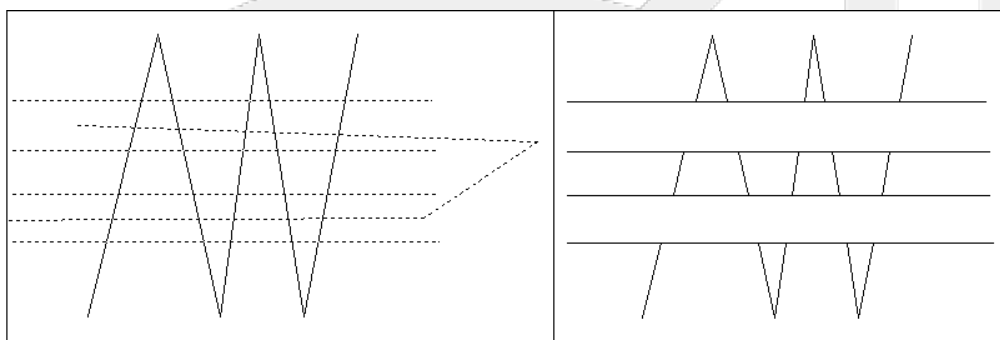



Figura 35 - Comando Trim utilizando a opção Fence

4.2.2 Comando Extend

- Atalho: ex;
- Ribbon: Na aba *Home*, painel *Modify* (Clicando na seta ao lado do Comando Trim);
- Botão: ;
- Utilidade: Permite estender entidades até um limite previamente estabelecido.

Parecido com o comando *Trim*, porém com a função de estender elementos. No caso do *Extend*, primeiramente seleciona-se os elementos destino, e depois os elementos que serão estendidos até eles. No *Extend* também existe a opção *Fence*, que funciona exatamente como a do *Trim*. Além disso, a opção de pular a etapa de seleção de elementos destino também faz com que todos os elementos sejam considerados destino, assim, linha escolhida será estendida até o elemento mais próximo.

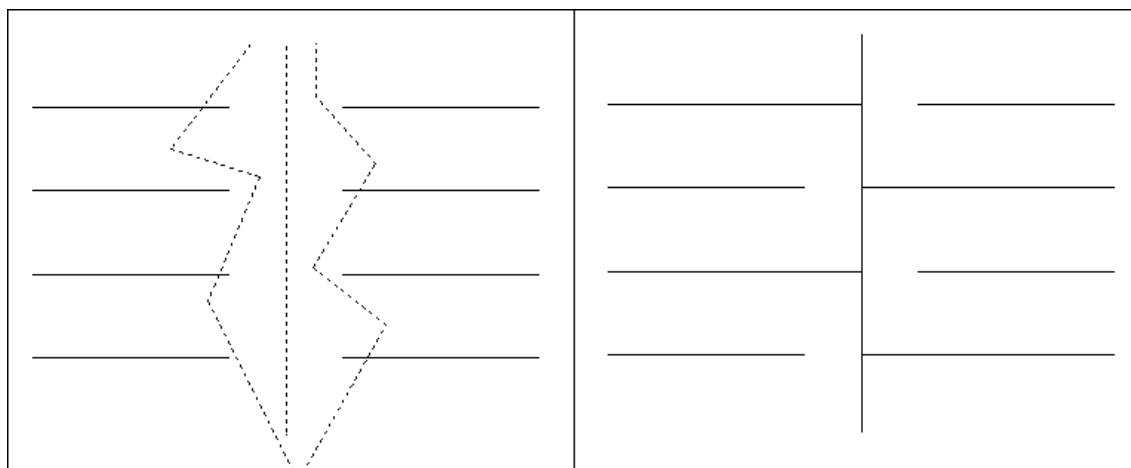



Figura 36 - Comando *Extend* utilizando a opção *Fence*



Dica: Os comandos *Trim* e *Extend* são tão parecidos que, para facilitar quando temos que alternar entre um e outro, basta apertarmos a tecla *Shift* após termos selecionado as *Cutting Edges* ou os *Elementos Destinos* para que a função do comando se inverta. Ou seja, *Cutting Edge* vira *Elemento Destino* e vice e versa.

4.2.3 Comando *Fillet*

- Atalho: f;
- *Ribbon*: Na aba *Home*, painel *Modify*;
- Botão: ;
- Utilidade: Permite fazer concordâncias entre dois elementos através de uma curva ou duas retas.

Utiliza-se o Comando *Fillet* para arredondar vértices de concordância entre elementos. O comando é simples, seleciona-se dois elementos e o *AutoCAD* se encarrega de fazer a concordância entre ambos. É necessário entender duas opções que o ele fornece. A opção *Trim* definirá se os elementos selecionados para a concordância serão cortados ou não onde a mesma inicia ou termina, e deverá ser estabelecida antes da seleção do primeiro elemento. A opção *Radius* define o raio da curva que irá fazer a concordância, sendo que se for igual a 0, será uma concordância reta. Ela pode ser definida antes ou após a seleção do primeiro elemento.

Esse comando pode ser muito utilizado durante o projeto simplesmente para unir duas linhas, formando uma quina.

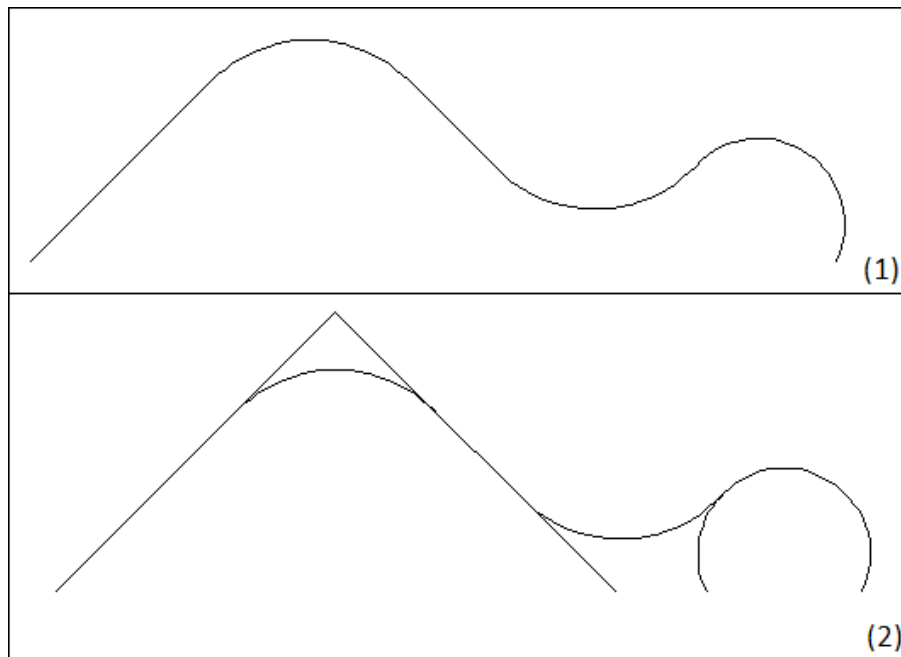



Figura 37 - Linhas e arcos com concordância através de *Fillet*, com (1) e sem *Trim* (2)

4.2.4 Comando *Chanfer*

- Atalho: cha;
- *Ribbon*: Na aba *Home*, painel *Modify*
- Botão: , junto ao ícone do *Fillet*;
- Utilidade: Permite fazer concordâncias entre dois elementos através de um chanfro ("Dobra").

Diferente do comando *Fillet*, o *Chanfer* faz concordância entre dois elementos através de chanfros. Precisa-se alterar apenas as distâncias de cada lado do chanfro, que podem ser diferentes, através da opção *Distance* e a opção *Trim*, como no *Fillet*.

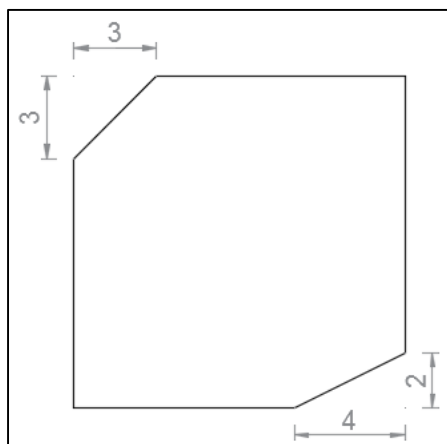



Figura 38: Exemplo de chanfros com distâncias iguais e diferentes

4.2.5 Blend Curves

- Atalho: ble;
- Ribbon: Na aba Home, painel Modify;
- Botão: ;
- Utilidade: Permite unir com uma Spline duas linhas ou curvas.

Blend Curves permite que o usuário crie uma ligação em linhas ou curvas, podendo fechar geometrias abertas. Primeiro, seleciona-se uma das pontas a ser conectada e depois a outra, então automaticamente será criada a ligação. Após criada a *Blend Curve* pode-se selecioná-la e modificá-la.

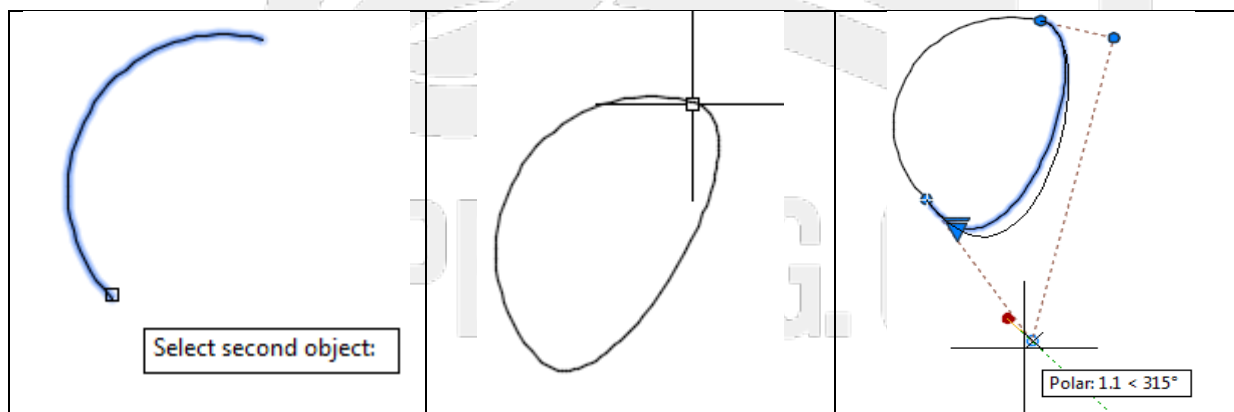


Figura 39 - Criação e modificação de uma Blend Curve

Os comandos Fillet, Chanfer e Blend Curves estão localizados no mesmo local na *Ribbon*, para selecionar um dos comandos, é só clicar na seta para baixo.

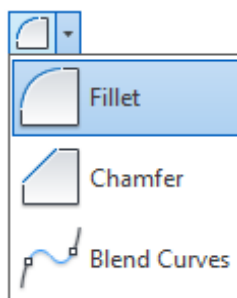



Figura 40 - Comandos *Fillet*, *Chamfer* e *Blend Curves* na Ribbon

4.2.6 Comando *Offset*

- Atalho: o;
- Ribbon: Na aba *Home*, painel *Modify*;
- Botão: ;
- Utilidade: Permite fazer cópias idênticas e paralelas a uma entidade previamente selecionada.

O comando *Offset* é utilizado para gerar entidades idênticas e paralelas às originais, sejam elas linhas, polilinhas, círculos (neste caso serão gerados círculos concêntricos), arcos, etc. Ao iniciar o comando precisa-se apenas informar a distância entre as entidades originais e as que serão criadas, por meio da caixa de comando (insere-se diretamente a unidade) ou informando uma distância com o *mouse* (selecionam-se dois pontos e a distância informada será a distância entre estes dois pontos). Selecionamos então o objeto a ser copiado e a direção em que a cópia será gerada (no caso de círculos, clicamos dentro ou fora do círculo).

Além disso, depois de selecionarmos o objeto, podemos ativar a opção *Multiple*, para que o comando se repita indefinidamente, e assim gerar sequências de cópias.

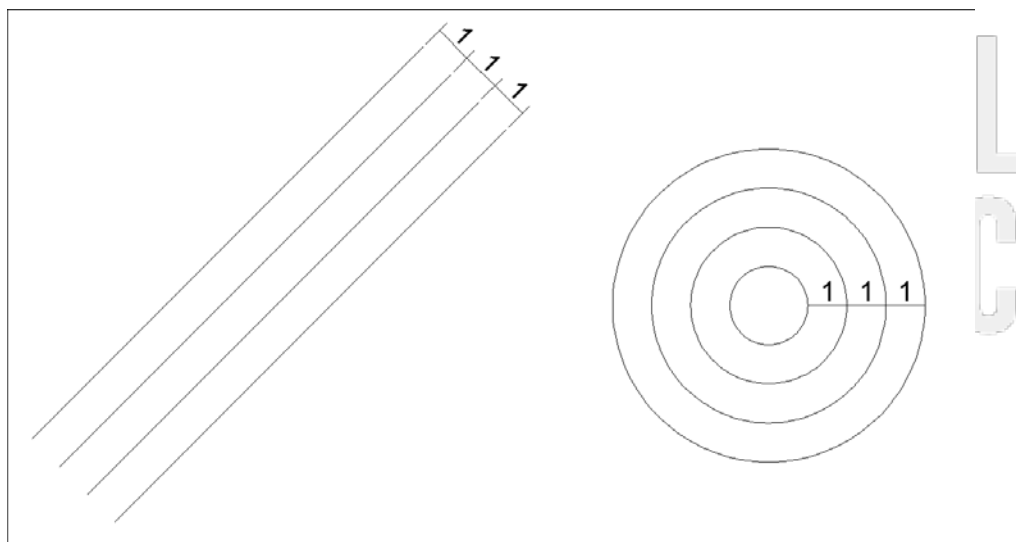



Figura 41 - Linhas e Círculos criados utilizando *Offset*

4.2.7 Comando Divide

- Atalho: div;
- Ribbon: Na aba Home, painel Draw
- Botão: ;
- Utilidade: Permite dividir uma entidade em vários segmentos de mesma dimensão.

O comando *Divide* marca elemento em um determinado número de segmentos através de pontos. Após selecionar o objeto a ser dividido ainda pode-se selecionar a opção *Block* para que ao invés de pontos, se utilize blocos previamente criados (blocos serão abordados mais adiante no curso).

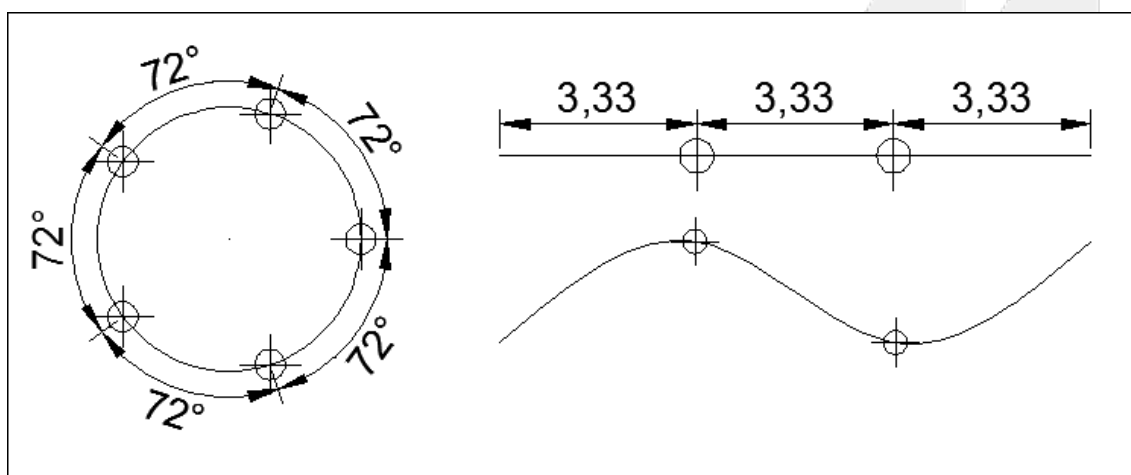


Figura 42 - Elementos divididos através do comando *Divide*.

4.2.8 Comando Measure

- Atalho: me;
- Ribbon: Na aba Home, painel Draw;
- Botão: ;
- Utilidade: Permite dividir uma entidade em vários segmentos de dimensões definidas.

Muito parecido com *Divide*, porém ao invés de informar o número de segmentos a ser dividido, informa-se a dimensão dos segmentos. Assim como o *Divide* também temos a opção de inserirmos Blocos através da opção *Block*.

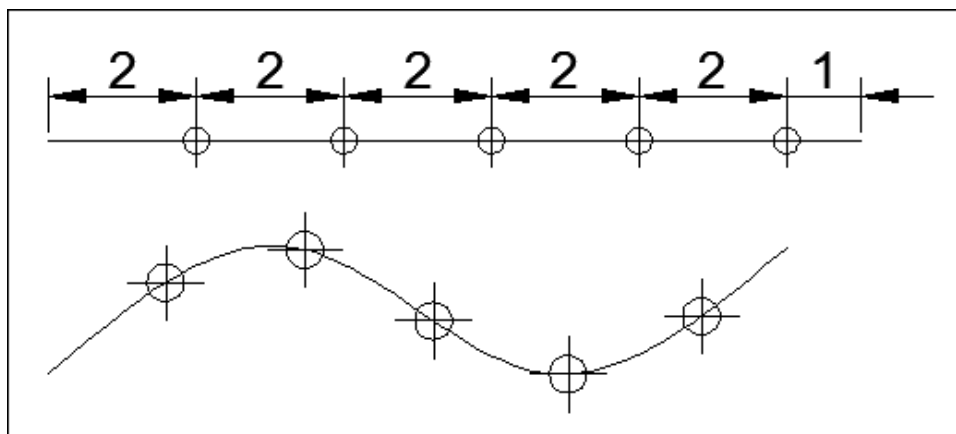



Figura 43 - Divisões feitas através do Comando *Measure*.

4.2.9 Comando *PEdit*

- Atalho: *pe*;
- *Ribbon*: Aba *Home*, Painel *Modify*;
- Botão: ;
- Utilidade: Permite editar Polilinhas previamente criadas ou ainda criar novas a partir de outras entidades.

Utiliza-se o *PEdit* (*Poliline Edit*) selecionando a polilinha que se quer editar, ou ainda uma linha ou spline que queremos transformar em uma polilinha para assim ser editada. Dentre as opções fornecidas, as mais utilizadas são:

- *Join*: Une entidades que tenham uma de suas extremidades em comum;
- *Close*: Faz o fechamento da entidade ligando suas extremidades.

4.2.10 Comando *Explode*


- Atalho: *x*;
- *Ribbon*: Na aba *Home*, painel *Modify*;
- Botão: ;
- Utilidade: Retira o vínculo entre entidades que formam um único objeto.

Utiliza-se o comando *Explode* para fazer com que objetos agrupados em uma única entidade sejam novamente separados em suas formas primárias. Pode-se utilizá-lo em entidades como blocos, polilinhas e cotas.

5 Quinta Aula

5.1 Ferramentas de Edição


5.1.1 Comando *Scale*

- Atalho: sc;
- *Ribbon*: Na aba *Home*, painel *Modify*;
- Botão: ;
- Utilidade: Permite escalonar entidades a partir de um ponto de referência.

Após iniciar o comando *Scale* e selecionar os objetos a serem escalonados, deve-se escolher um ponto base, o qual será o ponto que ficará “preso” à mesma posição enquanto o resto do elemento será aumentado ou diminuído. Após essa primeira etapa existem 3 opções:

- *Specify scale factor*: Inserir-se um fator de escala, sendo que acima de 1 as entidades serão aumentadas e abaixo de 1 diminuídas;
- *Copy*: Selecionar essa opção irá fazer com que o escalonamento seja uma cópia, deixando a entidade original intacta;
- *Reference*: Com essa opção pode-se selecionar dois pontos quaisquer do desenho, determinando um segmento e definir uma nova dimensão para ele. Assim como quando utiliza-se o comando *Rotate* com a opção *Reference*, pode-se agora selecionar a opção *Points* para que a nova dimensão dos pontos referência seja a distância entre dois pontos.

5.1.2 Comando *Align*

- Atalho: al;
- *Ribbon*: Na aba *Home*, painel *Modify*;
- Botão: ;
- Utilidade: Permite alinhar objetos a outros elementos ou alinhamentos.

O comando *Align* permite ajustar objetos a um alinhamento de forma prática, dispensando o uso repetitivo dos comandos *Move* e *Rotate*. Com o comando ativo, após a seleção do objeto a ser alinhado, defini-se até 3 pontos do objeto e seus pontos destinos (o terceiro ponto só irá influenciar em objetos em 3D, que não são abordados nessa apostila). Após essa etapa podemos definir se a escala do objeto será ou não alterada para se adequar aos pontos destinos, se não, o primeiro ponto será utilizado como base e o segundo servirá apenas para definir o alinhamento.

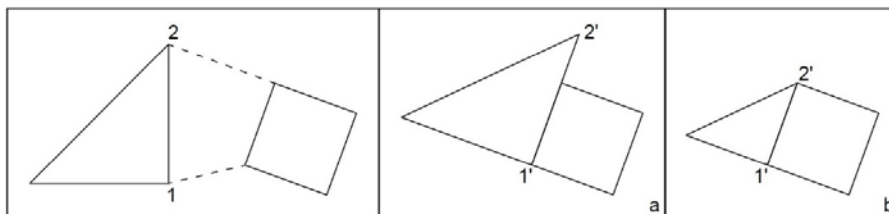



Figura 42 - Alinhando objeto com o comando *Align*, sem (a) e com (b) alteração de escala.

5.1.3 Comando *Stretch*

- Atalho: s;
- *Ribbon*: Na aba *Home*, painel *Modify*;
- Botão: ;
- Utilidade: Permite distorcer objetos a partir de uma janela de seleção.

Após iniciar o comando deve-se selecionar os objetos através de *Select Crossing* (Seleção com o *mouse* da direita para a esquerda, cor verde). Dessa forma, o que for cortado pelas bordas da seleção será distorcido. Após a seleção, define-se um ponto base, para então definir a nova posição da parte que foi selecionada.

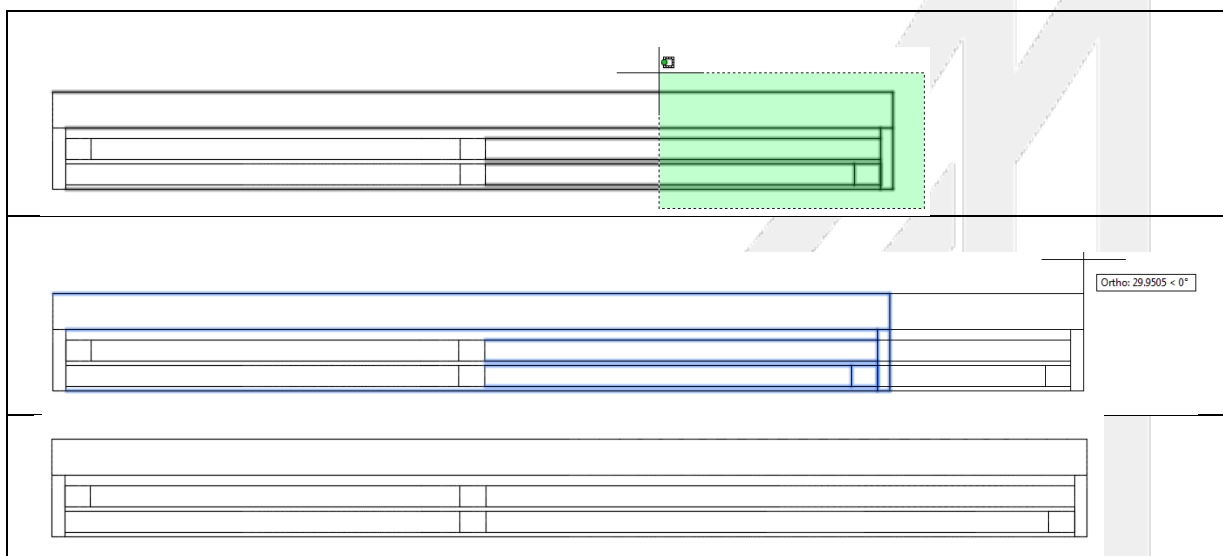


Figura 43 - Desenho sendo distorcido pelo comando *Stretch*.

5.1.4 Comando *Boundary*

- Atalho: bo;
- *Ribbon*: Na aba *Home*, painel *Draw*;
- Botão: ;
- Utilidade: Permite criar uma polilinha ou região sobre entidades já existentes.

Utiliza-se o comando *Boundary* para criar uma polilinha fechada sobre entidades já existentes que formem um espaço fechado. Após iniciar o comando abrirá uma janela onde, dentre algumas opções, pode-se encontrar o botão *Pick points*. Clicando nesse botão volta-se ao desenho e deve-se clicar dentro da região fechada, ou regiões fechadas, em questão, então pressiona-se *Enter* para voltar para a janela. Clica-se em *Ok* e uma polilinha fechada será criada em cima do desenho já existente.

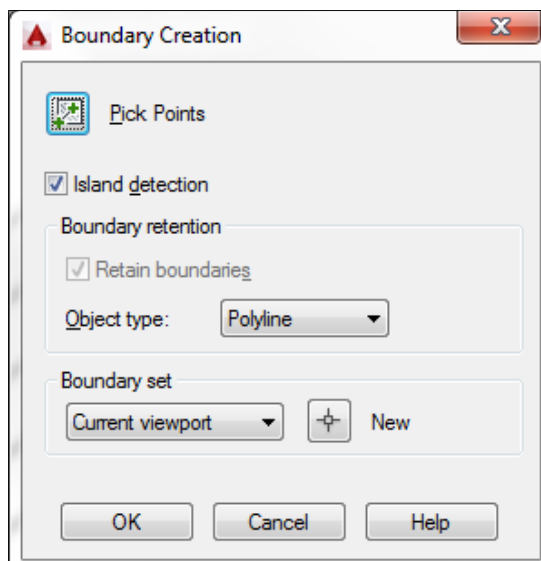


Figura 44 - Janela de criação de *Boundary*.

5.1.5 Comando *Hatch*

- Atalho: h;
- *Ribbon*: Na aba *Home*, painel *Draw*;
- Botão:
- Utilidade: Permite desenhar hachuras em uma região.

Hachuras são especialmente úteis quando se deseja inserir um padrão a uma área do desenho, como, por exemplo, pisos em desenhos de arquitetura. Para que a hachura possa ser executada, a região a ser hachurada deve ser fechada, delimitada por linhas ou polilinhas, por exemplo.

Quando ativa-se o comando, abre uma nova aba no *Ribbon*, *Hatch Creation*, que auxilia na criação da hachura. Nessa aba pode-se modificar o tipo de hachura, no painel *Pattern* e escolher o ângulo de rotação e a escala da hachura, no painel *Properties*, entre outras opções. Toda vez que clica-se em uma hachura pronta essa aba abrirá novamente e poderão ser realizadas modificações no elemento selecionado.

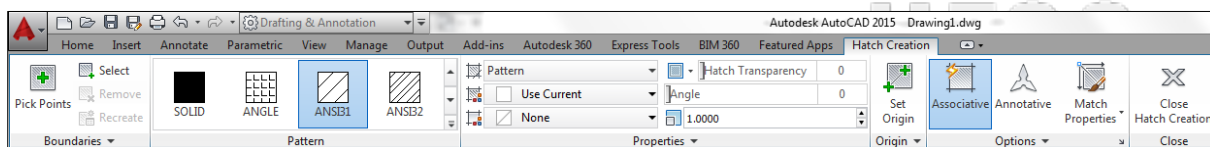


Figura 45 - Aba de criação de hachuras

Após ativado o comando, deve-se clicar na área fechada na qual deseja-se hachurar e modificar as propriedades da hachura na aba *Hatch Creation*. Ao final da edição aperta-se *Enter* para salvar.

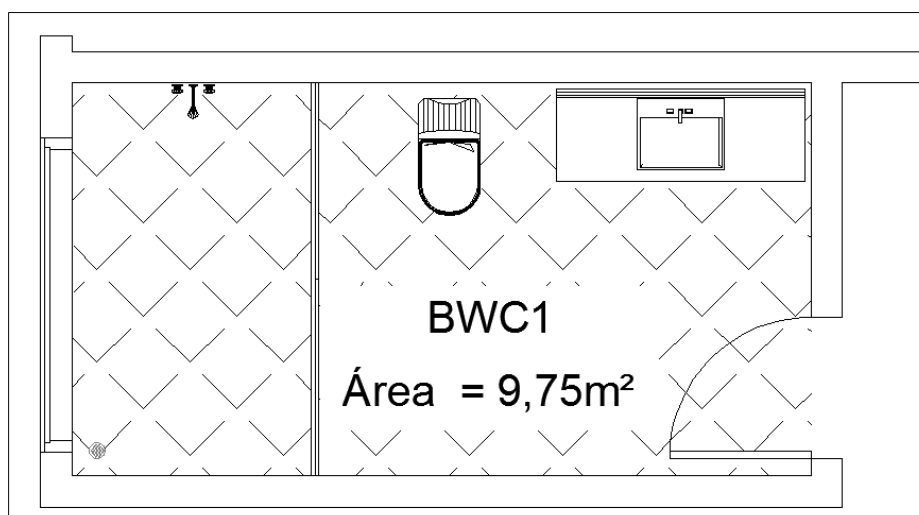


Figura 46 - Exemplo de apresentação correta de hachuras



Dicas:

- Para repetir objetos e distribuí-los uniformemente, utiliza-se o comando Array, localizado na aba Home, painel Modify. A janela de configurações exibida apresentará as opções de Configuração de distribuição: Retangular, Polar ou Path;
- As hachuras, em projetos, devem passar pelo espaço por onde a porta gira;
- Os textos e blocos devem ser inseridos antes das hachuras para não serem interceptados por elas;
- Pode aparecer uma hachura sólida ao invés da escolhida, nesse caso deve-se aumentar a escala da hachura

PET ENG. CIVIL
UFSC

6 Sexta Aula

Na sexta aula será explicado como estruturar e organizar o desenho através de camadas (*Layers*).

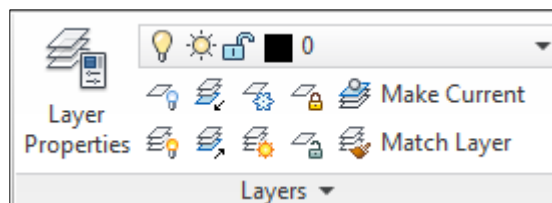



Figura 47 - Painel Layers

Layers são camadas de um desenho, independentes entre si, que agrupam os elementos do desenho criados pelo usuário. São responsáveis por atribuir algumas características que posteriormente irão refletir na configuração de impressão. Além disso, é também uma forma de atribuir características em massa a um conjunto de elementos semelhantes.

Uma forma mais fácil de entender como as *layers* funcionam é compará-las com a sobreposição de várias folhas de papel transparentes. Cada folha contém uma parte do projeto e, quando sobrepostas, completam o desenho.

De modo geral, costuma-se utilizar *layers* diferentes para cada conjunto de elementos distintos do desenho, previamente à sua utilização efetiva.

6.1 Ferramenta Layer (Gerenciador de Layers)

- Atalho: la;
- *Ribbon*: Na aba *Home*, painel *Layers*;
- Botão: ;
- Utilidade: Permite estruturar e organizar o desenho através de camadas (*Layers*).

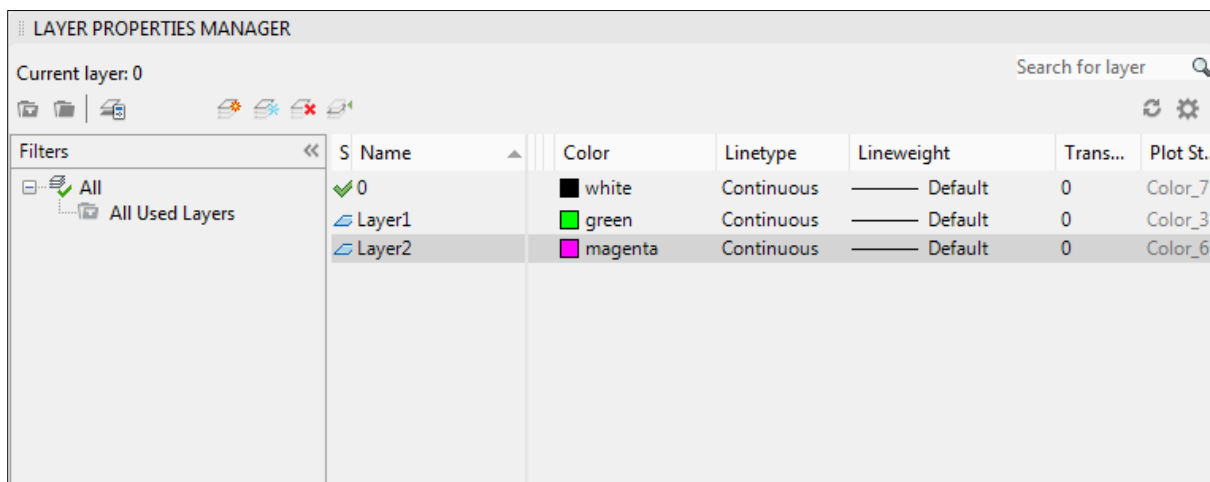


Figura 48 - Janela Layers Properties Manager

6.1.1 Criação de Layers

A priori existe apenas a layer "0" (a layer "Defpoints" também será criada automaticamente em seguida). Para criar novas layers é necessário clicar no botão *New Layer* () ou clicar com o botão direito e escolher a opção *New Layer*. Será pedido então um nome para essa nova layer.

A nova Layer agora aparecerá na janela *Layer Properties Manager*. É aconselhável já se definir uma nova cor para a mesma e ressalta-se que é pela cor de uma entidade que serão definidas as configurações de impressão (espessura de linha, cor, etc.). Portanto, recomenda-se deixar elementos que possuirão as mesmas configurações de impressão em layers com a mesma cor. Isso será mais bem compreendido durante a etapa de configuração do desenho para plotagem, abordada na 10ª aula.


6.1.2 Manipulando Layers

Trocar um objeto de layer é bastante simples: seleciona-se o(s) objeto(s) e escolhe-se a nova layer à qual desejamos inseri-los diretamente no painel *Layers* no *Ribbon*.

Tanto na janela *Layers Properties* quanto no painel *Layers* temos algumas opções que definem propriedades de cada layer, a saber:

- : Esse botão serve para ligar/desligar uma Layer. Todos os objetos na camada sumirão, mas ainda poderão ser rastreados;
- : Serve para congelar uma layer. Os objetos desaparecerão da tela e não poderão ser mais rastreados;
- : Esse botão é utilizado para travar uma Layer. Embora visível nenhum objeto poderá ser modificado;
- : O botão serve para alterar a cor da layer em questão;
- : A pequena impressora é utilizada para permitir/impedir a impressão dos objetos contidos na camada em questão. Costuma-se impedir a impressão da layer *Viewport*, que será estudada mais adiante.

6.1.3 Excluindo Layers

Na caixa de diálogo de gerenciamento de camadas consta o botão *Delete Layer* (). Esse é responsável pela exclusão de *layers*. Para excluir a camada desejada, seleciona-se a *layer* e aperta-se o botão citado.

É importante salientar que apenas as *layers* que não possuírem nenhuma entidade poderão ser excluídas. Também não é possível excluir a *layer* ativa, ou seja, a *layer* que está selecionada no painel e que está sendo utilizada para criar novos elementos no desenho ou a *layer* zero.



Dica: Uma alternativa para excluir camadas que possuem objetos é usar o comando “LAYDEL”. Este exclui a *layer* desejada e todos os objetos que nela estiverem contidos. Só não funciona com a *layer* ativa ou com a zero, conforme explicado anteriormente.


6.1.4 Layiso, Layon e Layuniso

O comando *Layiso* é uma ferramenta que auxilia a isolar *layers* sem precisar desligar manualmente todas as outras. Ao iniciar o comando precisa-se apenas selecionar objetos que estejam nas *layers* que deseja-se isolar. Se na opção *Settings*, que fica disponível durante a seleção dos objetos, estiver ativa a opção *Off*, todas as outras *layers* serão desligadas, já se estiver ativa a opção *Lock and Fade*, todas as outras *layers* serão atenuadas e trancadas. Para reativar as *layers*, utiliza-se o comando *Layuniso* ou *Layon*.

6.1.5 Mach Properties


O comando *Mach Properties* (atalho: *ma*) funciona da mesma forma que o “Pincel de Formatação” dos programas do *Office*. Utiliza-se esse comando para copiar propriedades (*layer*, cor, fonte, escala) entre objetos. Para isso, seleciona-se o objeto do qual deseja-se copiar as propriedades, depois utiliza-se a opção *Settings* para selecionar as propriedades que serão copiadas. Os próximos objetos selecionados terão suas propriedades alteradas para coincidir com as propriedades do objeto de origem.

6.2 Comando Tabela

- Atalho: *tb*;
- *Ribbon*: Na aba *Home*, painel *Annotation*;
- Botão: ;
- Utilidade: Permite a criação de tabelas no AutoCAD ou importação de planilhas do *Excel*.

Para a criação de tabelas tem-se duas opções em *Insert Options*, a primeira (*Start from empty table*) cria uma tabela dentro do próprio AutoCAD, bastando selecionar o número de linhas e colunas.

Outra opção é a importação de uma planilha (*From a data link*) do *Excel*, importante para quando se deseja realizar operações matemáticas entre os dados. Além disso, ao modificar a planilha no programa *Excel*, o AutoCAD permite a atualização da tabela. Em *From a data link*, clica-se em

Select a data link  para selecionar uma planilha já utilizada ou criar um novo *link*, bastando selecionar o arquivo desejado. É importante lembrar que se pode selecionar a aba do arquivo que se está inserindo.

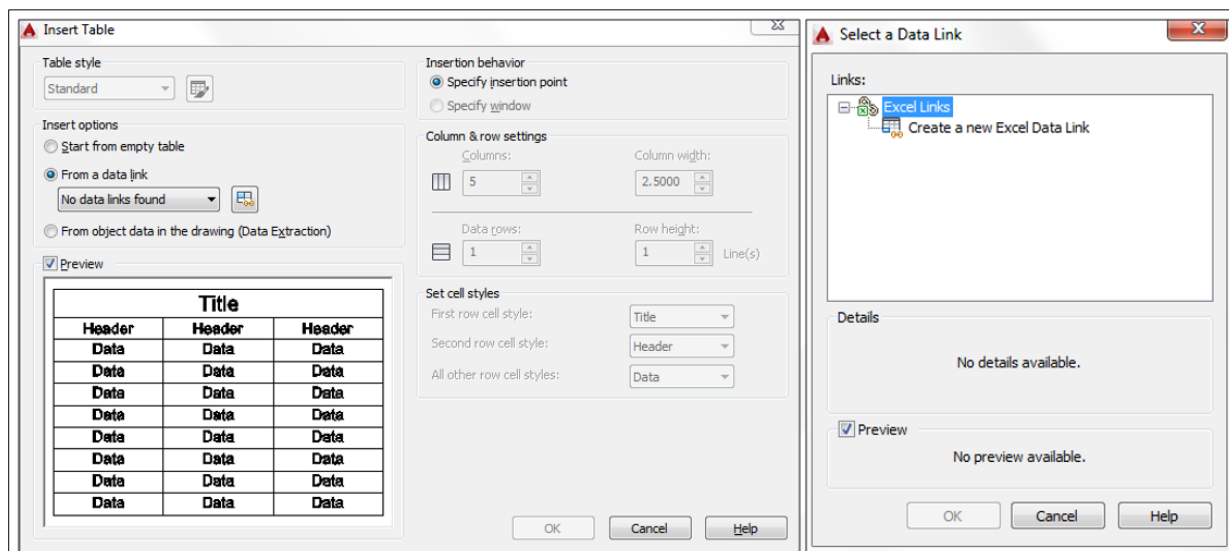
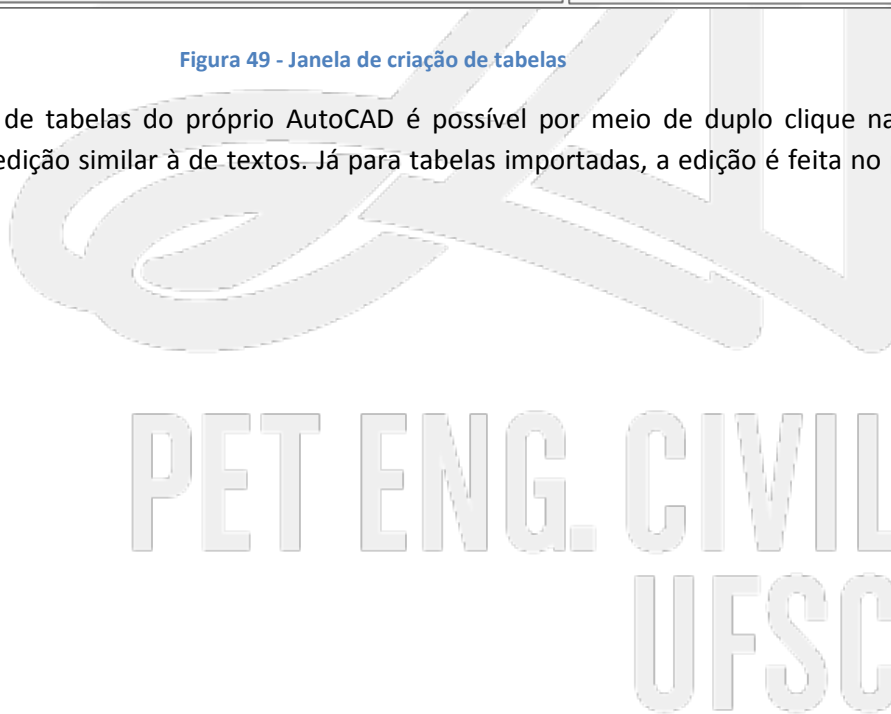


Figura 49 - Janela de criação de tabelas

A formatação de tabelas do próprio AutoCAD é possível por meio de duplo clique na célula desejada, tendo a edição similar à de textos. Já para tabelas importadas, a edição é feita no próprio arquivo *.xls*.




7 Sétima Aula

Nesta aula serão abordados dois novos comandos que auxiliarão na produção do projeto. São eles: Textos, que irão representar as legendas e anotações do projeto e Blocos, que ajudarão na automatização dos desenhos e também na humanização de projetos.

7.1 Textos

Existem algumas entidades no AutoCAD que, ao invés de terem cada uma um conjunto de características próprias, podem seguir um estilo pré-definido. Por exemplo, os textos podem ter cada um uma fonte, tamanho, cor e alinhamento, porém, em um projeto onde tudo é padronizado, é muito mais prático definir certos padrões e associar os textos a eles.

7.1.1 Comando *Style* (Text Style)

- Atalho: `st`;
- *Ribbon*: Na aba *Home*, painel *Annotation* (Expandindo o painel clicando na seta ao lado do nome do painel);
- Botão: ;
- Utilidade: Cria e altera estilos de textos a serem usados no desenho.

O comando *Style* abre uma janela onde define-se estilos de textos a serem utilizados no desenho. Nos três botões à direita pode-se ativar, criar e deletar estilos. Em *Font Name* escolhe-se a fonte a ser utilizada e em *Font Style* define-se se ela estará em negrito e/ou itálico. Em *Height* define-se a altura do texto, lembrando que ela deve ser informada na unidade em que se estiver desenhando. Além disso, podemos deixar a altura do texto com o valor 0, assim, sempre que for colocado um texto, será pedido para informar a sua altura. Textos novos serão criados com as características do estilo ativo, porém, alterá-los posteriormente não irá alterar os outros textos já criados.

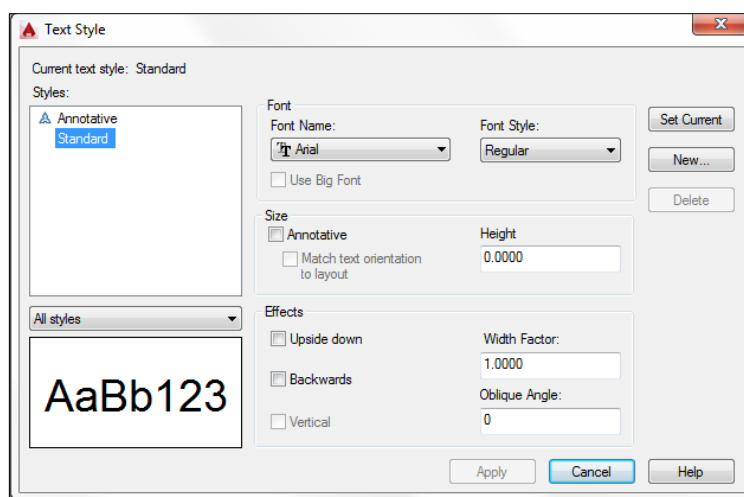



Figura 50 - Janela de opções do *Text Style*

7.1.2 Comando Text (Single Line Text)

- Atalho: dt;
- Ribbon: Na aba Home, painel Annotation (Clicando na seta abaixo de Multiline Text);
- Botão: ;
- Utilidade: Cria textos.

Com o comando *Text* cria-se linhas de texto simples. Esse tipo de texto possui poucos parâmetros personalizáveis no ato de sua inserção, define-se apenas a altura do texto (se já não foi informado no seu estilo) e a sua rotação. Além disso, existem as opções *Justify* e *Style*. A primeira opção utiliza-se para mudar o alinhamento do texto (*Center, Middle, Right, Top Left, Bottom Right...*) e a segunda para mudar o estilo que será usado para criar esse texto.



Figura 51 - Criação de Single Line Text

O comando *Text* permite, ainda, que sejam criadas várias linhas de texto de uma vez só. Utiliza-se o *Enter* para mudar de linha, cada linha será criada como um elemento individual.

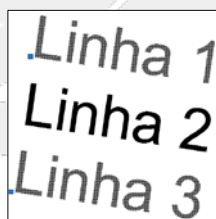



Figura 52 - Criação de várias linhas individuais

7.1.3 Comando MText (Mult Line Text)

- Atalho: t;
- Ribbon: Na aba Home, painel Annotation;
- Botão: ;
- Utilidade: Cria textos em parágrafos.

Diferente do *Single Line Text*, o *Multiline Text* utiliza uma caixa de texto (com régua e ferramentas de parágrafo) e possui diversas personalizações. Além disso, após inserir a caixa de texto, abre-se uma nova aba com ferramentas de edição, como em programas de edição de texto.

Pode-se definir recuo de parágrafo na régua acima da caixa e, na aba de edição de textos tem-se opções como: trocar o estilo do texto, altura do texto, negrito, itálico, sublinhado, sobrelinhado, fonte, alinhamento e colunas.

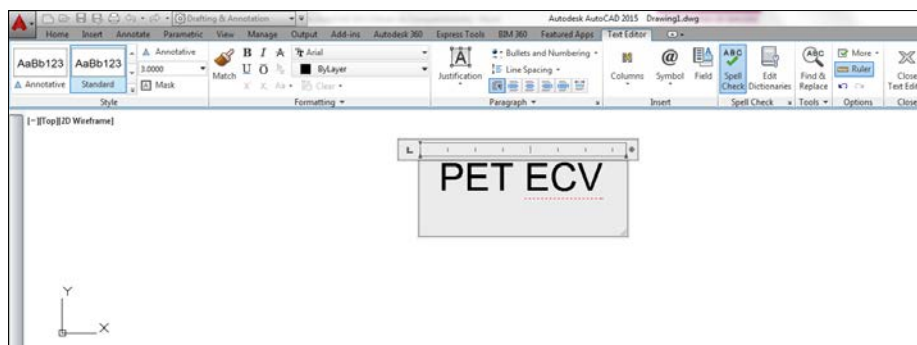


Figura 53 - Aba Text Editor e Caixa de Texto.



Para inserir símbolos como por exemplo diâmetro ou graus, pode-se, ao usar o comando *Multiline Text*, adicioná-los na aba Text Editor, painel Symbol.

7.2 Blocos

Existem desenhos dentro de um projeto que utiliza-se repetidas vezes, tal como mobiliário, portas, janelas, entre outros. Nestes casos, o AutoCAD permite otimizar o trabalho, através do uso de blocos. Os Blocos são entidades especiais, formadas a partir de um conjunto de geometrias (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 arquivos em que foram criados; se desejar utilizá-los em outros arquivos é necessário transformá-los em arquivos independentes (.dwg), através do comando *Wblock*, ou criá-los diretamente por meio deste comando.

7.2.1 Comando Block (Make/Create Block)

- Atalho: b;
- Ribbon: Na aba Home, painel Block;
- Botão: ;
- Utilidade: Criar blocos que serão utilizados no desenho atual.

Quando se ativa o comando *Make Block*, 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 diretamente na tela;
- *Objects*: Basta clicar no botão *Select Objects* e selecionar os objetos que farão parte do bloco; Aperta-se *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.

A opção *Specify On-screen* faz com que o Ponto Base e os Objetos sejam solicitados apenas depois de se clicar em OK.

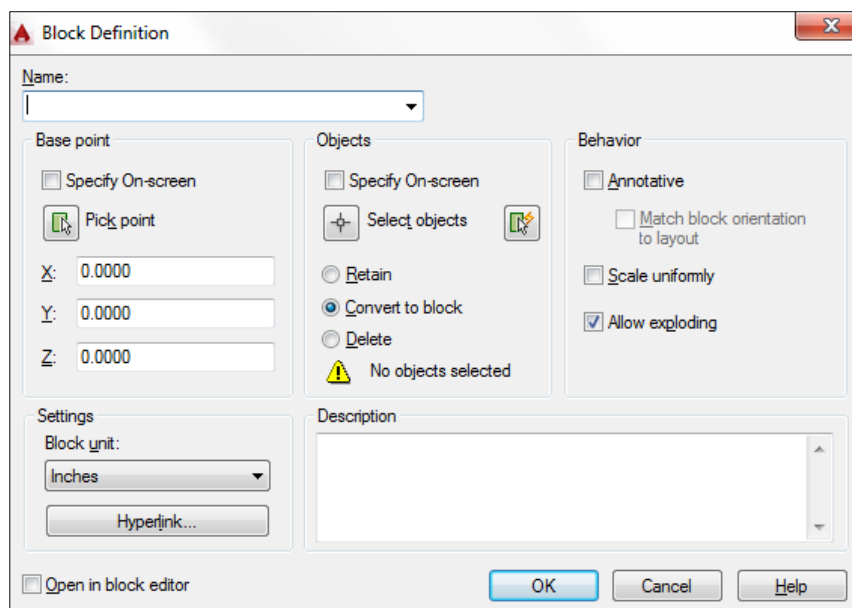


Figura 54 - Janela de criação de blocos

7.2.2 Comando *WBlock (Write Block)*

- Atalho: w;
- *Ribbon*: Não consta;
- Botão: Não consta;
- Utilidade: Criar e/ou exportar blocos para serem utilizados em outros desenhos.

Semelhante ao comando *Make Block*, o *Write Block* também cria blocos, porém com a opção de exportá-los para um arquivo *.dwg* e utilizá-lo em outros desenhos. Na janela do comando *Write Block* existe a opção de exportar um bloco já criado (*Block*), o desenho inteiro (*Entire Drawing*) ou ainda, criar um novo bloco e exportá-lo (*Objects*). Existe ainda as mesmas opções de criação do comando *Block* e, no parâmetro *Destination*, o caminho destino onde o arquivo será salvo.

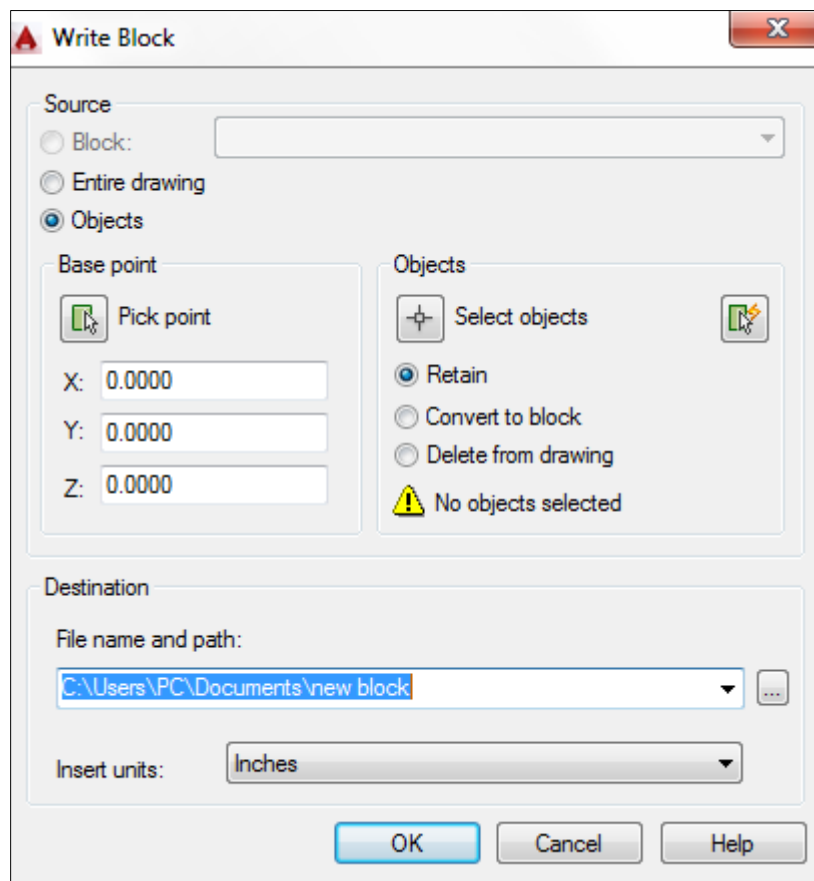


Figura 55 - Janela de exportação de blocos

7.2.3 Comando *Insert* (*Insert Block*)

- Atalho: i;
- *Ribbon*: Na aba *Home*, painel *Block*;
- Botão: ;
- Utilidade: Insere/Importa blocos previamente criados no desenho.

Após ter sido criado um bloco pelos comandos *Make Block* ou *Write Block*, pode-se inseri-lo no desenho através do comando *Insert Block*. Seleciona-se um bloco criado previamente no próprio desenho ou clica-se em *Browse* para pesquisar o arquivo “.dwg” de algum outro bloco.

Nesta versão do AutoCAD pode-se inserir o bloco escolhendo-o diretamente na aba *Insert*, painel *Block*, botão *Insert* (primeiro botão).

Assim como no *Make Block*, as opções *Specify On-screen* oferecem a possibilidade de inserir seus respectivos parâmetros após se clicar em *Ok*. Além disso, existe a opção *Explode*, que quando marcada, faz com que o bloco seja inserido como objetos separados e não como uma entidade única, já que ele explode nas entidades em que foi desenhado.

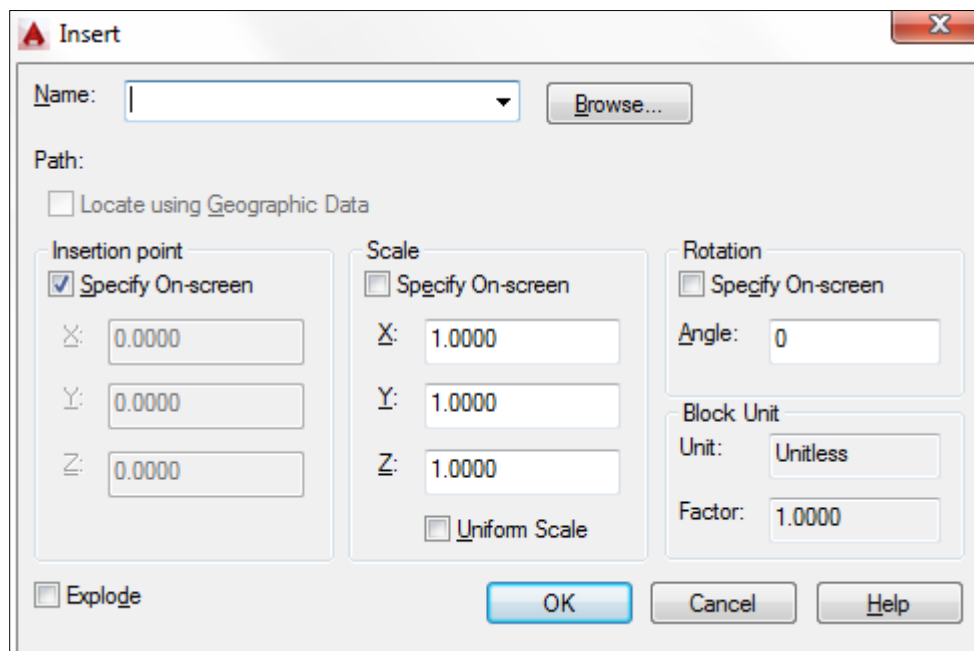


Figura 56 - Janela de inserção de blocos



Dica: Podemos “travar” um bloco, impedindo sua explosão, desmarcando a opção “allow exploding” no momento de sua criação por meio do comando Block.

PET ENG. CIVIL
UFSC

8 Oitava Aula - Projeto

Aula reservada para produção do projeto final e esclarecimento de dúvidas.



9 Nona Aula

Na nona aula serão estudados comandos referentes às linhas de dimensões, também conhecidas como cotas.

No AutoCAD essas linhas são automatizadas e, ao serem inseridas em seu lugar com os atributos necessários, tornam-se entidades integradas ao desenho. As cotas acompanham modificações nas entidades às quais estão relacionadas e atualizam automaticamente seus valores e alinhamentos. É importante frisar que as linhas de cota funcionam como blocos, então, se forem explodidas, se separam em suas formas primárias e deixam de ser vinculadas às entidades.

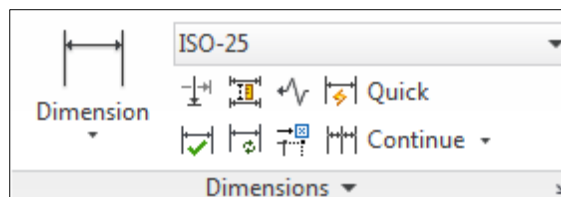



Figura 57 -Painel *Dimensions* na aba *Annotate*

9.1 Inserindo cotas

O AutoCAD oferece, basicamente, oito diferentes tipos de cotas ao usuário. São eles:

9.1.1 Comando Dimlinear (Cota Linear):

- Atalho: dli;
- Ribbon: Na aba *Annotate*, painel *Dimension* ou na aba *Home*, painel *Annotation*;
- Botão: ;
- Utilidade: Permite inserir cotas lineares.

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

Para definir um afastamento exato da cota em relação ao objeto é necessário, após selecionar os pontos inicial e final, definir um sentido em relação à linha cotada e, então, a distância desejada, conforme exemplifica a

Figura 58 - Exemplo de uso da cota linear afastando-a 1 unidade à direita.

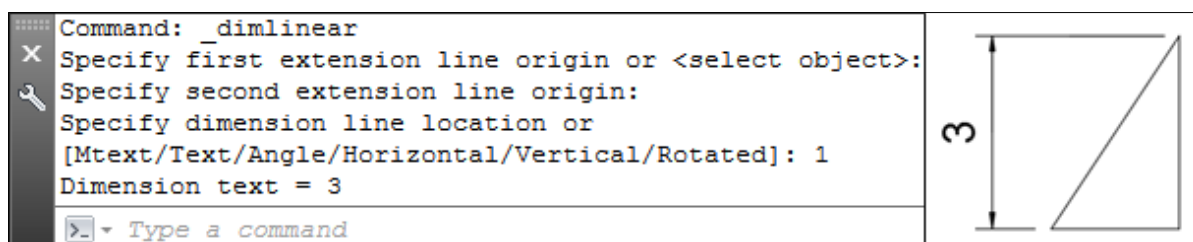


Figura 58 - Exemplo de uso da cota linear afastando-a 1 unidade à direita

9.1.2 Comando *Dimaligned* (Cota Alinhada):

- Atalho: dal;
- *Ribbon*: Na aba *Annotate*, painel *Dimension* ou na aba *Home*, painel *Annotation*;
- Botão:
- Utilidade: Permite inserir cotas lineares alinhadas com os pontos de origem escolhidos.

A cota alinhada mostrará 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.

9.1.3 Comando *Dimangular* (Cota Angular):

- Atalho: dan;
- *Ribbon*: Na aba *Annotate*, painel *Dimension* ou na aba *Home*, painel *Annotation*;
- Botão:
- Utilidade: Permite inserir a medida do ângulo entre objetos selecionados ou 3 pontos.


A linha de dimensão angular mostrará a medida de um ângulo entre duas linhas de vértice comum ou um arco. O usuário deve selecionar o objeto a ser cotado, no caso de linhas, selecionar as duas consecutivamente. Depois, deve-se definir o local onde será inserida a linha de cota. Vale lembrar que o programa oferece ao usuário a opção de inserção considerando o prolongamento das linhas, cotando o ângulo principal, seu suplementar ou oposto. Basta apenas o usuário definir com o *mouse* o local de inserção da linha de cota.

9.1.4 Comandos *Dimdiameter* e *Dimradius* (Cota Diametral e Radial):

- Atalho: ddi e dra;
- *Ribbon*: Na aba *Annotate*, painel *Dimension* ou na aba *Home*, painel *Annotation*;
- Botão:
- Utilidade: Permite inserir o valor do raio ou do diâmetro de círculos e arcos.


O diferencial dessas cotas é que elas adicionam um símbolo em frente ao valor medido, Φ para diâmetro e R para raio. Elas funcionam da mesma maneira, sendo necessário informar o objeto a ser cotado e a posição da linha de cota, dentro ou fora da circunferência, por exemplo.

9.1.5 Comandos *Dimcontinue* (Cota contínua):

- Atalho: dco;
- *Ribbon*: Na aba *Annotate*, painel *Dimension*;
- Botão: ;
- Utilidade: Permite inserir cotas continuamente sem sair do comando.

A cota contínua faz com que automaticamente inicie uma nova linha de cota adjacente a outra cota. Isso facilita o trabalho quando se deseja fazer várias cotas em uma mesma direção. Por padrão, ela continuará a partir da última linha de cota desenhada. Ativando o comando e teclando “s”, o programa pede que se selecione a linha de extensão a continuar. A cota contínua somente encerrará quando fechado o comando pelo usuário. Essa cota é muito utilizada durante a produção de um projeto.

9.1.6 Comandos *Dimbaseline* (Cota com base fixa):

- Atalho: dba;
- *Ribbon*: Na aba *Annotate*, painel *Dimension*;
- Botão:  (junto com a cota contínua);
- Utilidade: Permite inserir cotas contínuas sempre referenciadas a uma linha inicial.

A *Baseline Dimension* referencia o início da cota de base sempre à mesma linha. O espaçamento entre as cotas será o valor especificado na configuração *Baseline Spacing* do estilo de cota que estiver sendo utilizado, que será visto logo adiante.

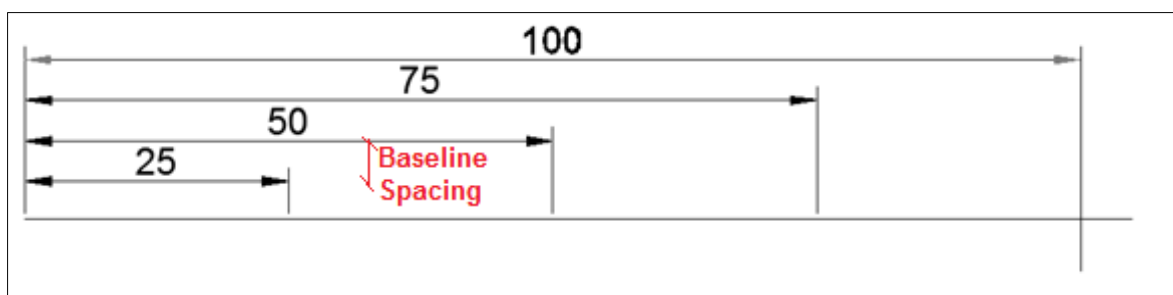



Figura 59 - Exemplo de uso da cota *Baseline Dimension*

9.1.7 Comandos *Dimordinate* (Abcissa e Ordenada):

- Atalho: dor;
- *Ribbon*: Na aba *Annotate*, painel *Dimension* ou na aba *Home*, painel *Annotation*;
- Botão: ;
- Utilidade: Insere no desenho o valor correspondente à coordenada absoluta do ponto, conforme a direção estipulada pelo cursor do mouse (vertical ou horizontal).

9.2 Formatando as cotas

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

O comando que acessa o menu de configurações das cotas (*Dimension Style Manager*) é o *Dimstyle* (atalho d), também encontrado na aba *Annotate*, painel *Dimensions*, clicando-se na seta abaixo e à direita do painel. Após abrir o comando, clica-se no botão *Modify*, que permite alterar as configurações de um determinado estilo de cota.

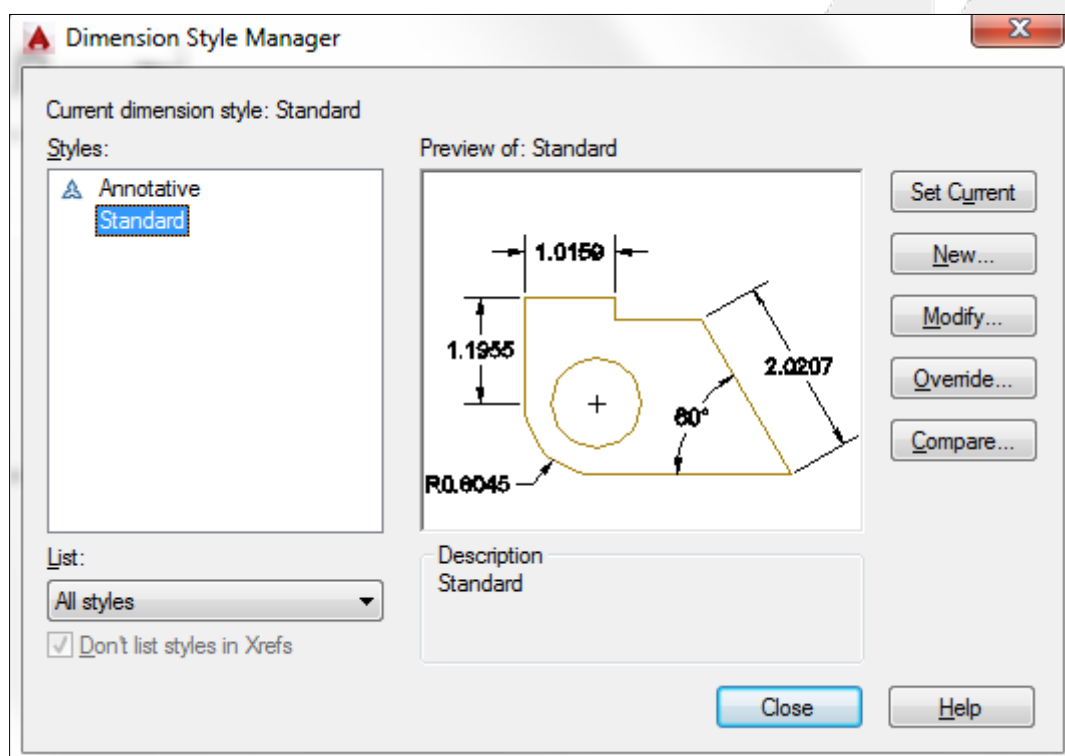


Figura 60 - Gerenciador dos estilos de cota, após entrar na opção *Modify*.



Dica: O AutoCAD permite criar diversos estilos de cota por meio do *Dimension Style Manager*. O programa já vem com alguns estilos pré-definidos, cabendo ao usuário modificá-lo ou criar um novo, de acordo com as suas preferências. Diferentes estilos de cota são muito importantes quando trabalha-se com desenhos em diferentes escalas em um mesmo projeto.

As principais configurações que podem ser modificadas no *Dimension Style Manager* estão mostradas na Figura 61.

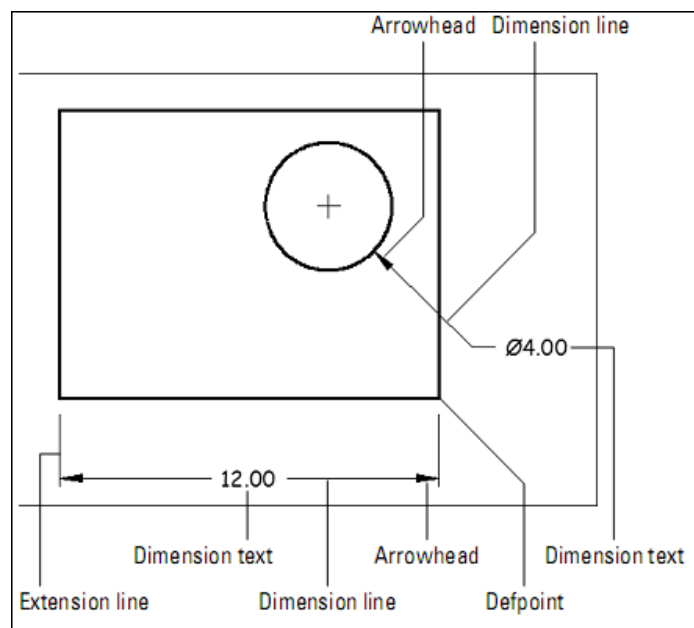


Figura 61 - Elementos das cotas

9.2.1 Aba Lines

Nessa aba podem ser modificados os parâmetros das linhas de cota (*Dimension line* e *Extension line*, vide Figura 59).

- **Dimension Lines:**
 - *Color, Linetype* e *Lineweight*: Modificam os parâmetros correspondentes à cor, ao tipo e à espessura das linhas. Recomenda-se deixá-las atreladas ao bloco no qual a linha de cota é inserida (opção *By Block*);
 - *Baseline Spacing*: Especifica o espaçamento entre as linhas de cota para o caso do uso de cota com base fixa;
 - *Supress*: Suprime o lado direito ou esquerdo da linha de cota.
- **Extension Lines:**
 - *Color, Linetype* e *Lineweight*: Funcionam de maneira semelhante ao especificado anteriormente;
 - *Extend Beyond Dimension Lines*: Especifica o quanto a linha na lateral da cota ultrapassará a linha de cota onde está o valor;
 - *Offset From Origin*: Especifica a distância do ponto escolhido para a colocação da cota ao início da linha de extensão.

9.2.2 Aba Symbols and Arrows

Nesta aba podem ser modificados os parâmetros dos símbolos e setas.

- **Arrowheads:**
 - *1st, 2nd*: Especifica o tipo de seta a ser colocado nos limites da linha de cota;
 - *Leader*: Especifica o tipo de seta a ser colocado nos indicadores (comando *Leader*);
 - *Arrow Size*: Especifica o tamanho das setas.

9.2.3 Aba Text

- **Text Appearance:**
 - *Text Style:* Define o estilo de texto 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 vertical em relação à linha de cota (centralizado, acima, fora, etc.);
 - *Horizontal:* Posição horizontal em relação à 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.

9.2.4 Aba Fit

O menu *Fit*, de modo geral, mostra configurações de prioridade para o 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).

9.2.5 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:* Número de casas decimais 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 ou à direita) dos números inteiros;
- **Angular Dimensions:** As mesmas opções acima, mas aplicado às cotas angulares.

9.2.6 Aba Alternate Units

O menu *Alternate Units* permite que uma medida alternativa seja exibida com a principal, por exemplo, caso se queira 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.

9.2.7 Aba Tolerances

O menu *Tolerances* oferece a possibilidade de exibir tolerâncias de cotas, numa faixa definida pelo usuário. Como isto é mais usado em desenhos mecânicos, não será aqui abordado com maiores detalhes.

10 Décima Aula

Na décima aula será mostrado como preparar o desenho para a impressão.

10.1 Montagem da Prancha

Como mostrado na primeira aula, o AutoCAD trabalha com dois ambientes diferentes e independentes. O *Model*, onde está o desenho em escala real e unidades arbitrárias, e o *Layout* (*Paper Space*), onde se passa a ter uma escala e as unidades são definidas, por padrão, em milímetros, já pensando em termos de impressão.


Inicialmente se muda de ambiente de trabalho clicando com o *mouse* em uma das abas “*Layout*” logo abaixo do *Model Space*. A projeção do papel, representada por um espaço branco na tela, deverá ser esquecida momentaneamente. Desenham-se as margens da prancha (folha de impressão), preferencialmente fora da projeção do papel. As unidades deverão ser expressas em milímetros. Em suma, desenha-se em milímetros o tamanho da folha de impressão.



Dica: Abaixo seguem as medidas padrão dos tamanhos de papel, na orientação paisagem, em milímetros. O ideal é escolher o formato de acordo com cada projeto, de modo a obter melhor visualização e disposição do conteúdo na folha.

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

10.1.1 Criando Viewports

- Atalho: *viewports*;
- *Ribbon*: Na aba *Layout*, painel *Layout Viewports*;
- Botão: ;
- Utilidade: Auxilia na edição do *paper space* para a plotagem do desenho.

Uma *Viewport* é uma janela que abre uma imagem para o *Model* e insere o desenho na folha. Abre-se a *Viewport* como se fosse um retângulo e então aparecerá a imagem de todo o desenho. Ao dar um clique duplo dentro do retângulo que constitui a *Viewport*, é possível ajustar a posição, zoom e aparência do desenho que será plotado. Para “sair” da *Viewport* basta clicar duas vezes em outro lugar da tela.



Dica: Algumas vezes, quando damos zoom na *Viewport*, fazendo-a ocupar toda a tela, é comum não conseguir sair dela pois não há como clicar fora da *Viewport*. Nesse caso, pode-se utilizar o comando “*pspace*”, cujo atalho é “*ps*”.

Após ativar o atalho, basta movimentar o scroll do mouse para modificar o zoom.

10.1.2 Definindo a Escala

Para obtermos a escala desejada para a impressão utilizaremos o comando *Zoom* com a opção *Scale* da seguinte forma:

- Com a *Viewport* ativada, clicando duas vezes dentro desta, iniciamos o comando *Zoom* (atalho: *z*);
- Escolhemos a opção *Scale* (atalho: *sc*);
- Para definir a escala utiliza-se o formato **a/bXP** onde:
 - **a**: Fator de conversão de milímetros para a escala usada no *Model*;
 - **b**: Fator da escala desejada;
 - **XP**: Indicação de que a escala é em relação ao *Paper Space* (padrão do AutoCAD que sempre será utilizado)

Por exemplo, se o desenho foi feito em metros e deseja-se colocá-lo em uma escala 1:100, utiliza-se a escala 1000/100XP. Caso ele esteja desenhado em centímetros, utilizaremos a escala 10/100XP.

10.1.3 Margens e Selos

É no *Paper Space* que desenha-se o selo, margens, legendas e tabelas referentes a algum projeto. É importante desenhar no *Paper Space* esses elementos, pois muitas vezes utiliza-se diferentes tamanhos de folhas em diferentes escalas, e dessa forma eles ficam livres de alteração de tamanho.

10.2 Configurando a Impressão

- Atalho: *plot*;
- *Ribbon*: Na aba *Output*, painel *Plot*;
- Botão: ;
- Utilidade: Permite imprimir ou criar arquivos para impressão.

Após a montagem da prancha deve-se configurar a impressão. Para iniciar a configuração, ativa-se o comando no *ribbon* ou digitando o comando *Plot*. Inicialmente, o usuário deve informar qual impressora será usada para a plotagem. Caso a impressora utilizada para plotar o trabalho seja a de uma gráfica, o usuário deve ter ciência de que cada gráfica utiliza uma impressora diferente, devendo o desenhista entrar em contato com a empresa a fim de utilizar a impressora correta.

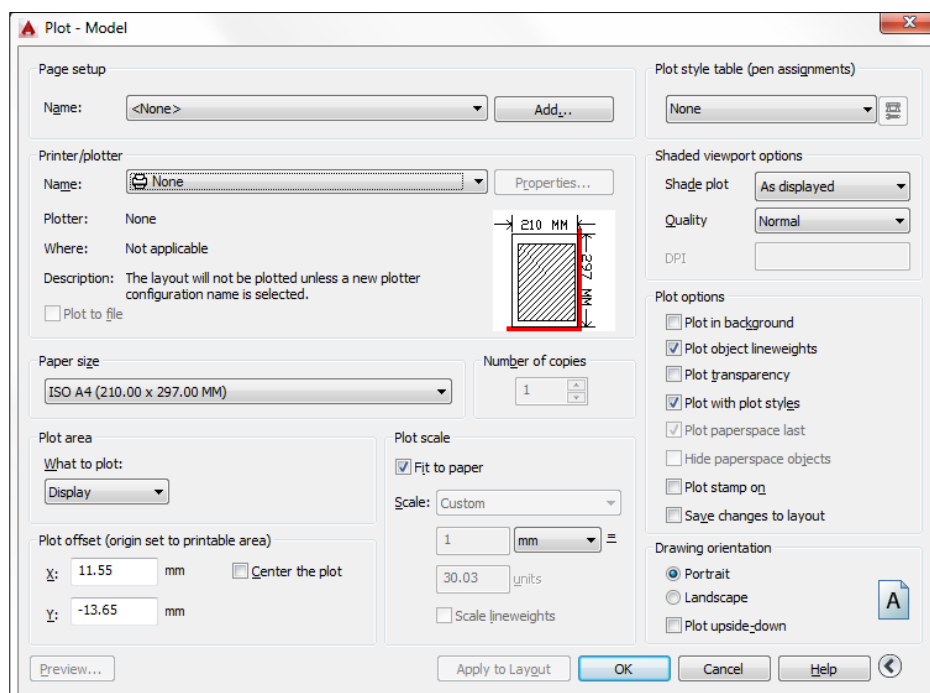


Figura 62 - Janela de impressão

10.2.1 Instalando impressoras

Existem basicamente duas maneiras de se instalar uma impressora: Copiando o arquivo da impressora para o computador ou instalando-a por meio de um passo a passo que o próprio *AutoCAD* possui em suas configurações. Caso o usuário possua o arquivo da impressora de que fará uso, deverá proceder da seguinte maneira: Copiar o arquivo do local de origem e colar na pasta de impressoras do *AutoCAD*, acessível através da aba *Output*, painel *Plot*, *Plotter Manager*. Caso o usuário saiba qual a impressora irá utilizar, mas não tenha o arquivo da impressora, deverá instalá-la através do *Add-A-Plotter Wizard* localizado na mesma pasta.

10.2.2 Criando arquivos PLT e PDF

A grande maioria dos usuários do *AutoCAD* não possui impressoras de grande formato (*plotters*) em casa. Então, quando deseja-se imprimir em tamanhos maiores do que a folha A4 (impressoras comuns), é necessário recorrer a um serviço de gráfica. Deve-se, portanto, enviar para gráfica o arquivo em formato PLT, que é um formato de arquivo já codificado para impressora, ou em PDF, atual formato padrão de documentos protegidos. Isso evita erros que possam acontecer quando outra pessoa configura a impressão.

Para tanto, é necessário simular a impressão para que o programa gere este arquivo com as configurações certas. Com a finalidade de gerar 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. Já para PDF, o *AutoCAD 2015* já vem com uma impressora pré-definida chamada *DWG TO PDF*, que pode ser usada da mesma forma para criação de arquivos e deve ser escolhida na área *Printer/plotter* opção *Name*.

10.2.3 Tamanho da folha

Após a etapa da definição da impressora, deve-se continuar ajustando as configurações de impressão. Seleciona-se o tamanho do papel, equivalente ao desejado na opção *Paper Size*. As folhas padrões já vêm com margens, o que pode deslocar o desenho. Para criar uma nova folha sem margens, deve-se proceder da seguinte maneira: Ativa-se o comando *Plot*, seleciona-se a impressora a ser utilizada, clica-se em *Properties*, *Custom paper sizes* e em *Add*. Basta, portanto, definir uma folha com as dimensões desejadas e com todas as margens iguais a zero. Clica-se em concluir. Depois, seleciona-se a folha recém-criada em *Paper Size*.

10.2.4 Seleção para impressão

Para escolher a imagem que deve ser plotada, seleciona-se a opção *Window* em *Plot Area*, *What to plot* (ainda na janela *Plot*). Abre-se um retângulo selecionando as margens da prancha de fora para fora. Ajusta-se a escala em 1:1, pois ao imprimir a partir do *Paper Space* os objetos já estarão em escala real, em milímetros. Para esta etapa ocorrer com sucesso, o tamanho da prancha criada no *Paper Space* deve ser igual ao da folha selecionada para impressão. Finalmente, escolhe-se a centralização da plotagem. Agora, procede-se com as configurações finais da impressão, na sessão *Plot style table*, configurando as **penas** de impressão.

10.2.5 Plot Styles (Penas)

Na aula sobre *Layers*, comentou-se que era interessante utilizar uma cor para cada *layer* de objetos semelhantes, pois facilitaria a impressão. Isso acontece pois a espessura e a cor da linha na impressão serão definidas a partir das cores das *Layers*. O conjunto de relações Cor/Configuração de Impressão se chama *Plot Style*, ou Penas, como é mais conhecida.

Para isso, deve-se selecionar “New...” em *Plot Style Table* na janela de impressão. Segue-se um passo a passo selecionando *Start from scratch* na primeira janela e define-se um nome para a pena na segunda, prosseguindo então sem alterar nada até concluir. Agora podemos clicar no botão ao lado da caixa de seleção de penas para começar a editá-las.

À esquerda tem-se a paleta de 255 cores que o AutoCAD utiliza para desenhos e, à direita da janela, tem-se as opções de configurações que pode-se associar a cada cor. Há várias opções de configuração, mas trabalha-se basicamente com definição de **cores** (*Color*) e **espessuras** (*Lineweight*). Para cada cor utilizada no projeto deve-se atribuir as características desejadas. Ao terminar, clica-se na opção *Save and Close*. Agora pode-se clicar em *Preview*, para verificar a aparência final do desenho e, se estiver trabalhando com uma impressora local, em *Ok* para começar a impressão.

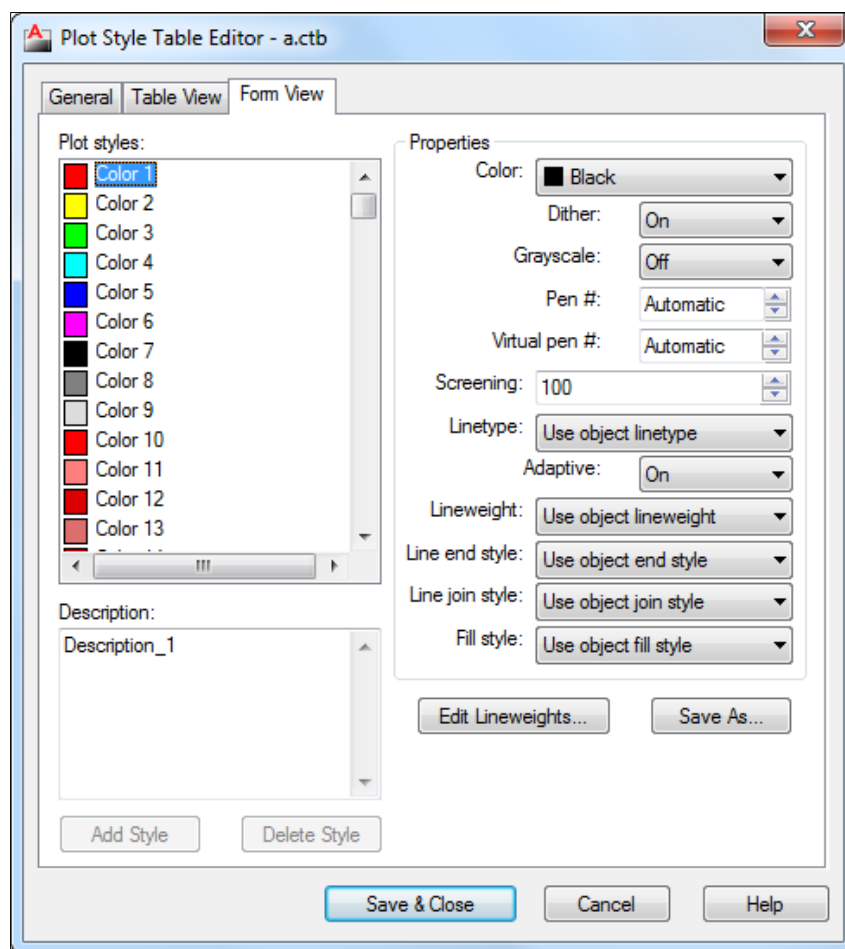


Figura 63 - Janela de edição de Plot Styles (Penas)

A espessura recomendada para cada item do projeto depende da escala em que o projeto será plotado, do tipo de projeto (arquitetônico, hidrossanitário, etc), devendo ser, muitas vezes, estimada e analisada no arquivo PDF. Para o projeto final deste curso, disponibilizaremos uma recomendação de penas para cada item do projeto (paredes, esquadrias, mobília, hachuras, etc), que são condizentes com a escala de plotagem utilizada (1:75).

10.2.6 Configurando Layers no Layout

É possível também configurar as layers diretamente no Layers Properties Manager alterando-as no Paper Space. Essas alterações incluem espessura, estilo de linha e cor e serão feitas dependendo da layer escolhida e não de sua cor.

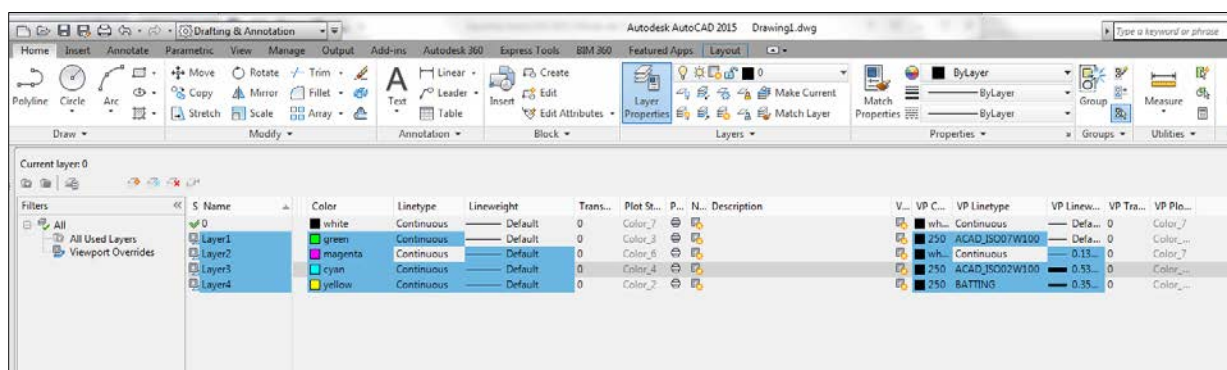


Figura 64 - Caixa de comando de Layers no Paper Space

No *Paper Space*, entra-se na *viewport* na qual se deseja alterar as configurações da *layer*. Ao abrir o *Layers Properties Manager*, tem-se as configurações do *Model Space* (esquerda) e as do *Paper Space* (direita), que aparecerão na de impressão. Se as configurações do *Paper Space* não aparecerem, deve-se “esticar” a caixa, pois elas podem estar “escondidas”. As cores, espessuras e estilos podem ser modificados separadamente nos dois espaços, permitindo que o usuário tenha mais liberdade e clareza para modificar Layers e identificar erros.

10.3 Problemas de desconfiguração dos textos do projeto

Algumas vezes durante a plotagem, quando gera-se um arquivo em PDF, o AutoCAD não reconhece a letra utilizada no projeto. Então, aparecem pontos ao invés de textos no PDF. Para que isso não aconteça deve-se mudar a seguinte configuração.

Na aba *Layout*, abre-se a janela de configuração da plotagem pelo comando Plot. Após escolher a impressora *DWG to PDF*, clica-se no botão *Properties*. Então escolhe-se a opção *Custom Properties* e clica-se no botão *Custom Properties* que aparecerá abaixo, como mostra a Figura 65. Outra janela abrirá, deve-se escolher agora a opção *Capture all* e selecionar a opção *As geometry*.

PET ENG. CIVIL
UFSC

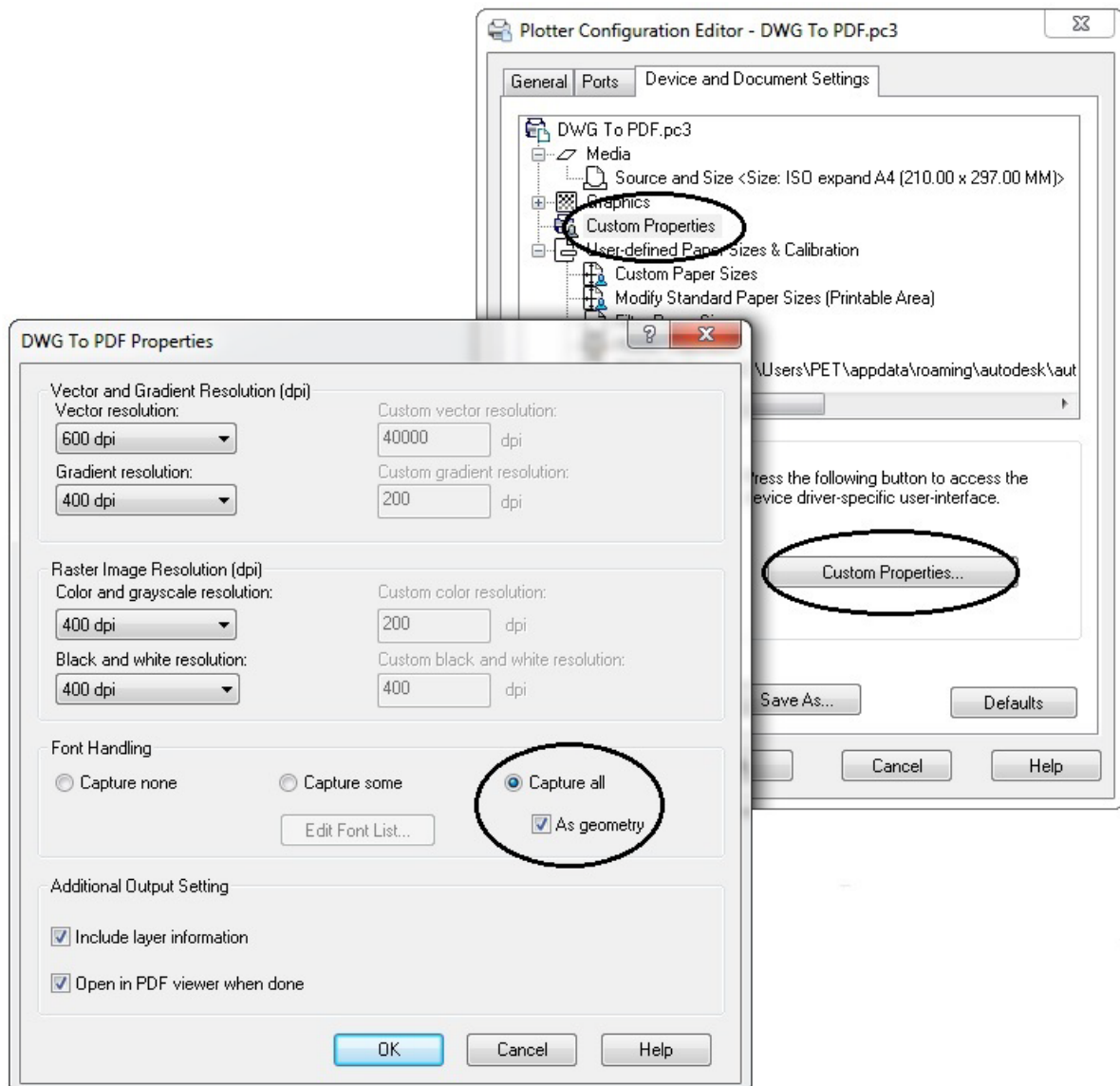


Figura 65 - Janelas de configuração de textos

Dessa forma, o texto aparecerá corretamente no PDF independentemente da fonte de letra utilizada no projeto em DWG.

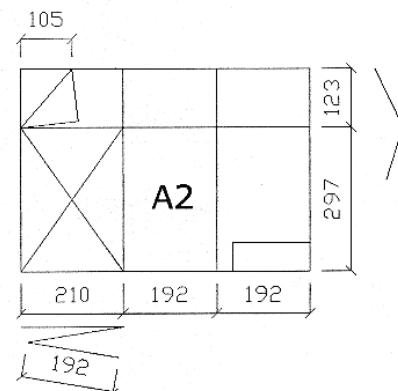
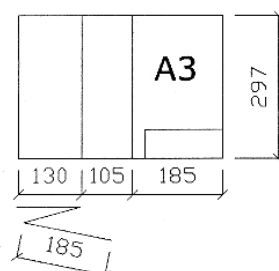
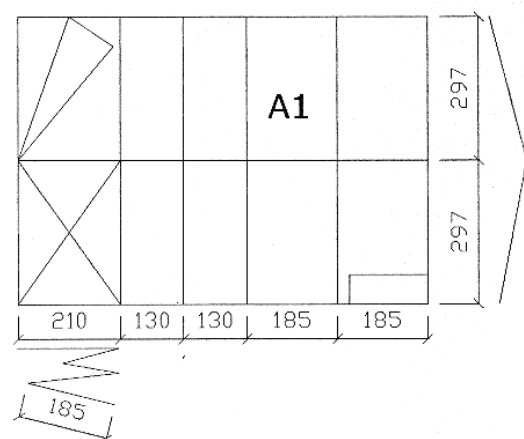
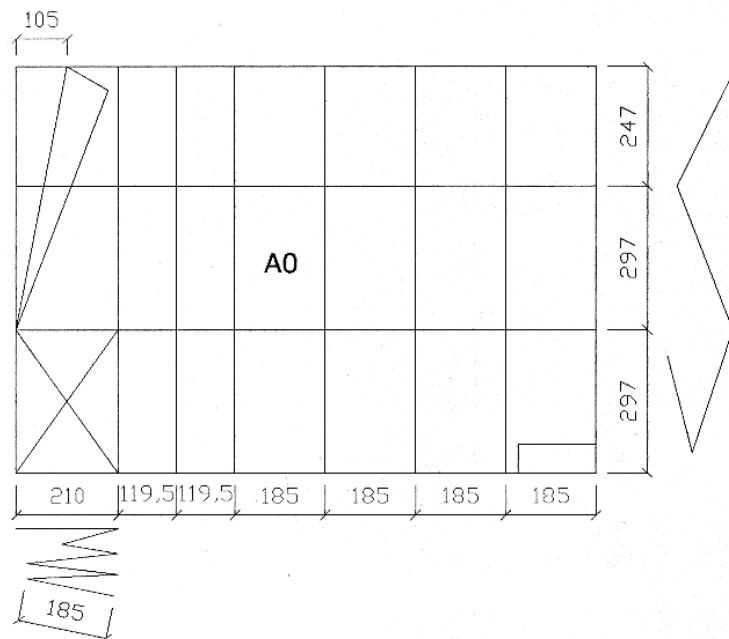
11 Décima Primeira Aula - Projeto

Aula reservada para produção do projeto final e esclarecimento de dúvidas.



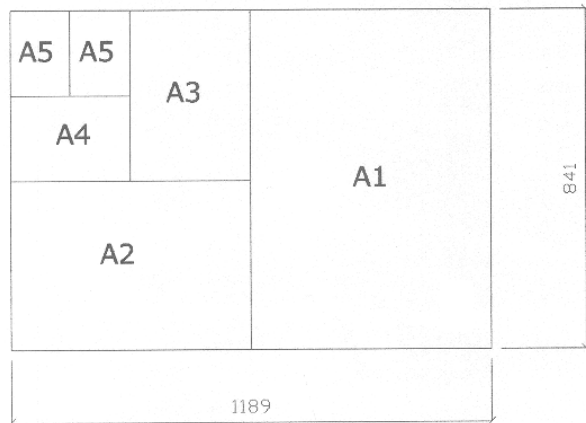
Anexos

Dobragem de folhas - NBR 13142/99

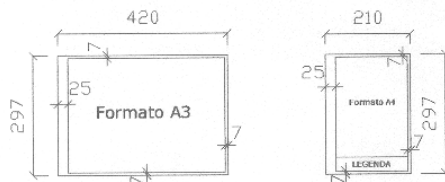


- No dobramento de folhas, o formato final deve ser o A4.
- Na folha dobrada, deve ficar visível a legenda.
- Para não perfurar a parte superior, nos formatos A2, A1, A0, etc, faz-se uma dobra triangular para dentro a partir de C.
- Os formatos devem ser dobrados primeiramente no comprimento e posteriormente na largura.

Tamanho de folhas e margens - NBR 10068/87



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.

PET ENG. CIVIL
UFSC

Realização



Programa de Educação Tutorial do Curso de Engenharia Civil da

Universidade Federal de Santa Catarina

PET/ECV

Rua João Pio Duarte Silva, 205, Bloco B, Sala 219.

Córrego Grande - Florianópolis - SC

Mais Informações:

<http://pet.ecv.ufsc.br>

(48) 3721-9940

Equipe atual do PET/ECV:

Cláudio Cesar Zimmermann (Tutor)

Ana Paula Beckhauser de Araujo

Camile Luana Kaestner

Eduardo Deuschle

Eduardo José Mendes

Júlia May Vendrami

Leticia Dalpaz de Azevedo

Lucas Paloschi

Matheus Dalmedico Flores

Miryan Yumi Sakamoto

Rafael Roberto Roman

Verônica Martins Gnecco