

Rhinoceros®

NURBS modeling for Windows



Apostila do curso Modelagem & Rendering com Rhino

Fabio Siqueira D'Alessandri Forti
fabio_forti@yahoo.com.br

Bacharel em Desenho Industrial - Projeto de Produto – EBA/UFRJ
Mestre em Computação de Alto Desempenho – COPPE/UFRJ

Introdução:	2
O software... ..	2
O que é NURBS (Non-Uniform Rational B-Splines)?	2
CAD/CAM	2
Usando o Rhino na prática	3
Conhecendo a Interface:	5
Carregando as barras de ferramentas.....	6
Controlando as Viewports:	7
Navegação.....	7
Criando e modificando as <i>viewports</i>	8
Render:	9
Viewport Render:	10
Wireframe	10
Shaded	11
Selecionando Objetos:	12
Agrupando (Group):	13
Manipulando Objetos:	13
Movendo objetos (<i>Drag</i> e <i>Move</i>)	13
Rotacionando objetos (<i>Rotate</i>)	14
Escalaando objetos (<i>Scale</i>)	14
Assistentes de Modelagem:	15
Sólidos:	16
Criação	16
Solid.....	16
Text.....	20
Edição.....	21
Superfícies:	21
Edição.....	21
Cortando e Dividindo:	22
Ferramentas de Transformação:	23
Propriedades dos Objetos, Materiais e Luzes	23
Luzes:	24
Criando Curvas NURBS:	25
Linhas Retas	25
Configurações:	31
Unidades de medida e tolerância (Units).....	31
Cotas (<i>Dimensions</i>)	33
Grade do Plano de Construção e <i>Snap (Grid)</i>	34
Assistentes de Modelagem (<i>Modeling Aids</i>).....	35

Introdução:

O software...

O Rhinoceros - ou Rhino, como é mais conhecido - é um *software* de modelagem NURBS que vem sendo cada vez mais utilizado por profissionais da área de design. Combina a precisão das tradicionais tecnologias CAD e CAM com a flexibilidade da modelagem de curvas e superfícies, para poder criar objetos de formas simples ou complexas. As superfícies NURBS são utilizadas para representar formas orgânicas com precisão, incluindo curvas, superfícies abertas, fechadas e com buracos, além de sólidos (modelos fechados formados por uma ou mais superfícies coladas por suas arestas). Oferece a possibilidade de se trabalhar diretamente nas superfícies, permitindo que modelos sólidos possam ser separados, editados e colados de novo, além de recursos básicos de criação, conversão e edição de malhas (*mesh*) para integração com outros *softwares* do mercado.

O que é NURBS (Non-Uniform Rational B-Splines)?

NURBS é um tipo de estrutura de modelagem tridimensional que é a representação gráfica de uma função matemática, podendo definir com precisão qualquer forma desde uma simples linha bidimensional, círculo, arco, ou cubo até a mais complexa superfície ou sólido de forma orgânica tridimensional que se possa imaginar. Devido a sua flexibilidade e precisão, a modelagem NURBS pode ser usada para ilustrações, animações e para desenvolvimento e fabricação de produtos.

CAD/CAM

As siglas CAD/CAM significam *Computer-aided Design* e *Computer-aided Manufacturing*, respectivamente. E são utilizadas como referência ao uso do computador como ferramenta de auxílio para várias funções relacionadas ao design e a produção, devido à capacidade dos *softwares* de processar, arquivar e mostrar grande quantidade de dados, que representam o produto, ou parte dele, e suas especificações. Para produtos mecânicos, por exemplo, esses dados seriam modelos gráficos bidimensionais (desenhos técnicos) ou tridimensionais.

Usando o Rhino na prática

Bons projetos se tornam bons produtos somente se a ferramenta usada permitir a liberdade e a precisão necessária para se passar a idéia da cabeça para o computador sem nada se perder. O Rhino não só nos permite esse trabalho, como é uma ferramenta de baixo custo. E é exatamente por isso que marcas conhecidas e bem conceituadas estão adotando esse *software* com uma de suas principais ferramentas de trabalho. Abaixo vemos alguns exemplos de produtos desenvolvidos com o Rhino (mais exemplos e detalhes em <http://www.rhino3d.com/products.htm>).



HP iPAQ – design do corpo do Handheld da HP. Imagem do corpo do modelo **iPAQ Pocket PC h1900**.

Mais detalhes em

<http://tw.rhino3d.com/ipaq/photos.htm>

Senninha Top Action – sandália desenvolvida pela **Grendene Calçados**.



Carro conceito da Lexus - desenvolvido para o filme **Minority Report** – 2002.

Modelo de Paul Ozzimo.



Elios – capacete de escalada da **Petzl**, cujo design foi todo trabalhado no Rhino pela empresa **Inconito**, enquanto a engenharia foi feita no Pro Enginner pela **Petzl**

A **Petzl** é uma das melhores e mais bem conceituadas marcas de produtos de alpinismo.

TOP8s - máquina de lavar da **Electrolux/ Brasil**.

Segundo Herman Zonis, desenhista industrial da **Electrolux**, este foi o primeiro produto da empresa a usar o Rhino para desenvolvimento do design. O *software* foi adotado devido a sua excelente relação custo benefício, e seu fácil aprendizado.



NOMAD MP3 Jukebox - tocador de MP3 da **Creative Labs**.

A **IDE** usou o Rhino para desenvolver e refinar o design e o Pro Enginner para finalizar a engenharia do produto.

Spider Man – filme da Sony de Maio de 2002.

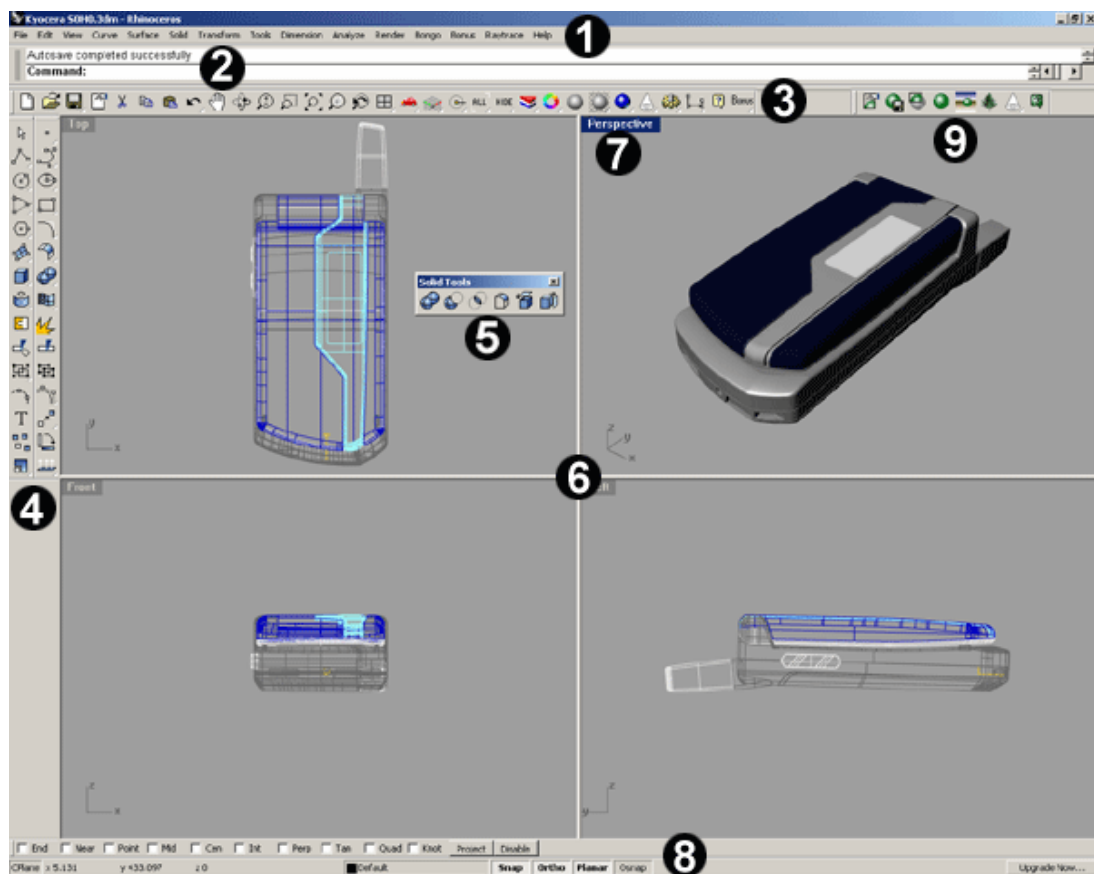
Para desenvolver de forma realística as cenas de ação do filme do Homem-Aranha foram necessárias composições de cenas reais com animação feita por computador. O Rhino permitiu o desenvolvimento de diversas peças, como o planador e as bombas do vilão Duende Verde, tanto para a construção do modelo real, quanto para as seqüências de animação digital.



Conhecendo a Interface:

Como em todos os *softwares* do sistema operacional *Windows*, o Rhino permite o acesso a seus comandos de diversas formas: barras de ferramentas, menus e atalhos do teclado, ficando a critério do aluno escolher a opção que mais lhe agradar, no curso vamos procurar trabalhar mais com as barras de ferramenta, facilitando a associação dos comandos pelos seus ícones, e com os atalhos do teclado mais utilizados.

O Rhino, assim como a maioria dos *softwares* de modelagem tridimensional, apresenta uma grande diferença em relação aos programas gráficos e de animação bidimensional: a visão que o usuário tem de seu trabalho é feita através de várias janelas (*viewports*), que representam as vistas ortogonais do plano cartesiano e a perspectiva, dessa forma o usuário pode ter através de uma interface bidimensional (a tela do computador) uma noção tridimensional apurada do produto desenvolvido. Aprender a trabalhar olhando e interagindo com as diversas vistas resultará em um trabalho mais rápido e preciso.

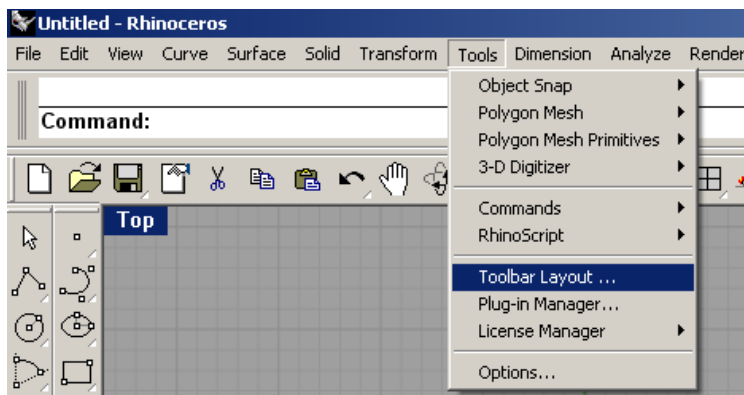


- 1- **menu bar**: barra característica de todo sistema operacional *Windows*, onde podemos acessar comandos e opções de configuração do *software*;
- 2- **command area**: lista os comandos e informações digitadas;
- 3- **standard toolbar**: barra de ferramentas com comandos para visualização do modelo e opções de configuração das vistas (*viewports*) e do programa;

- 4- main toolbar:** opções para criação, edição e análise de curvas, superfícies e polígonos;
- 5- floating toolbar ou flyouts:** barras flutuantes que ficam escondidas dentro dos botões com ícones que apresentam uma “setinha” no canto inferior direito do botão. Mantenha o botão esquerdo do mouse pressionado sobre esses ícones para acessar seus respectivos *flyout*;
- 6- graphics area - viewports:** área onde ficam as janelas de visualização do modelo. Equivalente as vista ortogonais e a perspectiva;
- 7- viewport title bar:** nomes das vistas;
- 8- status bar:** mostra as coordenadas de x,y,z do ponteiro do mouse, nome e cor do *layer* ativo, e opções de ortho, planar, snaps e object snaps;
- 9- flamingo toolbar:** barra de ferramentas do *plugin* de render foto-realista **Flamingo**.

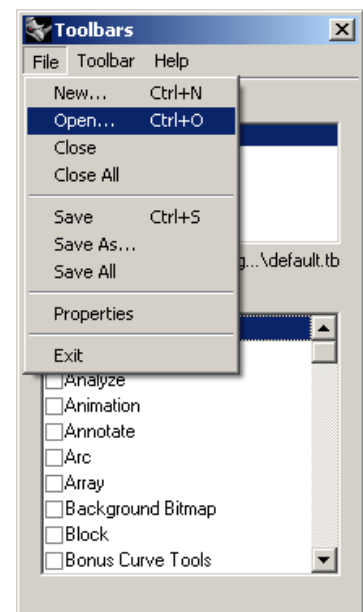
Carregando as barras de ferramentas

Um *bug* muito comum na versão 3 do Rhino é o desaparecimento das barras de ferramentas (**standard toolbar** e **main toolbar**), portanto é extremamente importante para o usuário saber como recoloca-las na interface. Na **menu bar**, entre na opção **Tools** e clique em **Toolbar Layout...**



No menu **Toolbars**, aberto em seguida, entre em **File** e clique em **Open...** Localize no seu computador o diretório onde foi instalado o Rhino (geralmente o caminho é **Disco Local (C:)Arquivos de Programas\Rhinoceros 3.0**), entre na pasta **System** e carregue o arquivo **default.tb**.

Se a barra do plugin Flamingo desaparecer, escolha o caminho **Disco Local (C:) \ Arquivos de Programas \ Rhinoceros 3.0 \ Plug-ins \ Flamingo** e carregue o arquivo **Flamingo.tb**.



Controlando as *Viewports*:

Navegação

O Rhino possui uma série de facilidades quanto à navegação das **viewports**. Podemos utilizar o botão direito do mouse como atalho nas vistas ortogonais para o comando **Pan** e nas não ortogonais para rotacionar a vista (**Rotate View**). O scroll pode ser utilizado como atalho para o comando **Zoom** em qualquer uma das vistas.

Os controles de navegação não anulam ou interrompem comandos que estejam sendo utilizados concomitantemente. Isso significa que se estivermos criando uma linha e precisarmos, por exemplo, dar um **Zoom** na vista, podemos fazê-lo sem interromper sua criação. Há também a possibilidade de utilizar vistas com a projeção do campo de visão paralela ou em perspectiva.

Pan - botão direito do mouse nas vistas ortogonais, e botão direito + Shift pressionado nas não ortogonais;

View Rotate - botão direito do mouse nas vistas não ortogonais, e botão direito + Ctrl e Shift pressionados nas não ortogonais;

Zoom - scroll do mouse. No caso do mouse não possuir scroll, utilize o botão direito + Ctrl ou os atalhos do teclado Page Up, Page Down. Movendo o scroll ou o mouse para cima a câmera se aproximará do foco, para baixo se distanciará. O local onde você clicar será o alvo focal do **Zoom**.

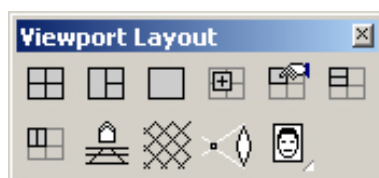
Também podemos usar os comandos de **Pan**, **View Rotate** e **Zoom** nas opções da janela que aparece ao clicarmos com o botão direito no nome da *viewport* ou na **standard toolbar**, onde encontramos inclusive outras opções além **Zoom** convencional (**Zoom Dynamic**): **Zoom Window**, **Zoom Target**, **Zoom Extents**, **Zoom Selected**, **Undo** e **Redo View Change**, mostrados em aula. Para dar **Undo** numa modificação da *viewport* ativa, aperte a tecla **Home** do teclado ou o botão **Undo View Change** da **standard toolbar**.



Criando e modificando as *viewports*

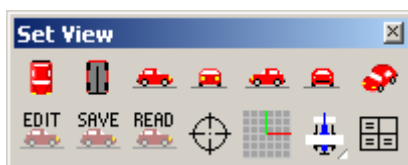
Podemos também trocar as vistas da **graphics area**, redimensiona-las, adicionar ou remover novas *viewports* (embora essa prática não seja recomendada na maioria dos casos, principalmente para iniciantes - quatro vistas costumam dar a noção geral da cena ou objeto modelado, sem causar confusão visual).

Viewport Layout - *flyout* para configurar a forma como se apresentam as *viewports* (dentro do botão **4 viewports** da **standard toolbar**). Apresenta opções para se trabalhar com um *layout* com 4 ou 3 vistas, maximizar a *viewport* selecionada, criar novas vistas, acessar opções de configuração das mesmas, dividi-las em duas partes iguais - pela horizontal ou vertical - alternar a projeção da vista entre paralela e perspectiva, ligar ou desligar o plano de construção (atalho F7), mudar o comprimento da lente, e colocar imagens de referência na *viewport* para o desenho do projeto.



Obs: Para maximizar uma vista rapidamente, dê dois cliques seguidos no nome da *viewport* que deseja aumentar. O mesmo deve ser feito para voltar a configuração anterior com várias vistas na tela.

Set View - *flyout* para configurar a câmera das *viewports* (dentro do botão **Right View** na **standard toolbar**).

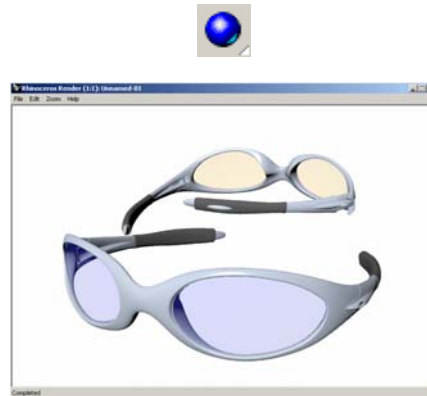


Apresenta opções para alternar entre as diversas vistas ortogonais, além da perspectiva, mudar o nome das vistas, salvar a posição da câmera, pegar as configurações das *viewports* de outro arquivo, mudar a posição da câmera e de seu foco, transformar perspectivas em vistas ortogonais.

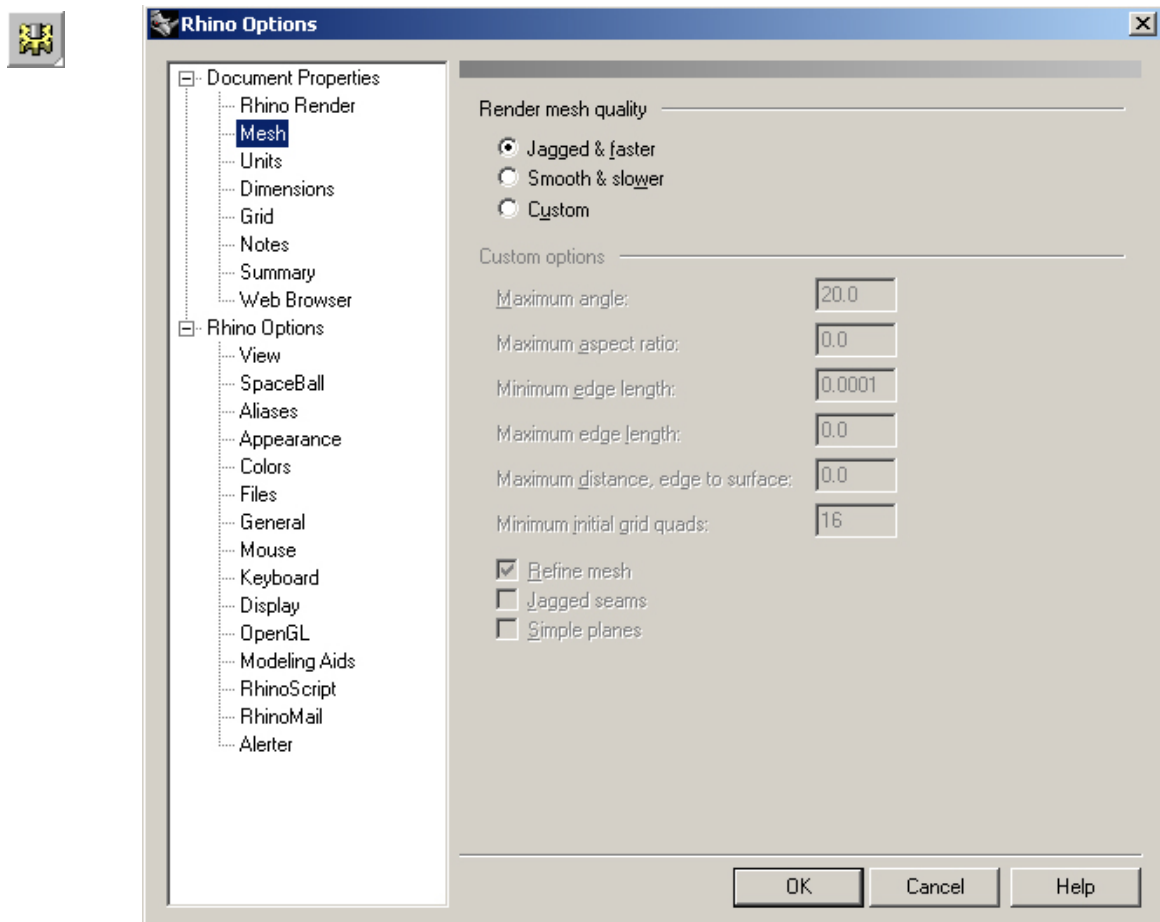
Obs: Uma das opções mais importantes desse menu é o **Synchronize Views**, comando que permite colocar todas as vistas ortogonais alinhadas e na mesma escala.

Render:

A opção de “renderizar” abre uma janela separada, onde é criada uma imagem bitmap da cena, com seus modelos, materiais, iluminação e sombras. Não podemos manipular esta imagem, porém ela pode ser salva em diversos formatos gráficos (bmp, jpg, pcx, png, tga, tiff) para posterior apresentação do projeto.



Se o cálculo de render estiver muito lento, entre nas configurações de malha (**Mesh**), dentro das opções (**Options**) do Rhino e verifique se a qualidade da malha (**Render Mesh Quality**) está como **Jagged & faster**.



Se a malha estiver pouco suavizada ou aparentando defeito, utilize a opção **Smooth & slower** do mesmo menu.

Obs: o cálculo de render ficará bem mais lento com essa opção ligada, porém ela deve ser utilizada no render final para um melhor resultado.

Se mesmo a opção **Smooth & slower** não estiver suavizando a malha de forma adequada, utilize a opção **Custom**, reduzindo gradativamente o valor de **Maximum angle** até conseguir o resultado desejado.

Obs: o cálculo de render ficará ainda mais lento. Só utilize essa opção no render final!

Viewport Render:

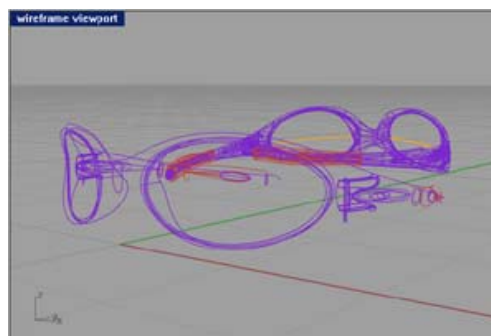
Shade - *flyout* para configurar a forma de renderização das *viewports* (dentro do botão **Shaded Viewport** na **standard toolbar**).



Além do render final, as *viewports* também fazem uma renderização, porém mais simplificada, para mostrar os objetos durante o trabalho de modelagem, texturização e iluminação. Existem duas formas básicas de se renderizar os modelos nas *viewports*: **Wireframe** e **Shaded**.

Wireframe

O modo **Wireframe** (Ctrl + Alt + w) é a configuração padrão, e nos permite visualizar as curvas e linhas isoparamétricas (espécie de linhas de contorno) que formam as superfícies.



Shaded

O modo **Shaded** nos permite visualizar as superfícies em si, mostrando como o modelo se apresenta realmente, com uma luz branca vinda de nosso ponto de vista para dar noção de sombreado. Esse modo apresenta diversas opções de renderização:

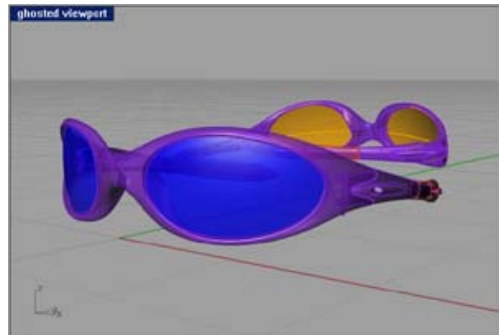
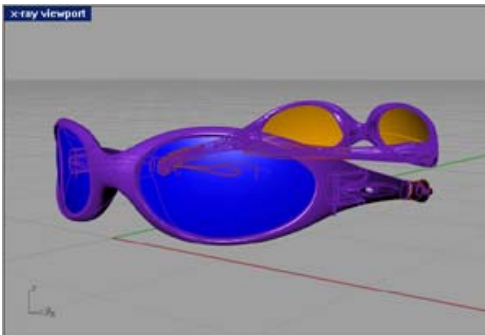
Shade - mostra temporariamente os modelos, sem materiais, em um fundo azul;

Shaded Viewport - desenha as superfícies ou a malha por cima do *wireframe* nas *viewports*. Atalho: Ctrl + Alt + s;

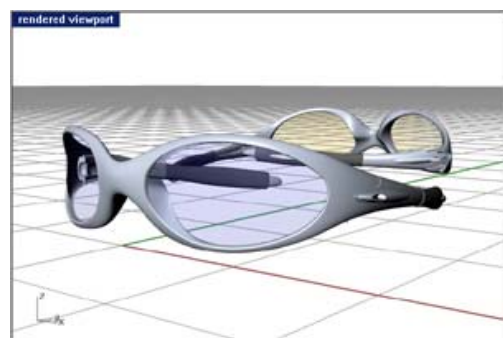


X-ray Viewport - desenha os objetos com uma espécie de transparência, mostrando o *wireframe* dos modelos que estão por trás dos outros, como uma espécie de raio-x;

Ghosted Viewport - desenha os objetos com transparência. Atalho: Ctrl + Alt + g;



Rendered viewport - faz uma simulação bem próxima do *render* final na própria *viewport*. Essa forma de visualização é bem pesada, porém, ao contrário do *render* final, ela pode ser manipulada com o **Rotate View** para estudos de textura e iluminação da cena. Atalho: Ctrl + Alt + r.

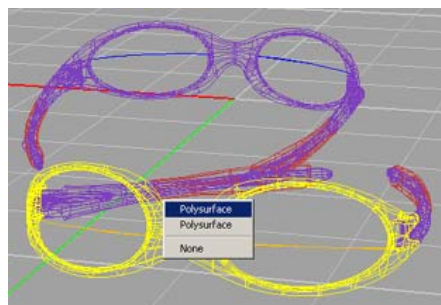


Obs 1: No modo **wireframe**, muitas vezes as linhas isoparamétricas não coincidem com o contorno extremo do objeto que estamos visualizando. Para ter certeza que seu modelo está correto, tenha o hábito de alternar a renderização da perspectiva para algum dos modos **Shaded**.

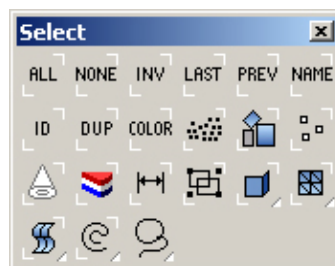
Obs 2: A primeira vez que utilizamos o comando **Shade** em um arquivo, ele é sempre mais demorado, pois o *software* faz diversos cálculos para guardar a forma do modelo na memória. Nas vezes subseqüentes o comando será executado mais rapidamente.

Selecionando Objetos:

Existem diversas formas de selecionarmos objetos no Rhino. A forma mais básica é selecionar os objetos clicando em cima deles. No caso de haverem vários objetos no lugar clicado, aparecerá uma janela perguntando qual dos objetos deverá ser selecionado – ver imagem abaixo. Para adicionar (ou retirar) objetos a seleção, mantenha a tecla Shift (ou Ctrl) pressionada enquanto clica nos objetos.



Podemos também utilizar uma janela de seleção, que pode ser do tipo *crossing* (pega quem estiver dentro ou só sendo cortado pela janela de seleção) ou *window* (só pega quem estiver totalmente dentro da janela); ou ainda utilizando as diversas opções do menu **Select** (dentro do botão **Select All**, da **standard toolbar**), como os comandos **Select All**, **Select None**, **Invert Select**, seleção por tipo de objeto (curvas, linhas, superfícies, luzes, etc), entre outros.



Obs: Por *default*, os objetos selecionados ficam amarelos.

Agrupando (*Group*):

Uma das ferramentas que fazia muita falta na primeira versão e que foi incorporada na versão 2.0 é a de agrupar objetos, para isso basta selecionar quem será agrupado e utilizar o comando **Group**, localizado na *main toolbar*. Dentro desse botão, encontramos o menu **Grouping**, onde podemos encontrar comandos para inserir ou remover objetos do grupo, e até desfazê-lo. Atalhos do teclado: Ctrl + G para agrupar e Ctrl + U para desagrupar.



Manipulando Objetos:

Procure evitar no início a manipulação de objetos pela vista de perspectiva, utilize-a apenas para selecionar objetos e para examinar toda a cena em três dimensões, com o auxílio do **Rotate View**. Fique atento também ao que está acontecendo nas outras *viewports*, e não só na que você está trabalhando no momento – isso é fundamental para evitar erros na modelagem tridimensional. Em cada *viewport* só podemos mover o objeto nos eixos cortados pelo plano de construção da mesma, por isso, muitas vezes para posicionarmos o objeto onde queremos, temos que alternar entre as diversas vistas.

Movendo objetos (*Drag e Move*)

A forma mais simples de movimentação de objetos no Rhino é chamada de **Drag** (arrastar), bastando para isso, selecionar quem se quer mover, clicar - mantendo o botão do mouse pressionado - e arrastar para a nova posição.

Podemos também utilizar o comando **Move** (mover), onde após selecionarmos o objeto, devemos determinar um ponto de referência no espaço, que representa a coordenada da posição inicial do objeto antes de ser movido, é recomendável que esse ponto de referência esteja dentro do objeto, para termos um melhor controle, depois devemos escolher um novo ponto de referência, que determina a nova posição do objeto. O **Move** é uma ferramenta muito mais precisa que o **Drag**.



Obs: O plano de construção é a grade (**Grid**) que vemos nas *viewports*, para escondê-lo podemos usar como atalho a tecla F7.

Rotacionando objetos (*Rotate*)

Rotate 2-D - Para rodar um objeto bidimensionalmente, basta selecionar o objeto a ser rodado e clicar na ferramenta **Rotate**. Na opção **Center of rotation**, escolha o ponto que será o eixo de rotação, na opção **Angle or first reference point**, digite o ângulo de rotação do objeto (valores positivos giram o objeto no sentido anti-horário, valores negativos no sentido horário) ou escolha o primeiro ponto de referência para a rotação manual. Neste último caso aparecerá a opção **Second reference point**, que nos permite rodar o objeto como se usássemos uma alavanca.

Rotate 3-D - Podemos ainda rodar o objeto tridimensionalmente, devemos clicar no ícone **Rotate 2-D/3-D** - com o botão direito do mouse, e então desenhar o eixo de rotação (como o eixo de um volante), e só depois rodar o objeto, seja manualmente ou escrevendo o ângulo de rotação.



Escalando objetos (*Scale*)

Existem diversos comandos de escala no Rhino, encontrados no menu **Scale**:

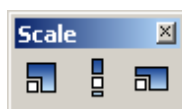
Scale 3-D - escala o objeto selecionado de forma uniforme em todos os eixos;

Scale 2-D - escala o objeto selecionado de forma uniforme nos dois eixos equivalentes a posição da Grid;

Scale 1-D - escala o objeto em apenas um eixo;

Non-Uniform Scale - escala o objeto de forma não uniforme, pois permite escalarmos cada um dos eixos isoladamente.

Obs: com o comando **Scale 1-D** não estamos limitados apenas aos eixos X, Y e Z, podemos escalar o objeto em qualquer direção.



Copiando objetos (*Copy e Drag and Copy*)

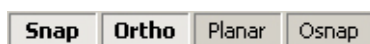
Para copiar um objeto, proceda da seguinte maneira, selecione o objeto a ser copiado, e clique no botão **Copy**, na opção **Point to copy from**, escolha um ponto na *viewport* que será a referência de localização do seu objeto original - para facilitar, procure escolher um ponto do próprio objeto, como o meio ou a borda - na opção de **Point to copy to** escolha o

local onde estarão as novas cópias. Use o botão direito ou aperte Enter para terminar o comando. Podemos ainda apertar a tecla Alt enquanto arrastamos (**Drag**) o objeto a ser copiado.



Assistentes de Modelagem:

O Rhino nos fornece assistentes de modelagem (**modeling aids**) para ajudar na criação e manipulação de objetos:



Snap - força o cursor a se prender nas interseções quadriculadas da grade do plano de construção (**grid**). Podemos ativar essa opção com o botão **Snap**, na **status bar**, ou usando o botão F9.

Ortho - restringe o movimento do cursor do mouse em um ângulo específico a partir do ponto selecionado. O ângulo *default* é 90°. Podemos ativá-lo pelo botão **Ortho**, na **status bar**, usando F8, ou ainda o botão Shift para liga-lo ou desliga-lo temporariamente.

Planar - este é um assistente de modelagem similar ao **Ortho**, ele ajuda a modelarmos objetos planos, forçando-os a ficar em um mesmo plano, paralelo ao plano de construção, e que passa pelo último ponto criado antes de ativarmos o comando. Ative-o com o botão **Planar**, na **status bar**.

Osnaps - ou **Object snaps**, é um tipo de **Snap** onde o cursor, ao invés de ser atraído pela **Grid**, é atraído por alguma parte específica do objeto, como uma de suas extremidades ou quinas (**End**), pelas bordas (**Near**), um ponto de controle (**Point**), o meio de uma linha ou aresta (**Mid**), seu centro (**Cen**), uma interseção (**Int**), uma perpendicular (**Per**) ou um ponto de tangência a um objeto (**Tan**), os quadrantes de um círculo, arco, elipse ou superfícies similares (**Quad**), e as junções de uma linha (**Knot**).



Obs: para mostrar ou esconder o plano de construção (**grid**) na *viewport* ativa, utilize o atalho F7.

Obs2: para usuários iniciantes, é recomendável deixar as opções **Snap** e **Ortho** sempre ativas, desligando-as temporariamente apenas quando necessário.

Sólidos:

Sólidos são formas volumétricas (tridimensionais) fechadas, criadas a partir de uma ou mais superfícies (*surface* ou *polysurface*) coladas entre si por suas arestas. Objetos que serão utilizados posteriormente para processos CAM precisam obrigatoriamente ser sólidos.

Criação

No Rhino podemos criar objetos sólidos de diversas maneiras: a partir da modelagem de linhas, superfícies e da remodelagem ou combinação de outros sólidos.

Solid

Para facilitar a criação de sólidos de formas básicas, podemos utilizar o menu **Solid**, encontrado na *main toolbar*, dentro do ícone **Box**. Nele encontramos opções para a criação de caixas (**Box**), esferas (**Sphere**), elipsóides (**Ellipsoid**), parabolóides (**Paraboloid**), cones (**Cone** e **Truncated Cone**), cilindros (**Cylinder**), tubos (**Tube**), toróides (**Torus**), linhas com espessura (**Pipe**), extrusão de linhas fechadas e superfícies (**Extrude closed planar curve** e **Extrude surface**). Para criá-los, basta clicar no botão equivalente a opção desejada, e seguir as instruções fornecidas na *command area*, fornecendo os dados requisitados.



Box - existem quatro formas de se criar uma caixa. A opção *default* (**Corner to Corner, Height**) nos permite criá-lo definindo o a base a partir de duas de suas quinas e depois a medida da altura ou definindo comprimento, largura e altura respectivamente (igual a opção **3 Points** ou **3 Points, Height**). A opção **Center**, também chamada de **Center, Corner, Height**, inicia a criação a partir do centro da base da caixa, pedindo a posição da quina que a limita, e por último a altura. A opção **Vertical**, que não tem ícone próprio, mas um link dentro da *command area* quando utilizamos a opção *default*, difere das demais apenas por pedir a altura da caixa após o comprimento, e não após a largura.



Sphere - existem seis formas de se criar uma esfera. A opção *default* (**Center, Radius**) nos permite criá-la a partir da definição da posição de seu centro e depois de seu raio. A opção **Diameter** cria a esfera a partir da definição de seu diâmetro. Podemos também criar esferas a partir de três ou quatro pontos (**3 Point** e **4 Point***), com o centro passando por uma curva NURBS (**Around Curve**) ou a partir de até três pontos de tangência de objetos distintos (**From CircleTangent to Curves** ou **Tangent**).

* Aparentemente, essa opção, oferecida em um link na *command area* ao utilizarmos a opção default, não está funcionando corretamente.



Ellipsoid - existem cinco formas de se criar uma elipsóide. A opção *default* (**From Center**) nos permite criá-la a partir da definição da posição de seu centro e depois de seus três eixos. A opção **By Diameter**, também chamada de **Diameter**, cria a elipsóide a partir da definição dos dois pontos que definem seu eixo inicial e depois de seus dois eixos restantes. A opção **From Foci** permite a criação da elipsóide a partir da definição de seus focos e de um terceiro ponto. A opção **By Corners** ou **Corner** define a elipsóide a partir de dois pontos que definem a extensão de seus dois primeiros eixos e depois de um terceiro ponto para definir o último eixo. A opção **Around Curve**, da mesma forma que na esfera, permite criarmos uma elipsóide com seu centro passando por uma curva NURBS.



Paraboloid - cria uma parabolóide a partir de seu foco, direção e ponto final. Possui ainda opções que permitem sua criação a partir do ponto inicial, direção e ponto final (**Vertex**) e de geração de um ponto que define a posição de seu foco (**MarkFocus=Yes**). Ao contrário do que é esperado de um comando dentro do menu **Solid**, por *default* essa opção não gera um sólido, mas uma superfície, já que uma parabolóide não tem volume. Entretanto, podemos utilizar a opção **Cap=Yes** para fecharmos a parabolóide, criando uma superfície que tampa sua base, e obtermos um objeto volumétrico.



Cone - existem seis formas de se criar um cone. A opção *default* pede a definição do centro da base, do raio e da altura do cone. Ao contrário da caixa, esfera e elipsóide, a **McNeel** não

disponibilizou menus com opções para as diversas formas de criação de um cone, mas elas podem ser achadas na forma de links na *command area* ao utilizarmos a opção *default*. A opção **Vertical** permite criar o cone em posição perpendicular ao plano de construção da vista selecionada, fornecendo as mesmas informações da opção *default*. A opção **Diameter** cria a base do cone a partir dos dois pontos que delimitam seu diâmetro, pedindo em seguida a definição da altura. A opção **3Point** permite a definição da base do cone a partir de três pontos, além de sua altura. A opção **Tangent** é semelhante a **3Point**, porém os pontos podem ser tangentes a outros objetos. A opção **Around Curve** cria um cone com o centro da base passando por uma curva NURBS.



Truncated Cone - as formas de criação do cone cortado são praticamente idênticas as do cone comum. A única diferença é a necessidade de fornecermos a medida do raio da parte cortada, pedida logo após a criação da base do cone.



Cylinder - existem seis formas de se criar um cilindro. A opção *default* pede a definição do centro da base, do raio e da altura. A opção **Vertical** permite criar o cilindro em posição perpendicular ao plano de construção da vista selecionada, fornecendo as mesmas informações da opção *default*. A opção **Diameter** cria a base a partir dos dois pontos que delimitam seu diâmetro, pedindo em seguida a definição da altura. A opção **3Point** permite a definição da base do cilindro a partir de três pontos, além de sua altura. A opção **Tangent** é semelhante a **3Point**, porém os pontos podem ser tangentes a outros objetos. A opção **Around Curve** cria um cilindro com o centro da base passando por uma curva NURBS.



Tube - as formas de criação do tubo são praticamente idênticas as do cilindro. A única diferença é a necessidade de fornecermos a medida de um segundo raio, logo após definirmos o primeiro.



Torus - existem seis formas de se criar um toróide. A opção *default* pede a definição do centro da base, do raio e da espessura (segundo raio). A opção **Vertical** cria a toróide em uma posição perpendicular ao plano de construção, a partir dos mesmos parâmetros da opção *default*. A opção **Diameter** permite a definição de sua medida principal a partir dos dois pontos que definem o diâmetro, pedindo o raio da espessura em seguida. A opção

3Point permite a definição da medida principal a partir de três pontos. A opção **Tangent** é igual a anterior, porém os três pontos podem ser tangentes a outros objetos. A opção **Around Curve** permite a criação de uma toróide cujo centro passa por uma curva NURBS.



Pipe - permite a criação de um sólido a partir de uma curva. O objeto criado pode ter formato cilíndrico (**Thick=No**) ou tubular (**Thick=Yes**), ter sua espessura definida a partir de seus raios (opção *default*) ou diâmetros (**Diameter**) iniciais e finais, ser uma superfície (**Cap=No**) ou um sólido (**Cap=Yes**). Temos ainda a opção de escolher entre dois tipos de suavização entre as formas inicial e final, caso os raios sejam diferente (**ShapeBlending**).



Extrude closed planar curve - permite a criação de um sólido a partir da extrusão de uma curva fechada plana. O comando também extruda curvas abertas ou curvas fechadas não planas, mas, nesse caso, cria apenas superfícies e não sólidos. A opção **DeleteInput** permite optarmos por deletar ou não a curva que dará origem ao sólido gerado. Após selecionarmos a curva (ou curvas) que será extrudada, o Rhino nos fornece uma série de novas opções. A opção **Direction** permite definirmos a partir de dois pontos a direção da extrusão. A opção **BothSides=Yes** permite extrudarmos a curva para ambos os lados, ao invés de apenas em um sentido. A opção **Cap=Yes** é a responsável pela extrusão dar origem a um sólido, se modificarmos a opção para **Cap=No**, criaremos apenas superfícies extrudadas. As opções do **Mode** serão explicadas nas opções do menu **Extrude Solid**, na página seguinte.



Extrude Surface – permite a criação de um sólido a partir da extrusão de uma superfície. A opção **DeleteInput** permite optarmos por deletar ou não a superfície que dará origem ao sólido gerado. Após selecionarmos a superfície (ou superfícies) que será extrudada, o Rhino nos fornece uma série de novas opções. A opção **Direction** permite definirmos a partir de dois pontos a direção da extrusão. A opção **BothSides=Yes** permite extrudarmos a superfície para ambos os lados, ao invés de apenas em um sentido. A opção **Cap**, que infelizmente não está habilitada por default, precisa ser habilitada (**Cap=Yes**) para gerarmos sólidos, ao invés de apenas superfícies. As opções do **Mode** serão explicadas nas opções do menu **Extrude Solid**, a seguir.



Extrude Solid - permite a criação de sólidos a partir da extrusão de superfícies ou curvas. Esses comandos equivalem às opções **Mode** do **Extrude closed planar curve** e do **Extrude Surface**. A opção **Extrude Surface**, já mencionado na página anterior, equivale ao **Mode=Straight**. A opção **Extrude Surface To Point** equivale a opção **Mode=toPoint** e permite criar um sólido definido pela extrusão da superfície até um ponto definido pelo usuário. A opção **Extrude Surface Along Curve**, equivalente a opção **Mode=AlongCurve**, permite utilizarmos uma curva para definirmos o caminho da extrusão. A opção **Extrude Surface Along Sub Curve**, equivalente a opção **Mode=AlongSubCurve**, é muito semelhante a opção anterior, mas aqui podemos pegar apenas parte de uma curva para definirmos a extrusão da superfície. A opção **Extrude Surface Tapered**, equivalente a opção **Mode=Tapered**, utiliza um ângulo (**DraftAngle**) para aumentarmos ou diminuirmos o tamanho da forma do objeto ao longo da extrusão. As opções **Extrude Curve To Point**, **Extrude Curve Along Curve**, **Extrude Curve Along Sub Curve** e **Extrude Curve Tapered** são idênticas aos comandos de mesmo nome para superfícies, mas trabalham com curvas.



Text

O Rhino oferece também a ferramenta **Text**, encontrada na *main toolbar*, para criação textos.

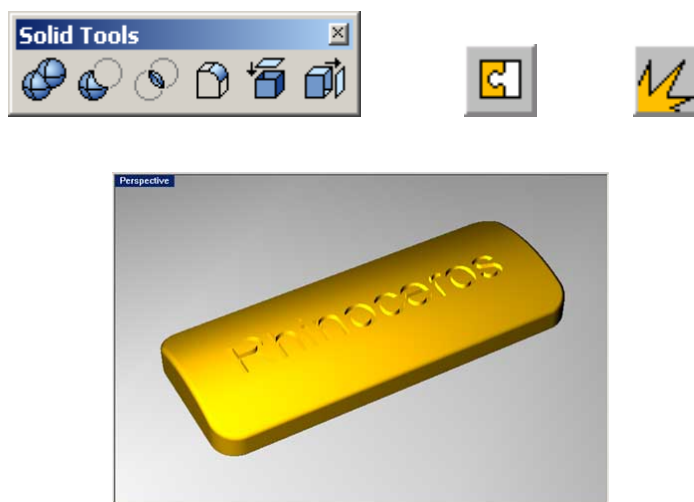


O menu de criação de texto oferece opções para definição da fonte, colocar o texto em negrito e/ou itálico, tipo de objeto a ser criado (curva, superfície ou sólido), cria-los já agrupados, definição do tamanho da fonte e espessura (opção habilitada apenas quando os textos são objetos sólidos).



Edição

O Rhino oferece excelentes opções pra edição de sólidos no menu **Solid Tools**: ferramentas de **Boolean**, que permitem adicionar, subtrair ou fazer a interseção entre vários sólidos; opções para chanfrar arestas (**Fillet Edge**); tampar espaços planos abertos (**Cap Planar Holes**) e extrair superfícies (**Extract Surface**). Além disso, apresenta comandos para colar superfícies justapostas (**Join**), transformando-as em superfícies compostas (*polysurfaces*); e separar sólidos ou superfícies compostas em diversas superfícies simples (**Explode**).



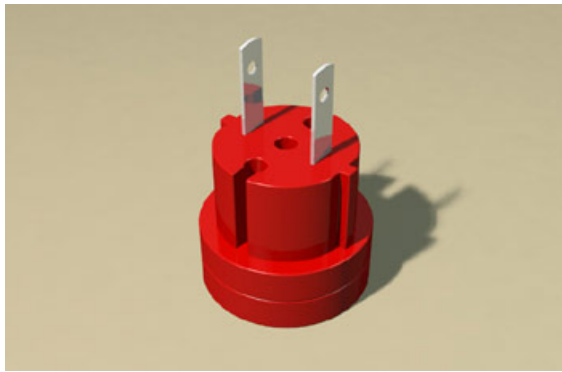
Superfícies:

Edição

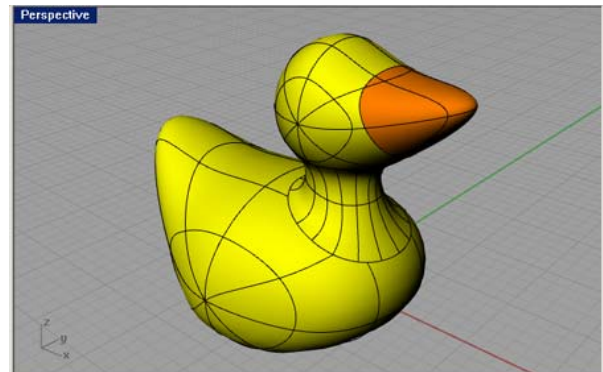
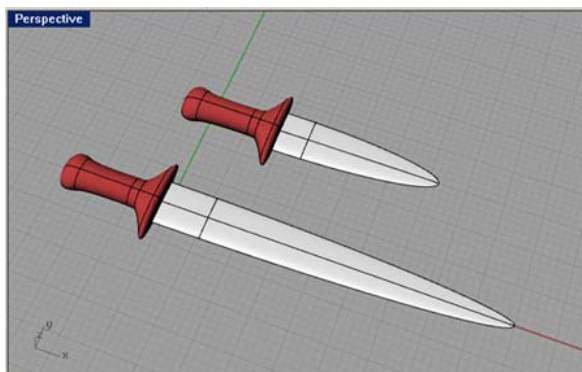
Para modelar as estruturas NURBS, geralmente, usamos os chamados pontos de controle (**control points**). Para editá-los, as superfícies devem estar soltas (explodidas), Mas após a modelagem devem ser coladas de novo para formar um sólido. Para ligar os pontos de controle, utilizamos o comando **control points on**, e se quisermos editar o número de pontos de controle, ou suavizar mais a estrutura, utilizamos as ferramentas **rebuilt surface**.



Obs: Quando trabalhamos com pontos de controle, a forma de seleção muda um pouco: a tecla SHIFT passa a ser utilizado para adicionar pontos à seleção e o CTRL para retirá-los, ao contrário da seleção convencional de curvas, superfícies ou sólidos, onde os dois botões podem ser usados para ambas as funções de forma idêntica.



Outros comandos como o **insert knot** e **remove knot (point editing menu)** podem ser usados para inserir ou retirar pontos de controle em locais específicos, e o comando **set X, Y, Z coordinates**, do menu **Transform**, para alinhar os pontos de controle selecionados em um mesmo eixo (X, Y ou Z).



Cortando e Dividindo:

O comando **trim** nos permite utilizar uma curva ou superfície para cortar outros elementos da cena. A opção **split** possibilita a divisão de um objeto em duas ou mais partes utilizando como ferramenta de corte uma curva, superfície ou ainda uma curva de contorno (**split surface by isocurve**) do próprio objeto.




Obs: Sólidos e superfícies compostas (*polysurfaces*) não podem ser cortadas ou divididas utilizando curvas (*curve* ou *line*) como objetos de corte. Para tanto deve-se utilizar uma superfície como ferramenta de corte ou ainda o comando **explode** para separá-las em superfícies simples (*surfaces*) para as curvas as curvas conseguirem realizar o trabalho de corte.

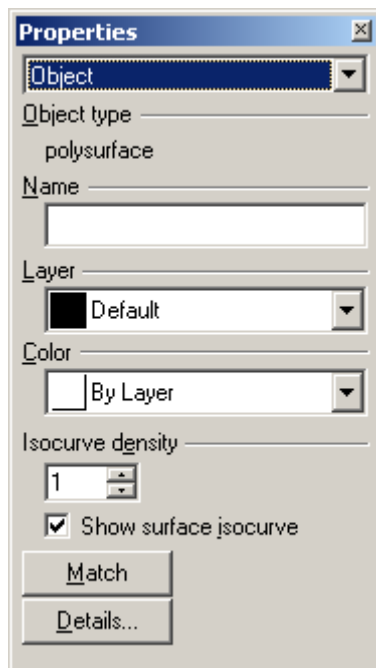
Ferramentas de Transformação:

São ferramentas que visam algum tipo de transformação do objeto, seja em seu posicionamento ou em sua forma. A maioria dos *softwares* considera apenas as opções **move**, **rotate** e **scale** (já vistos anteriormente) como ferramentas de transformação. O Rhino, no entanto, considera uma série de outros comandos como ferramentas de transformação, como as opções de cópia (**copy** - já visto anteriormente), de inclinar (**shear**) e de espelhar (**mirror**) objetos. Outras opções interessantes do menu **Transform** são os comandos para afunilar (**taper**), curvar (**bend**) e torcer (**twist**), utilizados geralmente para a edição de superfícies, além das opções para alinhar pontos (**set X, Y, Z coordinates** – visto logo acima), alinhar (**orient**) a criar cópias ordenadas (**array**).



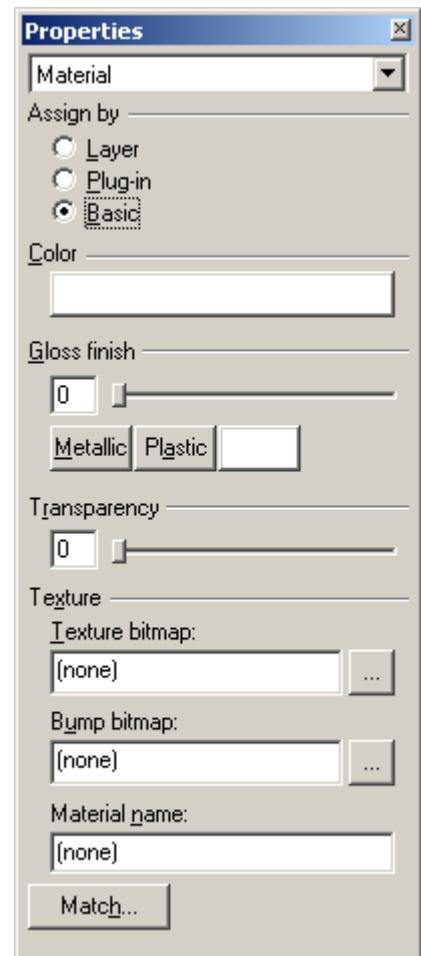
Propriedades dos Objetos, Materiais e Luzes

Para editarmos as propriedades dos objetos (curvas, superfícies e sólidos), materiais e luzes utilizamos o botão **Object Properties** da **Standard Toolbar**. 

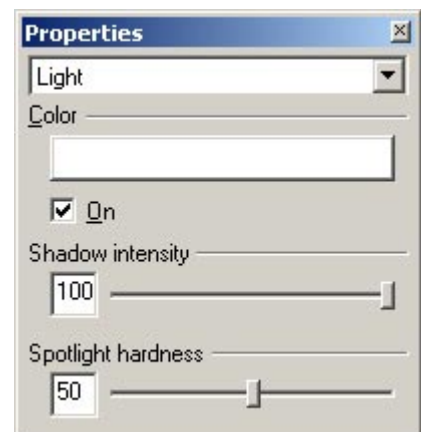


Curvas, superfícies e sólidos nos oferecem as configurações **Object** e **Material**, enquanto luzes nos oferecem as opções **Object** e **Light**. Nas propriedades do objeto (**Object**), podemos saber o tipo de objeto com que estamos trabalhando, especificar um nome, definir em que *layer* ele está, sua cor (por *default* a cor do objeto é a cor do *layer* a qual ele pertence) e a densidade de curvas isoparamétricas que definem seu contorno nas vistas em *wireframe*.

Em **Material**, podemos definir se o material será definido pela cor do *layer*, por um *plugin* (como o Flamingo ou Penguin, por exemplo), ou pelo Rhino (**Basic**). No modo **Basic**, podemos especificar a cor do material, se ele é fosco ou brilhante (**Gloss finish**), metálico ou plástico, definir a cor do seu brilho, se ele é transparente ou opaco (**Transparency**), além de usar imagens para definir cor (**Texture bitmap**) ou simular relevo (**Bump**), além de especificar nome para o material e pegar parte das propriedades de outro objeto (**Match...**).



Em **Light**, definimos a cor da luz, se ela está ligada ou não, a intensidade de sua sombra. Especificamente no caso da **Spotlight**, podemos ainda definir como será a suavização da área iluminada para a não iluminada pelo cone de luz.



Luzes:

Podemos criar luzes para iluminar objetos ou cenas. Na versão 3 do Rhino, a luz **Spotlight** perde seu diferencial, já que todas as outras também passam a calcular as sombras dos objetos com o renderizador padrão, o que não acontecia nas versões anteriores. Entretanto

a **Spotlight**, que distribui a luz de uma forma cônica, ainda é a mais utilizada para iluminação de produtos. O Rhino ainda nos fornece a **Point Light**, que ilumina em todas as direções, e por isso é a mais pesada em termos computacionais (maior tempo de render); a **Directional Light**, que emite luz em raios paralelos, é ideal para arquitetura, para simular a direção praticamente paralela dos raios do sol; e as novas **Rectangular Light** e **Linear Light**, que eram exclusivas do Flamingo, e que continuam a ter uma boa aplicabilidade somente com o uso desse *plugin*, principalmente para a área de maquetes, já que elas representam melhor os formatos de lâmpadas e luminárias.



Criando Curvas NURBS:

Linhas Retas

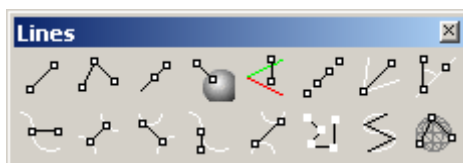
Podemos criar linhas retas de três tipos basicamente:

Line: segmento de reta simples, determinado pelo seu ponto inicial e seu ponto final;

Polyline: única linha formada por vários segmentos de reta;

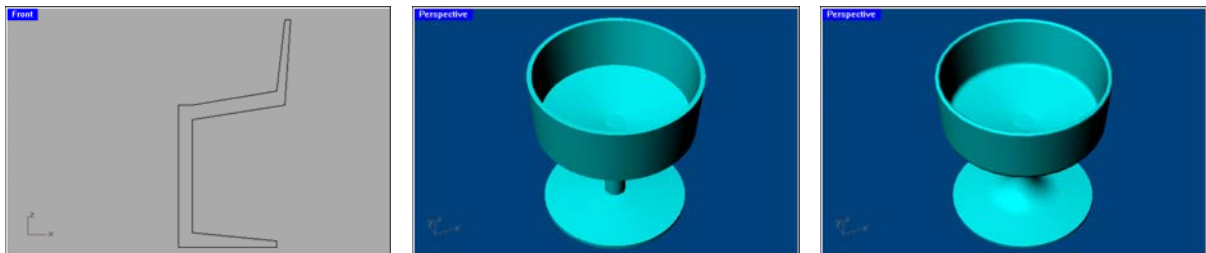
Line Segments: aparentemente é muito semelhante à *Polyline* (inclusive se usa o mesmo botão para criar esse tipo de linha, porém clicando com o botão direito do mouse), mas ao invés de criarmos uma única linha formada por vários segmentos de reta, criamos vários segmentos de reta independentes e consecutivos.

Existem diversos outros comandos para criação de linhas retas, porém estes funcionam de forma semelhante a controles de **Osnap** (que veremos mais adiante), podendo criar curvas a partir de objetos pré-existent, como por exemplo criar uma linha a partir da normal de uma superfície (**Surface Normal**).



Os comandos de **Undo** (desfazer) e **Close** (fechar) são duas opções importantes que podemos utilizar ao criarmos linhas retas ou curvas (que serão vistas no próximo item), o primeira permite retirarmos o último ponto de controle criado, bastando digitar a letra U durante a criação da linha, e o segunda fecha a linha que está sendo criada, bastando digitar a letra C.

Podemos usar o comando **Revolve** (menu **Surface**) para fazer a revolução dessa linha e transforma-la em uma superfície ou sólido, e depois o **Fillet Edge** para arredondarmos as quinas.



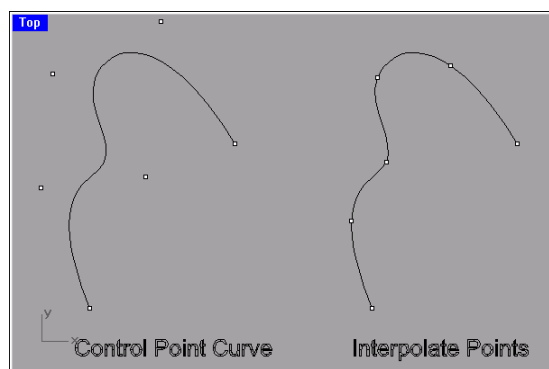
linhas curvas de forma livre

Existem seis comandos para se desenhar curvas de forma livre:

Control Point Curve: desenha a curva baseada no posicionamento de pontos de controle (**Control Points**, também chamados de **Control Vertex** ou **Control Vertices**), sendo que estes não fazem parte da curva necessariamente;

Curve: Interpolate Points: desenha a curva baseada no posicionamento de pontos que fazem parte da curva (**Interpolate Points**), permitindo maior precisão;

Interpolate on Surface: cria uma curva do tipo **Interpolate Points** direto em uma superfície;



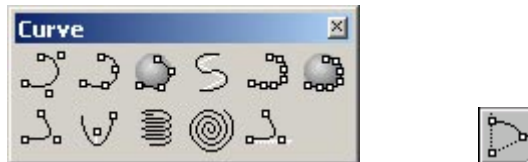
Sketch: Permite desenharmos uma curva livremente, simplesmente movimentando o mouse com o botão direito pressionado, e, logo após soltarmos o botão, o Rhino cria automaticamente os pontos de controle que definem essa curva;

Sketch on Surface: cria uma curva do tipo **Sketch** direto em uma superfície;

Sketch on Polygon Mesh: cria uma curva do tipo **Sketch** direto em uma malha poligonal.

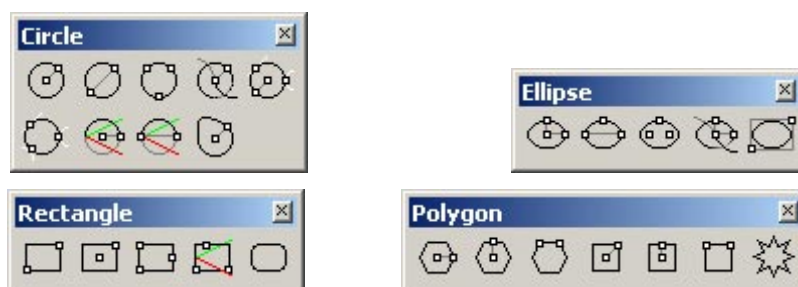
linhas curvas abertas

Podemos desenhar ainda alguns outros tipos de curvas abertas, como curvas baseadas em **Polylines** (**Control Points from Polyline e Through Polyline Vertices**), curvas cônicas (**Conic**, **Conic: Perpendicular at Start**, **Conic: Tangent at Start e Conic: Tangent at Start, End**), parábolas (**Parabola**), curvas helicoidais (**Helix**), espirais (**Spiral**), e arcos (**Arc**).



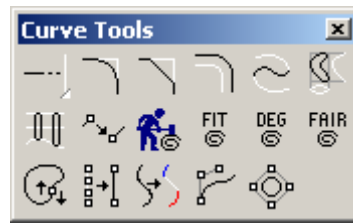
curvas fechadas e polígonos

Existem diversas opções para criarmos círculos (**Circle**), elipses (**Ellipse**), retângulos (**Rectangle**), quadrados (**Square**), polígonos de quantos lados desejar (**Polygon**) e estrelas, para agilizarmos o processo de criação ou execução do projeto.



ferramentas de edição de curvas

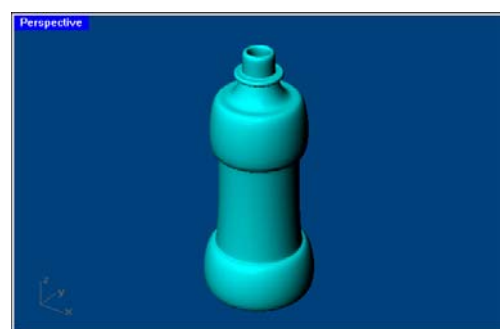
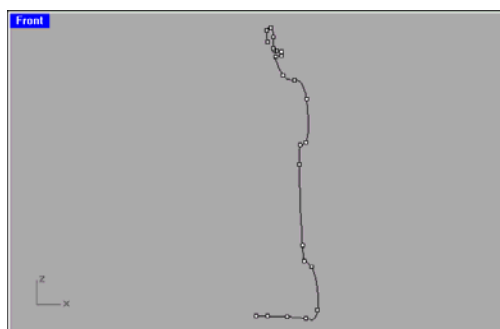
O menu **Curve Tools** nos fornece diversas ferramentas para a edição de curvas e linhas, tais como ferramentas para estender uma curva criada anteriormente (**Extend Curve**, **Extend by Arc**, **Extend by Line**, **Extend Curve on Surface**), chanfrar a junção de duas curvas (**Fillet Curves** e **Chanfer Curves**), criar uma curva conectando outras duas de maneira suave (**Blend Curves**) fazer as extremidades de duas curvas coincidirem (**Match**), redefinir o número de pontos de controle ou o grau (**degree**) da função que define a curva (**Rebuild Curve**), decompor uma linha em diversos arcos (**Convert Curve to Arcs**), simplificar linhas retas e arcos (**Simplify Lines and Arcs**), ajustar a curvatura de uma linha sem alterar sua tangência (**Adjust End Bulge**), ou fazer uma curva se tornar periódica (**Make Periodic**).



Obs: **curvas periódicas** são curvas fechadas com curvatura suave, e **curvas não periódicas** são curvas fechadas e com *kinks* (pontos de controle que causam uma quebra na continuidade da curva, como quinas), tais como círculos, elipses e curvas fechadas nas quais foram adicionados kinks pelo próprio usuário.

editando curvas

Podemos usar as ferramentas de edição de pontos de controle (**Point Editing**) para ajustar e refinar as curvas. Existem opções para editar os pontos de controle como *Control Points* (**Control Points On**), ou como *Interpolate Points* (**Edit Points On**), para desligarmos estes pontos de controle (**Points Off Selected**, ou apertando a tecla Esc), para mudarmos a força com que os pontos de controle puxam a curva (Edit Control Point Weight), adicionar e remover pontos de controle (**Insert Knot** e **Remove Knot**, já vistos anteriormente), inserir uma quina na curva (**Insert Kink**), e editar a curvatura por tangentes saídas desses pontos de controle (**Handlebar Editor**).



Obs: Não importa como foi criada, qualquer curva poderá ser editada pelos comandos **Control Points On** ou **Edit Points On**, podendo inclusive alternar entre esses dois tipos de controle, pois são apenas duas maneiras diferentes de se editar curvas.

Modelando com Precisão

Podemos dar as dimensões que desejarmos aos objetos que estão sendo criados. Para isso, usamos coordenadas, que são requeridas na **Command Line** (lugar da **Command Area** onde colocamos as informações requeridas) sempre que criamos um sólido ou desenhamos uma linha. Essas informações são requeridas mesmo quando trabalhamos de maneira imprecisa ou com o auxílio do **Snap** e da **Grid**, só que nesse caso fornecemos as coordenadas clicando diretamente em pontos no espaço da *viewport* com o cursor do mouse.

Coordenadas Absolutas, Relativas, Polares e por Restrição

O sistema de coordenadas do Rhino se baseia no sistema de coordenadas mundial. Existem várias maneiras de fornecer as coordenadas necessárias para a localização de um ponto: por coordenadas absolutas, coordenadas relativas, coordenadas polares e por restrição (**constraint**) de ângulo ou distância.

Na coordenada absoluta, determinamos a posição de um ponto no espaço tridimensional baseado na exata localização deste nos eixos X, Y e Z do plano de construção (o ponto onde as linhas verde e vermelha se cruzam é o ponto 0, 0, 0 do plano). O uso de Coordenadas Absolutas pode ser cansativo e demorado, embora elas funcionem perfeitamente.

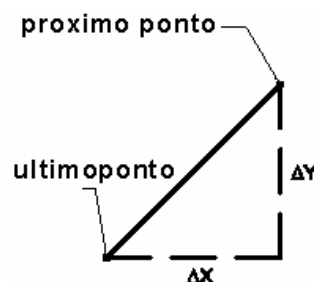
```
Command:  
Command: Polyline  
Start of polyline: 0,0,5
```

coordenada absoluta

Na maioria dos casos usaremos as coordenadas relativas, estas se baseiam na localização do último ponto criado, que é tido como o ponto 0, 0, 0. Para fazer uso das coordenadas relativas devemos digitar a letra R, ou o símbolo @, antes das coordenadas.

```
Command: Polyline  
Start of polyline: 0,0,5  
Next point of polyline (Undo): r1,3,5
```

coordenada relativa

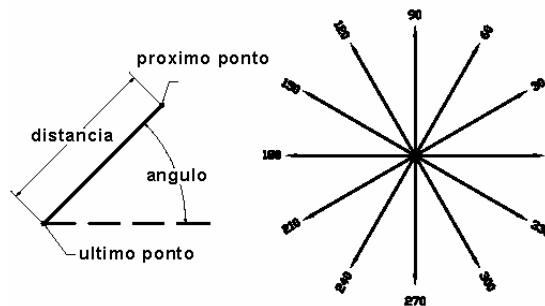


As coordenadas polares são especialmente úteis quando precisamos traçar um segmento com medida conhecida em uma determinada angulação. Para entrarmos as coordenadas

polares, seja com valores absolutos ou relativos, devemos fornecer primeiro o comprimento do segmento, seguido do sinal <, mais o valor da angulação desejada. Valores positivos giram o segmento no sentido anti-horário e valores negativos no horário.

```
Command: Polyline
Start of polyline:
Next point of polyline ( Undo ): r10<45
```

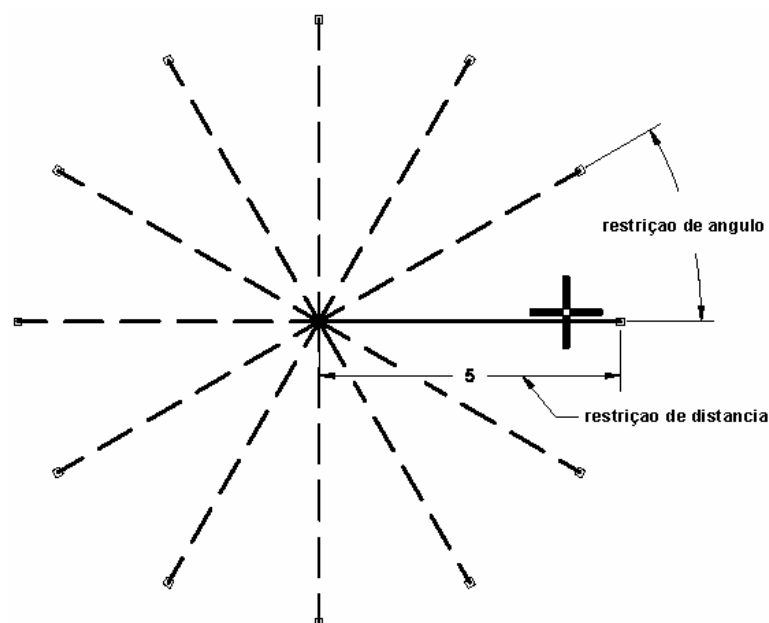
coordenada polar



Podemos restringir a distância ou ângulo de um segmento, simplesmente fornecendo seu valor, após isso poderemos mover o cursor na viewport em qualquer direção e veremos que esse valor está restrito aquela informação dada. Não esquecendo de digitar o sinal de < quando quiser fornecer o valor de restrição de um ângulo. Seu método de trabalho é semelhante ao uso de um compasso no desenho convencional.

```
Next point of polyline ( Undo ): 4
Next point of polyline ( Undo ): <45
Next point of polyline ( Undo ):
```

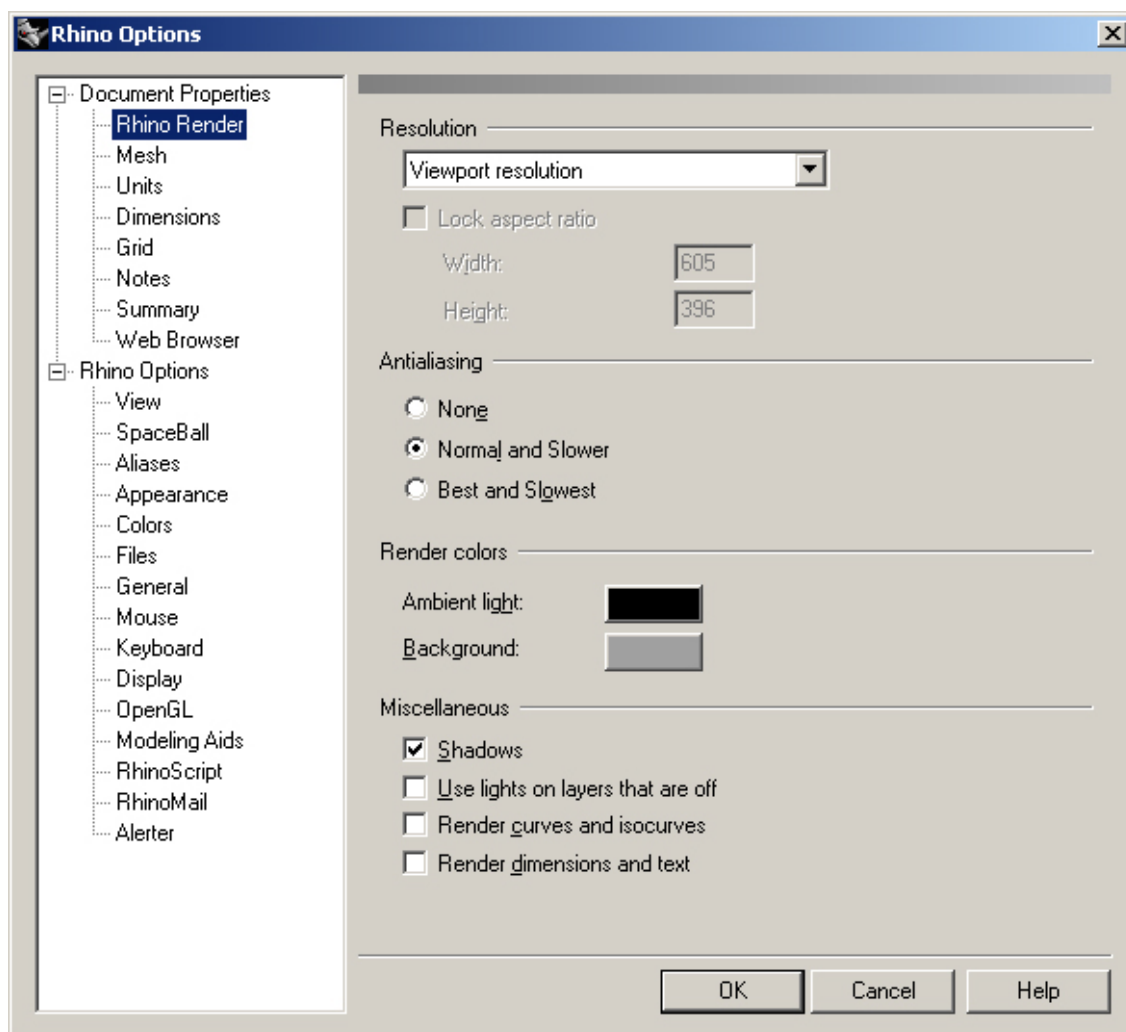
restrição de distância seguida de restrição de ângulo



5 de restrição de distância e 30° de restrição de ângulo

Configurações:

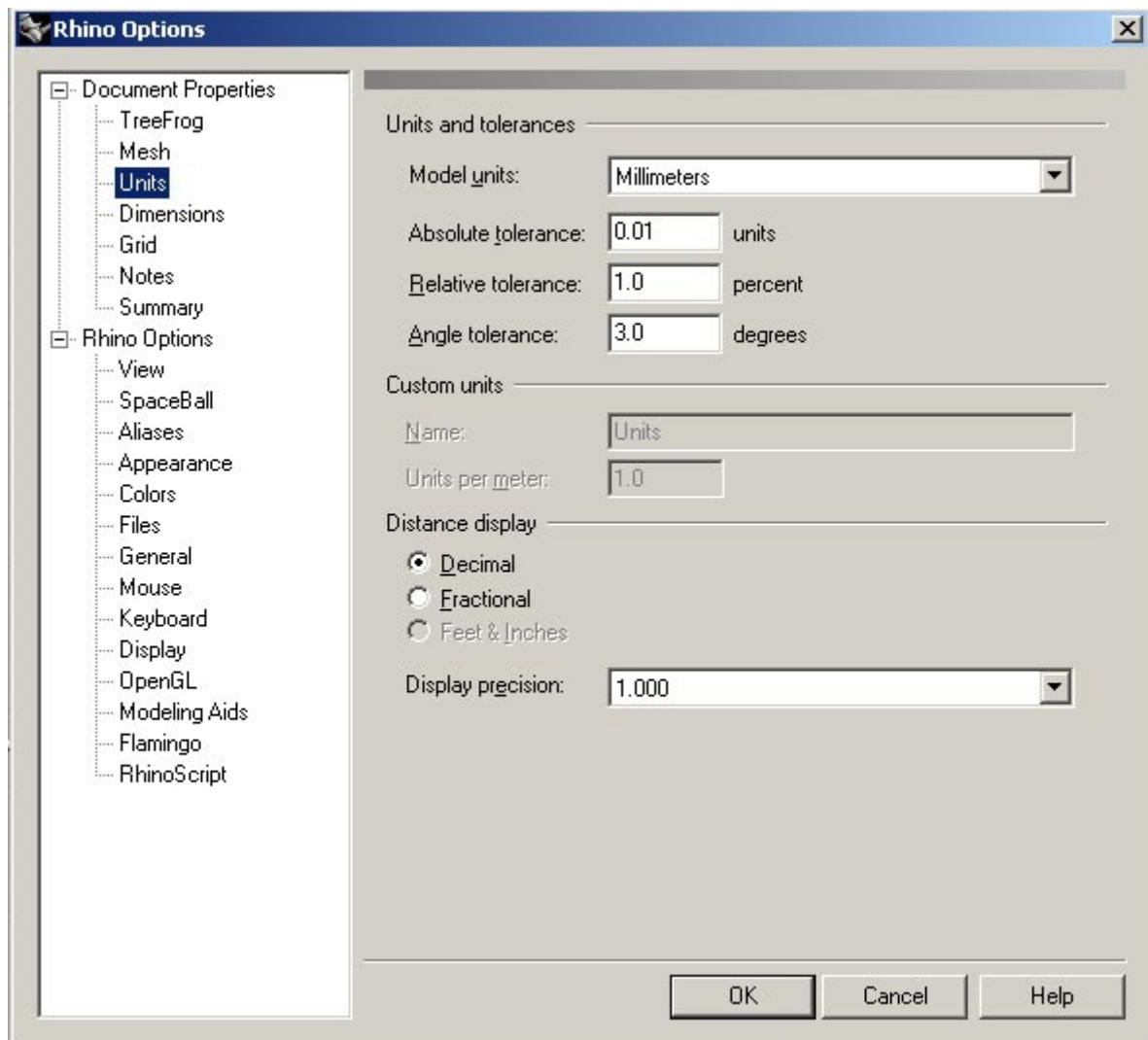
Resolução da Malha (*Mesh*)



Unidades de medida e tolerância (*Units*)

Os *softwares* CAD/ CAM são conhecidos por sua grande precisão numérica, sendo assim o rhino nos fornece diversas opções onde podemos alterar as unidades e tolerância com o qual estamos fazendo o modelo. É aconselhável fazer as devidas modificações antes de começar a modelagem, pois embora possamos mudar a tolerância durante o desenvolvimento do modelo, os objetos criados anteriormente continuarão com a tolerância antiga.

Para mudarmos as unidades e tolerância devemos entrar na opção de unidades (***Units***) do menu ***Document Properties***. Podemos abrir esse menu clicando no botão ***Options***, depois no botão ***Document Properties***.



Units and tolerances

Model units: unidade usada no modelo;

Absolute tolerance: número de casas decimais usadas para fornecer as medidas;

Relative tolerance: configura a tolerância relativa usada em alguns comandos. Nestes comandos, se a tolerância relativa, baseada em certa dimensão do objeto, for menor que a configuração de tolerância absoluta, a coordenada relativa será utilizada ao invés da coordenada absoluta;

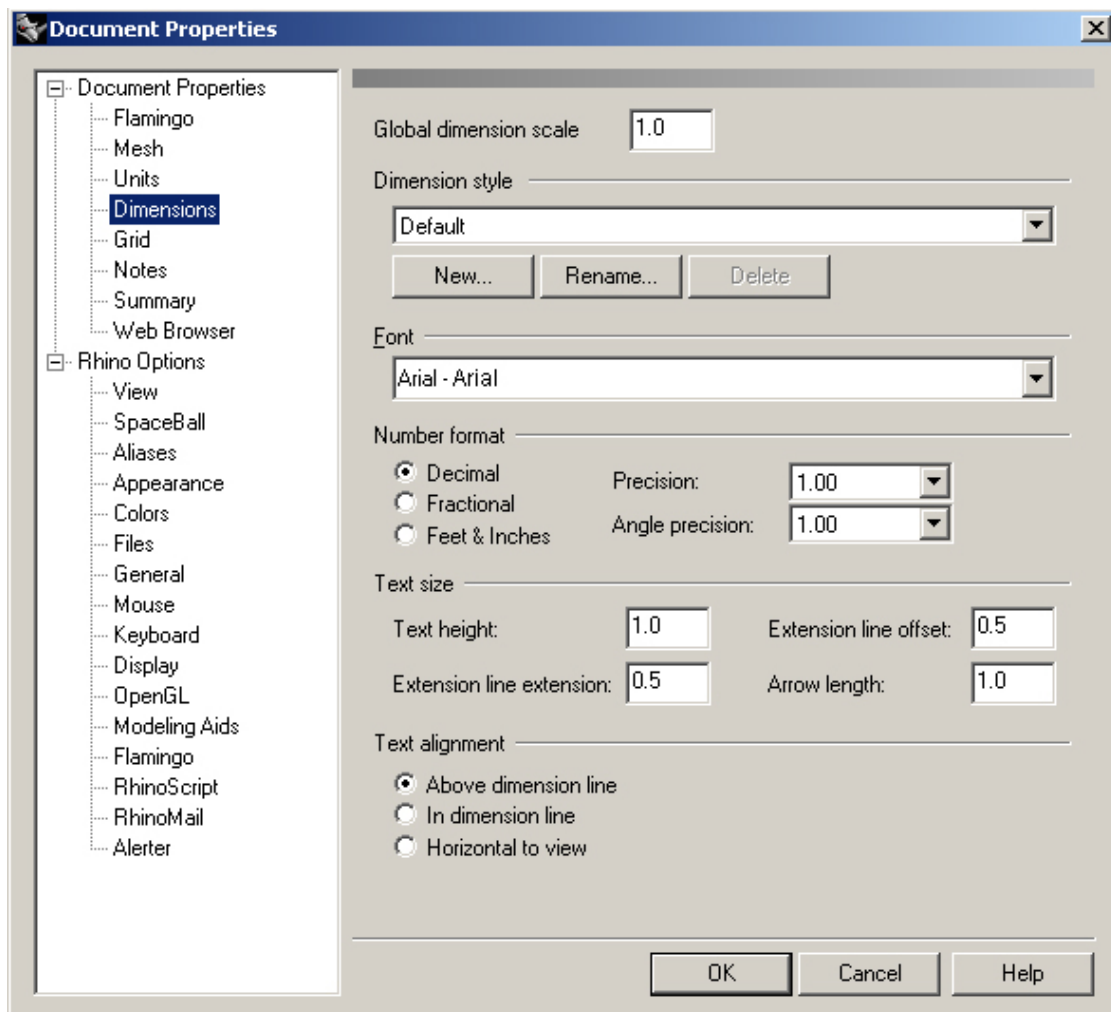
Angle tolerance: tolerância dos ângulos usadas em alguns comandos

Distance display: unidade utilizada na **status bar**;

Display precision: número de casas decimais mostradas na **status bar**.

Cotas (*Dimensions*)

Na opção **Dimensions** podemos mudar as configurações das cotas dos objetos:



Global dimension scale: escala de maneira uniforme todas as partes que compõem a cota;

Dimension style: salva ou carrega configurações pré-definidas de cotagem;

Font: muda a fonte do texto da cotagem;

Number format: define o formato das medidas - números decimais, frações ou pés e polegadas;

Precision e Angle Precision: precisão das medidas;

Text size

Text height: tamanho da fonte do texto;

Extension line offset: medida da distância da linha de cotagem para o ponto de onde se faz a cota;

Extension line extension: medida da linha acima da seta de cotagem;

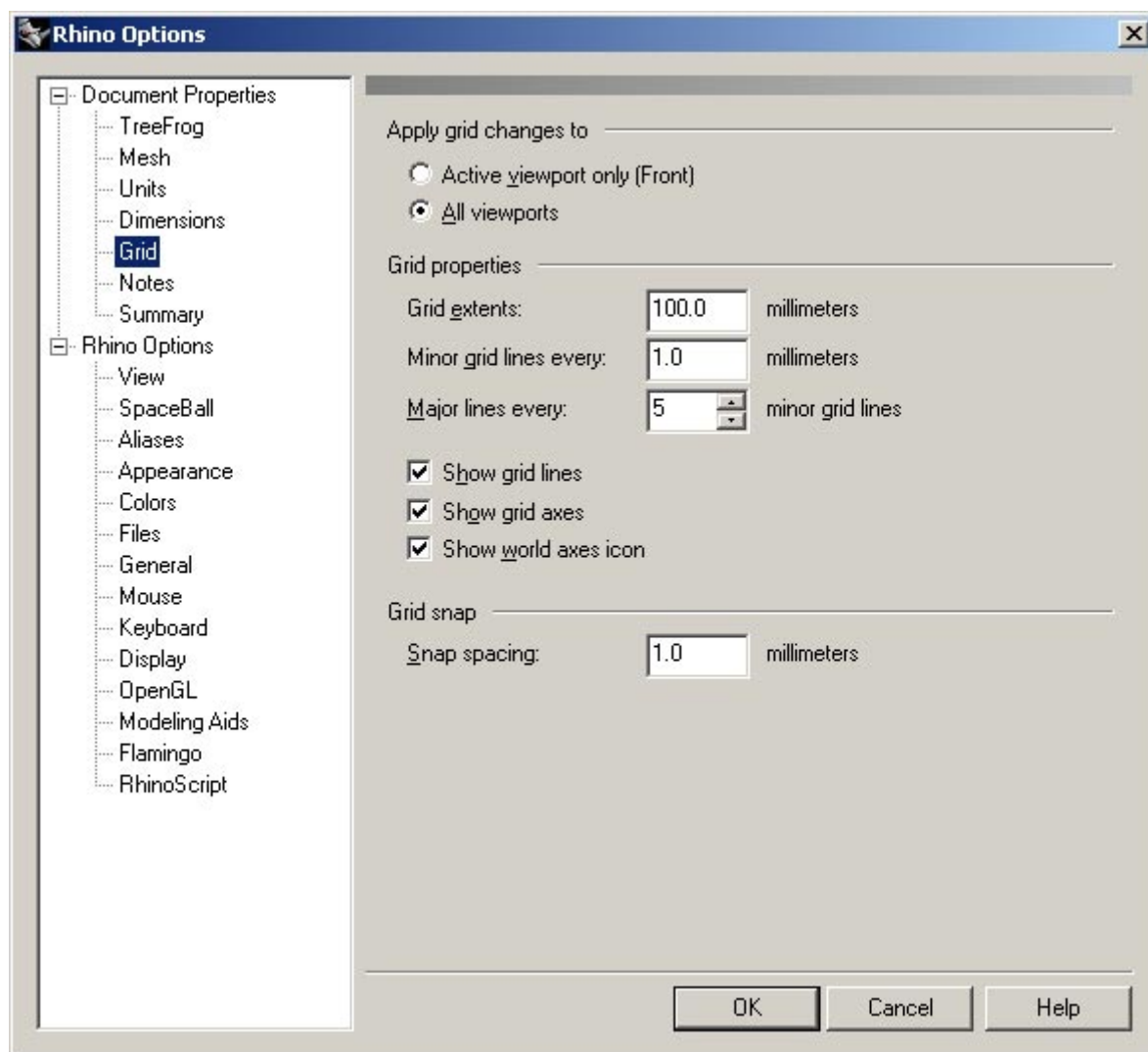
Arrow Length: medida das setas de cotagem;

Text alignment

Above dimension line, In dimension line, Horizontal to view: opções de onde e como vai ficar o texto da cota. Acima da linha de cotagem, dentro dela ou horizontal a vista utilizada.

Grade do Plano de Construção e *Snap (Grid)*

Na opção ***Grid*** podemos configurar as opções do ***Snap*** e da ***Grid***:



Apply grid changes to: escolhemos se vamos aplicar as modificações na vista ativa ou em todas.

Grid extents: altera o tamanho da ***Grid***.

Minor grid lines every: distância entre as linhas da ***Grid***;

Major lines every: muda o espaçamento entre as linhas mais fortes, que são linhas de referência;

Show grid lines: mostrar ou esconder a ***Grid***;

Show grid axes: mostrar ou esconder os eixos verde e vermelho;

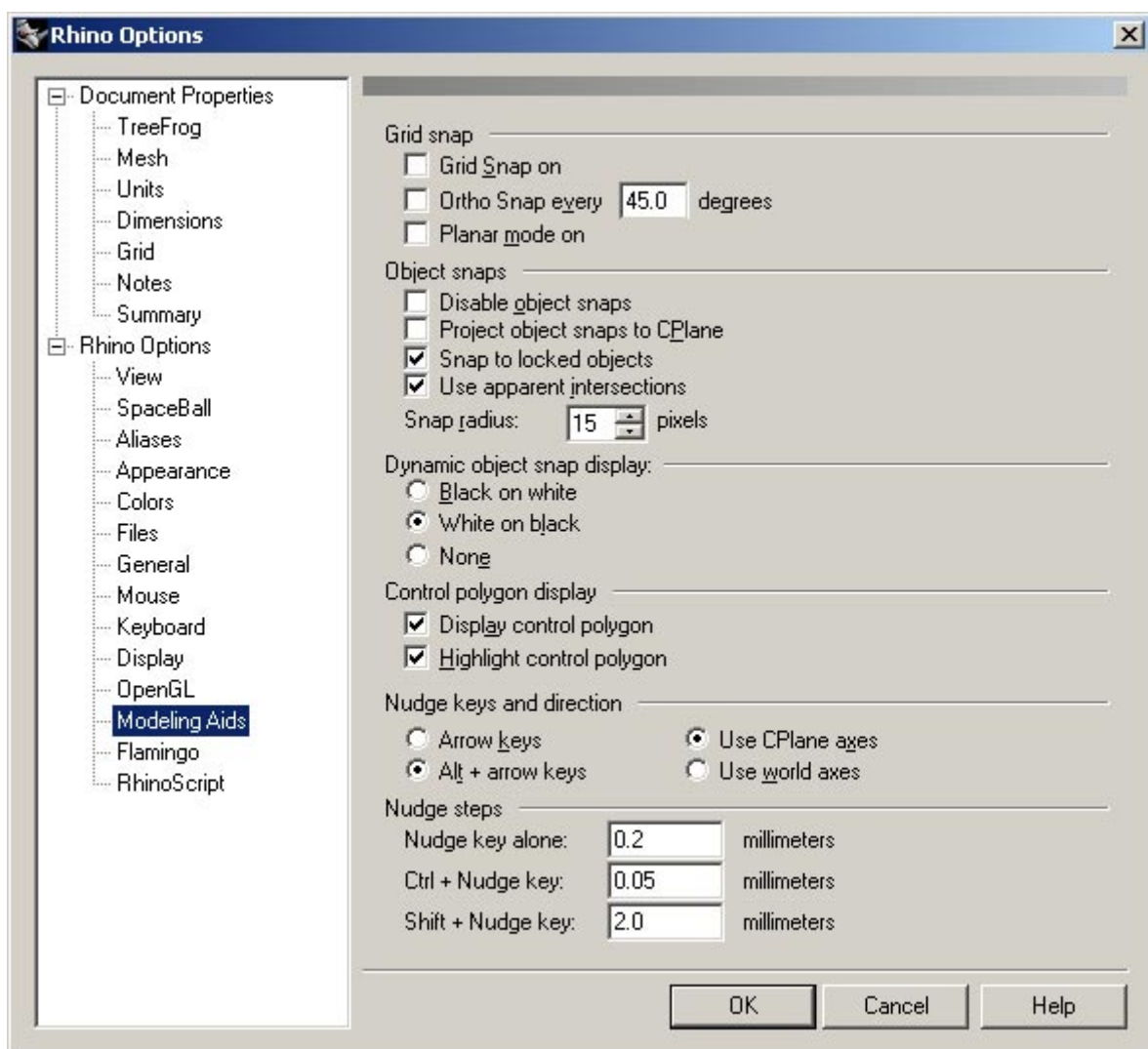
Show world axes icon: mostrar ou esconder o ícone dos eixos mundiais;

Snap spacing: muda o espaçamento entre os pontos de **Snap**.

Obs: com exceção do parâmetro **Major lines every**, todas as opções estão na unidade de medida escolhida.

Assistentes de Modelagem (*Modeling Aids*)

Na opção **Modeling Aids** acessamos às opções de configuração dos assistentes de modelagem.



Grid snap:

Grid Snap on: liga ou desliga a opção de **Snap**, da mesma forma que fazemos na **status bar**,

Ortho Snap every x degrees: muda o ângulo do assistente **Ortho**. Default 90°;

Planar mode on: liga ou desliga o assistente **Planar**;

Objects snaps:

Disable object snap: desliga o **Osnap**;

Project object snaps to Cplane: projeta o ponto de **Osnap** na grade do plano de construção (**Grid**);

Snap to locked objects: permite o **Snap** funcionar em objetos cujo **layer** está trancado;

Use apparent intersections: utiliza interseções aparentes como pontos de **object snap**;

Snap radius: tamanho da área – em pixels - em que o cursor é atraído pelo ponto de **Osnap**;

Dynamic object snap display: configura como o nome do **Osnap** ativo deve ser mostrado, letras pretas com fundo branco (**Black on white**), letras brancas com fundo preto (**White on black**) ou não mostrar (**None**);

Control polygon display:

Display control polygon: liga ou desliga a visualização das linhas tracejadas que unem os pontos de controle;

Highlight control polygon: destaca em amarelo as linhas tracejadas ligadas aos pontos de controle selecionados;

Nudge keys and direction: configura como usar as setas do teclado para mover os objetos selecionados, e se eles agem baseados no plano de construção ou nas coordenadas mundiais;

Nudge steps: configura a distância que o objeto irá se deslocar na utilização das setas do teclado.

Layers

O Rhino nos oferece a opção de trabalhar com **layers** para organizar nossos projetos. O acesso a essas ferramentas é bem rápido e simples, para isso devemos utilizar o botão **Edit Layers**, na **Standard Toolbar**, que abrirá o menu **Layer**.



Edit Layers: fornece opções para criar (**New**), deletar (**Delete**), esconder (**Off**), mostrar (**On**), trancar (**Lock**) e mudar as cores dos **layers**;

Change Layer e **Match Layer**: permite que troquemos objetos do **layer** que estão no momento, o primeiro escolhendo diretamente o novo **layer**, e o segundo clicando em um outro objeto que esteja no **layer** desejado;

Set Current Layer e **Set Current Layer to Object**: troca o **layer** em que estamos trabalhando por um outro, a primeira opção abre um menu onde escolhemos diretamente o novo **layer**, e a segunda permite fazermos essa troca clicando em um objeto que esteja no **layer** que deve ser ativado;

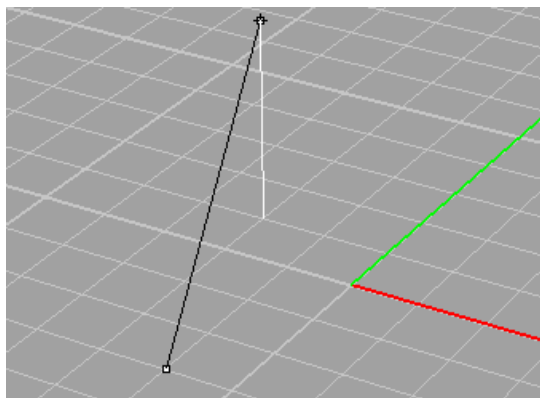
One Layer On: deixa o **layer** escolhido ativo e esconde todos os outros;

One Layer Off: esconde o **layer** onde estiver o objeto selecionado;

All Layers On: liga todos os **layers**.

Elevator mode

Permite colocarmos um ponto em uma altura diferente do plano de projeção, criando uma restrição da localização do ponto a uma perpendicular do ponto escolhido. Mantenha pressionado o botão Ctrl para usar o **elevator mode**.

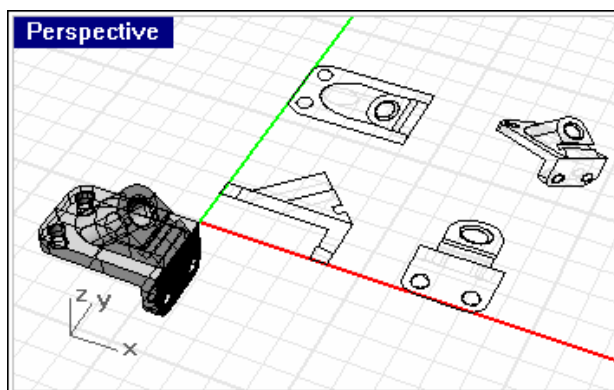


Criando curvas a partir de outras curvas

O menu Curve Tools, ainda nos oferece ferramentas para criação de curvas a partir de outras curvas já existentes, como criar curvas ou linhas em **Offset**, seja para fazer o *outline* de uma forma a ser revolucionada ou extrudada, linhas paralelas, ou círculos concêntricos, criar uma linha de conexão suavizada entre duas curvas (**Blend**), criar uma curva tridimensional a partir de duas outras curvas planas, que representam as vistas ortogonais dessa curva a ser criada (**Curve From 2 Views**), criar curvas suavizadas através de outras que definem o perfil do que deseja ser criado (**CSec Profiles**).

Criando curvas a partir de outros objetos

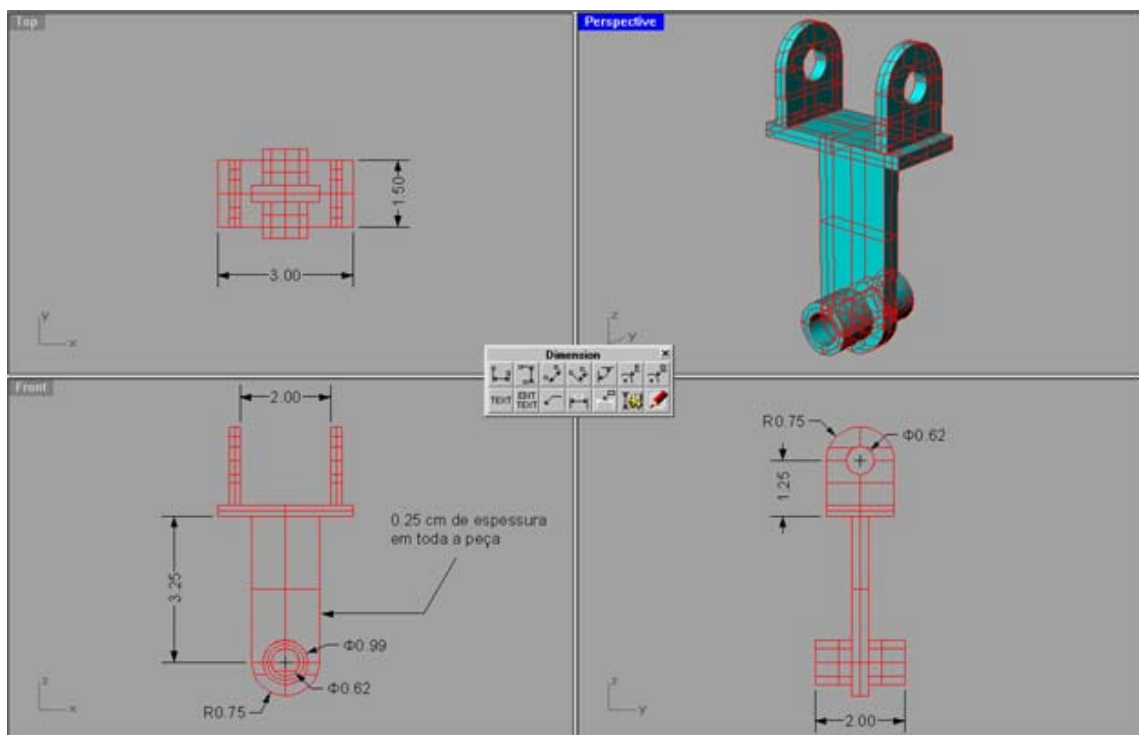
Temos ainda as opções, que podem ser encontradas no menu **Curve From Object**, para criar curvas a partir de outros objetos, como uma curva que é a projeção de outra em uma superfície, a partir da normal do plano de construção da vista escolhida, ou da normal dos pontos de controle mais próximos da curva a ser projetada (**Project Curve to Surface** e **Pull Curve to Surface by Closest Points**, respectivamente), criar uma curva a partir da aresta ou da borda de uma superfície (**Duplicate Edge** e **Duplicate Border**, respectivamente), da interseção de duas superfícies (**Intersection**), de um plano de corte de um objeto (**Section**), criar curvas que representam o contorno de uma superfície (**Contour**), ou extraídas de uma linha isoparamétrica (**Extract Isoparm**) ou do wireframe todo (**Extract Wireframe**), curvas que representem a silhueta do objeto pela vista escolhida (**Silhouette**), curvas suavizadas entre duas arestas (**Blend Perpendicular to Edge**), curvas que são a planificação de uma superfície (**Create UV Curves**), ou curvas que são a projeção em uma superfície de curvas planas (**Apply Planar Curves to Surface**) e a opção de criarmos o desenho bidimensional dos objetos escolhidos (**Make 2-D Drawing**), essa ferramenta pode ser usada para se obter o desenho técnico do modelo selecionado.



Cotas

Na **Standard Toolbar**, o Rhino nos oferece o menu **Dimension** com ferramentas para cotar os objetos que projetamos, o mais interessante dessa ferramenta é que a cota que

colocamos em uma viewport só é vista nela. Existem comandos para cotarmos na horizontal (**Horizontal Dimension**), na vertical (**Vertical Dimension**), paralelo a uma linha inclinada (**Aligned Dimension** e **Rotated Dimension**), ângulos (**Angle Dimension**), raios (**Radius Dimension**), diâmetros (**Diameter Dimension**), escrever e editar textos de observação (**Text** e **Edit Text**), criar uma seta de cotagem (**Leader**), editar cotas (**Edit Dimension Text**), centralizar uma cota cuja posição do texto foi editada (**Recenter Dimension Text**), configurar a fonte, o tamanho e o alinhamento do texto da cota (**Dimension Options**). A ferramenta para criar o desenho bidimensional do desenho escolhido (**Make 2-D Drawing**) também é encontrada nesse menu.

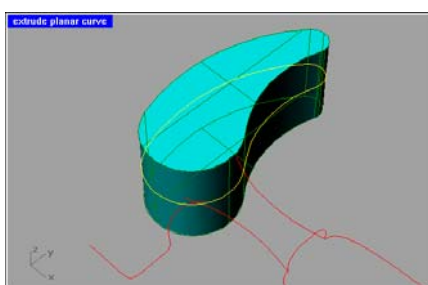


Obs: podemos editar as posições das linhas e do texto das cotas com o comando **Control Points On**.

criando sólidos a partir de curvas

Podemos usar várias ferramentas para criar sólidos ou superfícies a partir de curvas já desenhadas.

No menu **Solid**, visto no volume 1, temos as opções de **Pipe**, onde podemos dar uma espessura a uma curva, ou fazer dela um tubo; e **Extrude Planar Curve**, para extrudar uma curva plana, criando um sólido ou uma superfície, dependendo se usamos a opção de **Cap** e se a curva é fechada ou aberta.



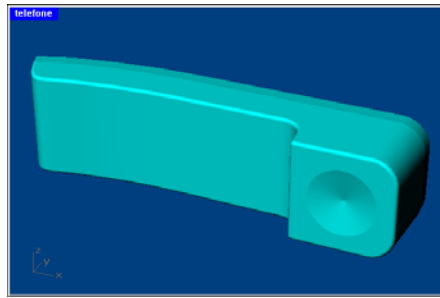
Criando superfícies

Podemos criar superfícies simplesmente criando as 3 ou 4 quinas que as definem (**Surface from 3 or 4 Corner Points**), ou criando um plano retangular (**Rectangular Plane**), mas a maioria das superfícies que criamos no Rhino são baseadas em curvas ou outras superfícies já desenhadas.

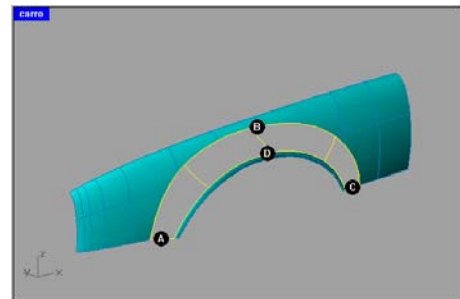
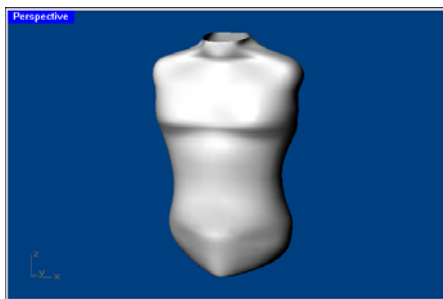


Temos as opções de criar superfícies a partir de 2, 3 ou 4 curvas que forma um plano (**Surface from 2, 3 or 4 Edge Curves**), de curvas fechadas e planas (**Surface from Planar Curves**), extrudando curvas, seja pela extrusão convencional, por uma outra linha, até um ponto (**Extrude Straight** ou **Ribbon**, **Extrude Along Curve**, **Extrude To Point**, respectivamente).

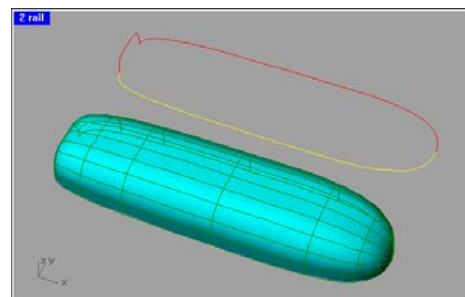
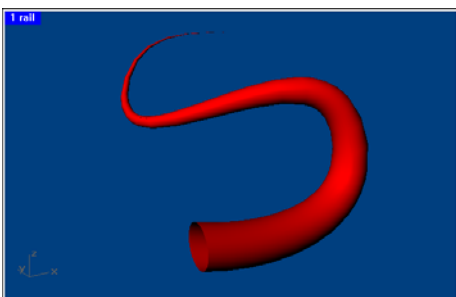




Podemos ainda ligar diversas curvas, estejam elas desenhadas em uma só direção (**Loft**), ou em duas (**Surface from Curve Network**), formando novas superfícies.

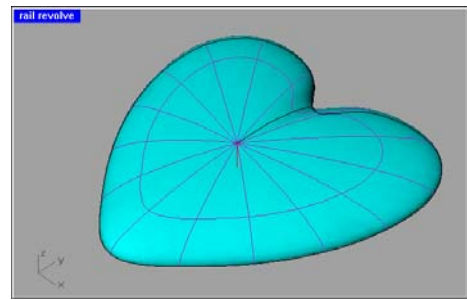
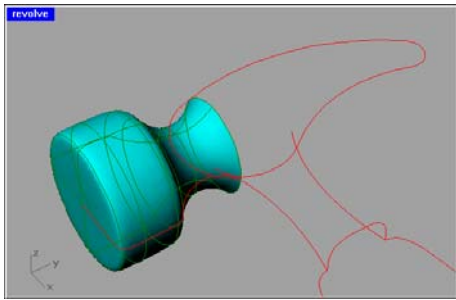


As opções de **Sweep along 1 Rail** (trilho) e **Sweep along 2 Rails** permitem a criação de superfícies pegando várias curvas, que representam a secção transversal da forma desejada, e fazendo-as seguir uma outra curva, que representa o caminho dessas secções, ou duas outras curvas, que representariam o limite da superfície.

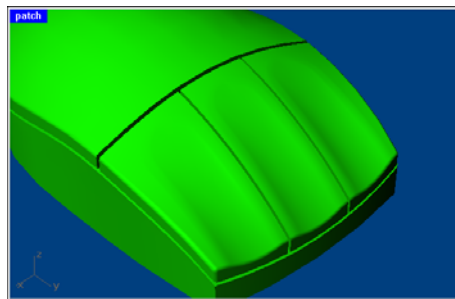


Os comandos **Revolve** e **Rail Revolve**, permitem criarmos superfícies ou sólidos pela revolução de uma curva, seja de forma convencional (**Revolve**), ou fazendo-a se conformar de acordo um caminho (**Path**), representado por uma curva fechada (**Rail Revolve**).

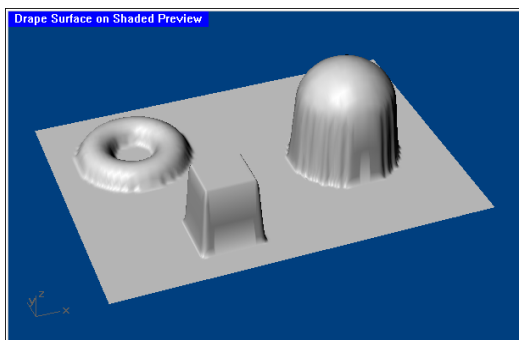




A ferramenta de criação de superfície **Patch** permite moldarmos uma superfície de acordo com as curvas selecionadas, apesar de bastante útil, muitas vezes pode causar resultados indesejáveis, procure usar o **Sweep Along 2 Rail**, ou o **Surface from Curve Network** em seu lugar, mesmo que para isso tenha que desenhar mais algumas curvas.



Temos ainda as opções de criar superfícies que cobrem os objetos da cena, como se fosse um pano (**Drape Surface on Shaded Preview**), superfícies com sua forma baseada no contraste de uma imagem bitmap (**Heightfield from Bitmap**), ou escolhendo diretamente na viewport o número e a posição de seus pontos de controle (**Surface For Point Grid**).



Editando superfícies

O menu **Surface Tools** nos oferece opções para edição de superfícies, tais como dar continuidade a uma superfície que não tenha sido cortada (**Extend Untrimmed Surface**

Edge), filetar (**Fillet Surface**) ou chanfrar (**Chanfer Surface**) a junção de duas superfícies, fazer a extremidade de uma superfície coincidir com a de outra (**Match Surface**), colar duas superfícies (**Merge Surface**), redefinir o número de control points e grau (**Rebuild Surface**), recuperar a parte cortada de uma superfície (**Untrim**), retrain os pontos de controle de uma superfície cortada (**Shrink Trimmed Surface**), fazer uma superfície se tornar periódica (**Make Surface Periodic**) ou não periódica (**Make Surface Non-Periodic**), e ajustar a curvatura de uma superfície sem desfazer sua tangência com outro objeto (**Adjust Surface End Bulge**).



Criando superfícies a partir de outras superfícies

Ainda no menu de **Surface Tools**, encontramos comandos para criar novas superfícies a partir de superfícies já criadas anteriormente, como superfícies a uma distância relativa de outra superfície (**Offset**), que fazem a junção suave entre outras duas (**Blend**) e que sejam a planificação de outras (**Unroll Developable Surface**).

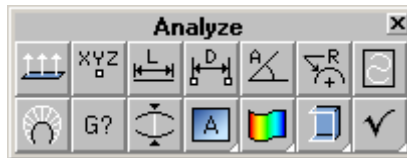
criando malhas

Existem ainda ferramentas para criação de malhas (**Mesh**), que são estruturas tridimensionais diferentes das **NURBS**, pois são definidas por pontos, arestas e faces e não por pontos de controle. Existem opções para criação de geometrias simples, tais como caixas (**Mesh Box**), cilindros (**Mesh Cylinder**), cones (**Mesh Cones**) e esferas (**Mesh Sphere**), mais a opção mais importante de todas é a primeira (**Mesh from NURBS Object**), que permite criarmos um objeto com estrutura de malha a partir de um objeto **NURBS**, isso nos permite exportar o modelo como malha e melhorar a suavização de sua curvatura para o render.

Ferramentas de Análise

São ferramentas de auxílio para analisar alguma medida ou característica de linhas, curvas, superfícies ou sólidos escolhidos, tais como: posição do ponto no espaço, seja em coordenadas mundiais ou do plano de construção (**Evaluate Point**), comprimento de uma

linha, curva ou aresta (**Length**), distância entre dois pontos (**Distance**), ângulo entre dois segmentos (**Angle**), raio de uma curva (**Radius**). Fornece ainda algumas opções para consertar erros, como as ferramentas para colar arestas “quebradas” de uma superfície (**Merge Edge**), inverter as normais de uma superfície (**Direction**), usada quando a ferramenta de **Boolean Difference** está cortando o lado errado do objeto.



Links de tutoriais em português

<http://www.melodesign.com/rhino3d>

<http://www.personalrender.com/Tutoriais%20Rhinoceros%203D.htm>

<http://www.tresd1.com.br/conteudotutoriais.php?t=13231>