



INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

# INTRODUÇÃO AO SOLIDWORKS

Por:

- Hugo Ângelo – aluno n.º. 47620 de LEA
- João Carolo – aluno n.º.47624 de LEA
- Ricardo Beira – aluno n.º. 48518 de LEM

Março de 2002



**FÓRUM MECÂNICA**

# Índice

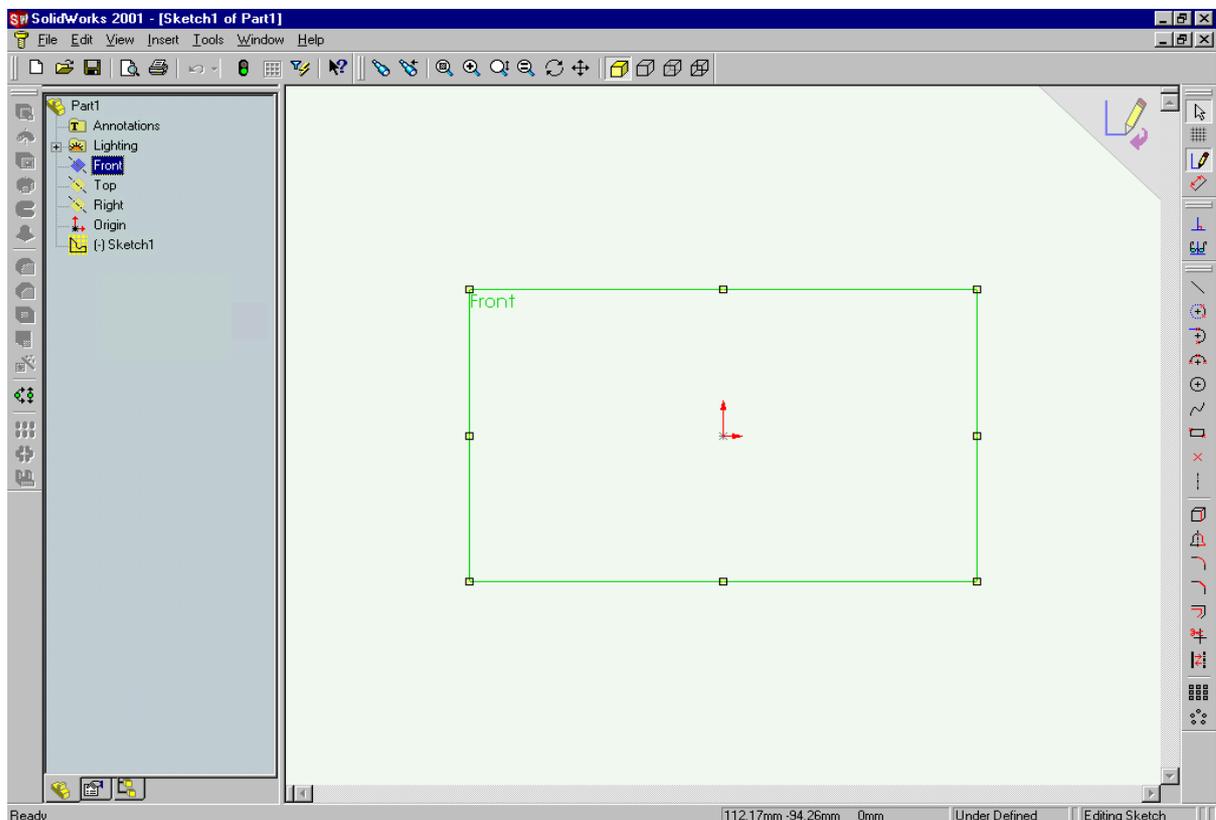
Introdução	pág. 2
Cap. 1 - Extrusão de uma Peça Simples	pág. 6
Cap. 2 - Criação de uma Peça de Revolução	pág. 20
Cap. 3 – Montagem de Conjuntos	pág. 30
Cap. 4 - Criação de Vistas ( <i>Drawing</i> )	pág. 38

# Introdução

Estes apontamentos pretendem dar uma breve introdução ao desenho paramétrico e modelação sólida utilizando o SolidWorks. Nestes apontamentos são efectuados exercícios como aplicação dos comandos apresentados.

O SolidWorks é uma ferramenta de projecto que utiliza a modelação paramétrica de sólidos, baseada nas características e propriedades de cada elemento e acção, sendo possível alterá-las em qualquer altura do processo de modelação.

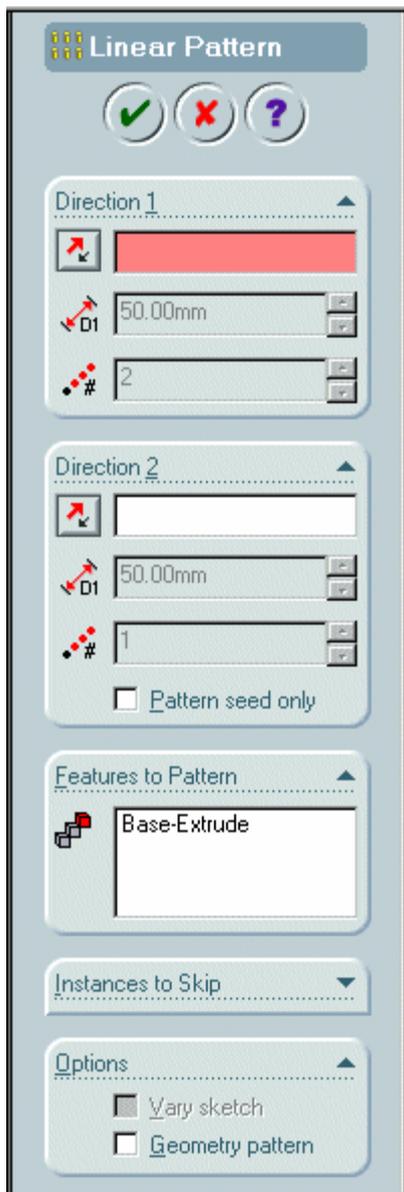
É igualmente importante referir que há três etapas distintas na execução de um projecto em SolidWorks. A primeira é a concepção das várias peças (*parts*) em ficheiros separados; a segunda é a montagem (*assembly*) das mesmas num novo ficheiro; e a terceira é a criação das vistas (*drawing*) das várias peças e da montagem.



## *Property Manager*

Muitas funções usam o *Property Manager* em vez de caixas de diálogo. Desta forma, a área de trabalho fica inteiramente visível.

### Descrição



O *Property Manager* tem os seguintes componentes:

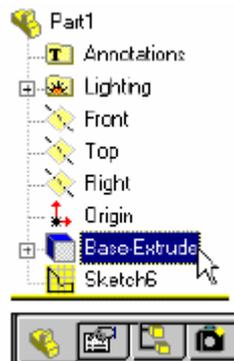
- **Title Block** – contém o *Feature icon* e *Feature name* por exemplo, 
- **Botões - OK** , **Cancel** , **Help**  e em alguns *Property Managers* **Pushpin** 
- **Group boxes** – contém o *group box title* (por exemplo, **Direction 1**), botões e outros parâmetros específicos.

## ***FeatureManager design tree***

O *FeatureManager design tree* contém as operações realizadas na peça ou montagem, permitindo entre outras, as seguintes funções:

- Visualização da relação entre os elementos do modelo.
- Visualização da montagem dos vários componentes.
- Esconder ou não os componentes escolhidos.
- Levar um modelo ou *assembly* a um estado anterior.
- Dar nome aos componentes para melhor identificação.

### ***FeatureManager design tree***



## ***Sketch Definitions***

A maioria das operações sólidas baseada em *features* tem como base um esboço (*sketch*) que pode ter um de três estados:

- ***Under Defined*** – Geometria *Under Defined* é azul por *default*. Significa que não existe informação suficiente para definir o *sketch*. Pode ser devido à falta de cota ou localização do *sketch*. Ainda assim, os *sketch Under Defined* podem ser usados para criar componentes. Isto é muito útil, pois nas etapas iniciais de um projecto nem sempre existe informação suficiente para definir o *sketch*. Quando essa informação está disponível, as definições restantes podem ser acrescentadas.

- **Fully Defined** – Geometria *Fully Defined* aparece a preto por *default*. O *sketch* tem toda a informação para definir o tamanho e localização da geometria.
- **Over Defined** – Geometria *Over Defined* aparece a vermelho por *default*. O *sketch* tem dimensões duplicadas ou existem relações conflituosas. Não pode ser usado até ser reparado. As dimensões em excesso e as relações excedentes devem ser apagadas.

A geometria *under defined* pode ser esticada e movida dentro dos limites dos seus graus de liberdade.

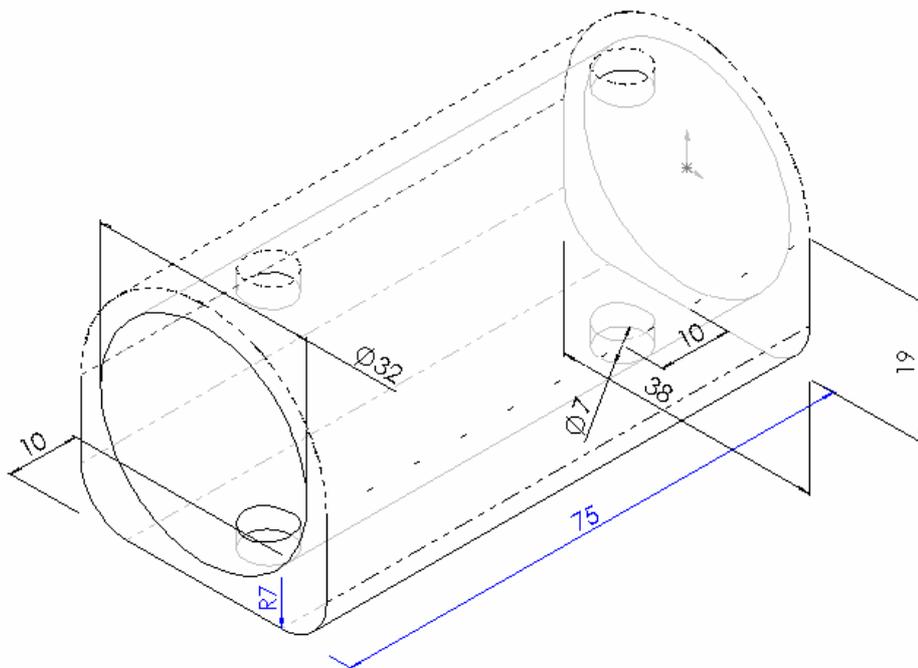
**Nota:** Será aconselhável ir fazendo as peças no SW à medida que se lê este manual, para uma melhor apreensão de conhecimentos. Saliente-se que existem inúmeras maneiras de construir a mesma peça. Nas opções tomadas nestes apontamentos tentou-se abranger o maior número de comandos possível, relegando para segundo plano a rapidez e eficácia.

As *toolbars* incluem botões com atalhos para funções, os quais serão utilizados ao longo da sebenta. Quando se deixa o rato em cima de um botão surge informação acerca desse atalho.

## CAP. 1 – Extrusão de uma Peça Simples

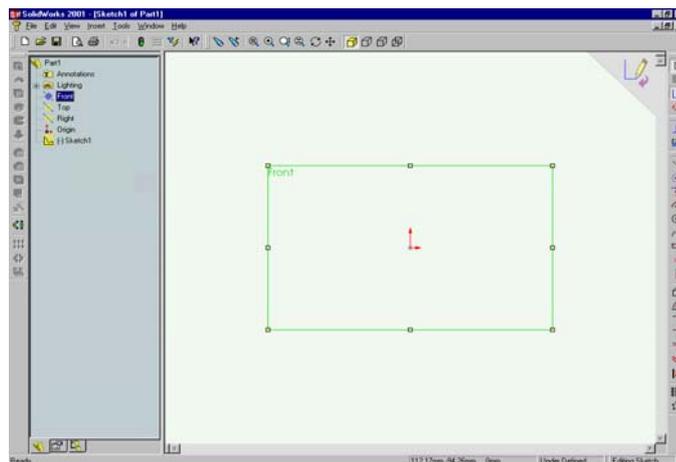
Neste primeiro capítulo ir-se-á modelar uma peça que faz parte dum *snowmobile*, como se mostra na figura seguinte:

### Rear grab bar mounting bracket



Para começar a construir o modelo é necessário abrir um documento do SolidWorks:

1. Clicar em  do *toolbar Standard*.
2. Na caixa de diálogo de **New SolidWorks document**, clicar duplamente em **Part** . A janela do SolidWorks aparece. E surge sempre com três áreas: a da *FeatureManager design tree*, a área de trabalho (área gráfica) e a área correspondente aos menus e toolbars.



Iniciar o *sketch* com um rectângulo:

1. Da *FeatureManager design tree*, seleccionar o plano **Front**. O plano fica iluminado na *FeatureManager design tree*. Clicar em *Sketch*<sup>1</sup>  na *toolbar tree* e área gráfica.
2. Clicar em **Rectângulo**  na *toolbar Sketch Tools*. O rato transforma-se em  em .
3. Para desenhar no *sketch*, clicar por exemplo abaixo e à direita da origem  para começar a desenhar o rectângulo. Note-se o feedback do rato que mostra as dimensões do desenho.
4. Mover o rato até obter um rectângulo de aproximadamente 38mm x 19mm. Clicar de novo no canto oposto do rectângulo.

<sup>1</sup> Numa aplicação do SolidWorks, um *sketch* descreve um perfil 2D. Os *sketches* são criados em planos de referência ou faces planas contidas no modelo.

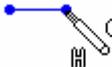


Finalizar o perfil do *sketch* usando um arco tangente:

1. Seleccionar a aresta superior do rectângulo e pressionar **delete**.
2. Clicar em **Tangent Arc**  no *toolbar Sketch Tools*.
3. Colocar o rato de modo a que este fique coincidente com a ponta superior esquerda . Clicar e mover o rato até à ponta superior direita , de modo a constituir o arco. (Quando os pontos são coincidentes, ficam cor-de-laranja.)
4. Pressionar em **Esc** para finalizar o arco.

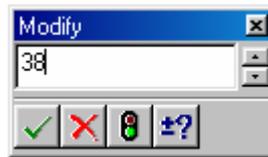
**Nota:** O rato fornece-nos vários outros feedbacks que nos auxiliam na construção de peças, tais como: símbolos à direita que indicam se estamos a

utilizar um rectângulo, um arco ou a cotar algo (    ); quando desenhamos uma linha, indica-nos se é horizontal ou vertical e qual a sua

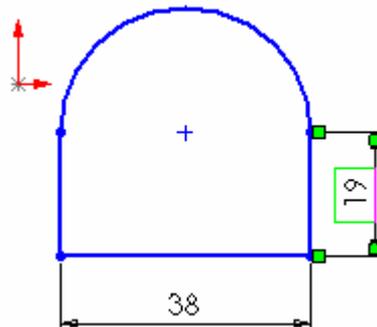
dimensão (  ); e o tipo de geometria sobre o qual o cursor está: face, aresta ou vértice (    ).

Dimensionar o perfil de *sketch*:

1. Clicar em **Dimension**  no *toolbar Sketch Relations*, e o rato transforma-se em .
2. Seleccionar a linha horizontal. .
3. Clicar para posicionar a cota. Se a caixa de diálogo **Modify** não surgir de imediato, clicar com o botão direito do rato ou fazer um *double-click* na cota.



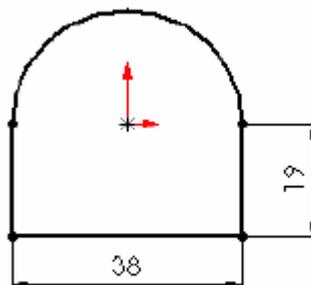
4. Inscrever 38 na caixa de diálogo **Modify** e pressionar **Enter** ou clicar em .
5. Clicar numa das linhas verticais. Repetir os passos 3 e 4, escrevendo 19 para a dimensão vertical.



Definir completamente o perfil de *Sketch*:

Clicar em **Select**  na *toolbar sketch* e arrastar o centro do arco + até que este fique coincidente com a origem .

- O rato muda de  à medida que se arrasta o desenho para a origem . O centro do arco torna-se assim coincidente com a origem.
- O perfil do *sketch* muda de azul (**Under Defined**) para preto (**Fully Defined**).

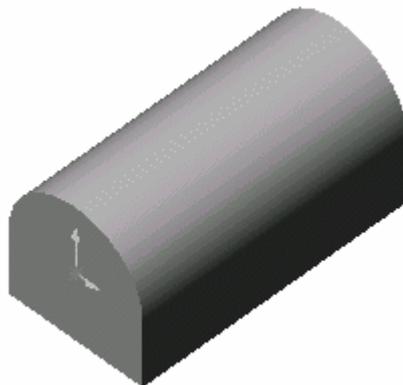


Para extrudir o *sketch*:

1. Clicar em **Extruded Base/Boss**  no *toolbar Features*. O *sketch* muda a sua orientação de uma vista de frente para uma vista isométrica.
2. No *PropertyManager* de **Base-Extrude**:
  - Escrever 75 para **Depth** .
  - Seleccionar **Inverse Direction** .
3. Clicar em **OK** .

O *sketch* extrudido muda de uma vista em **wireframe** para uma vista **sombreada**.

4. Clicar em **Zoom In/Out**  no *toolbar Views*, arrastar a  para cima ou para baixo até que o modelo caiba na área gráfica.
5. Para controlar a posição do modelo, clicar em **Pan**  no *toolbar Views* e arrastar o modelo até que esteja centrado na área de trabalho.  
Alternativamente fazer o **Zoom Fit** .

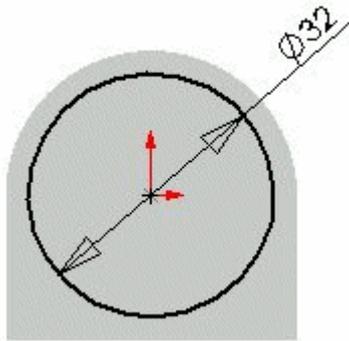


Desenhar na face de um modelo 3D:

1. Clicar em **Select**  no *toolbar Sketch* e seleccionar a face de frente do modelo.
2. Clicar em **Normal To**  no *toolbar Standard Views* para mudar a orientação do modelo, de modo a que o plano do *sketch* fique de frente para o utilizador.

3. Clicar em **Sketch**  no *toolbar Sketch* para abrir um novo *sketch*.
4. Clicar em **Circle**  no *toolbar Sketch Tools*. O rato muda para .
5. Usando a origem como centro, basta clicar, mover o rato, e clicar de novo para desenhar um círculo.
6. Clicar em **Dimension**  no *toolbar Sketch Relations*. O rato muda para .
7. Depois de seleccionar o círculo, , clicar de modo a posicionar a cota.
8. Escrever 32 na caixa de diálogo **Modify** e clicar  para terminar.

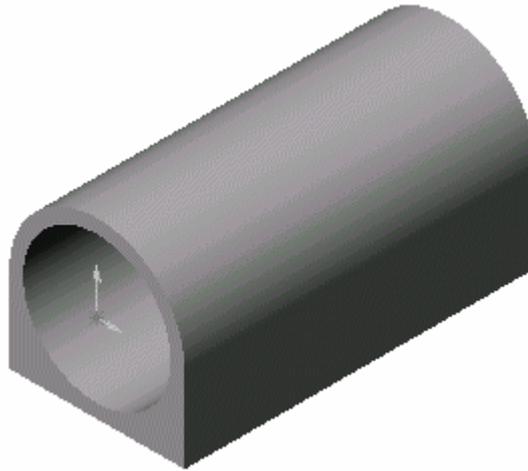
O círculo torna-se preto, o que indica que está completamente definido, i.e., **Fully Defined**.



#### Remoção de material (cut):

1. Clicar em **Extruded Cut**  no *toolbar Features*.
2. No *PropertyManager* do **Cut-Extrude**, definir a condição final, **End Condition**, como **Through All**.
3. Clicar em **OK** . O furo ficará definido no modelo.

4. Clicar em **Isometric**  no *toolbar Standard Views* para se mudar para a vista isométrica.

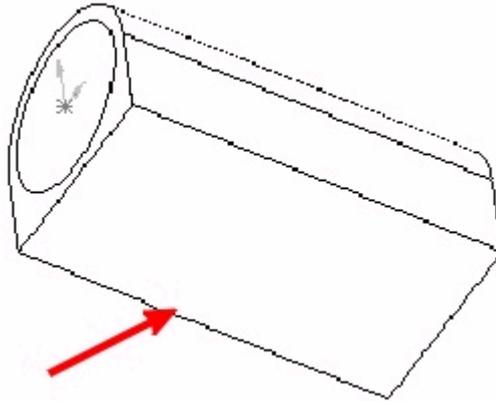


---

Como rodar o modelo e mudar de vista:

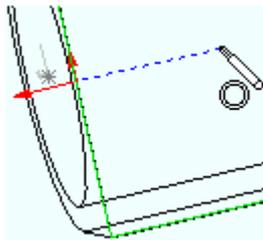
Pretende-se alterar a visualização para mostrar a base inferior da peça.

1. Clicar em **Rotate View** . O rato passa a .
2. Para rodar o modelo, colocar o rato sob da peça e arrastar para cima de forma a que a parte de baixo fique à mostra (manejar esta ferramenta torna-se intuitivo, e pode ser levada a cabo pressionando o botão do meio do rato). Basta mostrar o suficiente para que se possa seleccionar a face, criando um *sketch*.
3. Clicar em **Hidden Lines Removed**  no *toolbar View*.

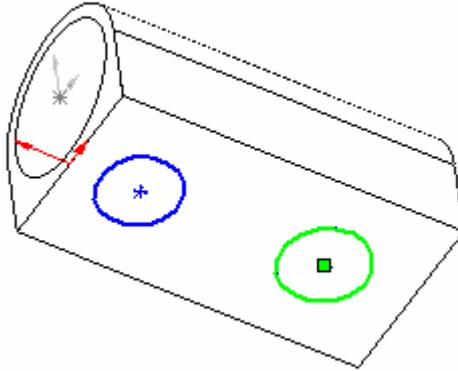


Para criar os furos de suporte:

1. Clicar em **Select**  e clicar em qualquer parte da face de baixo.
2. Clicar em **Sketch**  no *toolbar Sketch* para abrir um novo *sketch*.
3. Clicar em **Circle**  no *toolbar Sketch Tools* e desenhar um círculo. Usar a linha de inferência que se estende desde a origem para ajudar a posicionar o círculo, fazendo com que o centro do círculo seja coincidente com essa linha de inferência.

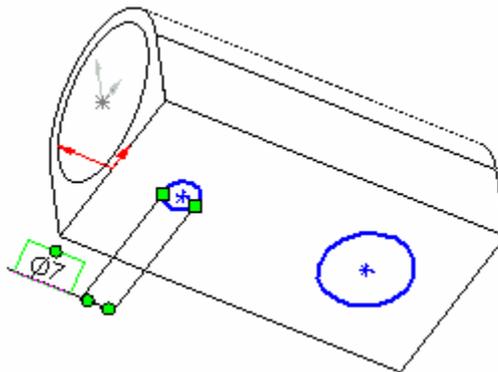


4. Desenhar um segundo círculo aproximadamente do mesmo tamanho (não importa para já), usando a linha de inferência que surge desde o centro do primeiro círculo, e que ajuda a posicionar o segundo.



Cotar os círculos para os furos de suporte:

1. Clicar em **Dimension**  no toolbar *Sketch Relations* e clicar num dos dois círculos.
2. Clicar para posicionar a cota.
3. Escrever 7 na caixa de diálogo **Modify** e depois clicar .



Adicionar relações para tornar os círculos idênticos:

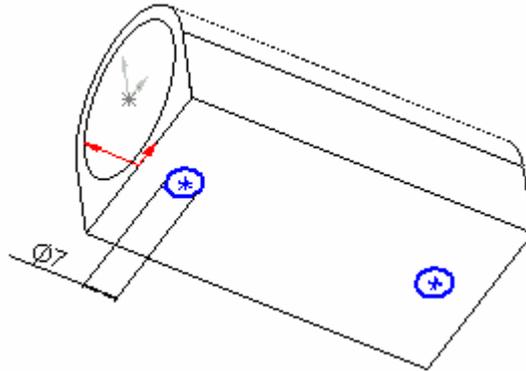
1. Clicar em **Add Relations**  no toolbar *Sketch Relations*.
2. Clicar num dos círculos.

Esse objecto está listado nos **Selected Entities** da caixa de diálogo de **Add Geometric Relations**.

3. Seleccionar o segundo círculo.

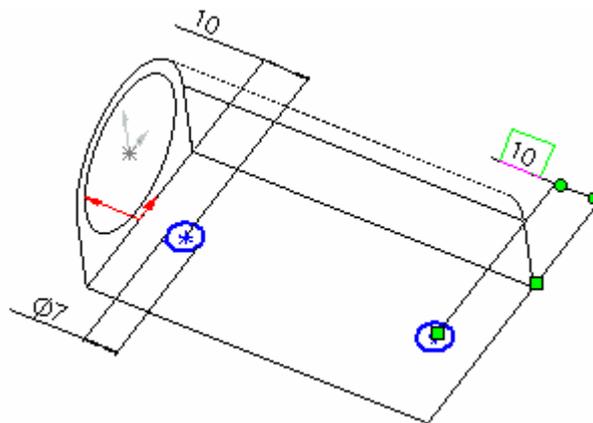
O SolidWorks selecciona a opção mais apropriada como *default*. Neste caso, **Equal** é o *default*.

4. Clicar em **Apply**, e depois em **Close**.



Posicionar os círculos em relação às arestas da peça:

1. Clicar em **Dimension**  no toolbar *Sketch Relations*.
2. Clicar num dos círculos e na aresta mais próxima desse círculo.
3. Clicar para posicionar a cota.
4. Escrever 10 na caixa de diálogo **Modify**.
5. Repetir os passos 1 a 4 para o segundo círculo.
6. Clicar em **Select**  no *toolbar Sketch*.



Até este ponto:

- Considerou-se um diâmetro para cada círculo.

- Posicionou-se o centro dos círculos de um modo coincidente com a linha média da face, que passa na origem.
- Aplicou-se uma cota entre cada círculo e o bordo adjacente de cada círculo.

O *sketch* está azul porque está **Under Defined**. Uma geometria *Under Defined* pode ser esticada e arrastada consoante os limites dos seus graus de liberdade. Estes graus de liberdade podem ser :

Em modelos 3D há 6 graus de liberdade:

- Translação ao longo dos eixos X, Y, e Z.
- Rotação em torno dos eixos X, Y, e Z.

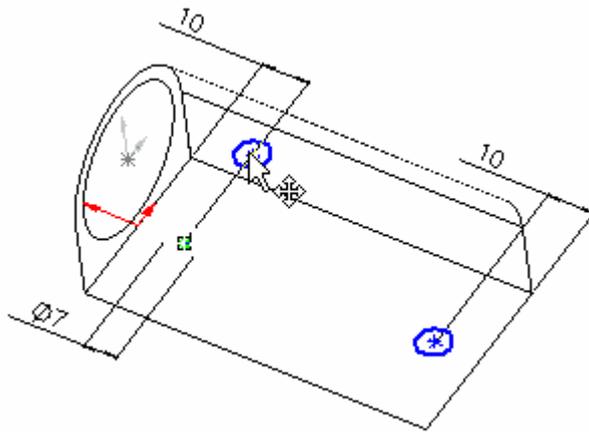
Em modelos 2D há apenas 3 graus de liberdade:

- Translação ao longo dos eixos X e Y.
- Rotação em torno de Z (o eixo perpendicular ao plano de trabalho).

Testar um *sketch* Under Defined (Verificar os graus de liberdade ainda existentes e tornar o *sketch Fully Defined*):

1. Clicar no centro de um dos círculos e arrastá-lo para cima e para baixo.
2. Clicar em **Undo**  no *toolbar Standard* para fazer regressar o círculo à posição original.

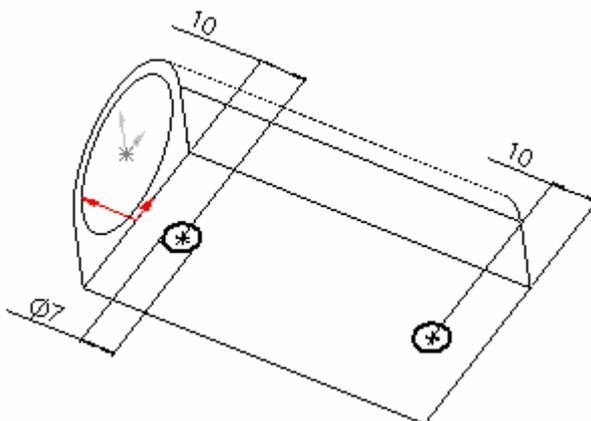
Clicar no centro do círculo e tentar arrastá-lo ao longo da peça (esquerda e direita). Essa operação não será possível pois existe uma cota entre a aresta e o círculo.



Alinhar os centros com a origem:

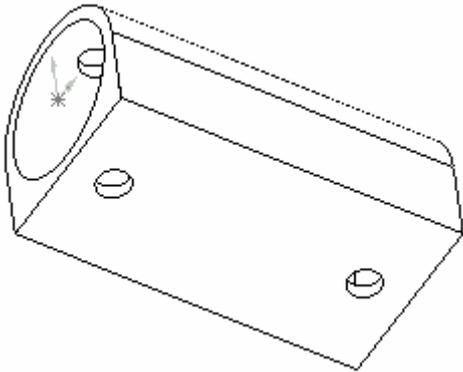
1. Clicar em **Add Relations** .
2. No *FeatureManager design tree*, clicar em **Origin**.
3. Clicar no centro de cada círculo.  
A selecção *default* é **Vertical**.
4. Clicar **Apply** e em **Close**.

Os círculos mudam de azul para preto, o que indica que eles estão agora **Fully Defined**.



Extrudir o corte e criar os furos de suporte:

1. Clicar em **Extruded Cut**  no *toolbar Features*.
2. No *PropertyManager* de **Cut-Extrude**, seleccionar **Through All** como a **End Condition**.
3. Clicar em **OK** .



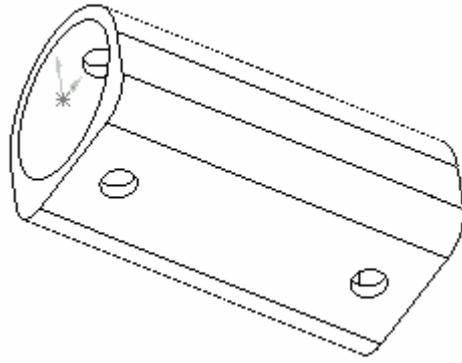
Criar os boleados:

1. Clicar em **Fillet**  no *toolbar Features*.
2. No *PropertyManager* de **Fillet Feature**, escrever 7 como **Radius** .
3. Seleccionar as duas arestas grandes na face de baixo. Não esquecer de usar o feedback do rato.



As duas arestas aparecem como **Items to fillet**.

4. Clicar em **OK** .
5. Clicar em **Save**  no *toolbar Standard* e dar nome à peça. É possível dar sombra e cor à peça de modo a parecer-se mais com a peça original.



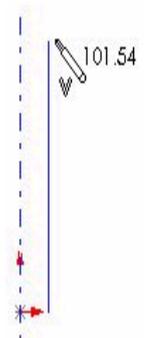
## Cap. 2 – Criação de uma Peça de Revolução

As peças de revolução necessitam de *centerlines* e de um perfil.

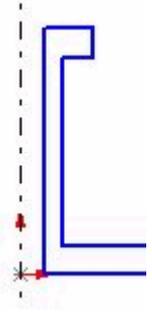
Para desenhar o perfil:



1. Clicar em **New**  no *toolbar Standard*.
2. Na caixa de diálogo **New SolidWorks document**, seleccionar **Part** .
3. Clicar em **Sketch**  no *toolbar Sketch* para começar um novo *sketch*. Por *default* o *sketch* abre no **Front** plane.
4. Clicar em **Centerline**  no *toolbar Sketch Tools*, e desenhar uma linha vertical que passe na origem .
5. Clicar em **Line**  no *toolbar Sketch Tools*.
6. Reparar na dimensão que é mostrada junto ao rato e desenhar uma linha vertical com aproximadamente 102mm de comprimento.



7. Usando a função **Line** , continuar a desenhar o perfil.
8. Clicar em **Add Relations**  no *Toolbar Sketch*, e depois clicar no canto inferior esquerdo e na origem.



9. Na caixa de diálogo de **Add Geometric Relations**, seleccionar **Horizontal**, clicar em **Apply**, e depois **Close**.

De notar que algumas das linhas estão agora pretas – o *sketch* começa a ficar definido, logo, com menos graus de liberdade.

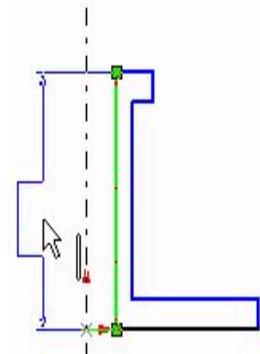
Cotar o desenho/perfil:

1. Clicar em **Dimension**  no *Toolbar Sketch*.

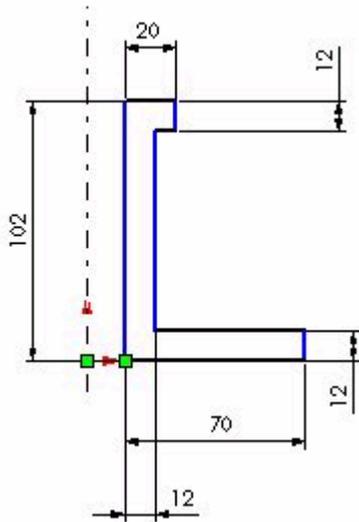
O rato transforma-se em .

2. Clicar na linha vertical próxima da centerline e arrastar a caixa da cota para a esquerda. Clicar para posicionar a cota.

A caixa de diálogo de **Modify** surge.



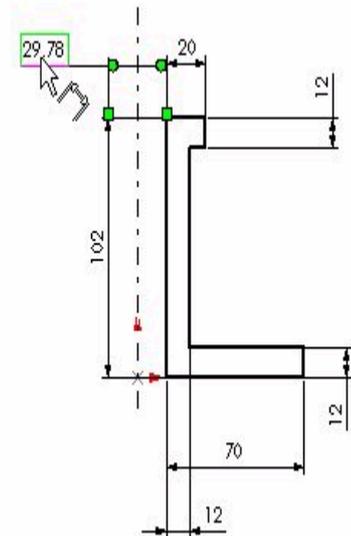
3. Escrever 102mm para o comprimento da linha e clicar .
4. Cotar o resto do desenho usando os valores constantes da figura seguinte:



Quando se cria uma peça através de uma revolução com um furo central é possível escolher o modo de cotar esse furo. Pode cotar-se o raio ou o diâmetro.

Para cotar o diâmetro do furo central:

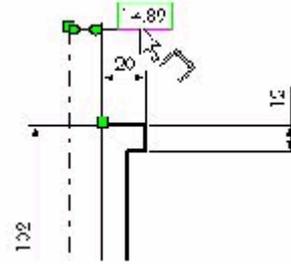
1. Clicar em **Dimension** , e depois clicar na centerline e na primeira linha paralela do desenho.
2. Arrastar a caixa da cota para o lado da centerline (Para a esquerda neste caso). Clicar para posicionar a dimensão do diâmetro.



A caixa de diálogo **Modify** aparece.

3. Mudar o valor da cota para **26mm**, e depois clicar em .

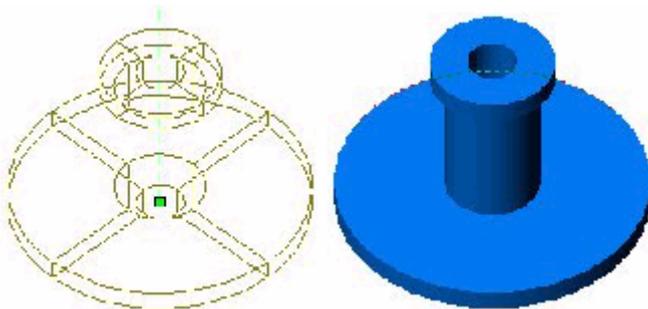
**Nota:** Se se arrastar a cota para o mesmo lado da centerline, a cota que é colocada é a do raio.



Para efectuar a revolução:

1. Clicar em **Revolved Boss/Base**  no *toolbar Features*.
2. Deixar os valores *default*, como se indica:
  - **Revolve Type** com **One-Direction**
  - **Angle**  com **360°**
3. Clicar em **OK** .

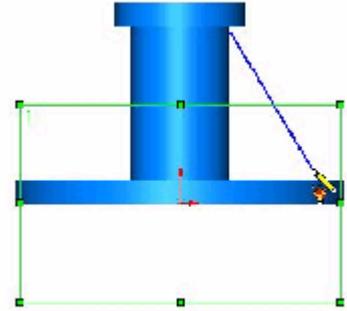
O perfil faz uma revolução em torno da *centerline*.



Para adicionar uma nervura à peça procede-se como se indica abaixo.

Desenhar o perfil para a nervura:

1. Na design tree de *FeatureManager*, clicar em **Front** plane, depois clicar em  para abrir um novo *sketch*.
2. Clicar em **Normal To**  no *toolbar Standard Views* para preparar o *sketch* para o *rib*.
3. Clicar em **Line**  no *toolbar Sketch Tools*, e desenhar uma linha conforme indica a imagem ao lado.

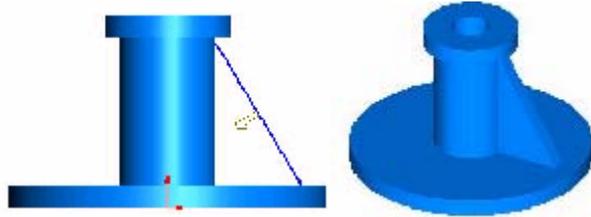


Este simples *sketch* permite extrudir a primeira nervura.

Extrudir a nervura:

1. Clicar em **Insert, Features, Rib**.
2. No *PropertyManager* de **Rib**, fazer o seguinte:
  - Na secção de **Thickness**, clicar em **Mid-plane**  (criar uma rib em ambos os lados do *sketch*) e seleccionar a **Rib Thickness**  como **10.00**.
  - Na secção de **Extrusion Direction**, clicar em **Normal to sketch** .
  - Não seleccionar **Draft**.

3. Verificar que a seta aponta para o interior.
4. Clicar em **OK**  para completar a nervura.

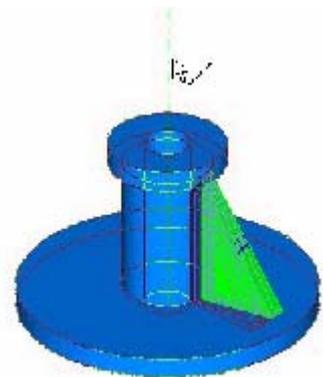


É possível replicar a nervura efectuada. Ao alterar a nervura inicial, essas mudanças afectarão as nervuras efectuadas como cópias paramétricas da primeira.

#### Fazer um padrão circular a partir da nervura:

Para fazer um padrão em torno do centro da peça é necessário um *temporary axis*.

1. Clicar em **View** e seleccionar **Temporary Axes**.  
É agora possível visionar o eixo central da peça.
2. Na *FeatureManager design tree*, seleccionar a nervura e clicar em **Circular Pattern**  no *toolbar Features*.
3. No *PropertyManager* de **Circular Pattern**, efectuar o seguinte:
  - Clicar na caixa de **Pattern Axis**, e clicar depois no *temporary axis*.
  - Seleccionar a *checkbox* de **Equal spacing**.
  - Em **Angle** , escrever **360 deg**.
  - Aplicar 4 como **Number of instances** .
  - A caixa de diálogo de **Features to Pattern** deverá listar **Rib1** porque essa *rib* já foi seleccionada.

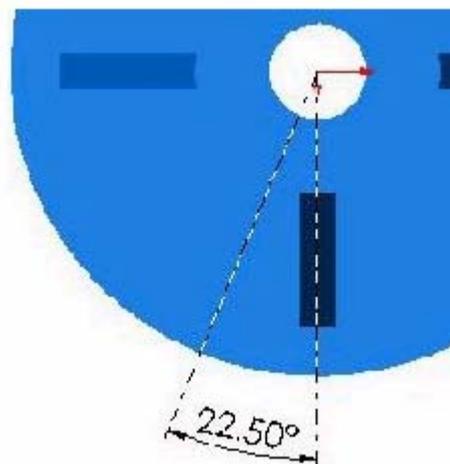
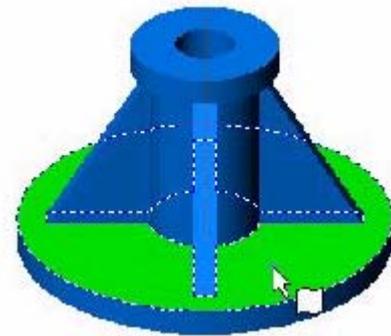


4. Clicar em **OK** .



Posicionar o furo:

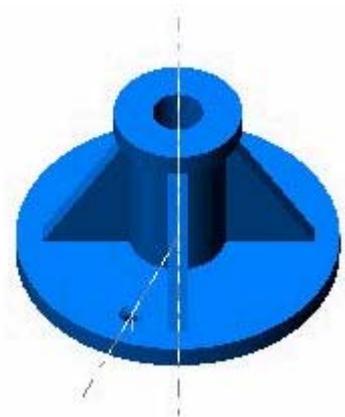
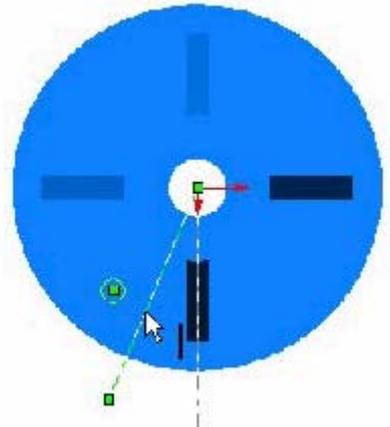
1. Seleccionar a face indicada e clicar em **Sketch**  para abrir um novo *sketch*.
2. Clicar em **Normal To**  no *toolbar Standard Views*.
3. Na *Design tree FeatureManager*, clicar em **Front plane**.
4. Clicar em **Centerline**  *toolbar Sketch Tools*, e desenhar uma linha que passe pelo centro da rib.



5. Começando no centro do furo, desenhar uma segunda linha a um dado ângulo da primeira linha.
6. Clicar em **Dimension**  e aplicar um ângulo de 22.50° entre a primeira e segunda linhas.
7. Clicar em **Sketch**  para terminar o *sketch*.

Definir o furo:

1. Clicar na face de topo e clicar em **Hole Wizard**  no *toolbar Features*.
2. Clicar em **Countersink** na caixa de diálogo de **Hole Definition**.
3. Aplicar os seguintes parâmetros para o furo:
  - **ANSI Metric** como **Standard**
  - **M6** como **Size**
  - **Through All** como **End Condition**
  - Para o resto dos parâmetros deixar os valores *default*.
4. Clicar **Next**. Aparece um *preview* do furo.
5. Clicar em **Add Relation** , depois seleccionar o *centerpoint* do *preview* do furo e da linha já desenhada.
6. Na caixa de diálogo de **Add Geometric Relations**, seleccionar **Coincident**, e clicar em **Apply**.
7. Clicar em **Close** para terminar a caixa de diálogo de **Add Geometric Relations**.
8. Clicar em **Dimension**  e cotar a distância do centro do furo ao centro da peça como sendo 62mm.
9. Clicar em **Finish**.



Fazer um padrão circular:

1. Na *FeatureManager design tree*, seleccionar o furo e clicar em **Circular Pattern**  no *toolbar Features*.
2. No *PropertyManager* de **Circular Pattern**, fazer o seguinte:
  - Debaixo de **Parameters**, clicar na caixa de **Pattern Axis** e depois clicar em *temporary axis*.
  - Clicar na caixa de *Equal spacing*. O **Angle**  surge automaticamente como 360deg.
  - Aplicar 8 como **Number of instances**. Um *preview* do padrão circular surge no modelo.
  - O nome do furo deverá aparecer debaixo de **Features to Pattern**.
3. Clicar em **OK** .

Para fazer desaparecer os *temporary axes*, clicar em **View, Temporary Axes**.

Se as *construction lines* ainda estiverem visíveis, clicar com o botão direito do rato sobre o nome do *sketch* no *FeatureManager design tree* e seleccionar **Hide**.



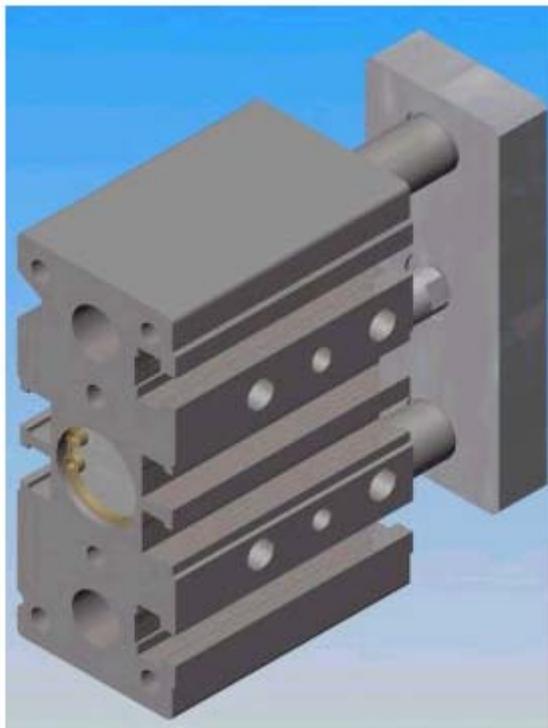
Completou-se assim a peça de revolução, e mostrou-se como criar padrões circulares.

Agora basta salvar  a peça. A extensão **.sldprt** é adicionada automaticamente.

## Cap. 3 – Montagem de Conjuntos

Estes apontamentos pretendem ensinar a:

- Abrir um documento *assembly* e inserir novos componentes, previamente desenhados.
- Usar *view tools* tal como **Rotate View** , e **Zoom to Area**  para facilitar a selecção correcta das faces da peça nas quais se colocam os constrangimentos, que possibilitam a montagem do conjunto final.
- A escolher e utilizar o tipo de **Mate** mais adequado para cada situação.
- Utilizar **SmartMates**.



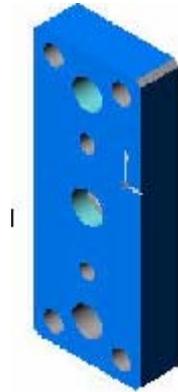
Abrir um Assembly:

Para abrir um novo documento *assembly*:

1. Clicar **Open**  e abrir **MGP\_Piston Plate.sldprt** que está na

directoria \Installation\_directory\Samples\tutorial\actuator\.

2. Clicar **New**  no *toolbar Standard*.

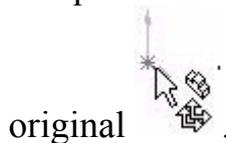


3. Clicar **Assembly**  na caixa de diálogo de **New SolidWorks Document**, e abrir um novo assembly, **Assem1**.

4. Clicar **Isometric**  na *toolbar Standard View*.

5. Clicar **Window, Tile Horizontally** para se visualizar a janela da componente e a nova janela do *assembly*.

6. Arrastar  **MGP\_Piston Plate** do *FeatureManager design tree* da component window, e soltá-lo na origem da área gráfica do *assembly*



7. Clicar  e maximizar a janela do **Assem1**.

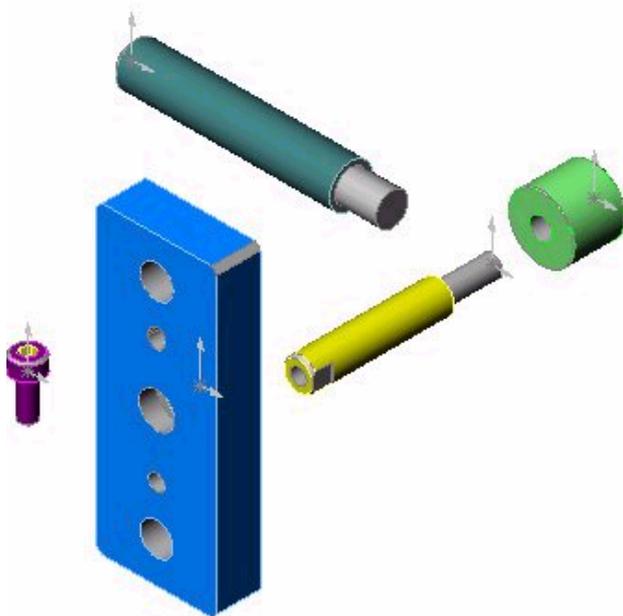
8. Clicar **Save**  e gravar o *assembly* como **Assem1**. A extensão **.sldasm** é automaticamente acrescentada.

### Introdução de Componentes:

Para introduzir novas componentes utilizando o *drag and drop* do Windows Explorer:

1. Clicar **Zoom In/Out**  para reposicionar o *piston plate* e permitir uma boa visão dos componentes adicionais.
2. Clicar **Select**  no *toolbar Sketch*.
3. Abrir uma sessão do Windows Explorer.
4. Diminuir e posicionar a janela de texto do Windows Explorer de modo a conseguir ver o **MGP\_Piston Plate** e a área de trabalho por detrás deste.
5. No Windows Explorer, arrastar **MGP Piston Rod.sldprt** de *\Installation\_directory\Samples\tutorial\actuator\*,  até à área de trabalho do SolidWorks.
6. Repetir o processo, colocando os três restantes componentes tal como mostra a figura.

De notar que a *FeatureManager design tree* lista os componentes já inseridos.



#### Para reposicionar os componentes:

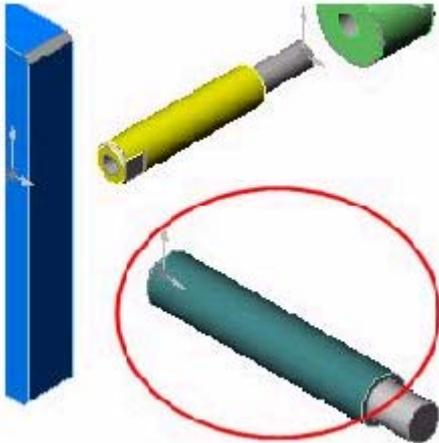
1. Clicar **Move Component**  no *toolbar Assembly*.
2. Arrastar  o componente para a nova posição.
3. Clicar **OK**  no **Move Component** do *PropertyManager*.

#### Duplicar Componentes:

Há dois *guide rods* idênticos no **Assem1.sldasm**. Um deles já foi introduzido (**MGP\_Guide Rod.sldprt**). Neste caso, copia-se uma peça do assembly, criando-se assim uma nova componente.

Como arrastar componentes dentro do assembly:

1. Pressionar **Ctrl** e arrastar  **MGP\_Guide Rod<1>** do *FeatureManager design tree* na janela do **Assem1**.
2. Libertar a componente na área gráfica, tal como mostra a figura, criando assim uma nova (**MGP\_Guide Rod<2>**).



#### Relações de Coincidência:

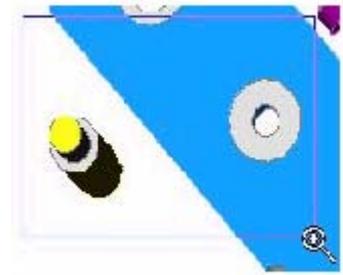
Para aplicar um *coincident mate* entre o *piston rod* e o *piston plate*:

1. Clicar **Filter Faces**  na *toolbar Selection Filter*, de modo a aparecerem seleccionadas entidades de *mating*, tais como arestas, faces ou vértices.

O rato muda para a seguinte forma .

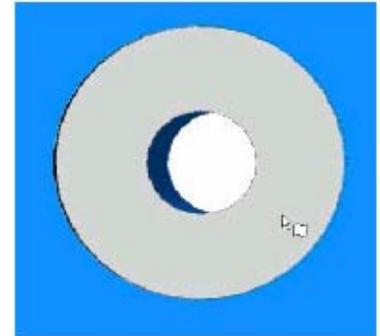
2. Clicar **Mate**  no *toolbar Assembly* visualizando-se a **Mate PropertyManager**.
3. Clicar **Pushpin**  para manter a *PropertyManager* visível.
4. Clicar **Rotate View**  de maneira a ter uma melhor visualização das entidades de mate do *piston plate*.

5. Ampliar a área que contém a entidade de *mate* desejável, clicando **Zoom to Area**  na *toolbar View*.



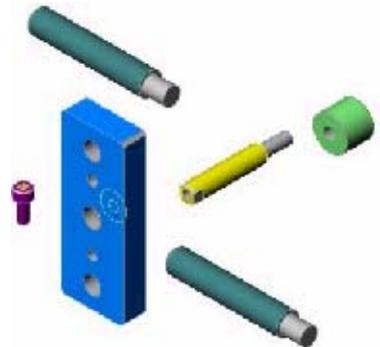
O rato muda para .

6. Desactivar o comando **Zoom to Area**  (o rato muda para ) , e seleccionar a face (em baixo relevo) do *piston plate*, tal como mostra a figura.

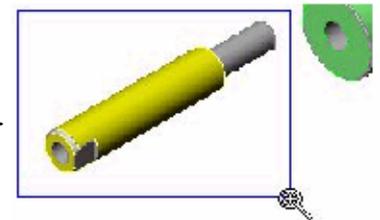


**Face<1@MGP\_Piston Plate-1>** aparece no quadro das **Selections**.

7. Clicar **Previous View**  no *toolbar View* para que todas as peças fiquem de novo visíveis.

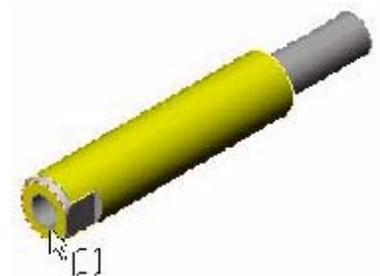


8. Para melhor visualizar a face frontal do *piston rod*, usar novamente o comando **Zoom to Area** .



9. Seleccionar a face frontal do *piston rod*.

**Face<2@MGP\_Piston Rod-1>** aparece no quadro das **Selections**.



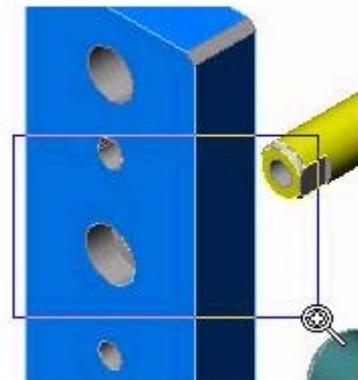
10. Clicar **Previous View**  de maneira a visualizar todos os componentes.
11. Depois das **Selections**, clicar **Coincident** .
12. Clicar **Preview**, e aceitar, ou não, o modo **Anti-Aligned (On)**.
13. Clicar **OK**  para aceitar o **mate**.

### Relações de Concentricidade:

Para aplicar um *concentric mate* entre o *piston rod* e o *piston plate*:

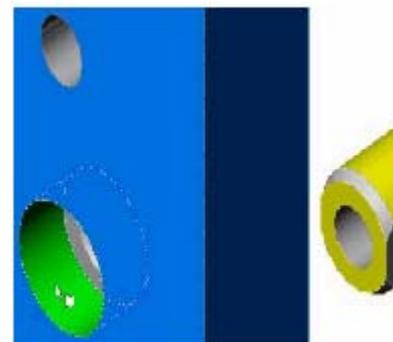
É vantajoso clicar **Isometric**  no *toolbar View Standard* para ter uma melhor visualização dos componentes.

2. Clicar **Zoom to Area**  para ampliar a área onde se encontram as entidades de *mate*.

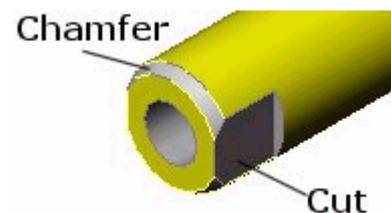


3. Seleccionar a face cilíndrica do furo no *piston plate*, tal como mostra a figura.

**Face<3@MGP\_Piston Plate-1>**  
aparece no quadro das **Selections**.

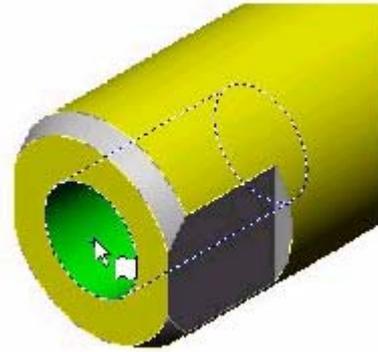


4. Ampliar a ponta piston rod (com o corte e com o chanfro).



5. Seleccionar a face cilíndrica do furo no *piston rod*, tal como mostra a figura.

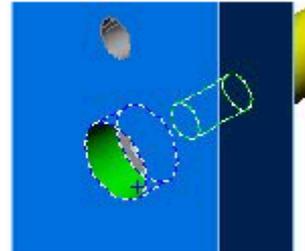
**Face<4@MGP\_Piston Rod-1>**  
aparece no quadro das **Selections**.



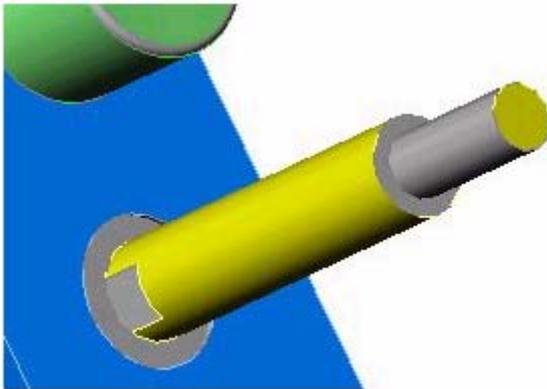
6. Depois das **Selections**, clicar **Concentric** .

7. Clicar **Preview** para verificar os *mates*.

Os componentes alinham-se da seguinte forma:



8. Clicar **OK**.

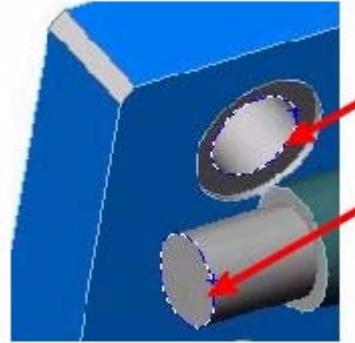


9. Clicar **Cancel**  no caso de não estar satisfeito, e pretender fechar o **Mate PropertyManager**.

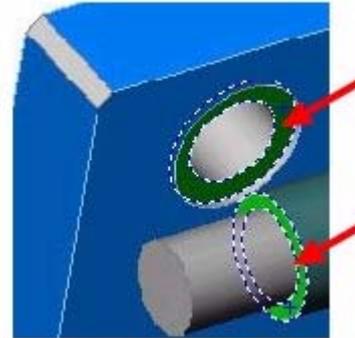
### Usar SmartMates:

Pode usar-se um **SmartMate** para simultaneamente aplicar *mates* concentricos e coincidentes, tendo em conta as seguintes condições:

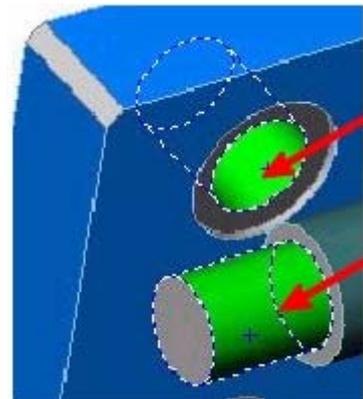
- Seleccionar a aresta apropriada em cada componente.



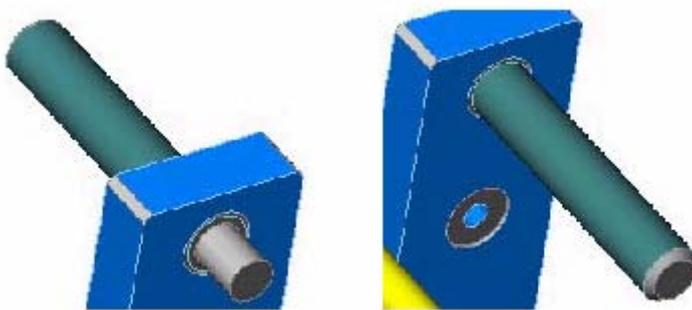
- Ambos as componentes têm faces planas, nas quais aplicamos um *coincident mate* (como se indica).



- Existe uma face circular em cada componente, onde aplicamos um *concentric mate*.



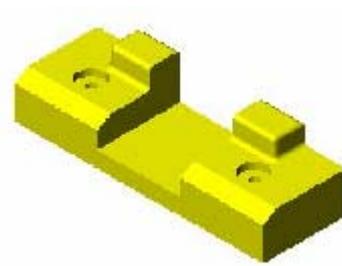
É possível escolher o alinhamento da peça que estamos a montar, pressionando em **Aligned** ou **Anti-Aligned** na *Property Manager*.



## Cap.4 - Criação de Desenhos (Drawing)

Neste capítulo tem-se como objectivo a criação de desenhos a partir de um modelo 3D.

No SolidWorks a representação em 2D de um modelo em 3D chama-se *drawing*.



### COMEÇAR UMA NEW DRAWING SHEET:

1. Abrir a peça/modelo escolhida. Vamos usar a peça que se encontra em `\installation-directory\Samples\tutorial\base_guide.sldprt`.

2. Clicar **New**  e escolher **Drawing**  no *toolbar Tutorial* na caixa de diálogo **New SolidWorks Document**. Clicar em **OK**.

Aparece a caixa de diálogo **Sheet Format To Use**.

3. Clicar no **No sheet format** e escolher **A-Landscape** na box **Paper Size**.

4. Clicar em **OK**.

Esta escolha faz aparecer uma *plain drawing sheet* sem *title blocks* pré-definidos.

### Criar vistas standard de modelo:

1. Clicar **Window**, escolher **Tile Horizontally** ou **Tile Vertically**.

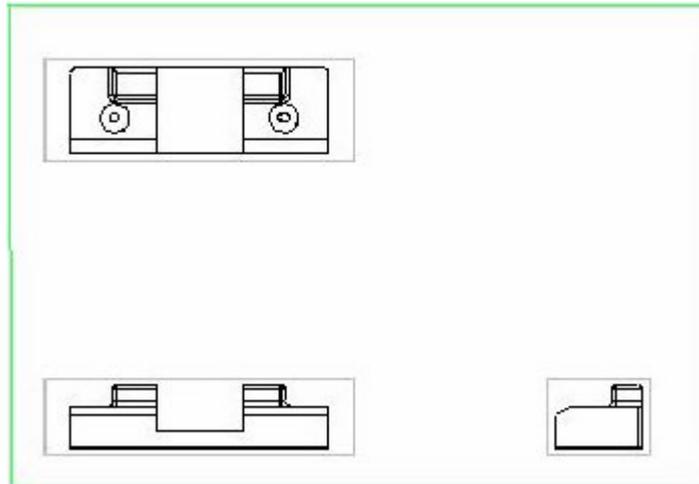
Agora, estão visíveis ambas as janelas, peça e drawing window.

2. Clicar em **Standard 3 View**  na toolbar **Drawing**.

O rato muda para  .

3. Clicar na área de trabalho ( área gráfica ) da janela da peça.

As três vistas da peça aparecem no *Drawing Sheet*.



1. Maximize  a janela das vistas de forma a esta preencher toda a janela do SolidWorks.

Inserir uma *named view*:

**Named views** inclui:

- Vistas standard ( **Front**, **Top**, **Isometric**, *etc* ).



- A vista actual do modelo.
- Vistas criadas pelo utilizador através do zoom e/ou da rotação do modelo, escolhendo a **Perspective view**  se desejado, e nomeando a vista.

1. Clicar **Named View**  no *drawing toolbar*.

O rato muda para  . Aparece a Property Manager **Named View**.

2. Clicar em qualquer uma das três vistas que já estão presentes no sheet.

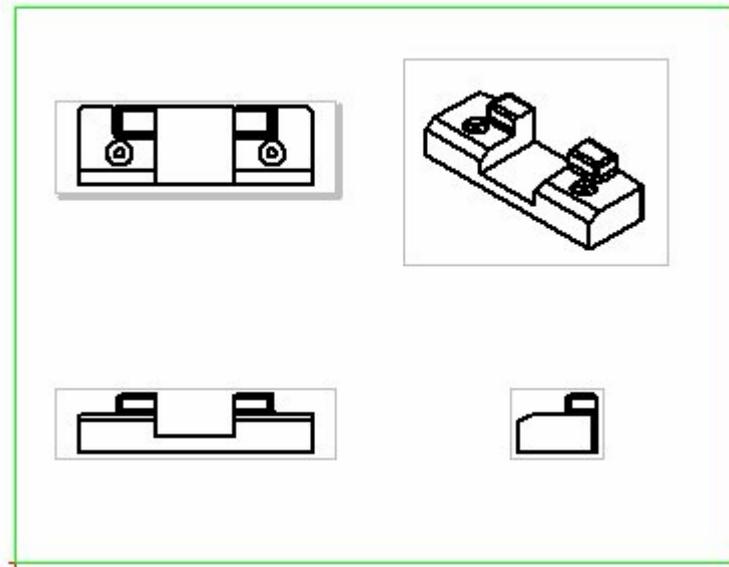
O rato muda para  .

3. No **View Orientation** escolher **Isometric**.

4. Na *drawing window*, clicar no sítio onde se quer colocar a vista (o rato com o símbolo  representa o centro da vista).

Aparece uma *message box* com **Isometric ( True ) dimensions**.

5. Clicar **Yes**.



#### Ajustar as vistas:

O SolidWorks possibilita a cotagem e movimentação das vistas.

Cotar:

1. Clicar o botão direito do rato e escolher **Properties**.
2. Na caixa de diálogo **Sheet Setup**, mudar a **Scale** para **1 : 2**.
3. Clicar em **Ok**.

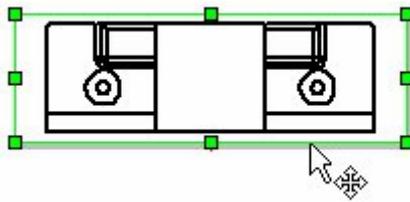
O alinhamento das vistas *top view* e *right view* é fixo em relação à *front view*. A *top view* pode ser movida verticalmente e a *right view* horizontalmente. Quando se move a *front view*, movem-se todas as vistas alinhadas.

Para mover as vistas:

1. Clicar no **view border**.

O **view border** fica *highlighted*.

2. Para alterar o tamanho do *view border*, arrastar os rectângulos *highlighted* nos cantos e centro de cada lado.
3. Para mover a vista dentro do seu raio de acção, arrastar as *highlighted border lines*.



Alterar as *Line Fonts*:

As vistas podem ser alteradas para aumentar a clareza/percepção.

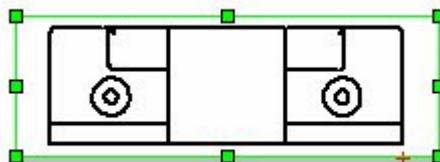
Como o modelo tem **fillets**, as **tangent edges** que são mostradas por *default* podem-se tornar confusas em certas vistas.

Para remover **tangent edges** das *front, top e right views*:

1. Clicar o botão direito do rato na *front view* na área de trabalho (área gráfica) ou no nome da vista no *FeatureManager design tree*.

2. Seleccionar **Tangent Edge**.

3. Seleccionar **Tangent Edges Removed**.



4. Repetir para as *top e right views*.

Na vista isométrica, em vez de se remover as **tangent edges**, pode-se mudar o *line font style*.

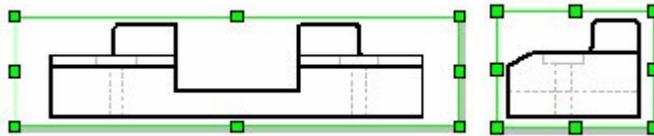
Para mudar a font para tangent edges:

1. Clicar o botão direito do rato na *isometric view* ou **Drawing View4** no *FeatureManager design tree*.
2. Seleccionar **Tangent Edge**.
3. Seleccionar **Tangent Edges with Font**.

É possível visualizar todas as linhas invisíveis de certos componentes.

Para acrescentar as linhas invisíveis:

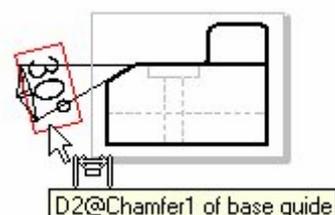
1. No FeatureManager design tree, seleccionar **Drawing View1**, manter pressionada a tecla **Ctrl** e seleccionar **Drawing View3**.
2. Clicar em **Hidden in Gray**  no *toolbar view*.



Cotar as vistas:

1. Clicar um espaço branco do *drawing sheet* por forma a que nenhuma das vistas esteja seleccionada.
2. Clicar **Insert, Model Items**.
3. Na caixa de diálogo **Insert Model Items**, seleccionar a **Dimensions check box** ( enquanto a caixa de diálogo se encontrar aberta aproveite para verificar as outras opções que queira seleccionar para outro *drawing* ).
4. Clicar na **Include items from hidden features check box** caso esteja seleccionada.
5. Clicar no **OK** para cotar.

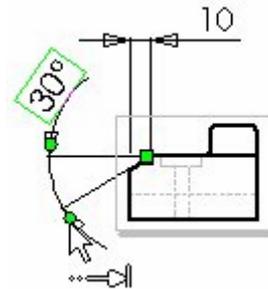
**Nota:** Para ver o nome da cota deixar o rato sobre a mesma por alguns instantes.



### Para um melhoramento da cotação:

Algumas cotas poderão não ficar exactamente da maneira pretendida, existindo a possibilidade de pequenas alterações por forma a melhorar o *drawing*:

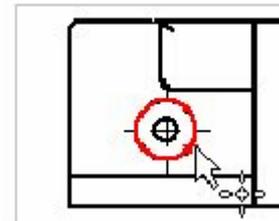
- Se as cotas estão sobrepostas ou fora das fronteiras do *drawing*, clicar e arrastar as cotas para uma melhor localização na mesma vista.
- Para mover uma cota duma vista para outra, ficar a pressionar o **Shift** e arrastar a cota para a vista pretendida.
- Para esconder cotas desnecessárias, clicar no botão direito do rato e seleccionar **Hide**.
- Para alterar as setas de dentro para fora, seleccionar a cota e clicar nas *handles* junto das setas, como mostra a figura.



### Acrescentar detalhes ao drawing:

1. A top view tem a cotação do furo que é desnecessária. Clicar o botão direito do rato sobre as cotas de 7mm e 19mm e seleccionar **Hide**.

2. Para visualizar o centro do furo na *top view*, clicar **Center Mark**  no *toolbar Annotation* e clicar a circunferência do furo.

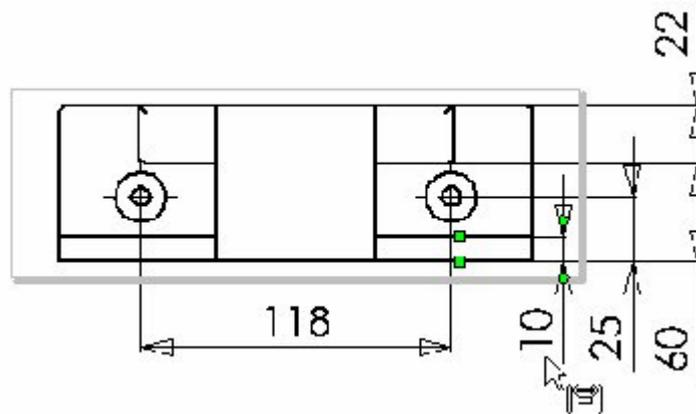


3. Pressionar **Esc**.

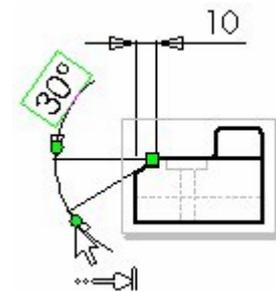
4. Para alinhar as cotas 60mm e 22mm, ficar a pressionar o **Ctrl** e seleccionar ambas as dimensões. Clicar a opção **Align Collinear/Radial**  no *toolbar drawing*.

5. Se a cota 118mm aparecer na *front view*, em vez de na *top view*, pode-se mover a cota. Clicar sobre a cota, ficar a pressionar **Shift** e arrastar a cota para a *top view*.

6. Clicar a cota 10mm na *top view* e arrastá-la para a *right view*. Não esquecer de ficar a pressionar o **Shift** enquanto se arrasta.



7. Para alterar as setas de dentro para fora, seleccionar a cota e clicar nas *handles* próximas das setas.



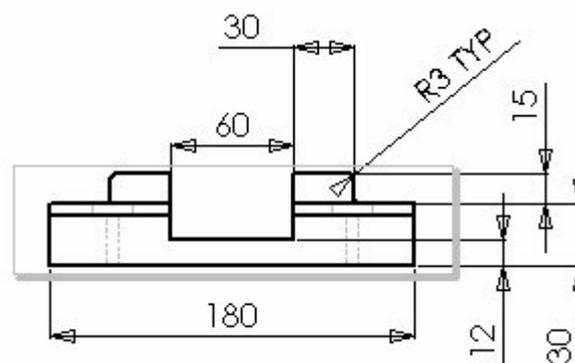
8. Alterar a posição das setas onde for apropriado.

A *front view* tem algumas cotas desnecessárias.

Para alterar a cotagem:

1. A cota 5mm refere-se à profundidade do *counterbore* e é desnecessária nesta vista. Clicar o botão direito do rato sobre a cota e seleccionar **Hide**.
2. Uma das cotas 30mm refere-se à profundidade do *thru hole*. Clicar com o botão direito do rato e seleccionar **Hide**.
3. Como todos os *fillets* têm um raio de 3mm, podem-se esconder 2 deles.

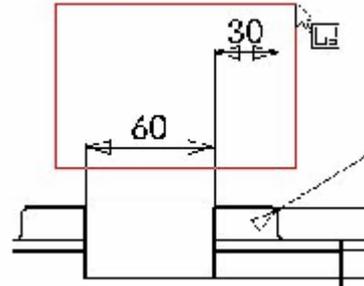
A *front view* fica assim:



4. Seleccionar as cotas 30mm e 60mm.

5. Clicar **Align Collinear/Radial**  para alinhar as cotas.

6. Seleccionar as cotas 15mm e 30mm e alinhá-las também.



### Adicionar um Hole Callout:

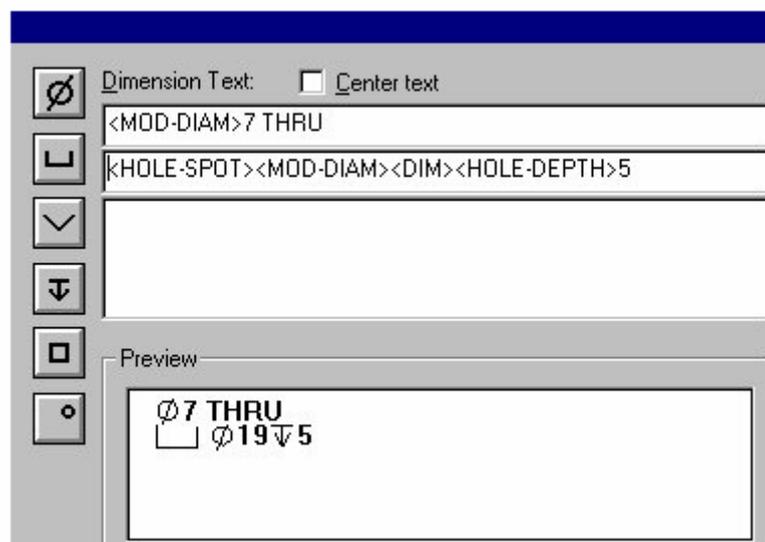
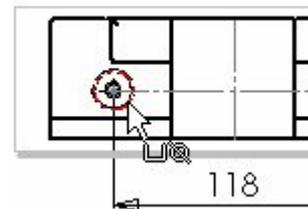
**Hole Callouts** estão disponíveis nos drawings. Se se mudar a dimensão de um furo no modelo, o símbolo actualiza automaticamente. Deve-se adicionar um **hole callout** ao **drawing view2** antes de terminar.

1. Clicar **Hole Callout**  no *toolbar Annotation*.

2. Clicar na circunferência do furo.

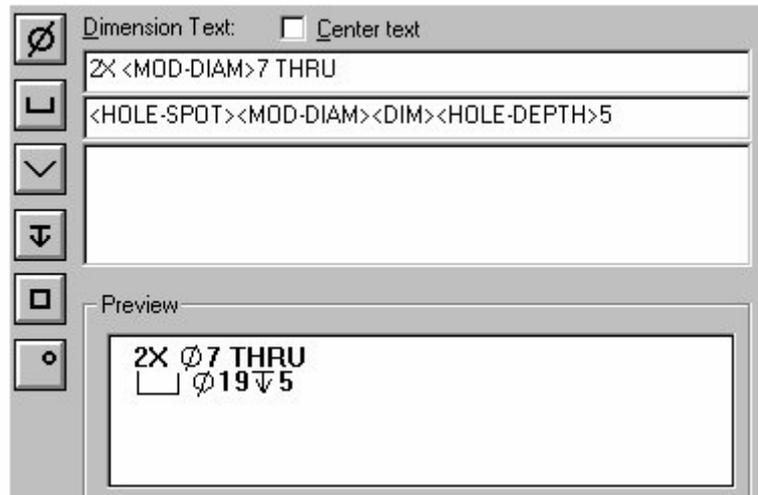
A caixa de diálogo **Modify Text of Dimension** aparece com símbolos correspondentes ao furo seleccionado numa coluna do lado esquerdo. Criar a **callout**

note nas duas filas de cima acrescentando texto e seleccionando símbolos. Pode-se visualizar o texto actual na **Preview** window. Neste caso, a maior parte de informação já se encontra presente.

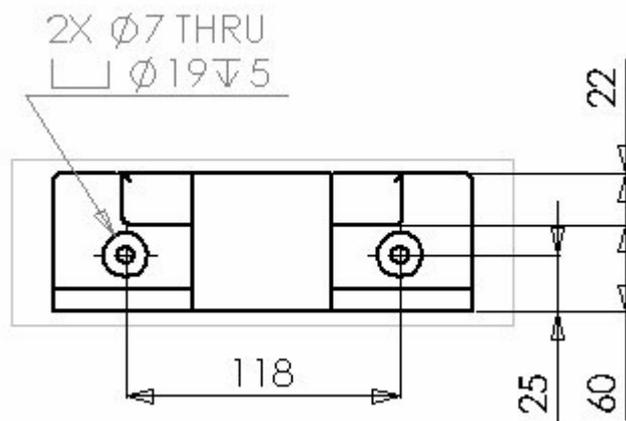


3. Posicione o ponteiro no princípio da fila de cima e escreva **2X** para indicar que o furo existe duas vezes no modelo.

A nota é visualizada na **Preview** window enquanto se cria.



4. Clicar **OK**.
5. Clicar **Hole Callout** novamente para voltar ao ponteiro **Select**. Agora pode-se arrastar o **callout** note para o posicionar.



Assim, o drawing fica terminado.

