

INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
BAHIA

APOSTILA



INTRODUÇÃO

AGOSTO 2009

O autor

Ivo Ferreira da Silva é professor do IFBA – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (antiga ETFBA – Escola Técnica Federal da Bahia), desde 1978, aonde vem ministrando as disciplinas Desenho Técnico Mecânico, Informática II (AutoCad) e CAD/CAM para os cursos técnicos em Mecânica e Metalurgia

AGRADECIMENTO

Quero agradecer a todos que com suas opiniões me ajudaram a produzir este documento e a encontrar soluções para as lições, exercícios e problemas propostos apresentados.

ÍNDICE

Prefácio	5
Lição 1	6
Introdução/Conceito	6
O SolidWorks	6
Montagem Baseada em Recursos (Features)	6
Modelagem Paramétrica.....	7
Modelagem de Sólidos	7
Associatividade.....	7
Relações (constraints)	8
Intenção do Projeto (Design Intent)	8
Intenção do Projeto (Design Intent)	8
Relações Automáticas (esboço)	8
Equações	8
Relações Adicionais	8
Dimensionamento.....	8
Exemplos de Intenções de projetos	9
Como os Recursos afetam a Intenção do Projeto	9
A abordagem "Camada de Bolo"	9
A abordagem "Por Revolução"	10
A abordagem de Fabricação.....	10
Paradigma Objeto/Ação	10
Ícones não Selecionáveis	10
A Interface do SolidWorks	10
Menus	12
Barras de Ferramentas (TOOLBARS).....	13
Exemplo de Uma Barra de Ferramentas (Tools).....	13
Tornando as Barras de Ferramentas Visíveis	13
Nota.....	14
Personalização do Fluxo de Trabalho	14
Disposição das Barras de Ferramentas	15
Dicas Rápidas	16
Árvore de Modelamento (Organizador de Recursos)	16
Menus do Organizador de Recurso.....	17
O que é sobre o Organizador de Recursos?	17
Painel de Tarefas (Taskpane)	17

Abrir Laboratórios Design Library.....	18
Lição 2 (Modelagem Sólida Básica).....	19
Introdução/Conceitos	19
Recursos 2D	19
Estágios do processo	20
Procedimento	21
Peça nova (New Part)	21
Esboço	21
Planos Padrões	21
Introdução: Novo Esboço	21
Onde encontrar.....	21
Nota	22
Esboço Ativo	22
Introdução: Canto de Confirmação	23
Entidades de Esboços.....	23
Geometria do Esboço.....	23
Mecânica do Esboço.....	25
EXERCÍCIO 1	25
EXERCÍCIO 2	32
EXERCÍCIO 3	37
EXERCÍCIO 4	51
EXERCÍCIO 5	61
EXERCÍCIO 6	66
EXERCÍCIO 7	71
EXERCÍCIO 8	79
EXERCÍCIO 9	82
EXERCÍCIO 10	84
EXERCÍCIO 11	90
Lição 3 (Desenho 2D).....	98
EXERCÍCIOS PROPOSTOS.....	106

PREFÁCIO

Os desenhos aplicados a engenharia existem há tempos remotos como um meio de definir um produto graficamente antes que ele seja confeccionado e utilizado pelos consumidores. Anteriormente, o processo de construir desenho envolvia ferramentas como: lápis, canetas nanquim, esquadros, régulas T, paralela e flexível, etc., para por a idéia no papel antes de fazer correções e produzir cópias heliográficas para a distribuição ao setor executor de cada etapa. A habilidade de construir esses desenhos em um computador pode ser uma revolução inovadora, porém os princípios e fundamentos do desenho aplicado à engenharia continuam os mesmo.

O SolidWorks é hoje um dos principais softwares da computação gráfica, sendo utilizado por diversos profissionais ligados as áreas de projetos de: engenharia, designers, tubulação, projetistas, enfim, todos os profissionais que antes se valiam do desenho tradicional (papel, lápis e prancheta) para a apresentação do produto do seu trabalho

Esta apostila utiliza uma linguagem simples e coloquial para aprendizagem do programa utilizando os fundamentos básicos do desenho aplicado à engenharia para produzir desenhos usando o aplicativo gráfico em três dimensões (3D) SolidWorks, apresentando três lições que através de uma seqüência vai aumentando o conhecimento do usuário sobre a flexibilidade de aplicação do software.

Este documento de trabalho tem como objetivo dar suporte ao curso básico de SolidWorks servindo como material de apoio e consulta, jamais objetivando por si só ensinar esta prática de Desenho Auxiliado por Computador (CAD).

Primeira lição

Nesta lição são apresentados conceitos do aplicativo gráfico 3D SolidWorks e os recursos básicos que o software oferece ao usuário explicando com fundamentação detalhadamente suas funções e aplicações.

Segunda lição

Nesta lição contém uma série exercícios tutoriais para criação de esboço e a forma final do objeto. Os fundamentos da criação do esboço e a forma final da peça serão discutidos com o uso adequado do tipo de comando a ser utilizado como raios, extrusões, chanfros, concordâncias, colocação de planos, varreduras, extrusão por revolução, trabalhar com superfície, etc., nas etapas usadas para criar um desenho. No início de cada exercício contém orientações das habilidades que terá maior ênfase na sua execução.

Terceira lição

Esta lição discute os procedimentos da passagem de um desenho em 3D para duas dimensões (2D), mostrando comandos que podem ser aplicados como projeções de vistas, técnicas de dimensionamento, cortes e vistas auxiliares.

Contém exercícios propostos para fixação e discussão abrangendo comandos aprendidos nas lições e introdução de novos.

Lição 1 (Introdução/Conceitos)

O SOLID- WORKS

O SolidWorks é um software de **modelagem sólida, paramétrica, baseado em recursos ou etapas (features)** e totalmente integrado ao Windows. Você pode criar modelos totalmente associativos com ou sem relações (constraints), enquanto utiliza relações automáticas ou definidas pelo usuário para criar a **intenção do projeto ou desenho (design intent)**.

• Montagem Baseada em Recursos (Features)

Assim como uma montagem é feita de um número de peças individuais, um modelo em SolidWorks é também feito de elementos individuais. Esses elementos são chamados de recursos (features).

Quando você cria um modelo usando o SolidWorks. Você trabalha utilizando recursos, tais como: saliências (extrusões - bosses), cortes (cuts), furos (holes), nervuras (ribs), arredondamentos (fillets), chanfros (chamfers) e ângulos de saída (drafts). À medida que os recursos são criados eles vão sendo aplicados à peça modelada.

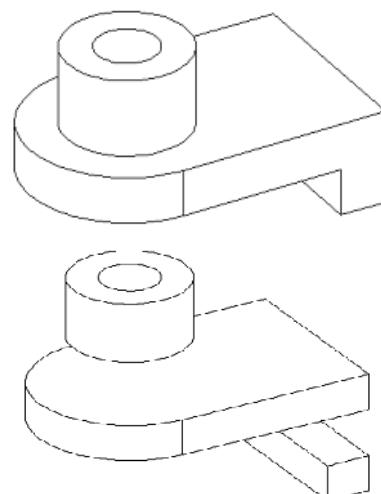
Os recursos podem ser classificados como: **Esboço de Recursos ou Recursos Aplicados**.

- **Esboços de Recursos:** gerados a partir de um desenho em 2D (**Sketch - Esboço**). Geralmente um esboço é transformado em um sólido através de saliências (extrusões), revoluções, varreduras ou lofts.
- **Recursos Aplicados:** são criados diretamente no modelo sólido. Arredondamentos e chanfros são exemplos de recursos aplicados.

O SolidWorks mostra graficamente a estrutura dos recursos do modelo através de uma janela especial chamada de **Gerenciador de Recursos (FeatureManager)**. O **Gerenciador de Recursos** permite a completa edição de todo o processo de criação das mesmas. Nos capítulos subsequentes você verá mais detalhes sobre o **Gerenciador de Recursos**.

Para ilustrar o conceito de modelagem baseada em recursos, considere as peças ao lado:

Esta peça pode ser visualizada como uma coleção de diversos recursos - alguns que adicionam materiais, como saliências cilíndricas, e outros que removem materiais, como o furo cego. Se formos mapear os recursos individuais para a sua correspondente listação na árvore de modelamento do **Gerenciador de Recursos (FeatureManager)**, ela teria o seguinte aspecto:





• Modelagem Paramétrica

As dimensões e relações usadas para criar um recurso são capturadas e armazenadas no modelo. Isto não somente lhe habilita a capturar o seu projeto de intenção (design intent), mas também permite que você rápida e facilmente faça mudanças no modelo.

- **Dimensões Válidas (Driving Dimensions):** estas são as dimensões usadas durante a criação do recurso. Elas incluem as dimensões associadas com a geometria do esboço, bem como aquelas associadas com o próprio recurso.
- **Relações:** incluem informações como paralelismo, tangência e concentricidade, entre outras.

• Modelagem de Sólidos

Um modelo sólido é o mais completo tipo de modelo geométrico usado em sistemas CAD. Ele contém toda a geometria necessária (a grade das linhas e superfícies) para completamente descrever as arestas e faces do modelo. Além disto, o modelo contém informações chamadas topológicas, ou seja, aquelas que correlacionam todas as geometrias da peça. Um exemplo de topologia é ilustrada quando várias faces (superfícies) se encontram formando uma aresta (curva). Este senso de inteligência permite que operações como arredondamento sejam feitas simplesmente selecionando uma aresta e definindo o raio.

• Associatividade

Um modelo sólido é completamente associativo aos desenhos 2D e montagens relacionados. Mudanças no modelo são automaticamente refletidas nos desenhos e montagens associadas. Por outro lado, mudanças nos desenhos e montagens também se refletirão no modelo sólido.

- **Relações (constraints)**

Paralelismo, perpendicularidade, horizontalidade, concentricidade e coincidência são algumas das relações possíveis no SolidWorks. Além disso, equações podem ser usadas para estabelecer relações matemáticas entre diversos parâmetros. Usando relações e equações você garante que conceitos de desenho como furos passantes e igualdade entre raios sejam capturados e mantidos.

- **Intenção do Projeto (Design Intent)**

Intenção do projeto é o seu plano de como o modelo deverá se comportar quando for alterado. Por exemplo, se você modela uma saliência com um furo cego nela, o furo deve se mover quando a saliência for movida. Quando você modela um padrão circular circular de seis furos igualmente espaçados, o ângulo entre eles deverá mudar se você mudar o número de furos para oito.

INTENÇÃO DO PROJETO (DESIGN INTENT)	Para usar um modelador paramétrico com o SolidWorks eficientemente, você precisa considerar a intenção do projeto antes da modelagem. O modo como o modelo é criado dita o modo como ele será modificado. Vários fatores contribuem para a captura da intenção do projeto:
--	--

- **Relações Automáticas (esboço)**

Baseadas em como a geometria é criada, estas relações podem fornecer ligações geométricas comuns entre os objetos, tais como paralelismo, perpendicularidade, verticalidade, entre outras.

- **Equações**

Usadas para relacionar algebraicamente as dimensões. Elas são um modo de forçar alterações na geometria.

- **Relações Adicionais**

São aplicadas ao modelo quando ele é criado e representam um outro modo de conectar diversas geometrias. Algumas dessas relações são concentricidade, colinearidade, entre outras.

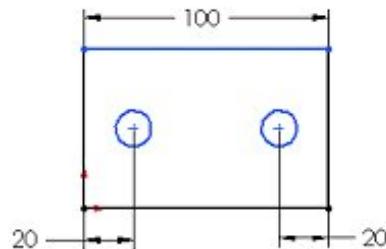
- **Dimensionamento**

O modo em que o **Esboço (Sketch)** é dimensionado irá ter um impacto sobre a intenção do projeto ou desenho (design intent).

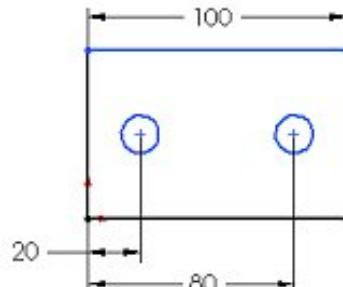
EXEMPLOS DE INTEN- ÇÕES DE PROJETOS

Veja abaixo alguns exemplos de diferentes intenções do projetos.

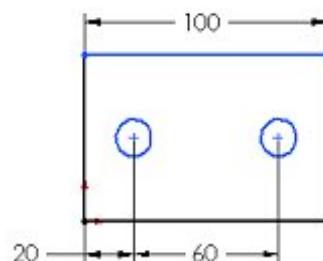
Um esboço dimensionado assim irá manter os furos **20mm** de cada extremidade, independentemente da largura total da peça.
100mm, seja alterada



Este tipo de dimensionamento irá manter os furos posicionados relativamente à esquerda da peça. As posições dos furos não serão alteradas por mudanças na largura da peça.

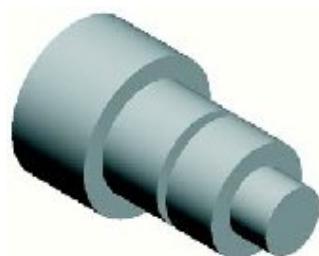


O dimensionamento a partir da aresta e de centro a centro irá manter as distâncias entre os furos sempre constante, independente das mudanças na largura da peça.



Como os Re- cursos afetam a Intenção do Projeto

A intenção do projeto não é afetada somente pela maneira como um esboço é dimensionado. A escolha dos recursos e a metodologia de modelagem também são importantes. Por exemplo, considere o caso de um eixo em estágios simples como mostrado à direita. Existem várias maneiras de uma peça como ser construída.



A abordagem "Camada de Bolo"

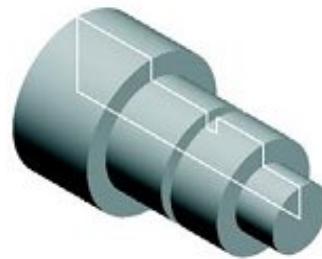
A abordagem camada de bolo constrói a peça pedaço por pedaço, adicionando cada camada, ou recurso, a anterior, da seguinte maneira:



A alteração na espessura de uma camada possui um efeito em cascata, mudando a posição de todas as outras camadas que foram criadas após esta.

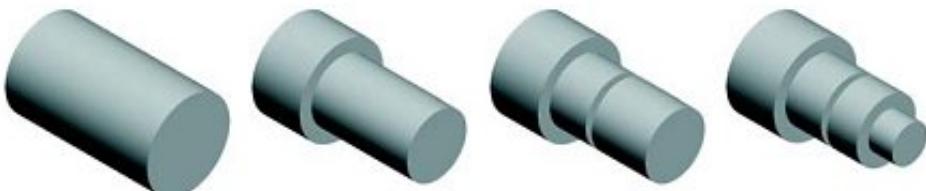
A abordagem "Por Revolu- ção"

A abordagem por revolução constrói a peça como um recurso simples, de revolução. Um esboço simples representando a seção transversal contém todas as informações e dimensões necessárias para tornar a peça como um recurso. Embora esta abordagem possa parecer muito eficiente, ter todas as informações do projeto contidas em um único recurso limita a flexibilidade e pode tornar as alterações impraticáveis.



A abordagem de Fabricação

A abordagem de fabricação para modelagem imita o modo pelo qual a peça seria fabricada. Por exemplo, se este eixo com vários estágios foi torneado em um torno mecânico, você começaria com uma peça do estoque de barras e removeria o material usando uma série de cortes.



Paradigma Objeto/Ação

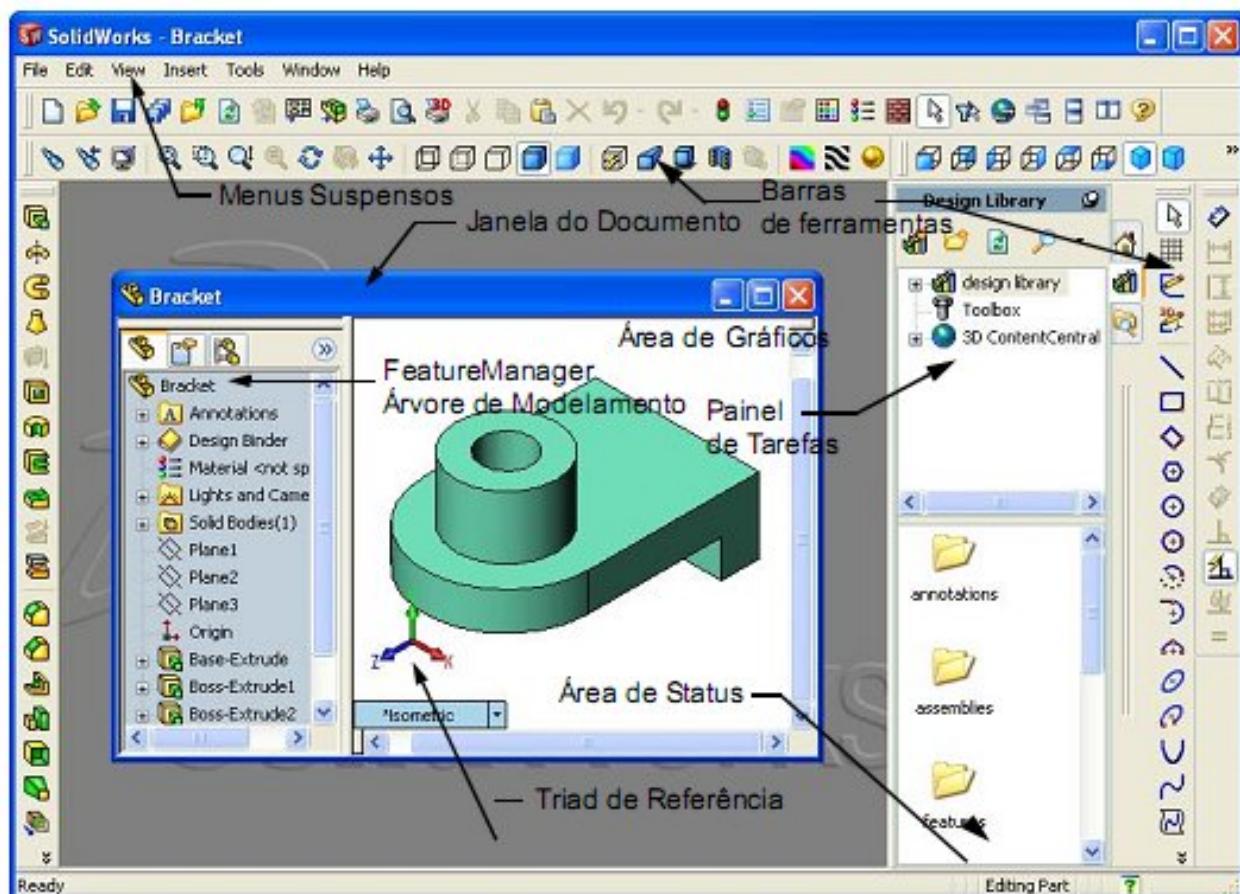
O SolidWorks emprega o paradigma objeto/ação para interação entre o software e o usuário. Isto significa que você seleciona o objeto(s) que você deseja trabalhar e então executa o comando. Isto está de acordo com os padrões de trabalho no windows. Por exemplo, no processador de texto Word, você seleciona o texto e então clica o ícone para torná-lo Negrito. No SolidWorks, você seleciona as arestas de um modelo, especifica um valor para o raio e então executa o comando inserir raio (insert fillet) para arredondar as arestas.

• Ícones não Selecionáveis

Algumas vezes você irá notar comandos, ícones e opções de menu acinzentados e não selecionáveis. Isto ocorrá quando você está trabalhando em um ambiente impróprio para aquela opção. Por exemplo, se você estiver trabalhando em um esboço (modo **Editar Esboço**), você terá total acesso a todas as ferramentas do esboço. Entretanto, você não poderá selecionar ícones como raio ou chanfro na barra de ferramentas de Recursos. Por outro lado, quando você estiver no modo de edição de recursos, você poderá acessar estes ícones porém as ferramentas de esboço estarão em cinza ou não selecionáveis. Isto facilita a vida dos usuários menos experientes, permitindo a escolha das ferramentas apropriadas e bloqueando as inapropriadas.

A Interface do SolidWorks

A interface do SolidWorks é a interface do próprio Windows e se comporta da mesma maneira que outras aplicações para Windows. Alguns dos mais importantes aspectos desta interface são identificados abaixo:



Menus

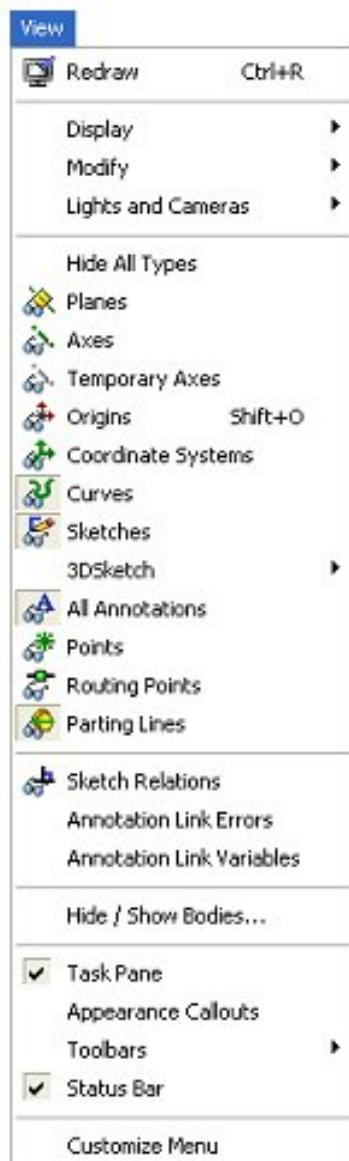
Os menus dão acesso a todos os comandos que o software SolidWorks oferece.

Quando um item do menu tem uma seta apontando para a direita como ilustrado a seguir:

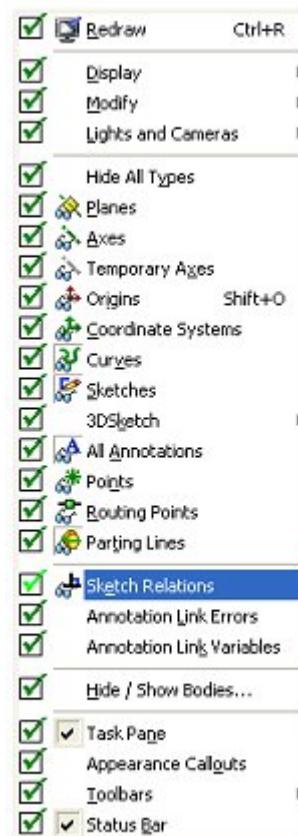
 , significa que há um submenu associado a esta opção.

Quando um item do menu é seguido por uma série de pontos como ilustrado a seguir:

 , significa que a opção abre uma caixa de diálogo com opções ou informações adicionais.



Quando o item **Organizador Menu** é selecionado, cada item é apresentado com uma caixa de seleção. Ao desmarcar a caixa de seleção, ocorre a remoção do item associado ao menu.



Barras de Ferramentas (TOOLBARS)

As barras de ferramentas são as maneiras mais rápidas de acessar os comandos mais utilizados. As barras de ferramentas são organizadas de acordo com a função e você pode organizar-las removendo ou rearranjando os comandos de acordo com suas necessidades. As principais barras de ferramentas são:

Exemplo de Uma Barra de Ferramentas (Tools)

A seguir, um exemplo de barra de ferramentas, neste caso a barra de ferramentas Standard. Esta barra de ferramentas contém as funções mais comumente usadas, como abrir documentos novos ou existentes, salvar documentos, imprimir, copiar e colar objetos, desfazer, refazer e ajuda.

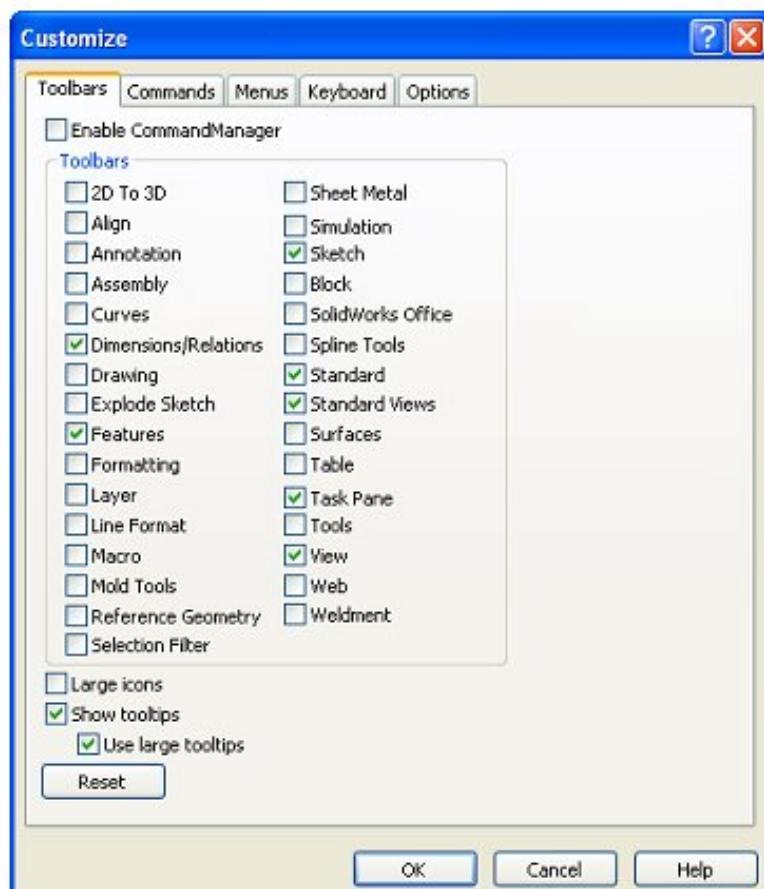


Tornando as Barras de Ferramentas Visíveis

Você pode ativar ou desativar as barras de ferramentas usando um desses três métodos:

- Clique em **Ferramentas (Tools)**, **Organizador (Customize)**.

Na página de **Barras de Ferramentas (Toolbars)** clique nas caixas de seleção para selecionar cada barra de ferramentas que deseja exibir. Desmarque as caixas de seleção das barras de ferramentas que deseja ocultar.

**Nota**

Para acessar **Ferramenta, Organizador**, um documento deve estar aberto. A guia **Comando (Commands)** também pode ser usada para adicionar ou remover ícones das barras de ferramentas.

Personalização do Fluxo de Trabalho

As barras de ferramentas podem ser ativadas e desativadas por indústria usando **Work Flow Customization** na guia **Options**. Várias indústrias estão disponíveis.

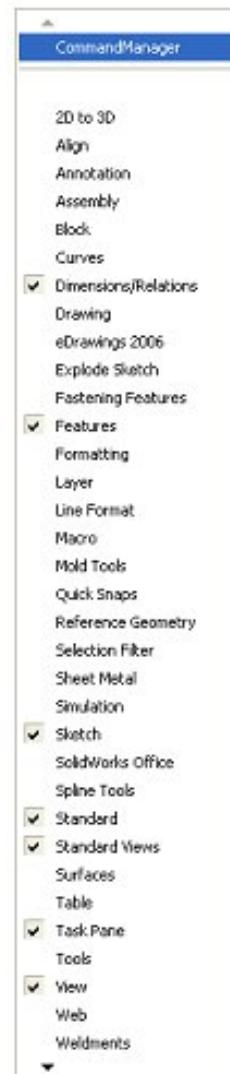


- Clique com o botão direito do mouse na área de barra de ferramentas da janela do SolidWorks.

Marcas de seleção indicam que as barras de ferramentas estão visíveis no momento. Desmarque as marcas de seleção das barras de ferramentas que deseja ocultar.

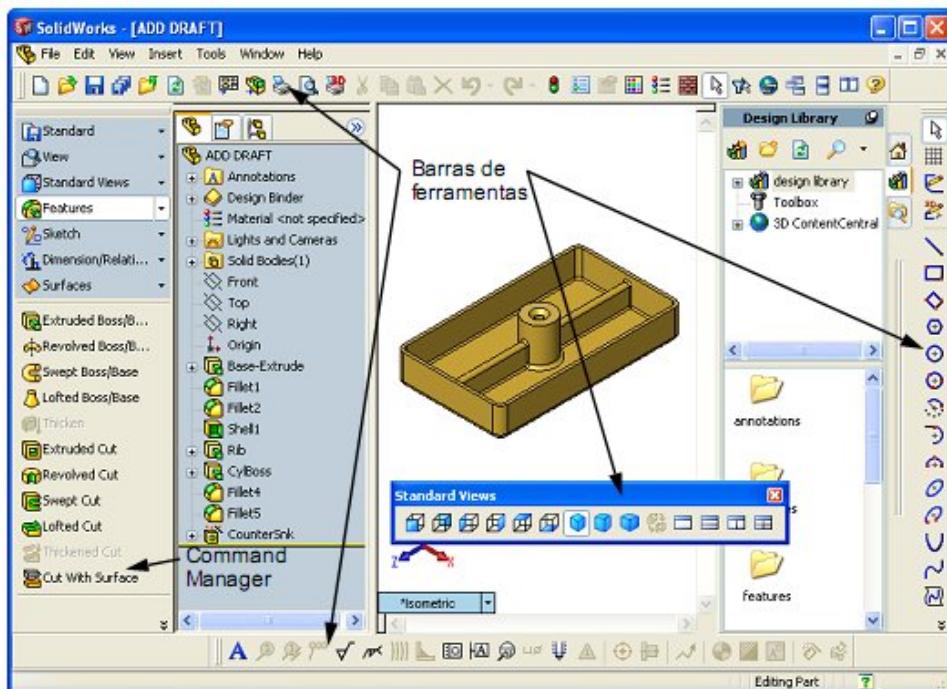
- Clique em View, Toolbars.

A mesma lista de barras de ferramentas é exibida.

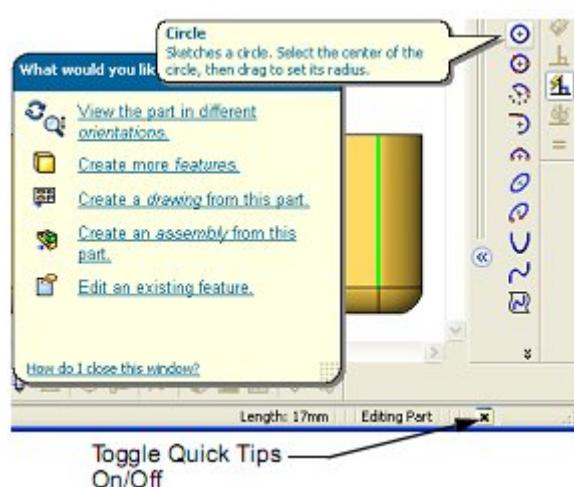


Disposição das Barras de Ferramentas

As barras de ferramentas, incluindo o **Organizador de Comandos**, podem ser organizadas de várias maneiras. Elas podem ser reduzidas ao redor de quatro bordas da janela do SolidWorks ou arrastadas para as áreas de gráficos ou do **Organizador de Recursos**. Estas posições são "lembadas" ao sair do SolidWorks, assim na próxima vez que iniciar o SolidWorks, as barras de ferramentas estarão onde você as deixou. A seguir, está mostrada uma das organizações.

**Dicas Rápidas**

É parte do sistema de ajuda on-line. Aparece a pergunta "What would you like to do?" (O que gostaria de fazer?) e fornece respostas típicas com base na tarefa atual. Clicando em uma resposta, a barra de ferramentas e o ícone requerido são destacados para efetuar a tarefa.

**Árvore de Modelamento (Organizador de Recursos)**

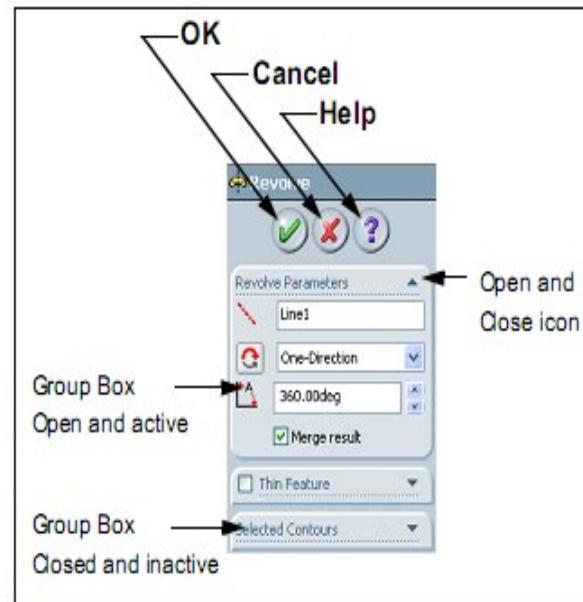
A árvore de modelamento **Organizador de Recursos** (FeatureManager) é uma peça exclusiva do software SolidWorks que exibe visualmente todas os recursos (features) em uma peça ou montagem. Conforme os recursos forem criados, eles são adicionados à árvore de modelamento, **Organizador de Recursos**. Como resultado, a árvore de modelamento, **Organizador de Recursos**, representa a seqüência cronológica de operações de modelagem. A árvore de modelamento, **Organizador de Recursos** (FeatureManager), também permite o acesso a edição dos recursos (features – objetos - etapas) que ela contém.

Menus do Organizador de Recurso

Muitos comandos do SolidWorks são executados por meio de menus do PropertyManager. Os menus do PropertyManager ocupam a mesma posição na tela que a árvore de modelamento FeatureManager e a substitui quando estiverem sendo usados. O esquema de cores e a aparência dos menus do PropertyManager podem ser modificados por meio de Tools, Options, Colors. Para obter mais informações, consulte a ajuda on-line do SolidWorks.

A fila superior de botões contém os botões padrão **OK**, **Cancel** e **Help**.

Abaixo da fila **Group Boxes** que contêm as opções relacionadas. Elas podem ser Abertas (expandidas) ou fechadas e, em muitos casos, ativadas ou desativadas.



O que é sobre o Organizador de Recursos?

O Command Manager é um conjunto de barras de ferramentas preparado para ajudar o usuário novato que trabalha sozinho, na execução de tarefas específicas. Por exemplo, a versão da peça da barra de ferramentas tem dois agrupamentos principais: **Recursos** e **Esboços** (**Features** e **Sketches**). Listados como botões na parte superior.

Este manual básico não usará a barra de ferramentas Command Manager. Ao invés disso, usará o conjunto de barra de ferramentas padrão mais geral.



Painel de Tarefas (Taskpane)

A janela Task Pane é usada para abrigar as opções **SolidWorks Resources** , **Design Library** e **File Explorer** . A janela aparece à direita por padrão, mas pode ser movida e redimensionada. Pode ser **aberta/fechada** , presa ou movida de sua posição padrão no lado direito da interface.



Abrir Laboratórios Design Library

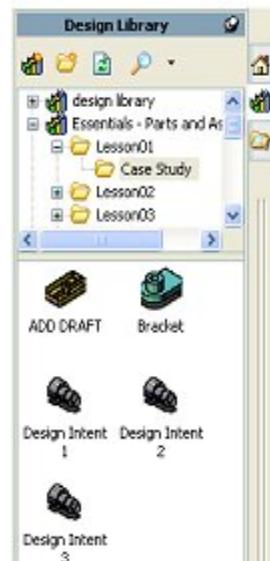
Você pode abrir peças e montagens necessárias para os exercícios de laboratório usando a biblioteca de projetos. Adicione os arquivos de aula à biblioteca de projetos usando este procedimento.

- **Abra Task Pane e Design Library.**
- **Clique em Add File Location**

Selecione a **pasta** Essentials - Parts and Assemblies **usadas nos arquivos de aula**. Ela deve ser encontrada sob a **pasta** SolidWorks 20xx Training Files.

- **Clique em OK.**

Clique duas vezes no ícone da peça ou montagem na **Design Library** para abri-la.



LIÇÃO 2 (Modelagem Sólida Básica)

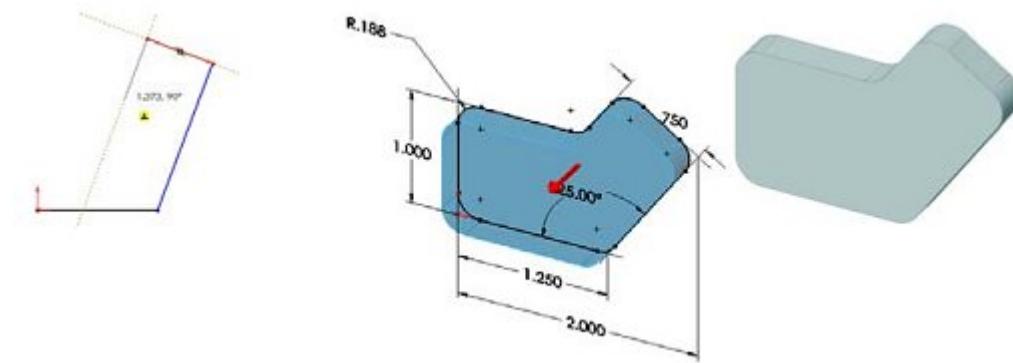
Introdução/Conceitos

Após a conclusão deste exercício, você estará preparado para:

- Criar uma nova peça.
- Inserir um novo esboço.
- Adicionar geometria ao esboço.
- Estabelecer relações de esboço entre as partes da geometria.
- Entender o estado do esboço.
- Usar as ferramentas de esboço para adicionar chanfros e raios.
- Extrusão do esboço para um sólido.
- Etc.

Modelar sólidos no SolidWorks é muito simples. O primeiro passo é optar por uma nova peça (part), depois é necessário gerar um esboço [sketch= figura em duas dimensões (2D) que vai dar início à figura em três dimensões (3D)] em um dos planos oferecidos: **Frontal** (Front), **Superior** (Top) e **Direito** (Right). Em seguida verificamos que ferramentas dos recursos (feature) estão habilitadas e escolhemos uma delas para gerar o sólido por: Extrusões, Varreduras, Revoluções e Lofts.

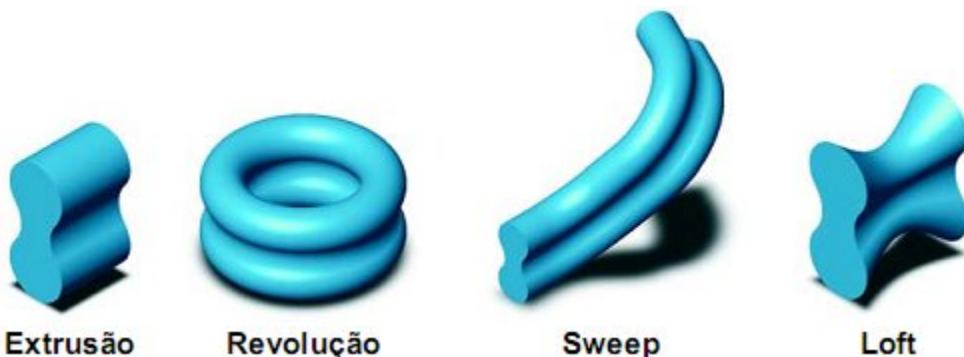
Recursos 2D Esta lição apresenta o esboço 2D, a base de modelagem no SolidWorks.



Os esboços são usados para todos os recursos desenhados no SolidWorks, inclusive:

- | | |
|--------------------|------------------|
| Extrusões | Revoluçãoes |
| Varreduras (Sweep) | Ressalto (Lofts) |

A ilustração a seguir mostra como um dado recurso pode formar a base de diferentes tipos de recursos (features).



Estágios do processo

Cada sketch tem várias características que contribuem para sua forma, tamanho e orientação.

Peça Nova

Peças novas podem ser criadas em polegadas, milímetros ou outras unidades. As peças são usadas para criar e manter o modelo do sólido.

Esboços

Esboços são coleções de geometria 2D usadas para a criação de recursos sólidos.

Geometria dos Esboços

Tipos de geometria 2D, como, por exemplo, linhas, círculos e retângulos que compõem o esboço.

Relações do Esboço

Os relacionamentos geométricos, como, por exemplo, horizontal e vertical são aplicados à geometria do esboço. As relações restringem o movimento das entidades.

Estado do Esboço

Cada esboço tem um estado que determina se está pronto para ser usado ou não. O estado pode ser totalmente definido, subdefinido ou sobre definido.

Ferramentas de Esboço

As ferramentas podem ser usadas para modificar a geometria criada para o esboço. Isto freqüentemente envolve a trimagem ou extensão das entidades.

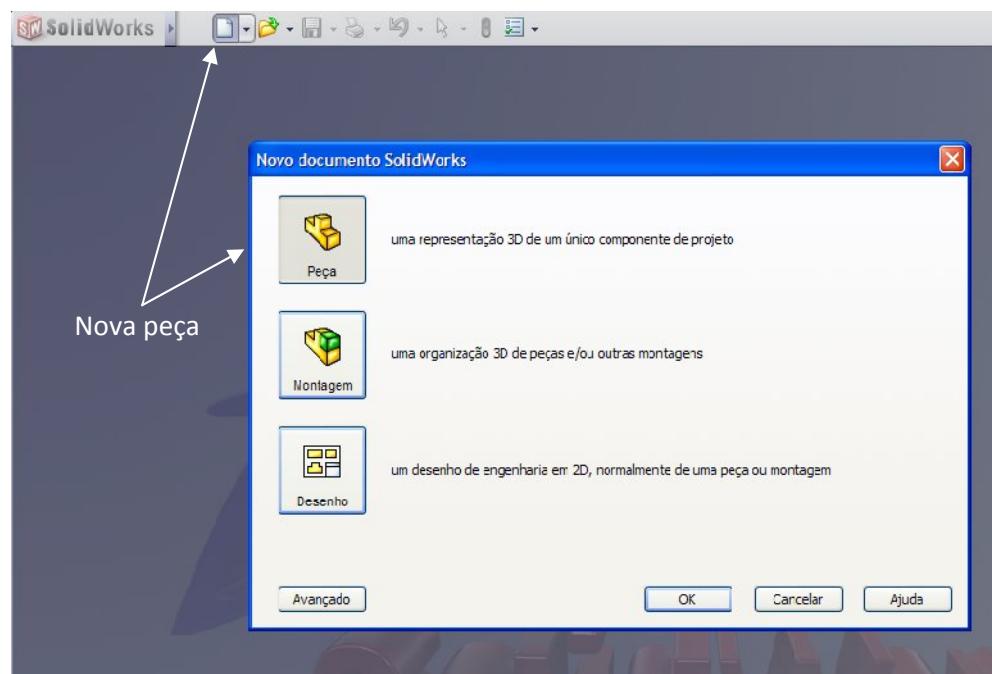
Extrusão do Esboço

A extrusão utiliza o esboço 2D para criar um recurso 3D sólido.

Procedimento O processo nesta lição inclui o esboço e as extrusões. Para começar, uma nova peça é criada.

Peça nova (New Part)

Clique em Novo , ou clique em Arquivo (File), Novo (New) na barra de ferramentas Padrão. Clique no modelo peça (part) na guia da caixa de diálogo Novo Documento SolidWorks e clique em OK.



Esboço

Criar um esboço é o ato de criar um perfil bidimensional composto pela geometria do modelo de arames. Os tipos comuns de geometria são linhas, arcos, círculos e elipses. O esboço é dinâmico, com resultado (feedback) do cursor para torná-lo mais fácil.

Planos

Padrão

Para criar um sketch, você deve escolher um plano no qual aplicar o esboço. O sistema fornece três planos iniciais por padrão (default). São eles: Frontal, Superior e Direito.

Introdução: Novo Esbo- ço

Ao criar um novo esboço, Inserir Esboço abre a ferramenta de esboço no plano atualmente selecionado ou face do plano. Inserir Esboço também pode ser usado para editar um esboço existente.

Após clicar em Inserir, esboço, um plano de referência ou uma face do plano deve ser selecionado. O cursor  aparece indicando que você deve selecionar uma face ou um plano.

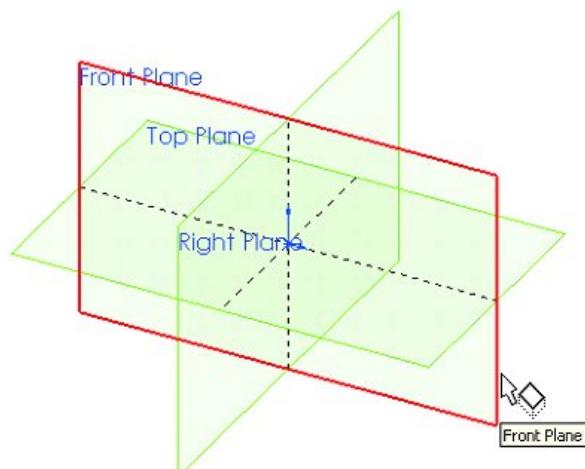
Onde encon- trar

Você pode acessar o comando Inserir Esboço de várias maneiras.

- Na barra de ferramentas **Esboço**, clique na ferramenta .
- Ou, no menu **Inserir**, clique em **Esboço**.
- Ou, com o cursor posicionado em uma face do plano ou plano do modelo, clique com o botão direito do mouse e escolha **Inserir Esboço** no menu de atalhos.

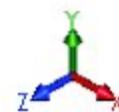
Abrir um novo esboço.

Abra o esboço clicando em ou escolhendo **Esboço** no menu **Inserir**. Isto mostrará todos os três planos padrões para a seleção em uma orientação **Trimétrica**. Uma orientação **Trimétrica** é uma vista ilustrativa orientada, portanto, os três planos mutuamente perpendiculares aparecem desigualmente condensados. Na tela, o plano escolhido será destacado e girado.



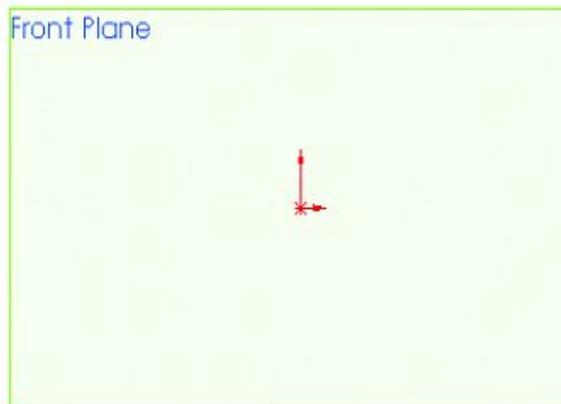
Nota

A Referência Triáde (canto inferior esquerdo) mostra a orientação dos eixos das coordenadas do modelo (X em vermelho, Y em verde e Z em azul) o tempo todo. Isto pode ajudar a mostrar como a orientação da vista foi alterada com relação ao Plano que você está trabalhando.



Esboço Ativo.

O Plano Frontal selecionado gira, portanto, é paralelo à tela. Isto só acontece para o primeiro esboço em uma peça.

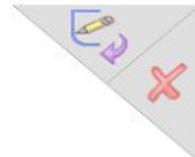


O símbolo  representa a origem do modelo da peça que é a interseção dos eixos X, Y e Z. Está exibido na cor vermelha, o que indica que está ativo.

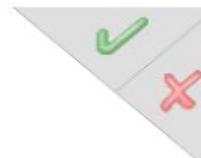
**Introdução:
Canto de
Confirma-
ção**

Quando muitos comandos do SolidWorks estão ativos, um símbolo ou um conjunto de símbolos aparece no canto superior direito da área de gráficos. Esta área é chamada Canto de Confirmação (Confirmation Corner).

Quando um esboço está ativo, ou aberto, o canto de confirmação exibe dois símbolos. Um parece um esboço. O outro é um X vermelho. Estes símbolos dão um lembrete visual de que você está ativo em um esboço. Clicando no símbolo do esboço, ocorre à saída do mesmo e o salvamento das alterações.



Clicando no X vermelho, ocorre a saída do esboço e a desconsideração das alterações.



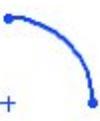
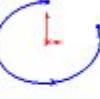
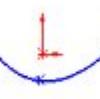
Quando outros comandos estiverem ativos, o canto de confirmação exibe uma marca de verificação e um X. A marca de verificação executa o comando atual. O X cancela o comando.

**Entidades
de Esboços**

O SolidWorks oferece uma rica variedade de ferramentas de esboços para a criação da geometria do perfil. Nesta lição, serão usados diversos formatos básicos.

**Geometria
do Esboço**

A tabela a seguir lista as entidades básicas de esboço que estão disponíveis por padrão na barra de ferramentas Esboço (sketch).

Entidade do Sketch	Botão da Barra de Ferramentas	Exemplo de Geometria
Line		
Circle		
Centerpoint Arc		
Tangent Arc		
3 Point Arc		
Ellipse		
Partial Ellipse		
Parabola		
Spline		

Entidade do Sketch	Botão da Barra de Ferramentas	Exemplo de Geometria
Polygon		
Rectangle		
Parallelogram		
Point		*
Centerline		

Mecânica do Esboço

EXERCÍCIO 1

Para a geometria do esboço (sketch), podem ser usadas duas técnicas:

Clicar-Clicar (Clicar – Click)

Posicione o cursor onde você deseja que a linha comece. Clique (pressione e solte) o botão esquerdo do mouse. Mova o cursor para onde você deseja que a linha termine. Uma pré-visualização da entidade de esboço (sketch) acompanhará o cursor como um elástico.

Clique no botão esquerdo do mouse pela segunda vez.

Clicar-Arrastar (Click – Drag)

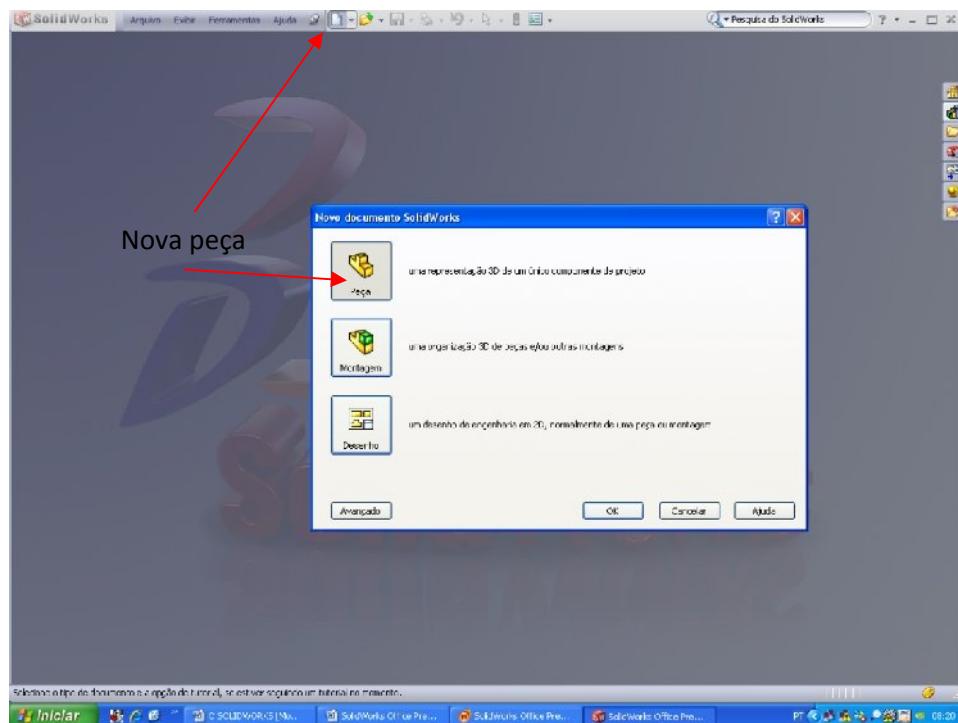
Posicione o cursor onde você deseja que a linha comece.

Mantenha pressionado o botão esquerdo do mouse. Arraste o cursor para onde você deseja que a entidade de sketch termine.

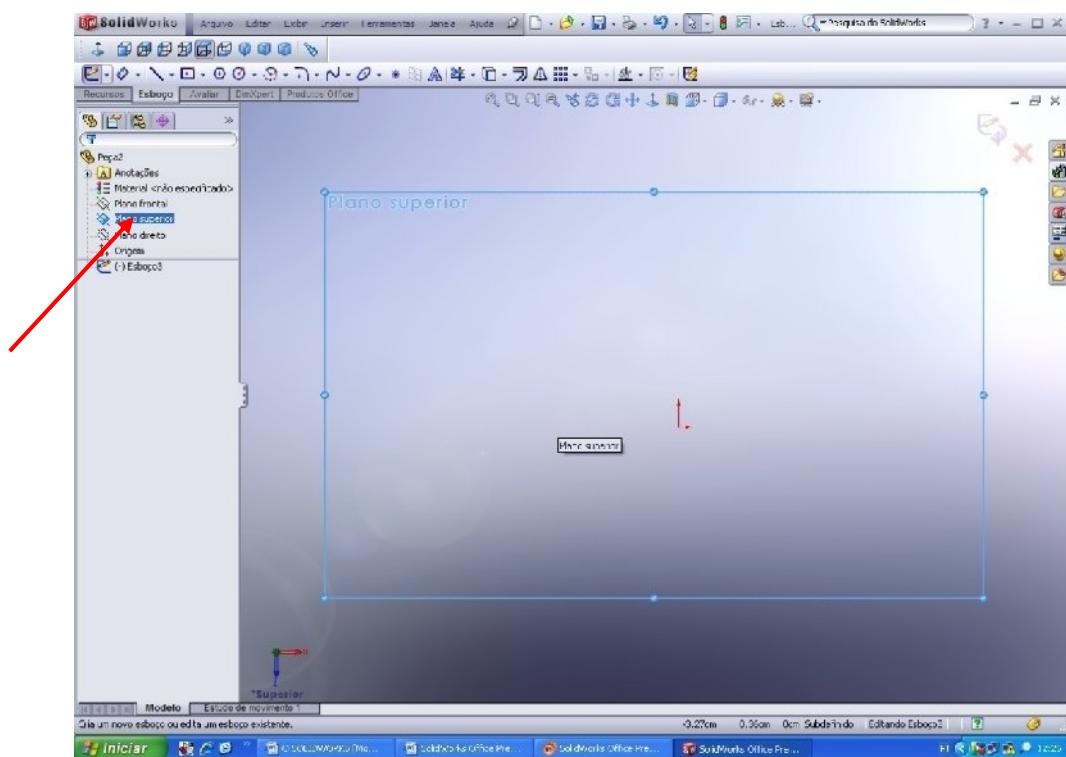
Uma pré-visualização da entidade de esboço (sketch) acompanhará o cursor como um elástico. Solte o botão esquerdo do mouse.

Etapa 1

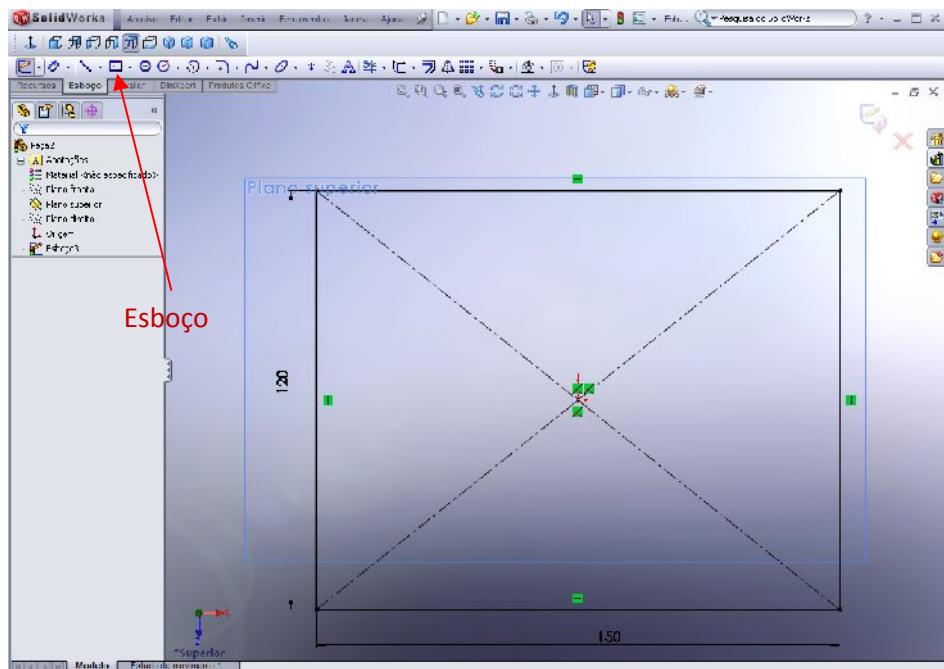
- Abrimos o programa e ao clicarmos em **Novo** escolheremos entre: Peça, Montagem e Desenho. Opte por **Nova Peça**

**Etapa 2**

Selecione um plano inicial para o esboço. Neste exemplo optamos pelo **plano superior**

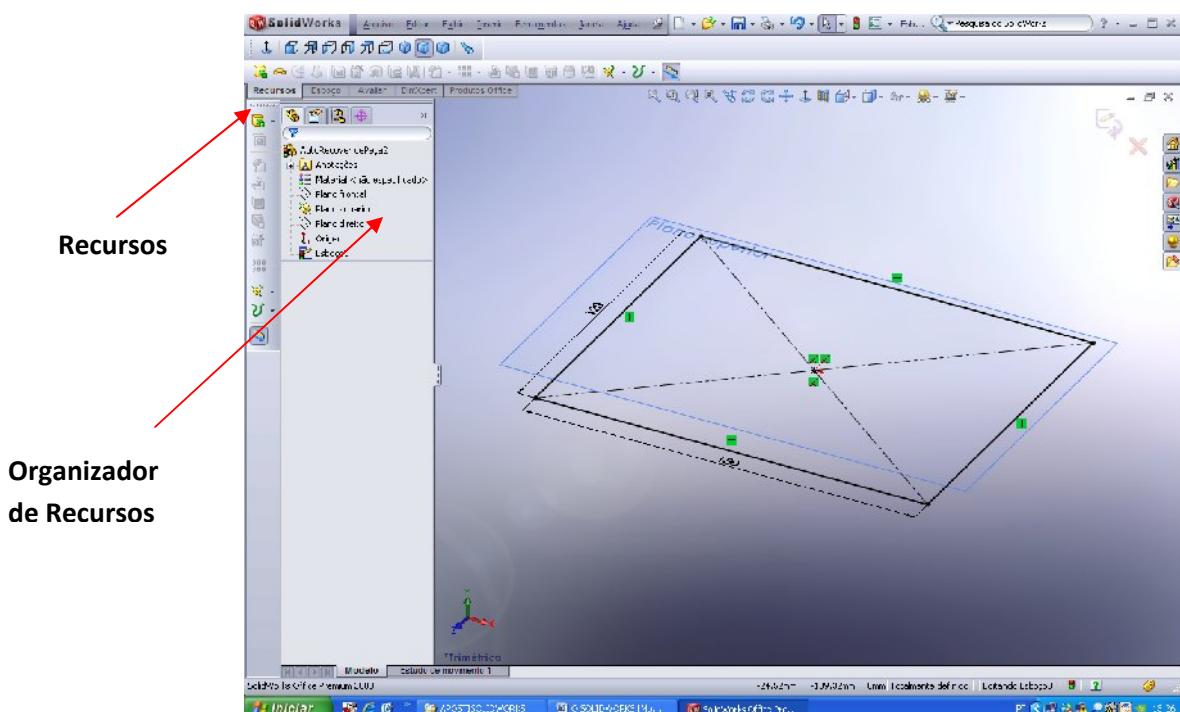


Neste plano já é possível determinar um esboço e gerar uma figura plana inicial que vai dar origem à peça. Neste caso específico geraremos um retângulo de **150x120mm**.

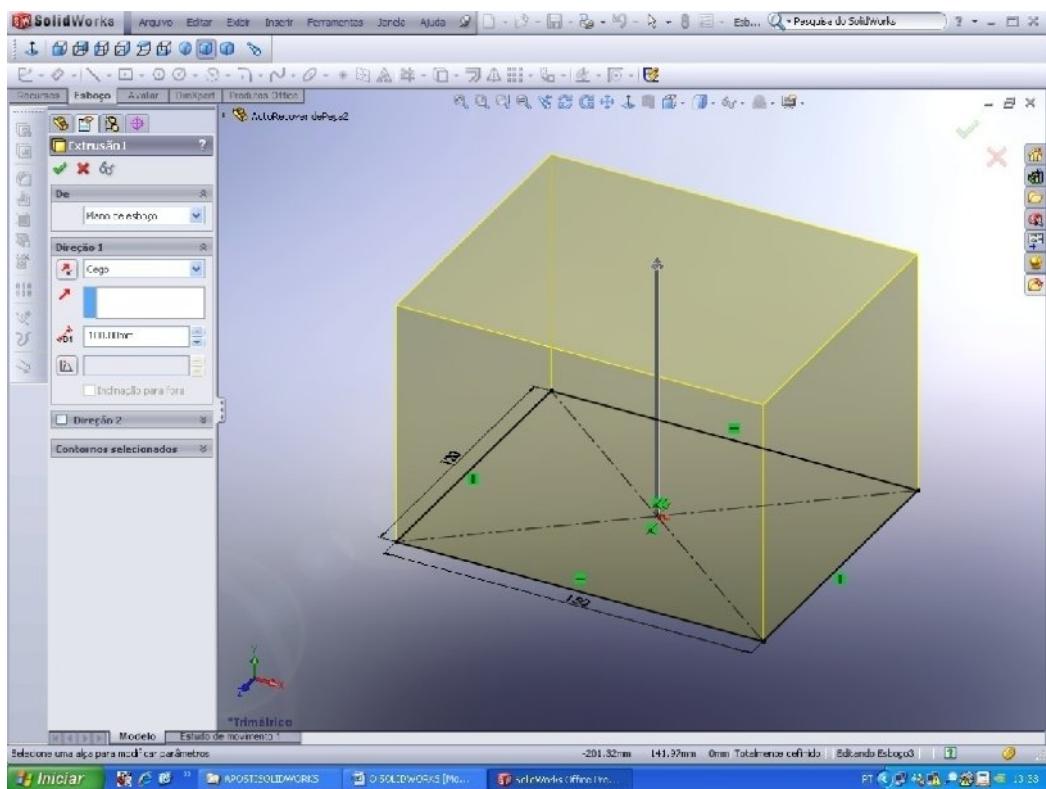


Etapa 3

Agora já é possível construir um sólido em 3D (3 dimensões). Observe que do lado esquerdo da tela está habilitada a ferramenta **Organizadora de recursos**. A ferramenta de extrusão, única habilitada neste caso será a utilizada. Agora extrudaremos o retângulo com **100mm**.

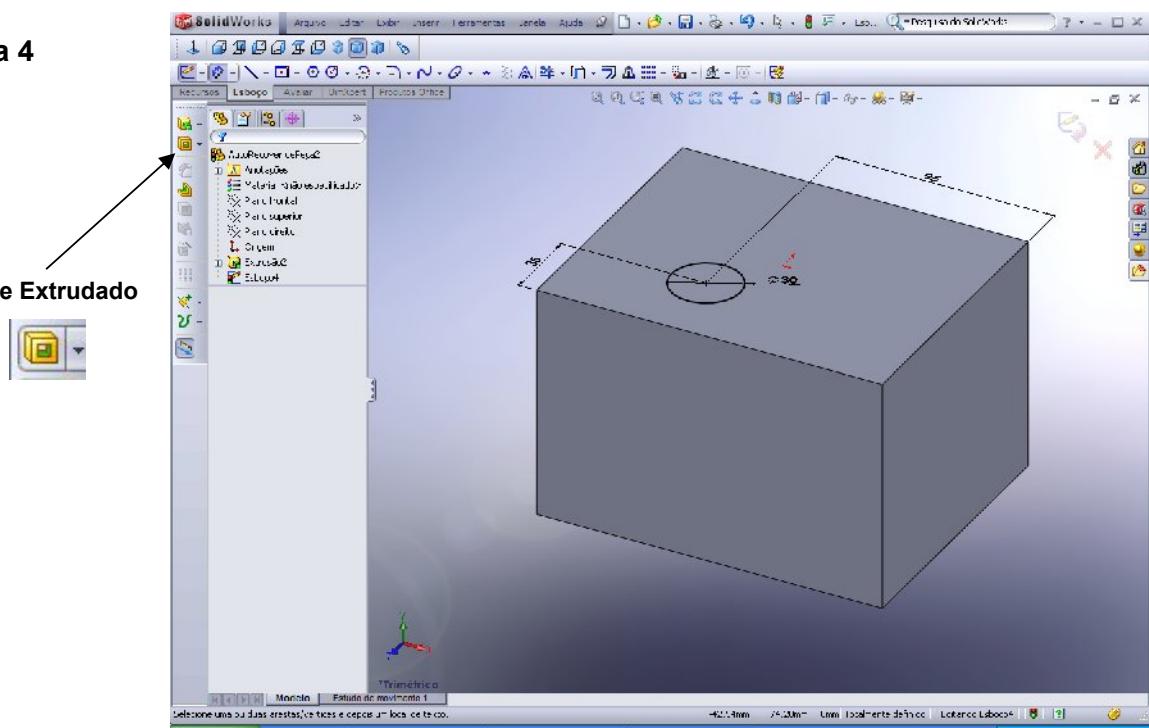


Clique, **OK**. Teremos agora um sólido manipulável no espaço básico

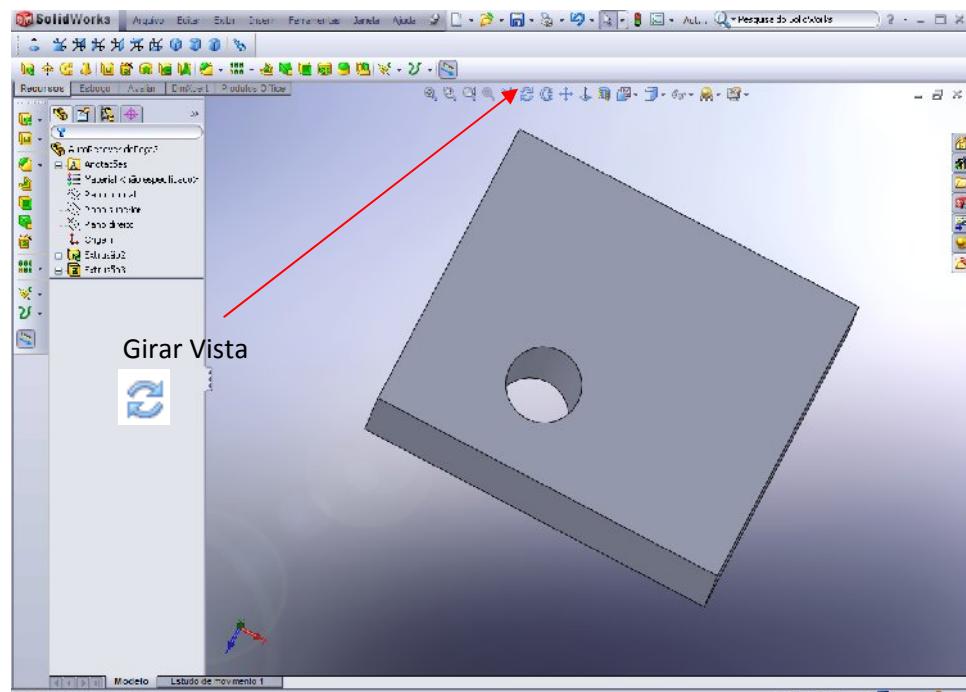


Todas as superfícies planas deste sólido podem servir de base para a geração de novos esboços. Os planos auxiliares iniciais (**Frontal**, **Superior** e **Direito**) também podem ser utilizados. Existe ainda a possibilidade de gerarmos outros planos e diversas ferramentas para tanto. Por enquanto trabalharemos nos planos da peça. Selecionamos a parte superior do nosso paralelogramo, desenhamos uma circunferência com **$\varnothing 30\text{mm}$** , posicionada nas coordenadas **95mm x 35mm**, que dará origem a um orifício. Geraremos o furo utilizando **Corte Extrudado**  , segunda ferramenta de **Recursos** habilitada.

Etapa 4



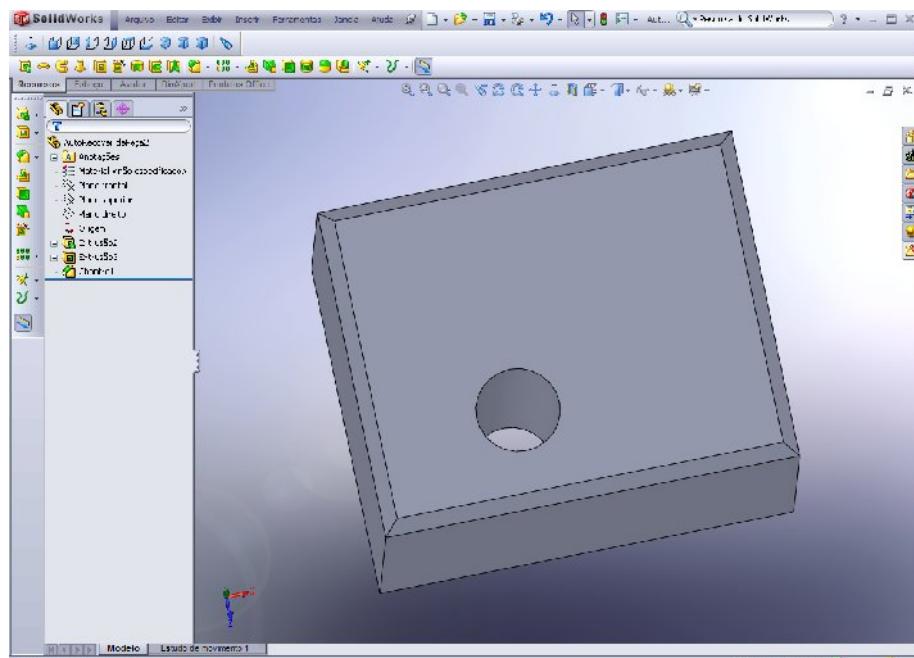
Agora tente manipular no espaço a peça com a ferramenta de rotação **Girar vista** (Rotate View).



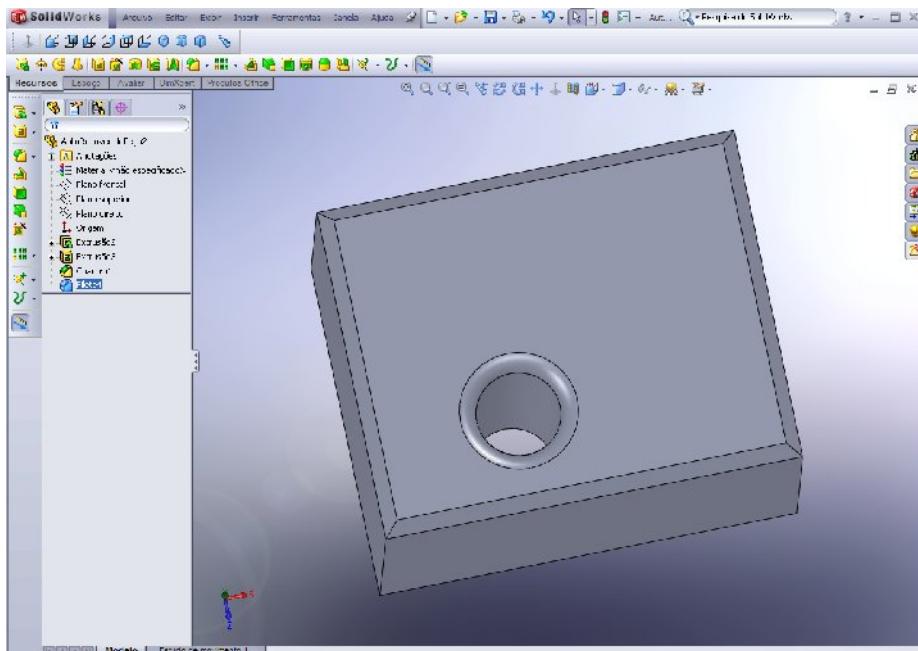
Etapa 5 (Chanfro)

Agora já podemos utilizar as ferramentas de **Recursos** diretas (ferramentas que não dependem da geração de esboços). Todas as ferramentas diretas que podem ser utilizadas já estão habilitadas. No momento só trabalharemos com 4 (quatro delas): **Chanfro**, **Raio**, **Domo** e **Casca**. Primeiro chanfraremos as quinas das faces, na sequência arredondaremos o furo, ambos com **4mm**, em seguida geraremos uma casca de **2mm** de espessura na face oposta.

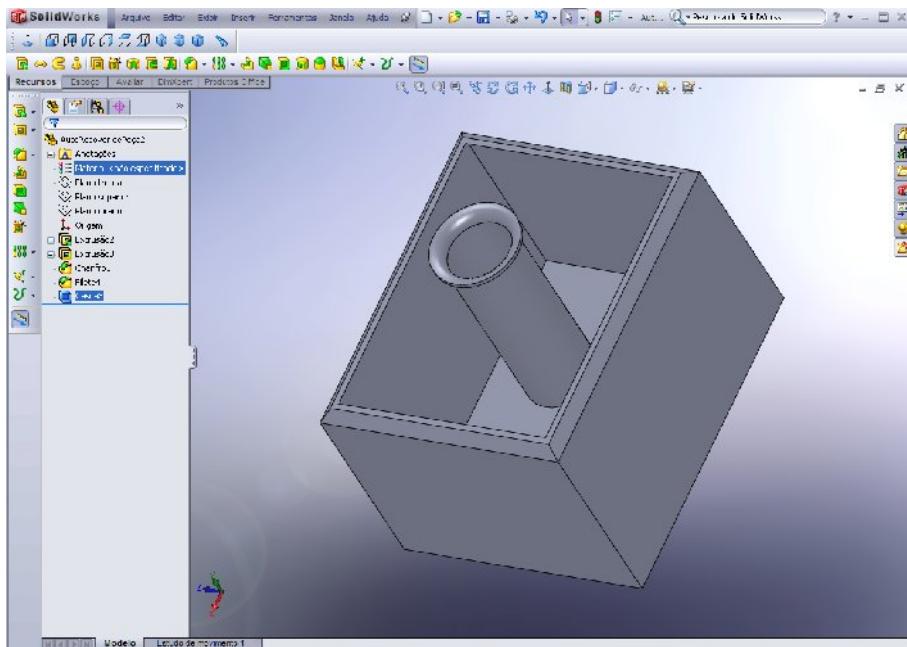
Veja a sequência das figuras.



(Raio)

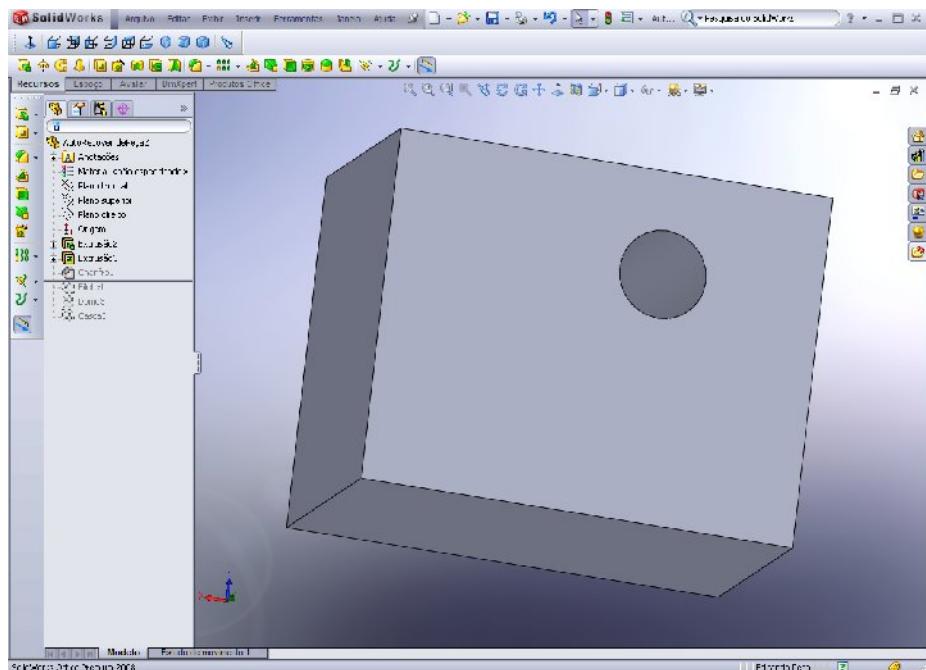
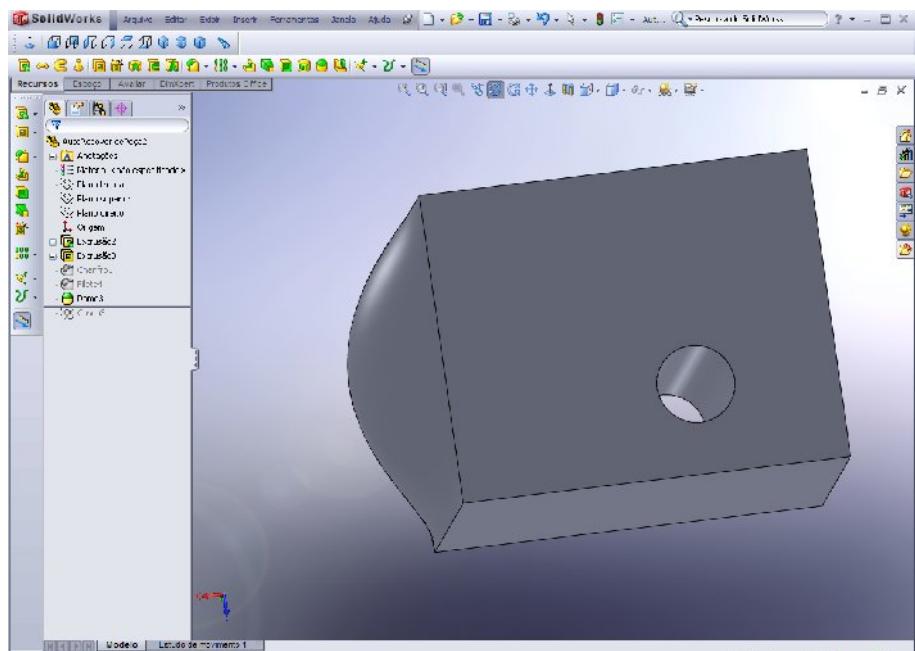


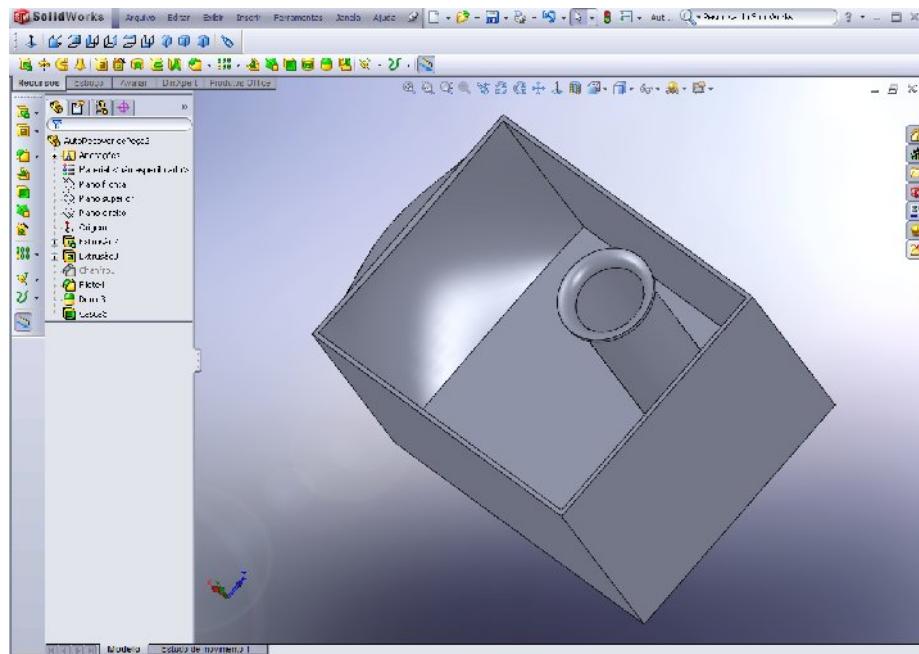
(Casca)



Etapa 6

Vamos agora, voltar ao início do trabalho. Desabilite os **Recursos: Casca, Raio** e **Chanfro**. Vamos criar em uma lateral da peça um **Domo** com 50mm e reabilitar somente os recursos **Casca** e **Raio**. Veja a sequênciа.

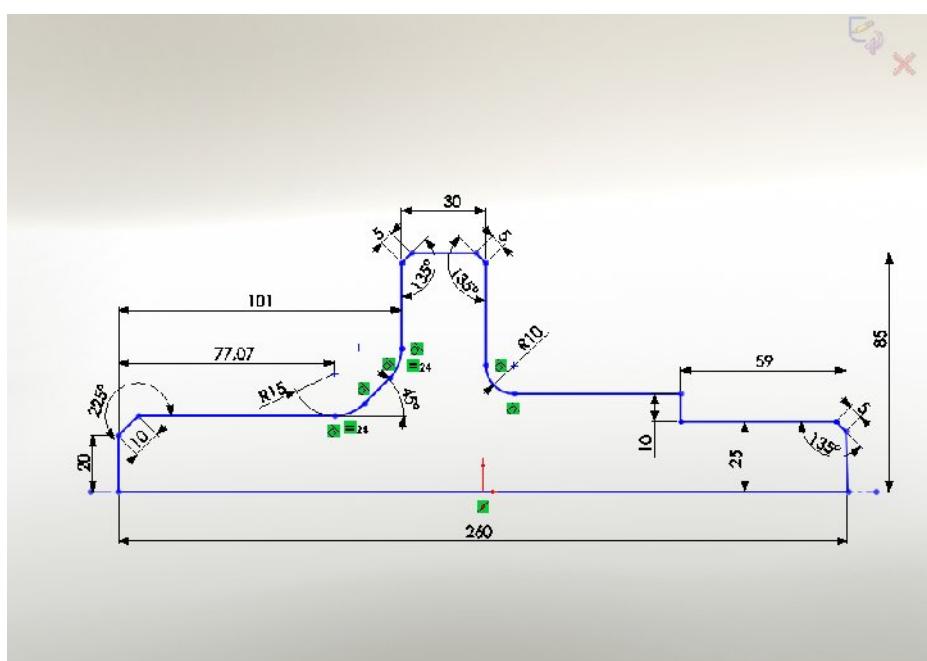
**(Domo)**

**(Casca e Raio
reabilitado)****EXERCÍCIO 2****Etapa 1**

Agora vamos construir uma nova peça, no caso, um eixo escalonado. Existem três formas de abordagem: extrudar por camada de bolo (cilindros sobre cilindros e posteriormente gerar arredondamentos, chanfros, etc.), por revolução (gerar um perfil em torno de uma linha de centro) e fabricação (imitar o modo pelo qual a peça seria fabricada).

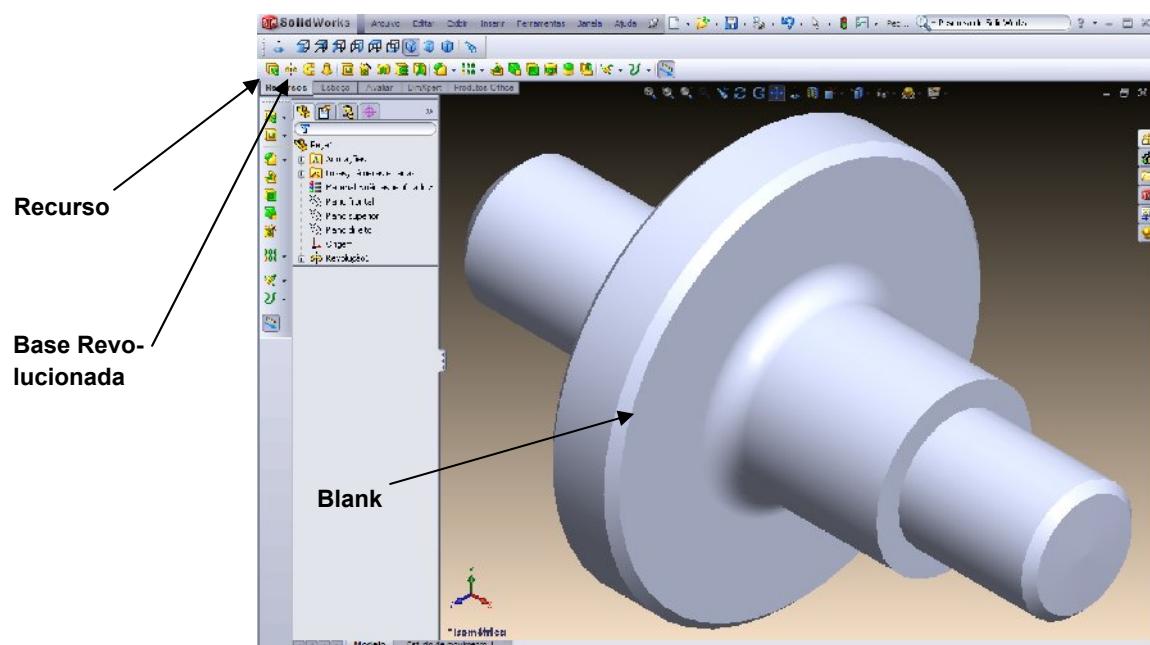
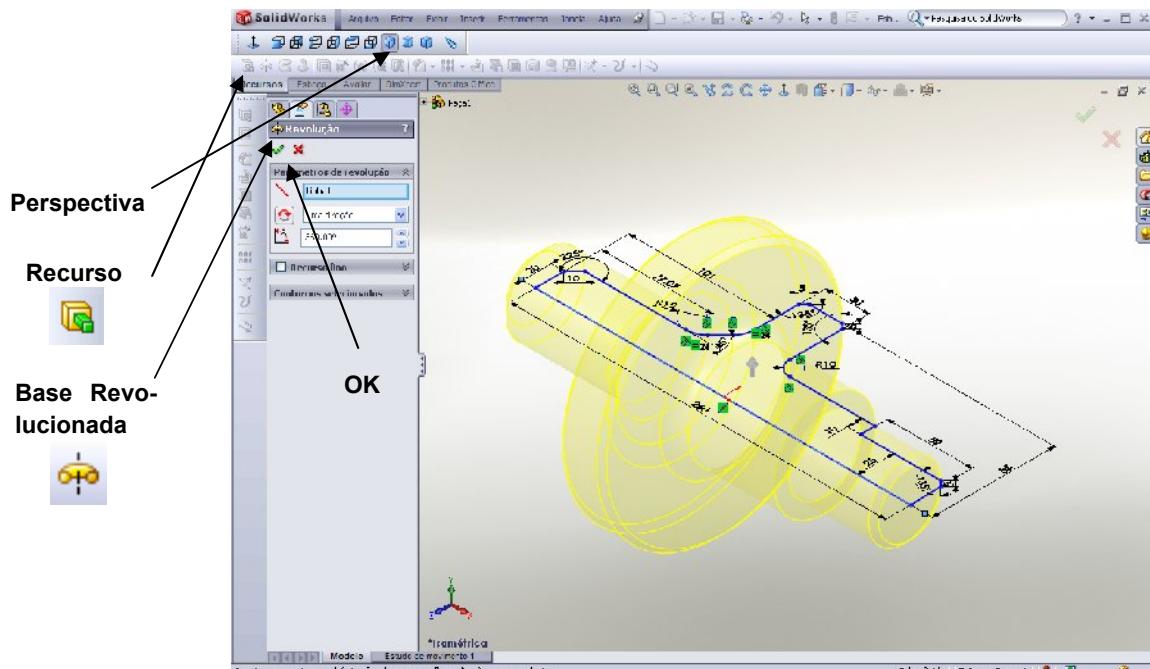
Vamos então determinar o perfil exato do eixo escalonado a ser rotacionado e traçar uma linha de centro. Com a ferramenta **Recurso base revolucionada**, rotacionar o perfil em torno da linha de centro.

Vamos desenhar o perfil a baixo no **Plano Frontal**.

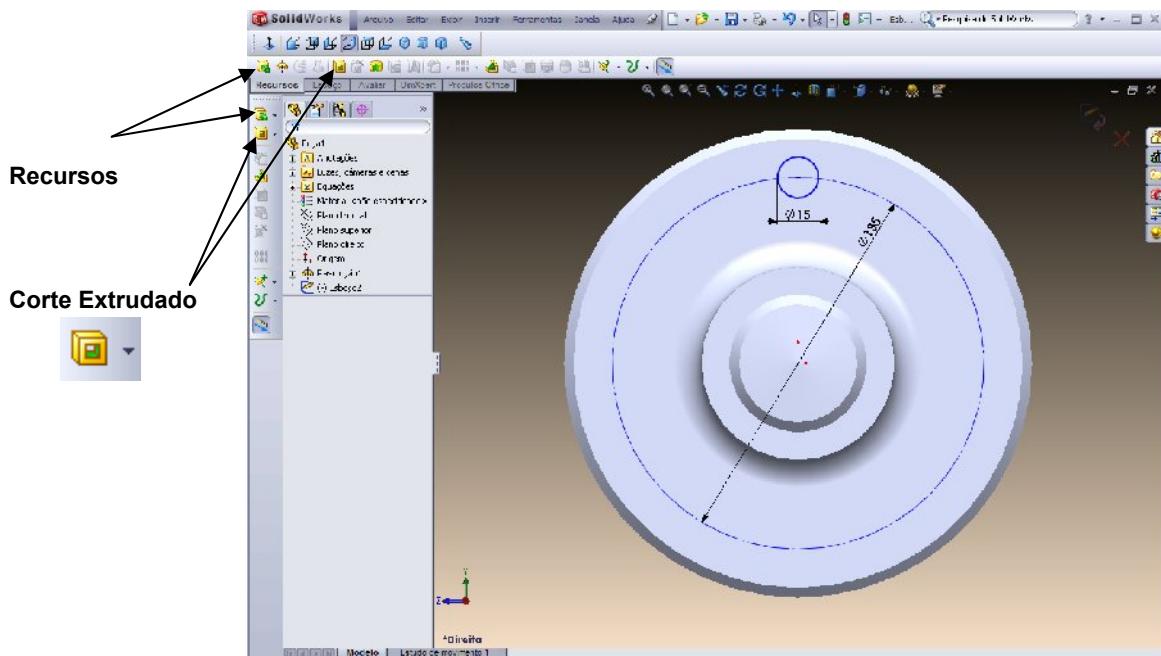


Etapa 2

colocamos o esboço do perfil em perspectiva, acionamos em **Recursos** a ferramenta **Base revolucionada** depois, Ok.

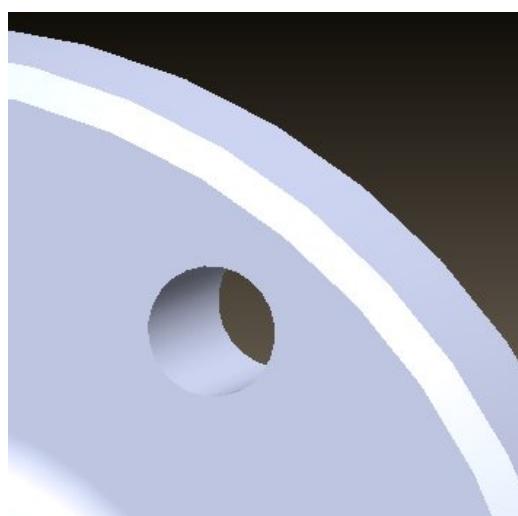
**Etapa 3**

O próximo passo é furar o blank deste eixo. Com esta ferramenta **Recursos** podemos utilizar o **Multiplicador Circular** ou **Padrão Circular** (Circular Pattern) e multiplicar automaticamente o primeiro furo em torno do eixo principal da peça ou **Eixos temporários**. A primeira coisa a fazer é gerar um esboço no plano do blank e gerar a circunferência com o diâmetro desejado e cortar o mesmo.



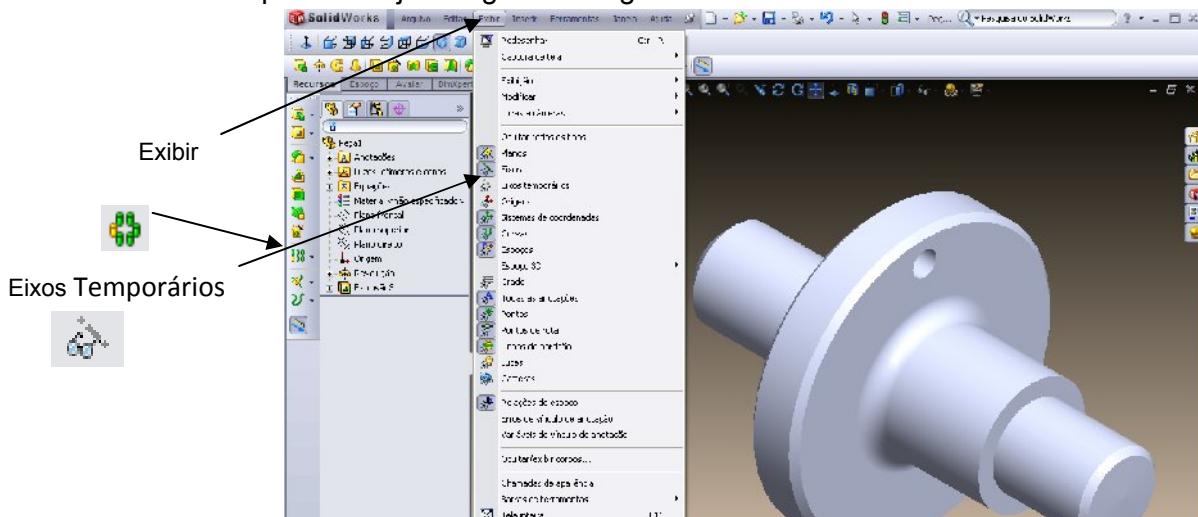
(Furo)

Gerado o esboço do furo ou perfil desejado é só acionar a ferramenta **Corte Extrudado**  em **Recursos**.

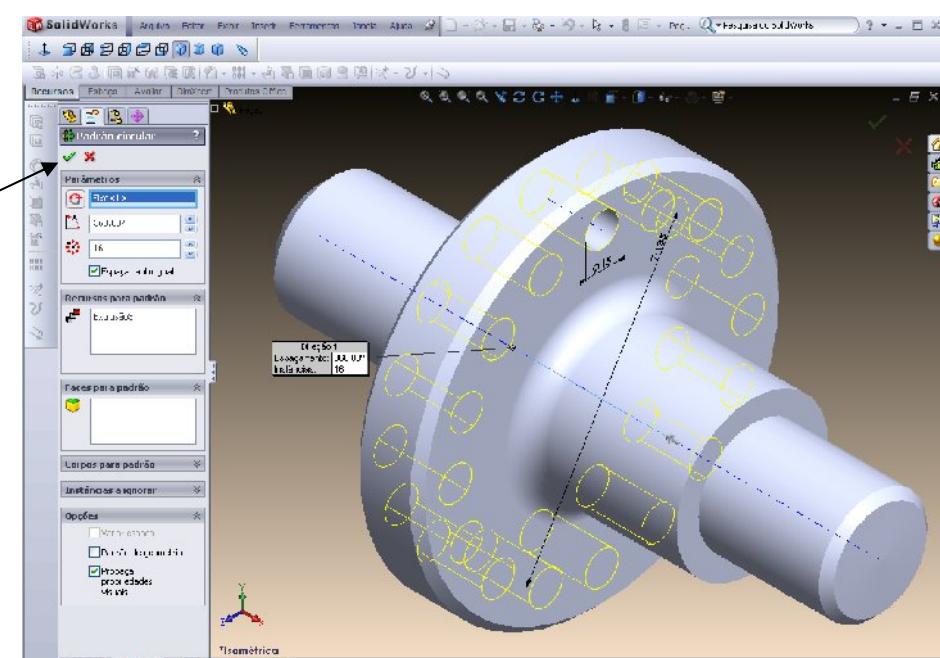


Etapa 4

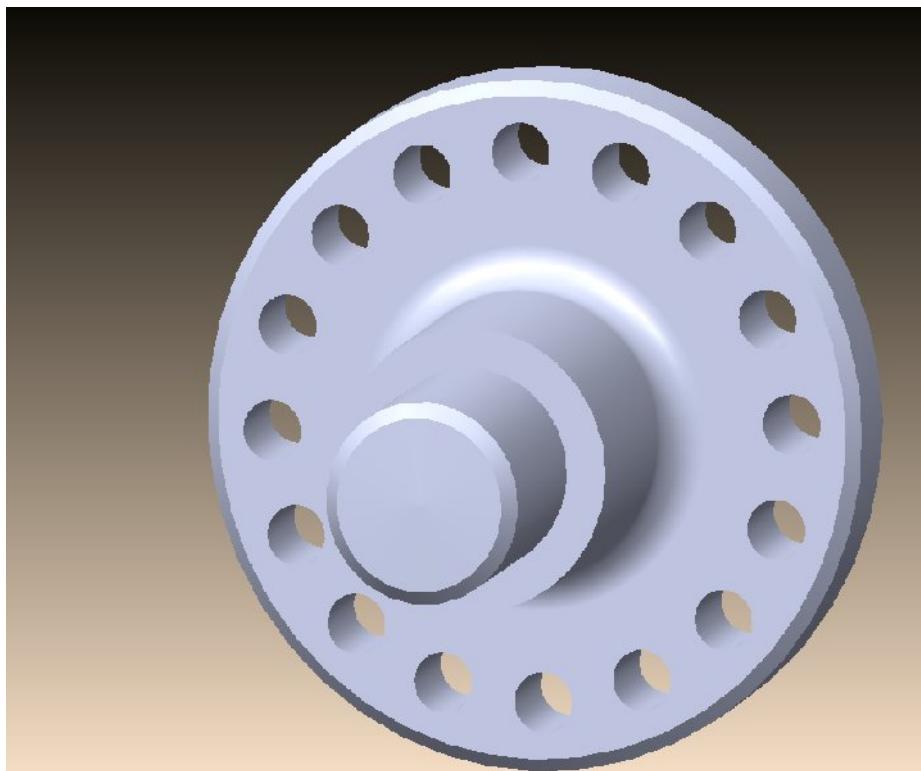
Multiplicar o corte é muito fácil. Primeiro clicamos em **Padrão Circular** ou **Multiplicador Angular** . Basta então que selecionemos o **corte extrudado** que foi executado, o **eixo temporário** que atravessa a peça em toda sua extensão em **Exibir/Eixos Temporários** ou linha de eixo, determinamos o ângulo de rotação, quantificamos o número de cortes e pronto. Veja as figuras a seguir.



Ok



(Multiplicação
Angular)



EXERCÍCIO 3

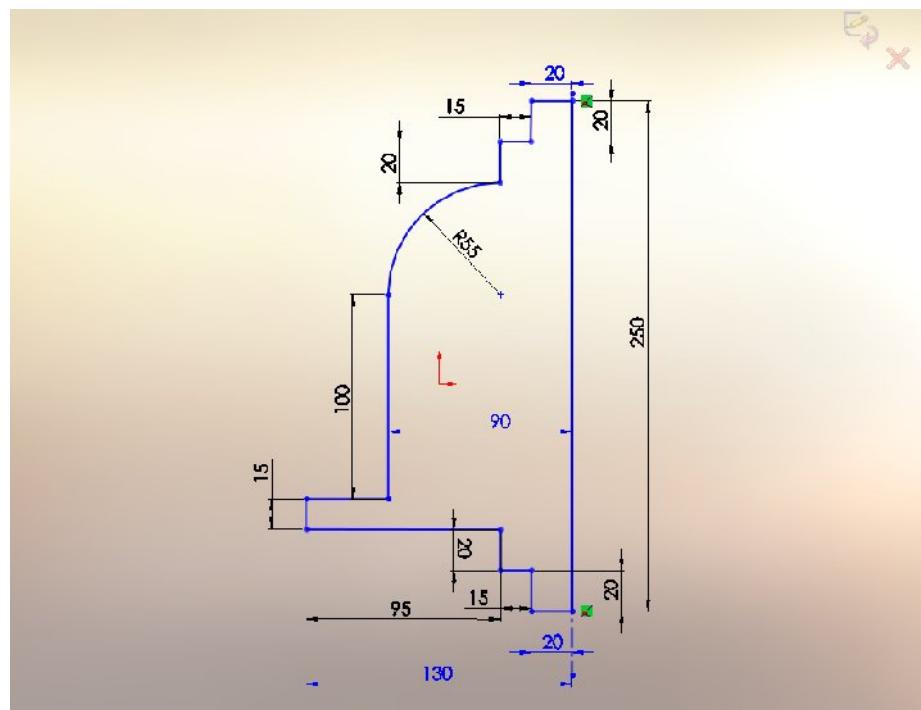
Vamos então determinar o perfil exato da peça a ser rotacionada, traçar uma linha de centro e com a ferramenta **Recursos Base Revolucionada** rotacionar o perfil em torno da linha de centro.

Nesta atividade você aplicará as seguintes ferramentas para criar recursos (features) baseados em perfis:

- Extrusão com Base revolucionada
 - Extrusão
 - Cortar
 - Corte Revolucionado
 - Plano Paralelo
 - Perfil
 - Raio
 - Etc.

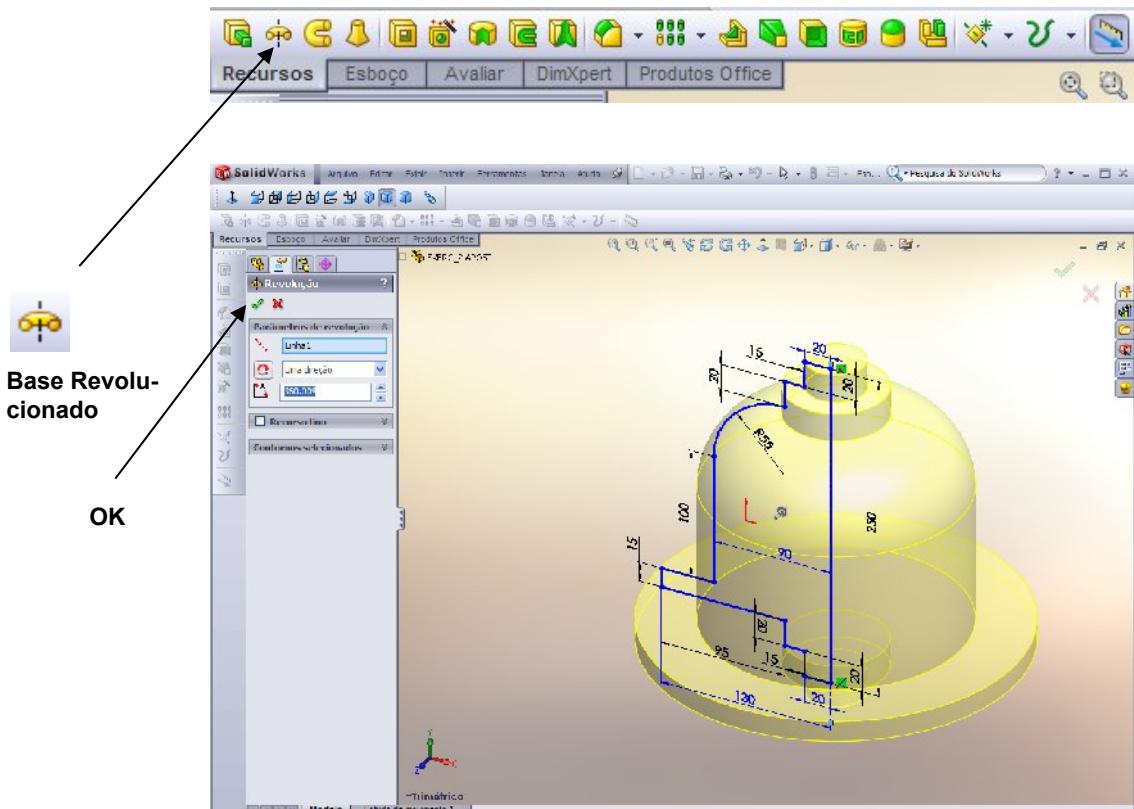
Vamos desenhar o perfil a baixo no **Plano Frontal**.

Etapa 1



Etapa 2

Na barra de ferramentas **Recursos**, clique em  **Base Revolucionado** depois, **OK**, para concluir e excluir o esboço do perfil da geração do sólido.



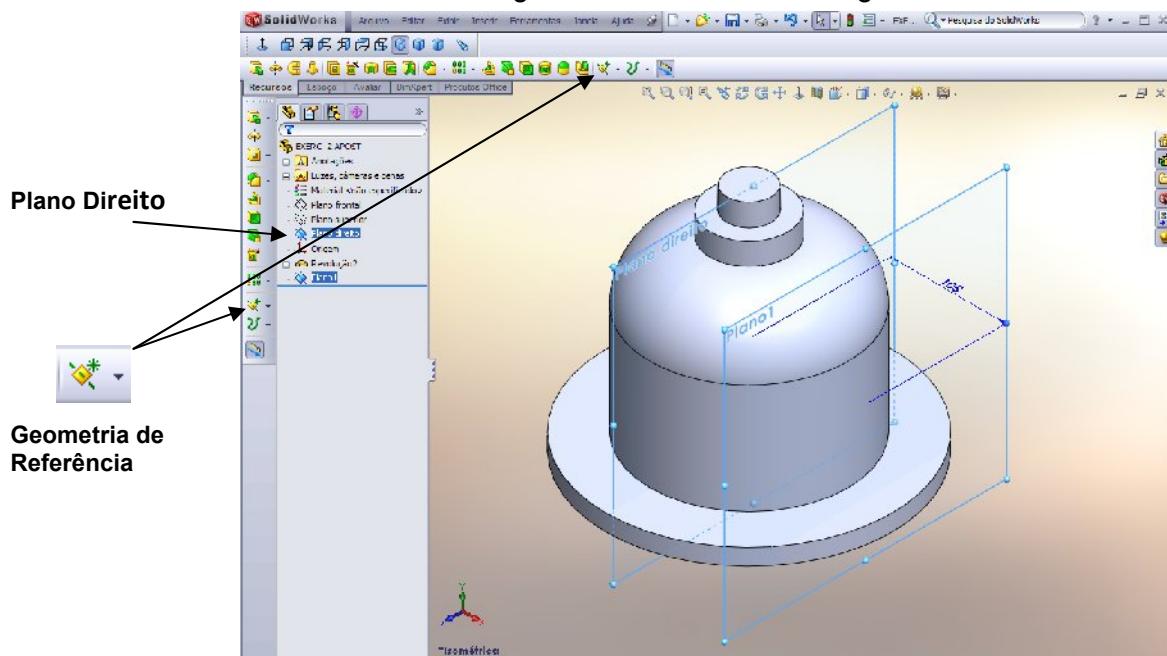
Etapa 3

Vamos agora criar uma extrusão.

Para esta extrusão você usará a opção de plano em **Geometria de Referência** e selecionará, plano paralelo para definir onde criará o novo perfil.

Selecione o plano de referência mostrado (Plano Direito).

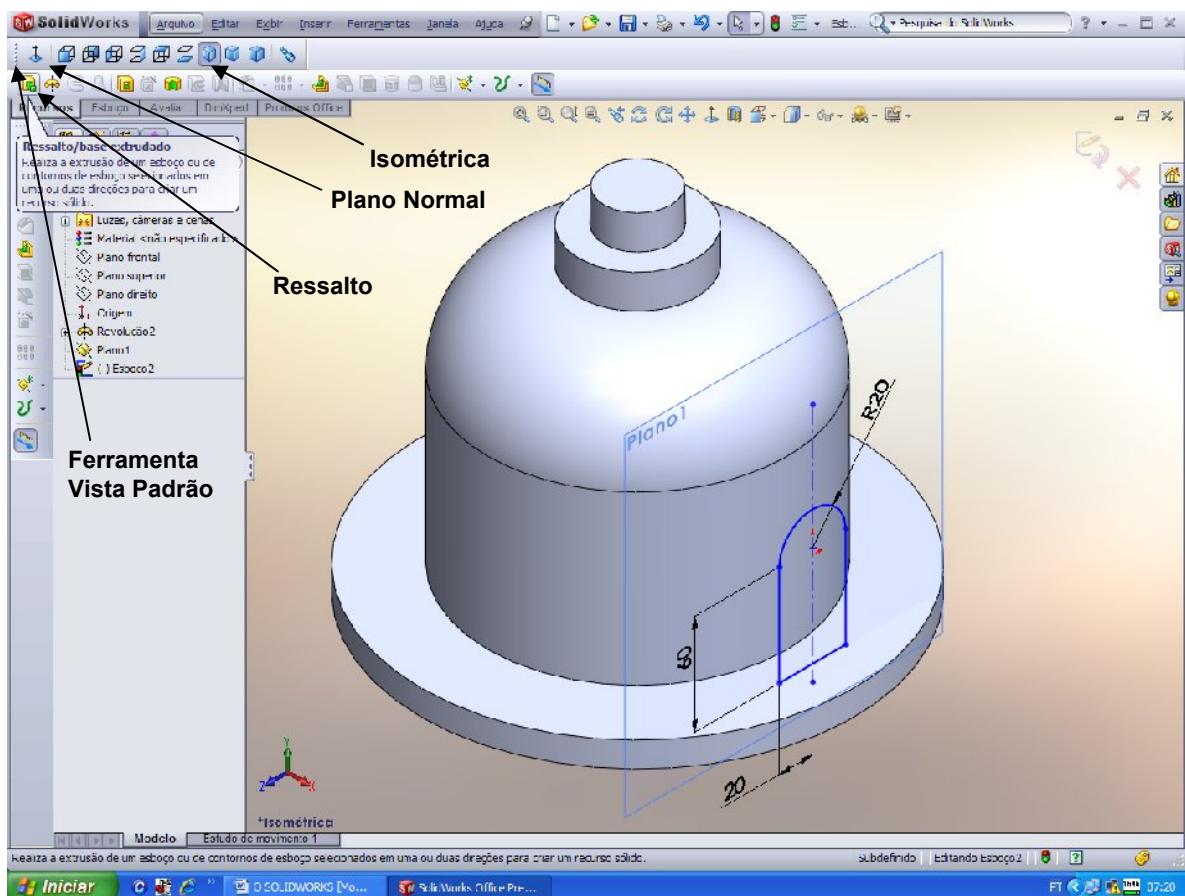
Na caixa **Distância**, digite **105mm** no boxe retangular e **OK**.

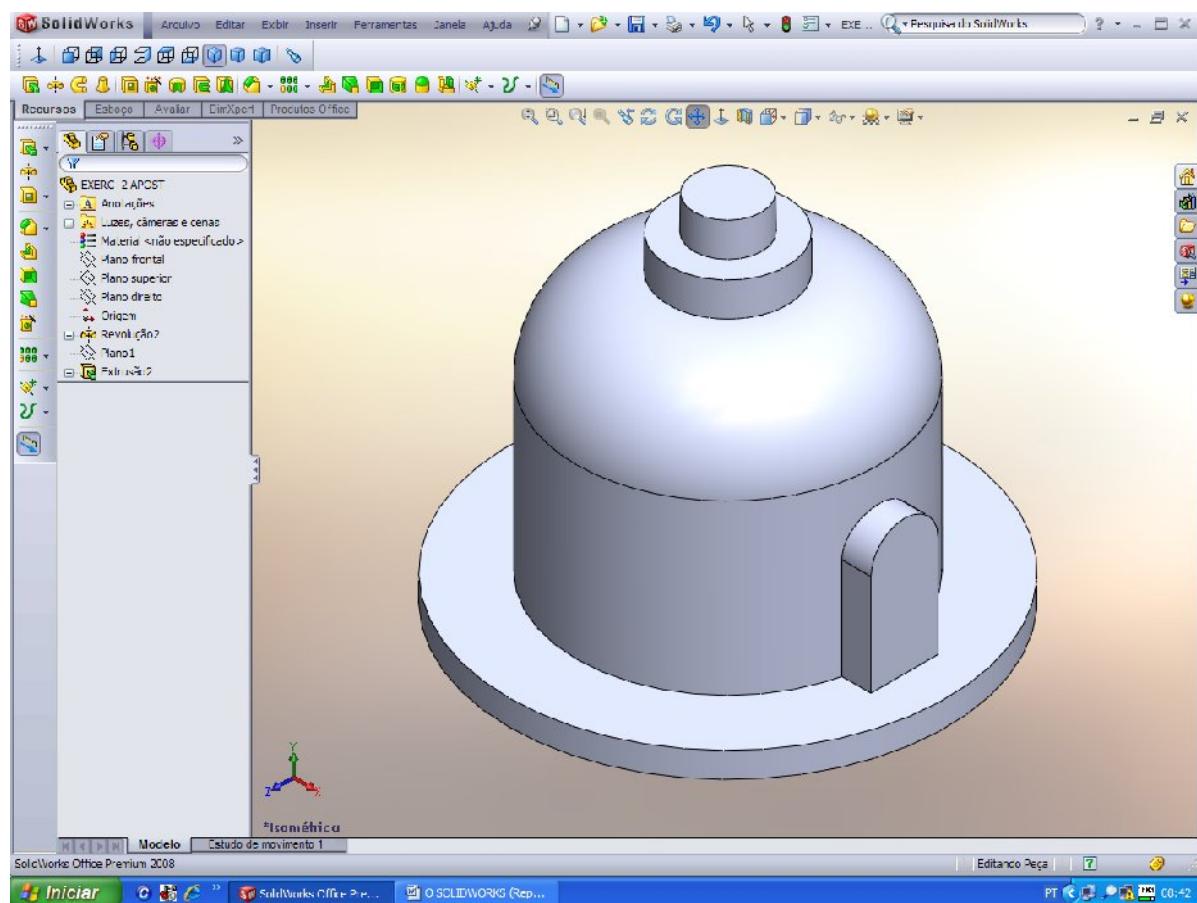
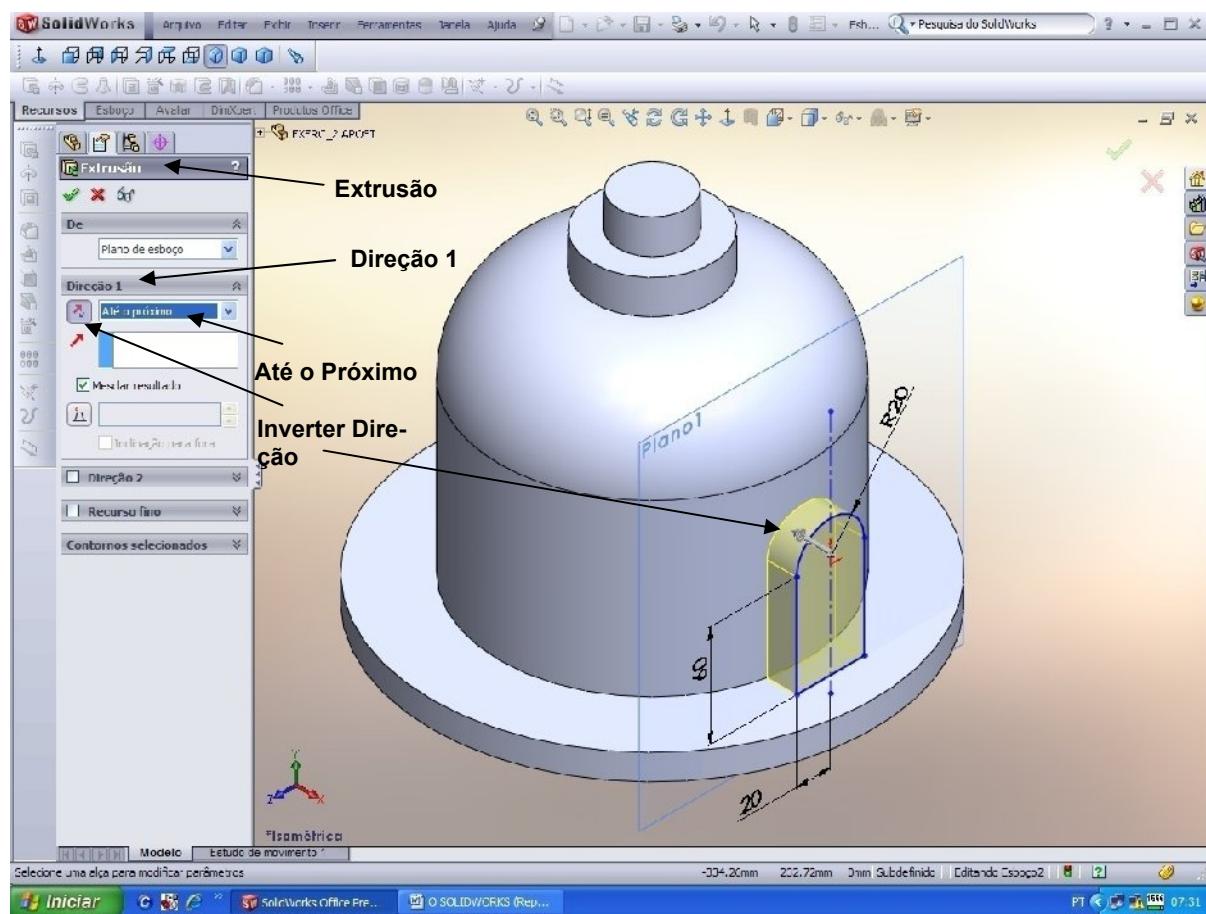


Na barra de ferramenta **Vista Padrão**, selecione a opção **Plano Normal** para orientação da vista. Na barra de ferramenta **Esboço**, use os comandos linha e arco tangente ou **A** no teclado, dentro do comando linha para desenhar o arco.

Desenhado o perfil, vá a barra de ferramenta **Vista Padrão** selecione **Isométrica**, depois leve o cursor até **Recursos** e selecione **Ressalto (Extrusão)**.

Na caixa **Extrusão, Direção 1**, se necessário, inverta a direção da extrusão e selecione a opção **Até o Próximo. OK**, para concluir este passo.



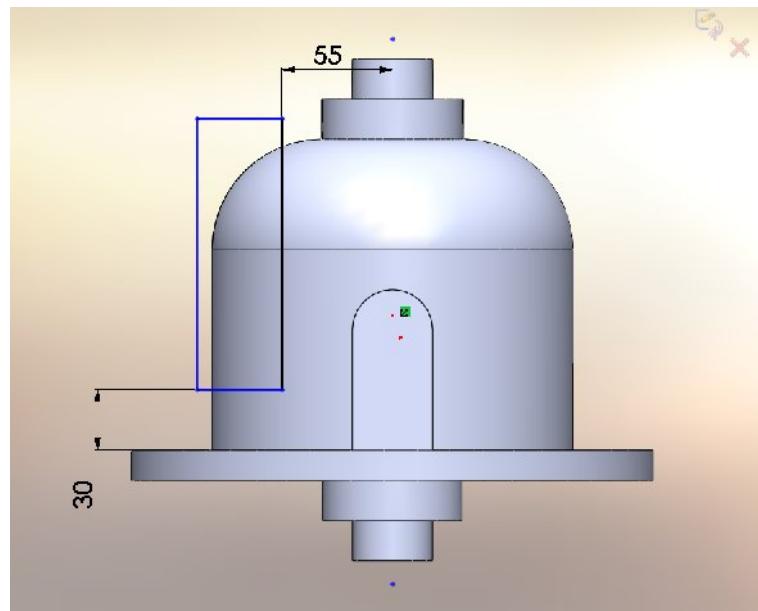


Etapa 4

Agora você adicionará um corte à peça. Você desenhará um perfil, em seguida, espelhará o perfil pra remover material dos dois lados da peça.

Selecione o **Plano Direito** para desenhar o perfil, conforme esboço.

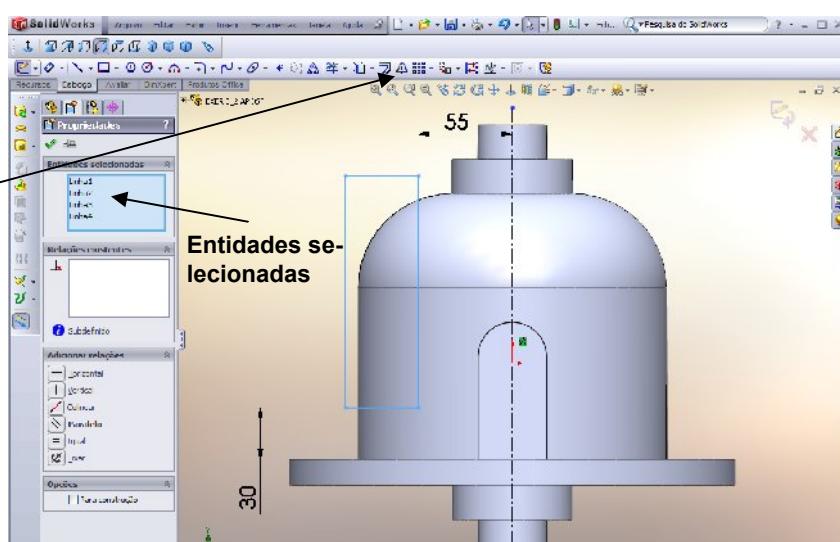
Acione o comando **Plano Normal** na barra de ferramenta Vista Padrão.



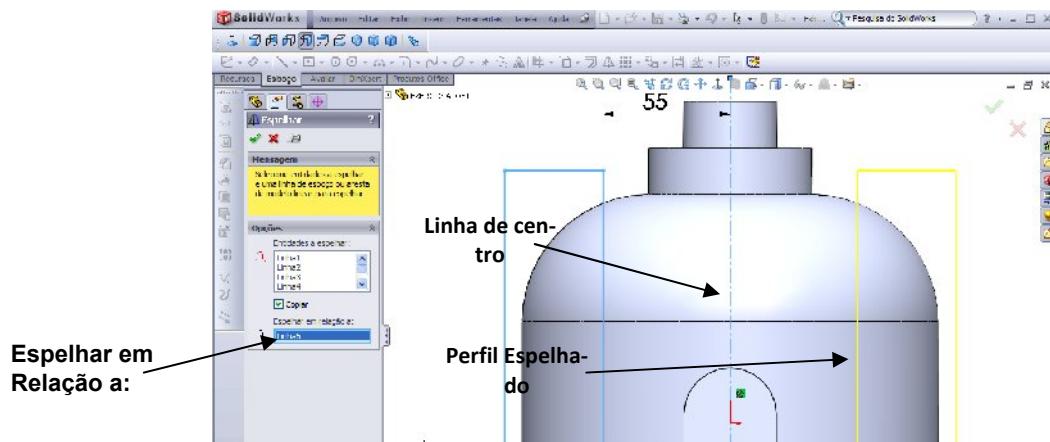
Selecione o perfil da esquerda para direita e clique na parte superior direita.

Após o clique, você verá as entidades que foram selecionadas na caixa **Propriedades, OK**.

 Espelhar Entidades

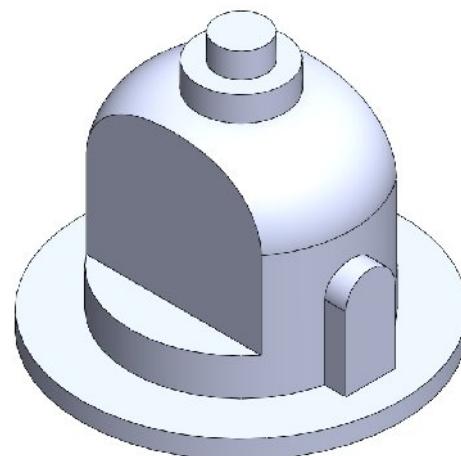
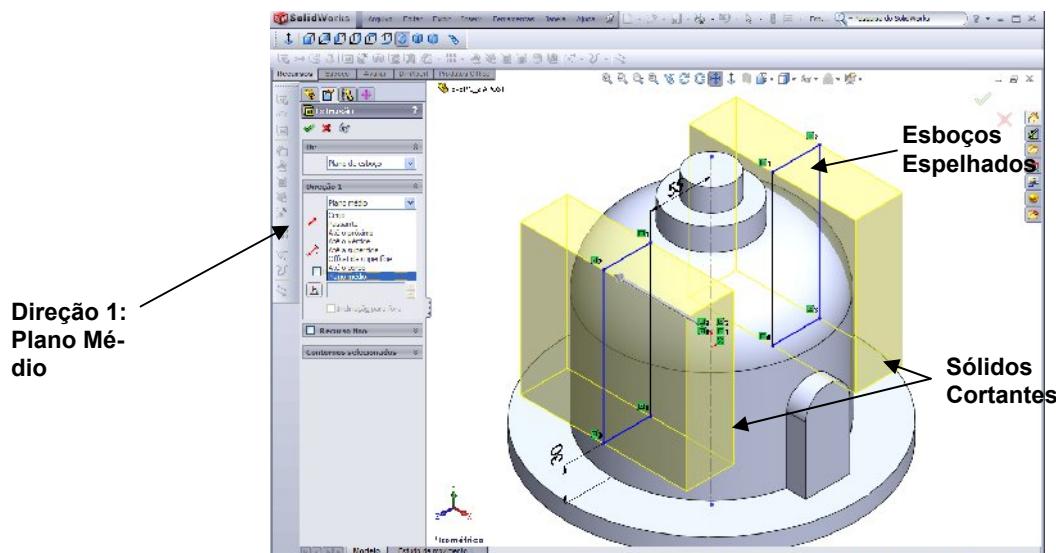


Verifique se na barra de ferramenta esboço o comando  **espelhar Entidades** está ativado e clique, depois ative o boxe **Espelhar em Relação a:**, depois acione a linha de centro, **OK**, quando aparecer o perfil do lado oposto para confirmar o espelhamento.



Coloque o desenho em perspectiva, ative a barra de ferramenta **Recursos** e acione **Corte Extrudado** .

Na caixa **Extrusão, Direção 1**, selecione **Plano Médio** e aumente o comprimento dos sólidos cortantes até ultrapassarem o limite da peça, **OK**.



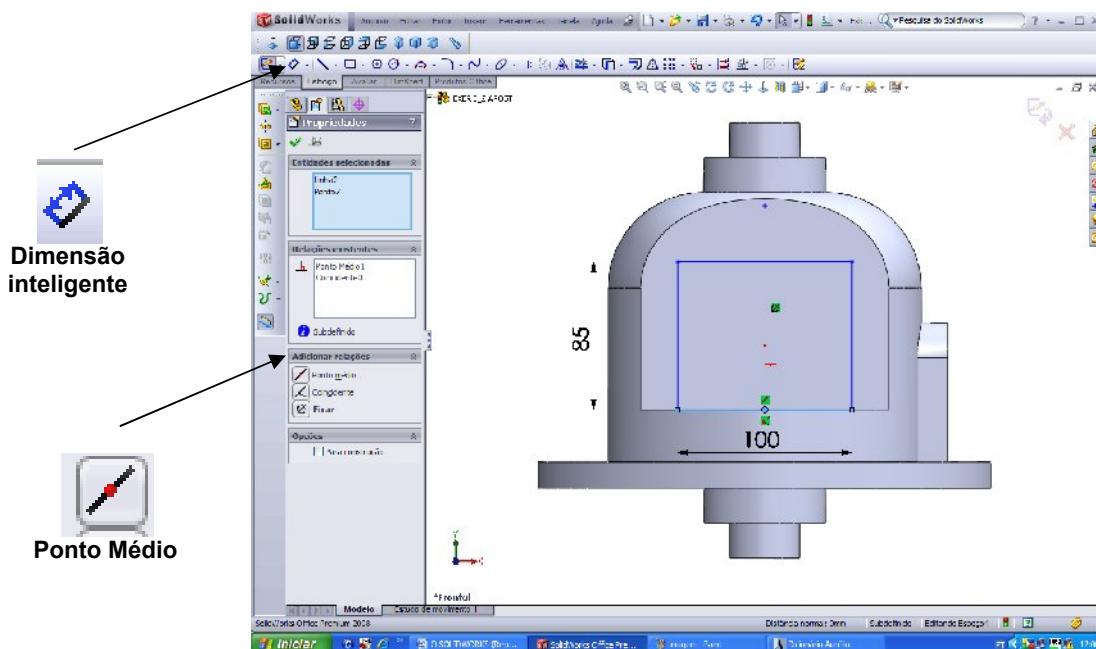
Etapa 5

Agora você vai construir um corte adicional no centro da peça.

Selecione o Plano Frontal, clique em Plano Normal e desenhe o retângulo a partir da barra de ferramenta **Esboço**, depois adicione os arredondamentos das arestas, conforme dimensões (colocar a linha horizontal inferior colinear com a aresta horizontal do modelo).

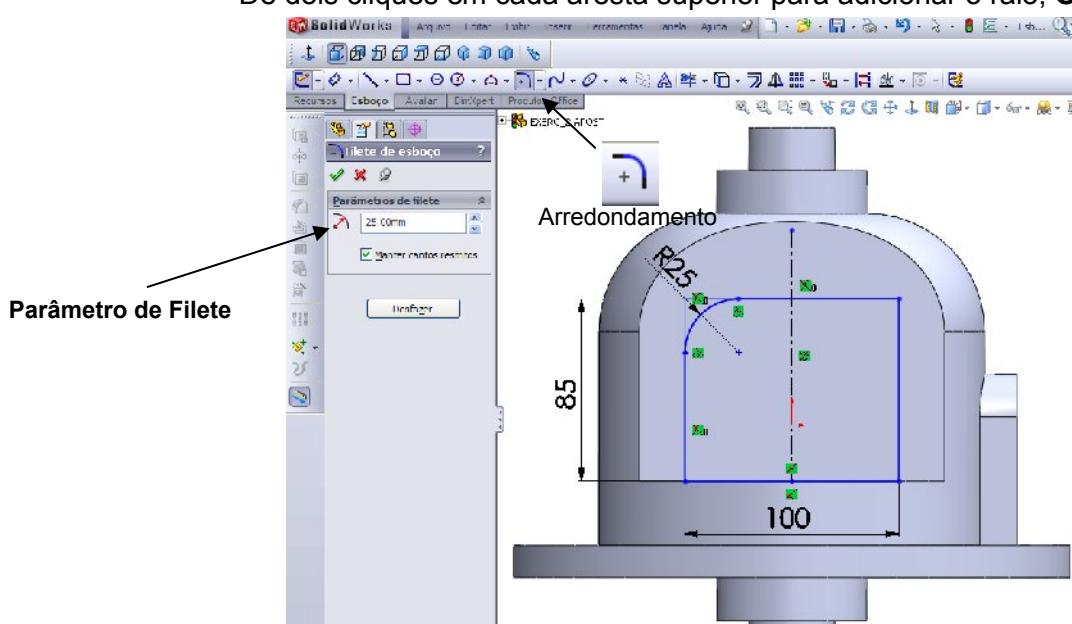
Desenhe o retângulo com suas respectivas dimensões através do comando **Dimensão Inteligente**  (cotas).

Clique na linha horizontal do retângulo, depois na linha de centro com **CTRL** acionado para estabelecer a relação ponto médio .

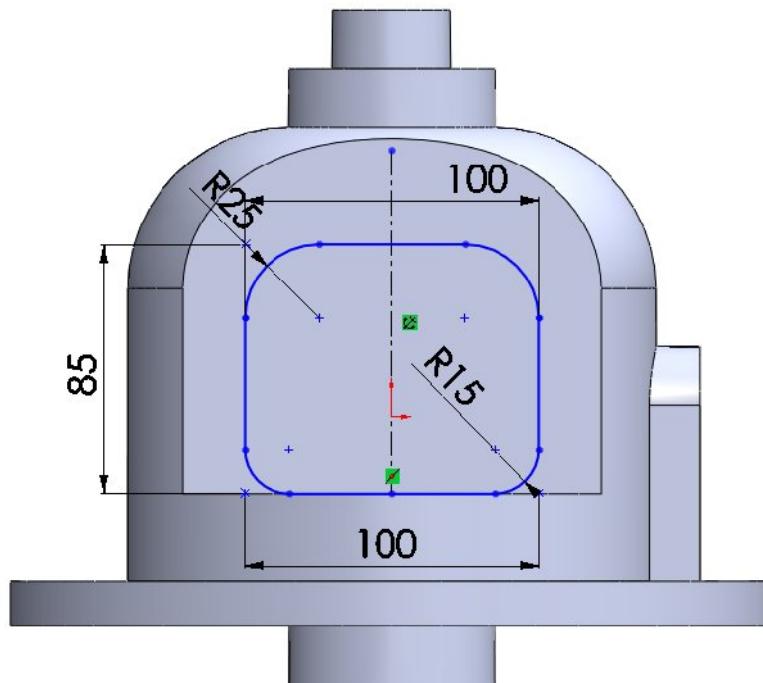


Na barra de ferramenta **Esboço** clique no comando **Filete**  , na caixa Filete de Esboço no boxe Parâmetros de esboço digite **25mm** para os raios superiores.

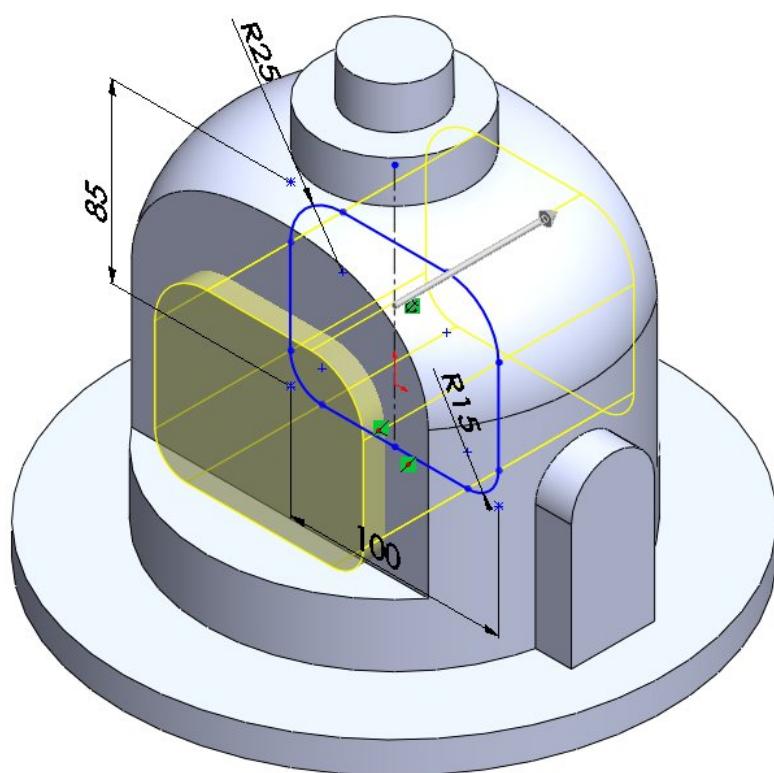
Dê dois cliques em cada aresta superior para adicionar o raio, **OK**.

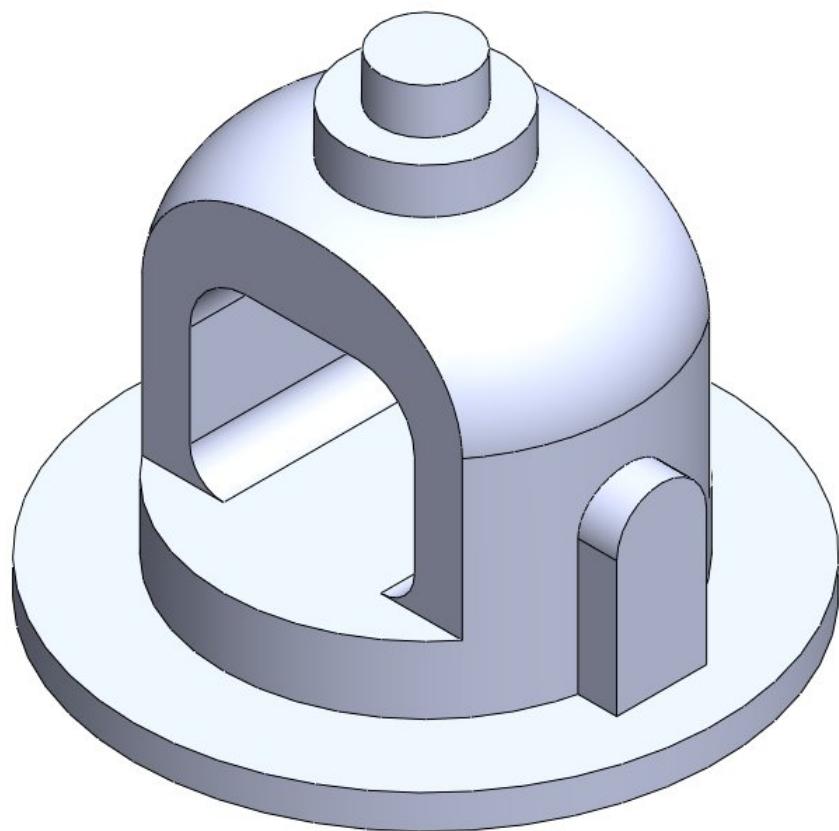


Mude o valor na caixa do **Parâmetro de Filete** para 15mm e repita as ações de arredondamento, **OK**.



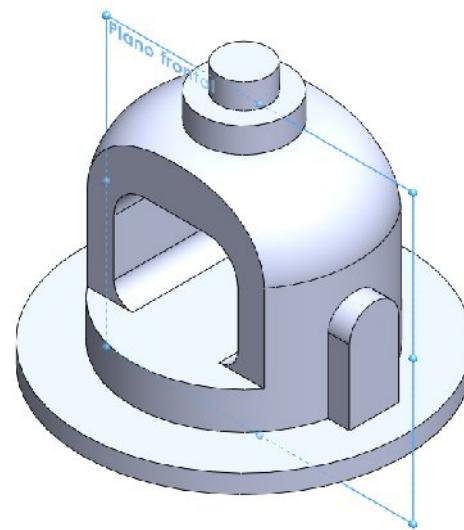
Coloque a peça em perspectiva, clique em **Corte Extrudado** na barra de ferramenta **Recursos**, selecione **Plano Médio** em **Direção 1** e dê valor para o sólido cortante até ele ultrapasse os limites da peça, **OK**.



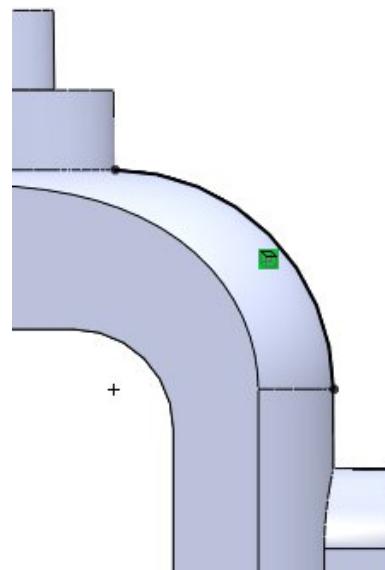
**Etapa 6**

Neste passo você vai adicionar um corte revolucionado à peça.

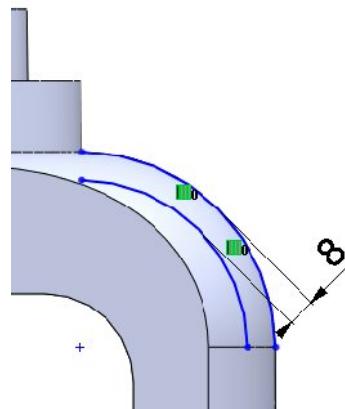
Para criar este corte revolucionado você destacará o **Plano Frontal**, deslocará uma aresta até o plano através do comando  **Converter** na barra de ferramenta **Esboço**



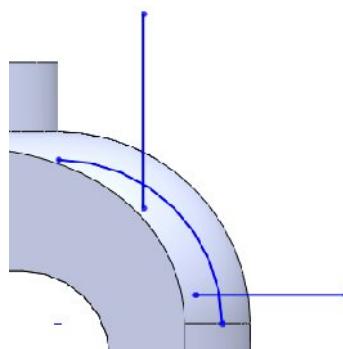
Com o **Plano Normal** a em zoom ative a barra de ferramenta **Esboço**, clique no arco, selecione **Converter** 



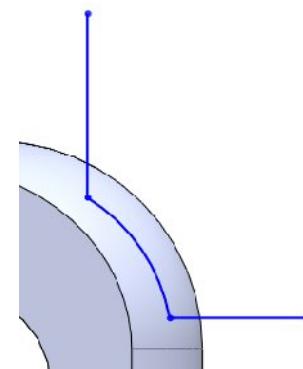
Ainda em **Esboço** clique em **Offset de Entidades** , insira um deslocamento de **8mm** na caixa de **Parâmetro**, clique na linha destacada do arco, se necessário inverter a direção, **OK**.



Apague a linha convertida através do comando **Converter Entidades**, traçê uma linha horizontal e outra vertical.

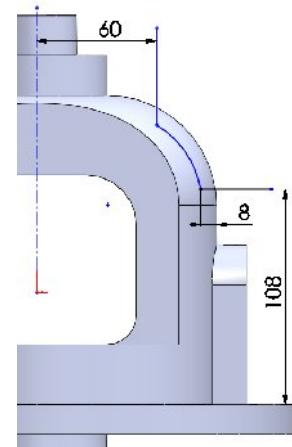


Na barra de ferramenta **Esboço** selecione o comando **Aparar Entidades**  para retirar o excesso de linhas.

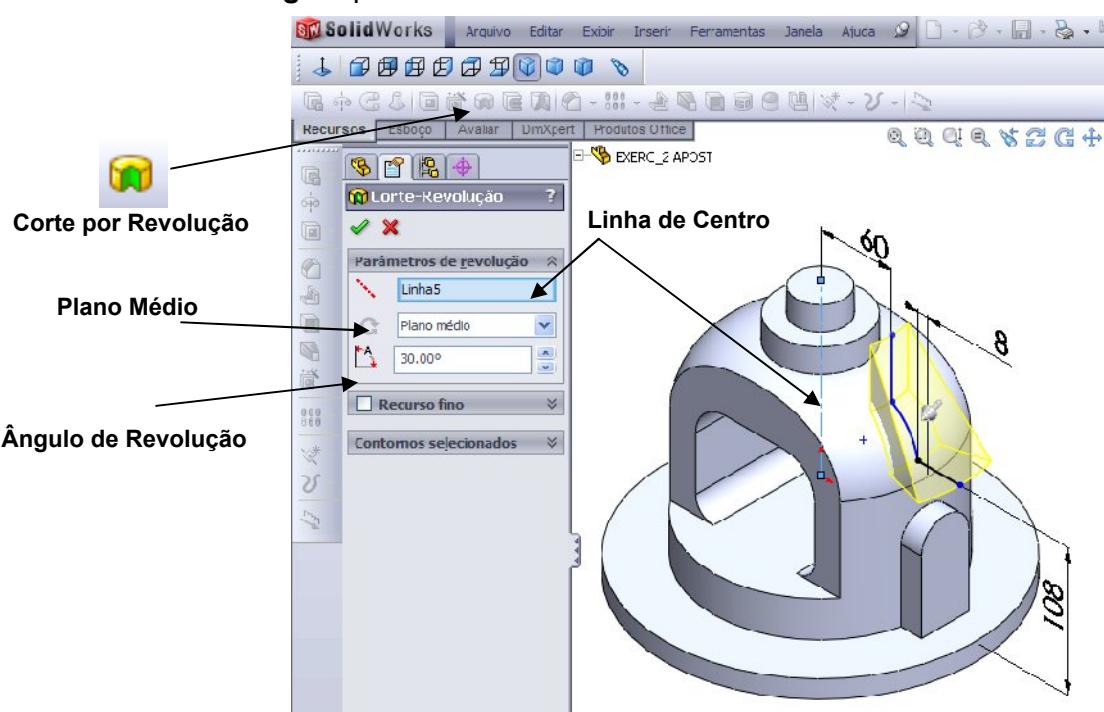


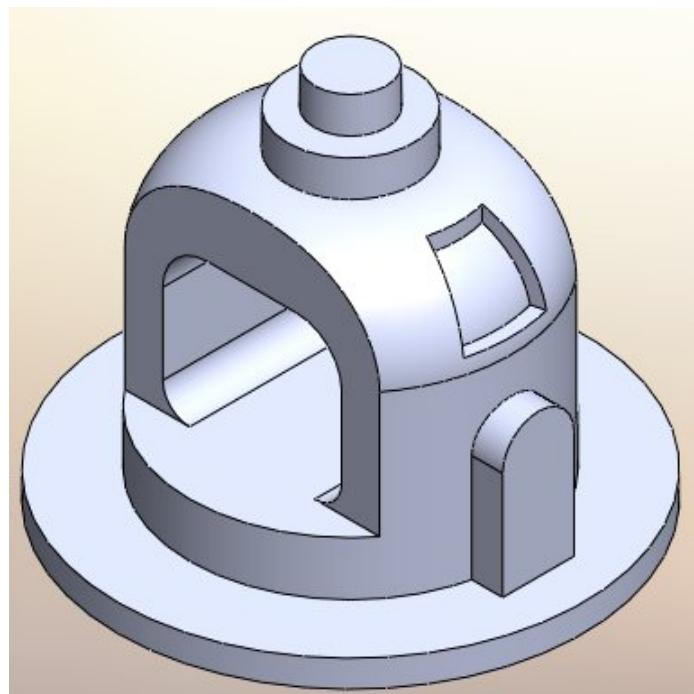
Coloque as dimensões através do comando **Dimensão Inteligente**

OBS: Coloque as dimensões antes de aparar o excesso das linhas e do arco convertidos.



Coloque a peça em perspectiva. Para definir o eixo de revolução clique em **Corte por Revolução** na barra de ferramenta **Recursos**, que automaticamente a linha de centro é selecionada. Na caixa **Corte por Revolução** ajuste os **Parâmetros de Revolução** para **Plano Médio** e o **Ângulo** para 30° . OK.





EXERCÍCIO 4

Você vai criar uma chave de roda seguindo as etapas a seguir.

Chave de roda

Nesta lição você vai rever e adquirir habilidades como:

- Varredura (Sweep)
- Revolução
- Raios
- Polígono
- Domo
- Adicionar material
- Planos de referência

**Intenção do projeto**

A Intenção do Projeto para esta peça é a seguinte:

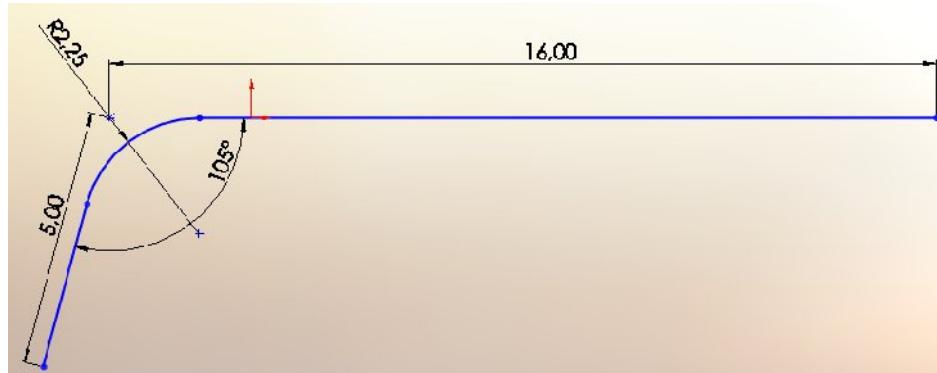
- A extremidade regular é simétrica usando cortes em ângulo.
- A extremidade da chave de boca é criada usando um corte hexagonal.
- A seção é de diâmetro constante.

Etapa 1

Abra uma **Nova Peça**, selecione o **Plano Superior** e ative **Esboço** para zoom do plano escolhido.

Antes de começar a desenhar vá em **Opções**  e altere a unidade para polegada.

Desenhe o caminho para a **Varredura**, conforme desenho abaixo e **Reconstruir**  o esboço. O desenho ficará esmaecido após a reconstrução.

**NOTA:**

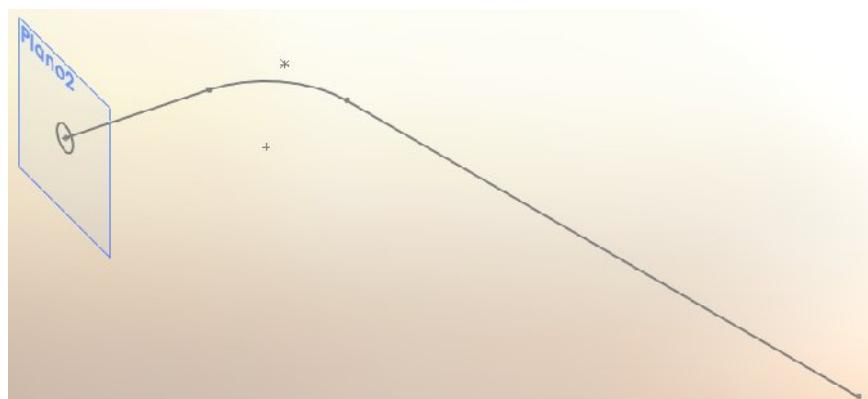
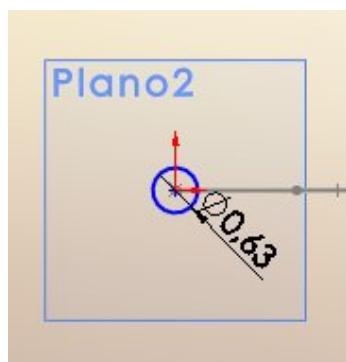
* Primeiro desenhe os segmentos de retas e cote.

* Acrescente o raio mantendo a caixa **Mater cantos restritos** ativa.

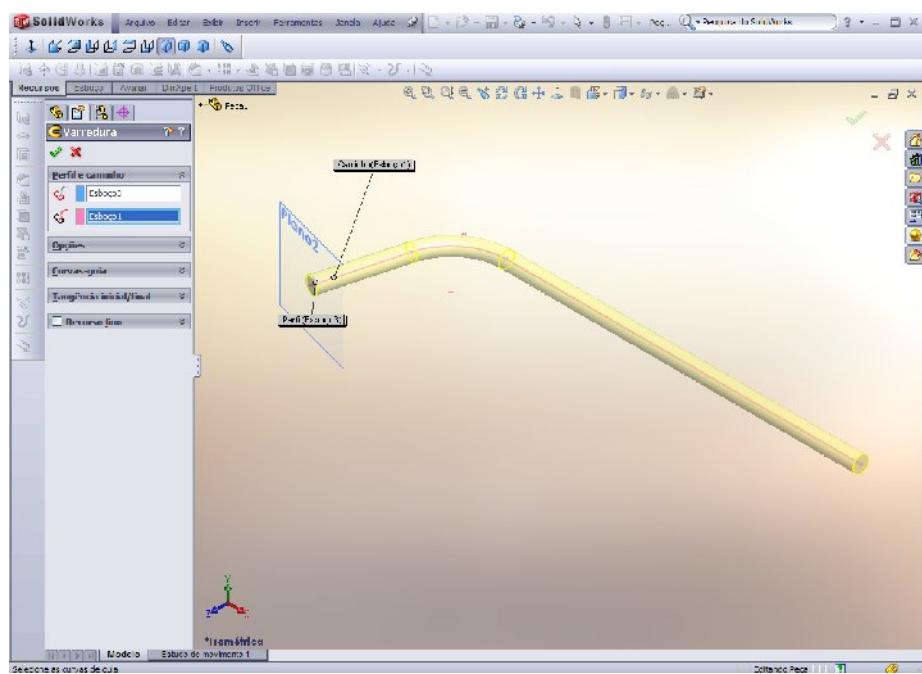
Etapa 2

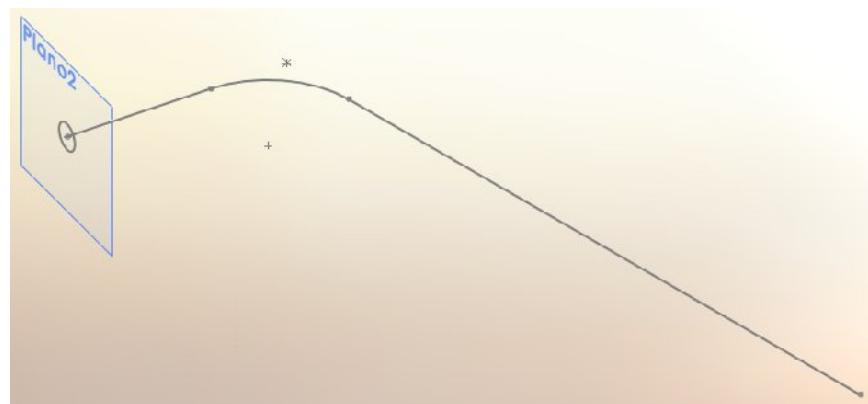
Crie um novo plano de referência perpendicular a uma das extremidades do desenho reconstituído .

Coloque o novo plano em **Zoom normal a**  ative **Esboço** e desenhe o perfil da seção da varredura , depois **Reconstitua** .

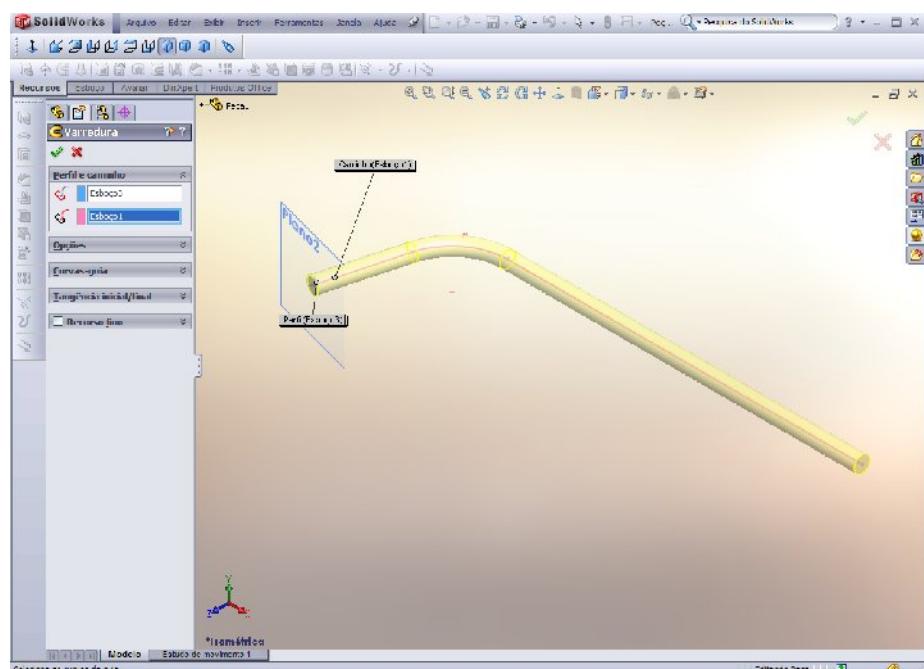


selecione **Ressalto/Base Verrido**  clique primeiro no perfil desenhado e em sequência no caminho.



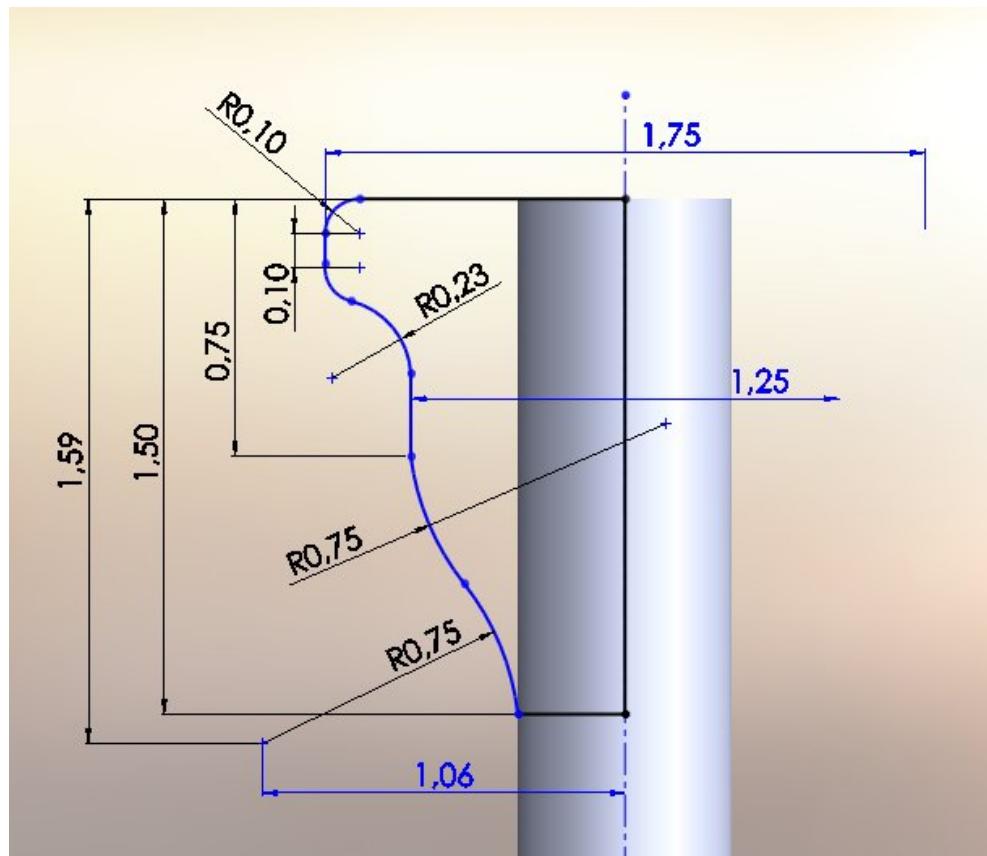


selecione **Ressalto/Base Verrido** , clique primeiro no perfil desenhado e em sequênciâo no caminho.

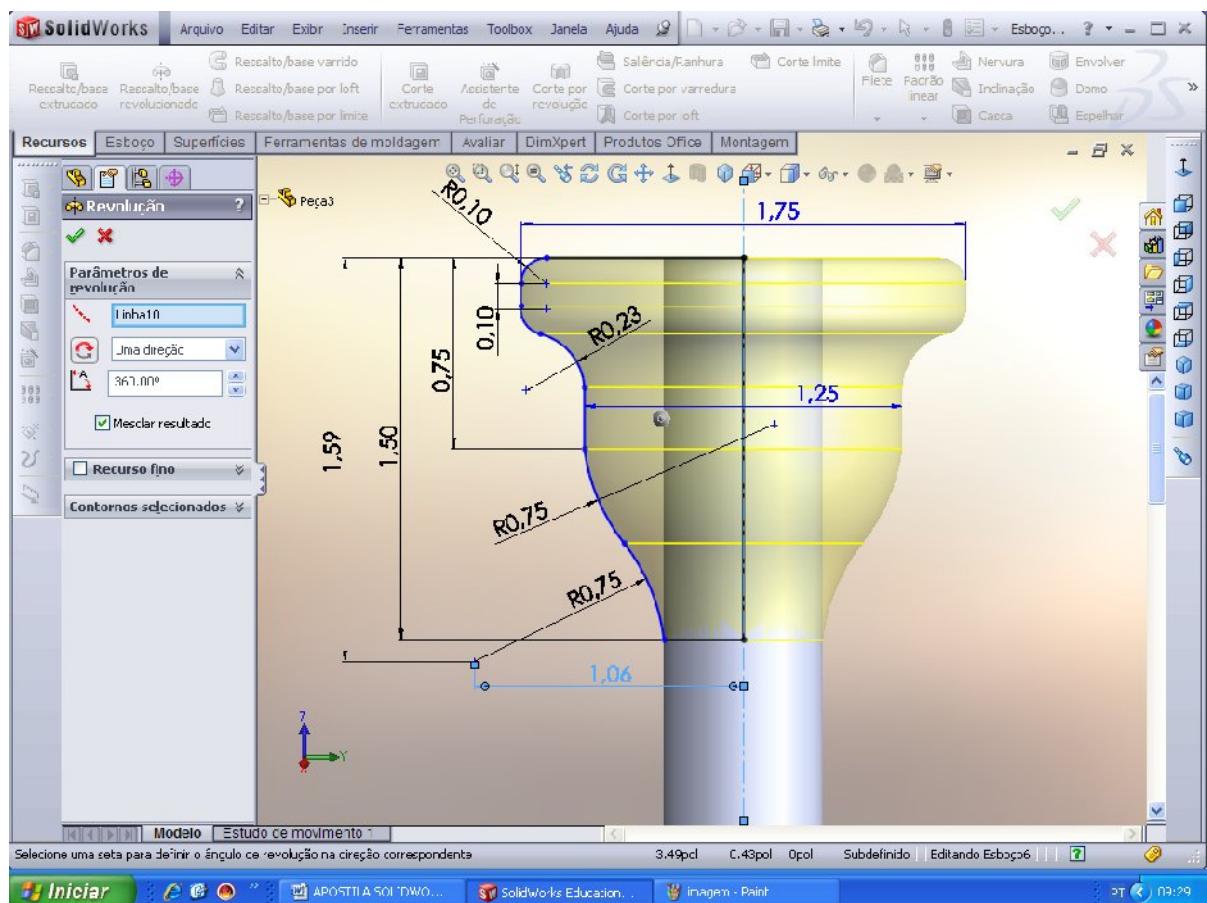


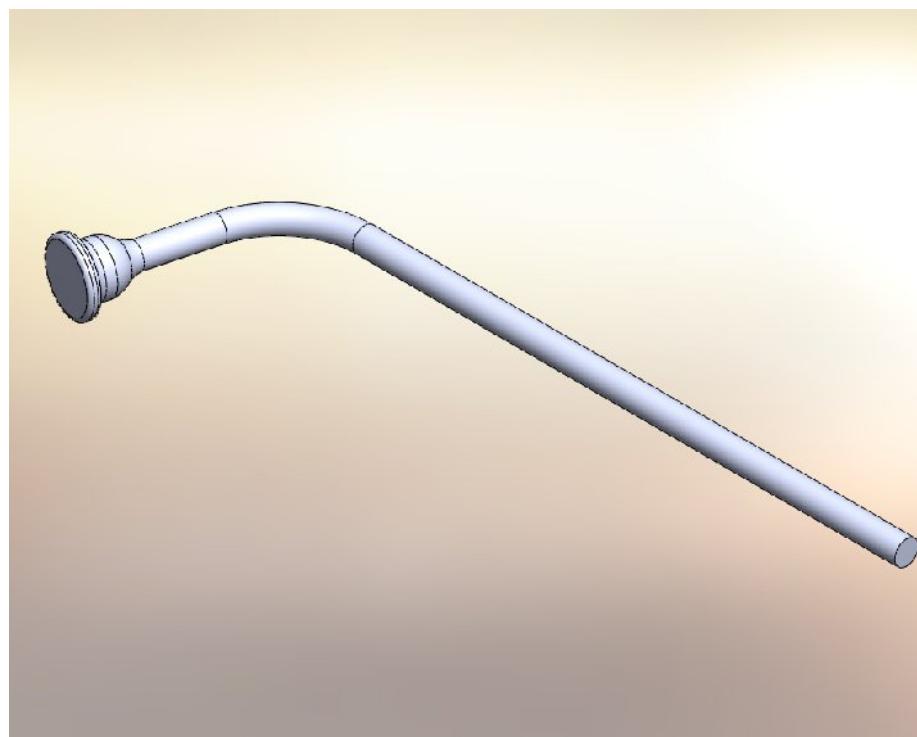
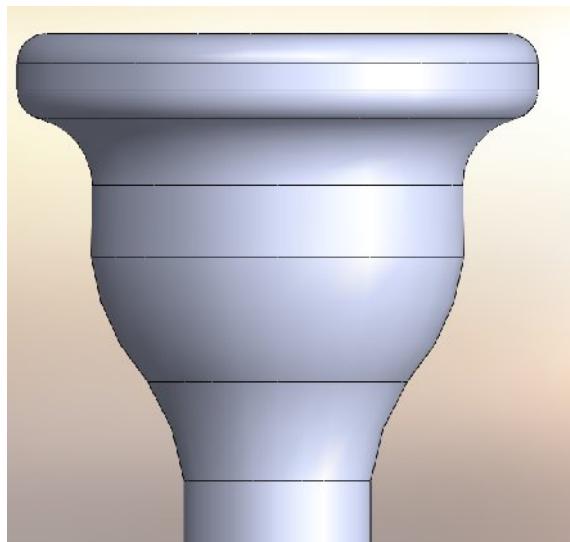
Etapa 3

Crie um plano na extramidade em ângulo da varredura, ative **Esboço** e desenhe o perfil da saliência que manterá a forma hexagonal.



Ative Recursos, clique em Ressalto/Base Revolucionado a 360°, OK.



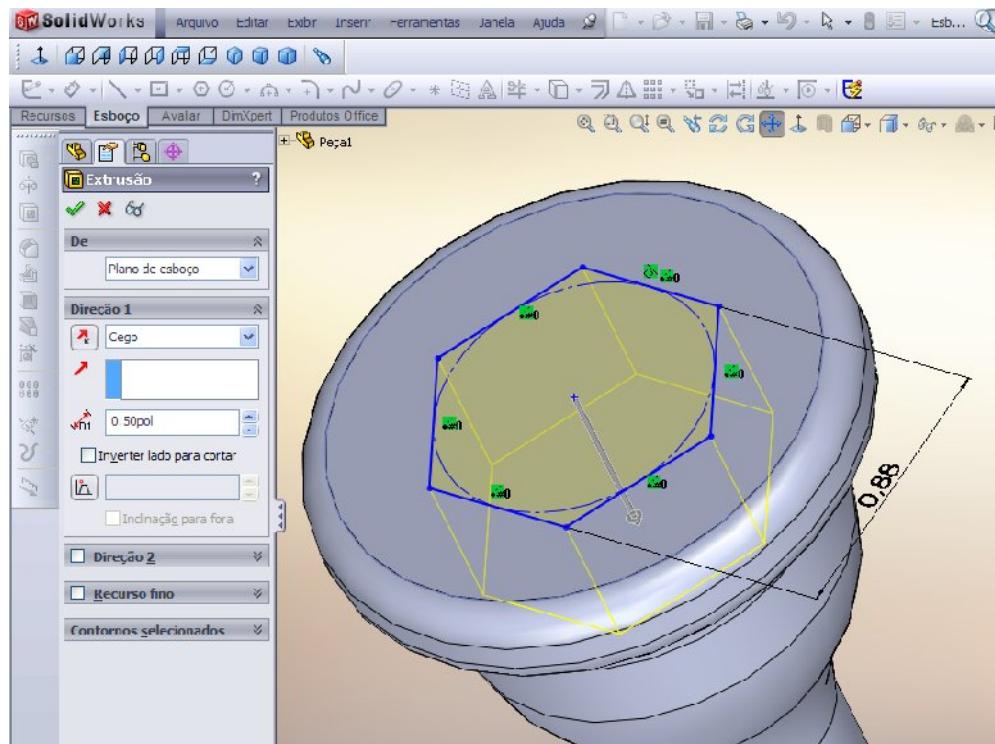


Etapa 4

Você vai criar o corte exagonal usando o comando **Polígono**  que se encontra na barra de ferramenta **Esboço**.

Selecione a face plana do recurso **Revolucionado** para torná-la um **Novo Plano**, clique em **Plano Normal** para o zoom de rotação do plano, ative **Esboço** para desenhar o perfil exagonal .

Concluído o perfil, ative **Recursos**, clique em **Corte Extrudado** , digite o valor **0,50 polegada** para a extrusão em sua respectiva caixa, **OK**.

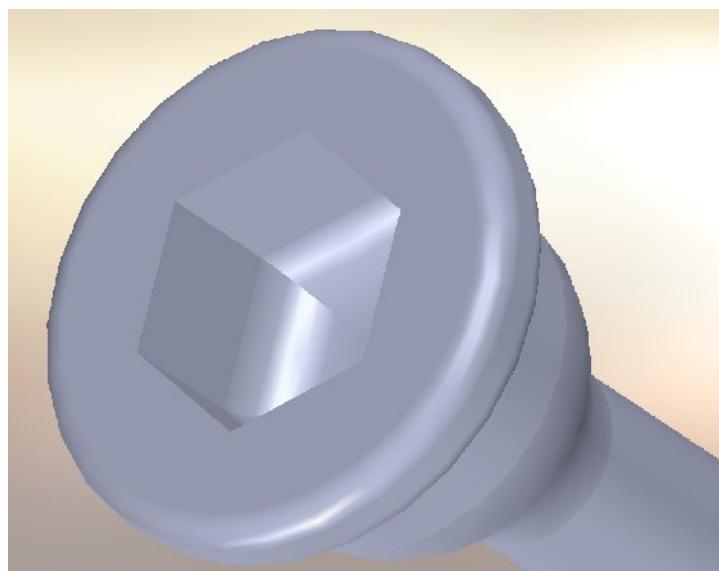
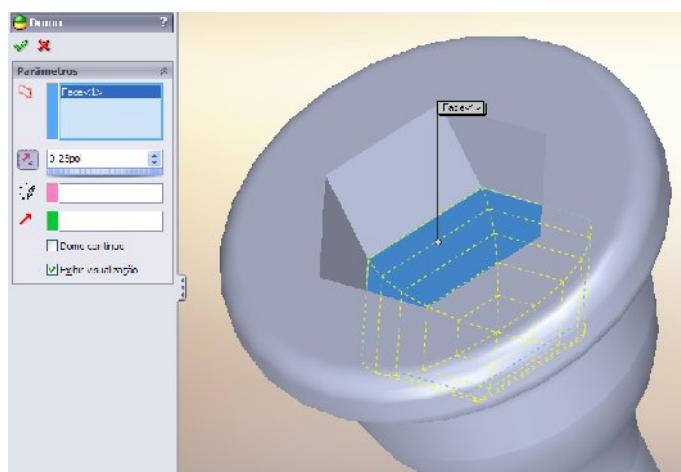


Etapa 5**Você vai criar um DOMO**

O **Domo** permite que você forme a face de um modelo criando uma forma convexa ou côncava.

Selecione a face hexagonal na parte inferior do corte, ative a barra de ferramenta **Recursos**, clique em **Domo** , especifique a distância de **0,25 polegadas**, se necessário clique em **Reverter** , para inverter o sentido do **Domo**.

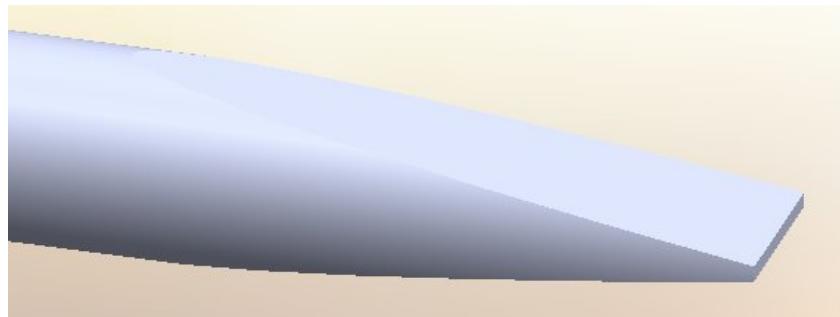
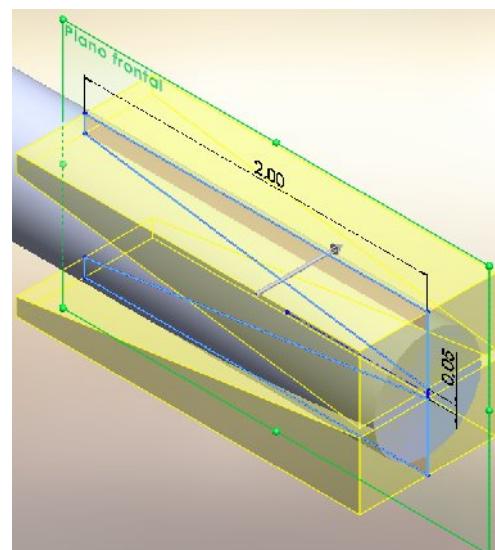
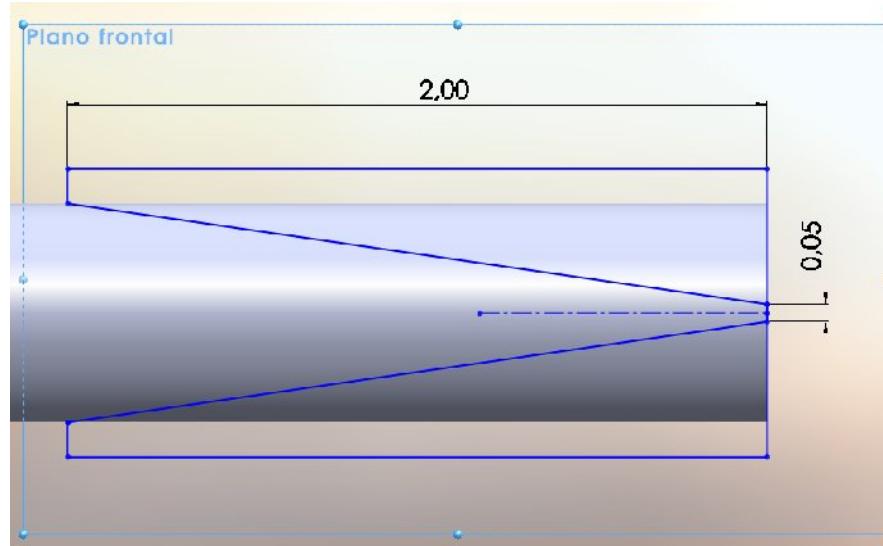
Desmarque a caixa de seleção **Domo Contínuo, OK**.



Etapa 6

Você agora vai construir a cunha na outra extremidade do **Esboço** que recebeu o comando **Varredura** da barra de ferramenta **Recursos**.

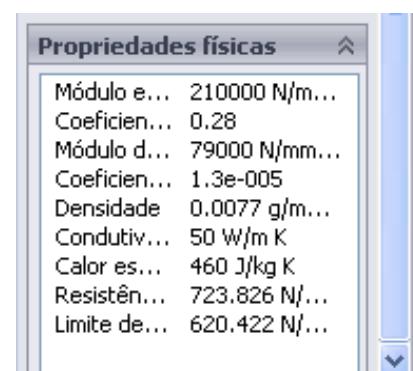
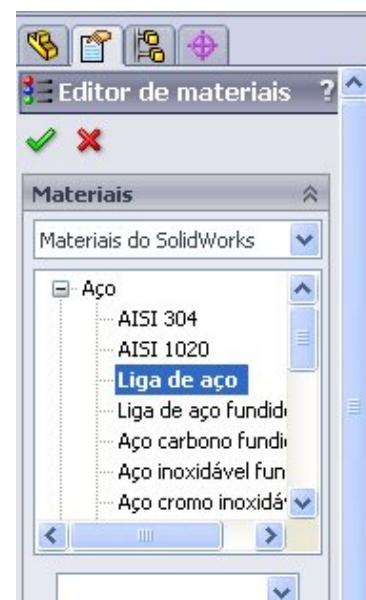
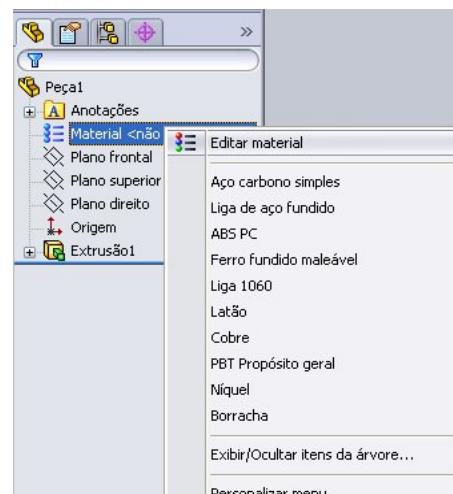
Na barra de ferramenta **Vista Padrão**, ative o **Plano Frontal**, acione **Normal**  , depois **Esboço** e desenhe o perfil para realizar o corte.



Etapa 7

Agora você vai editar o material da chave de roda.

Vá na árvore do **Organizador de Passos** (Feature Manager), com o lado direito do mouse clique em **Material** (não especificado) , selecione **Editar Material**, na caixa **Editor de Materiais** escolha **Aço, Liga de Aço**. OK. Depois, desloque a barra de deslizamento para ver as **Propriedades Físicas** do material escolhido.

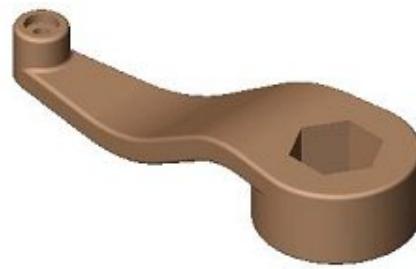


EXERCÍCIO 5

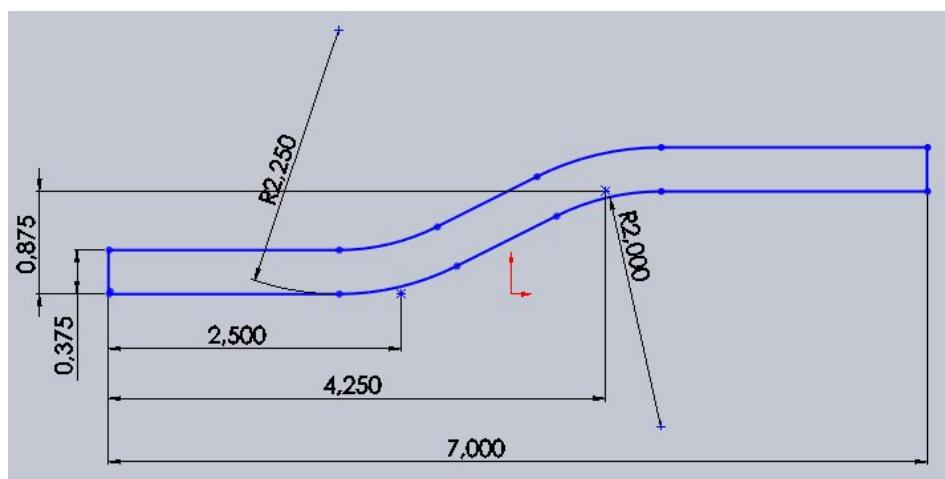
Você agora irá desenhar uma chave tipo manipulo.

Este exercício reforçará as seguintes habilidades:

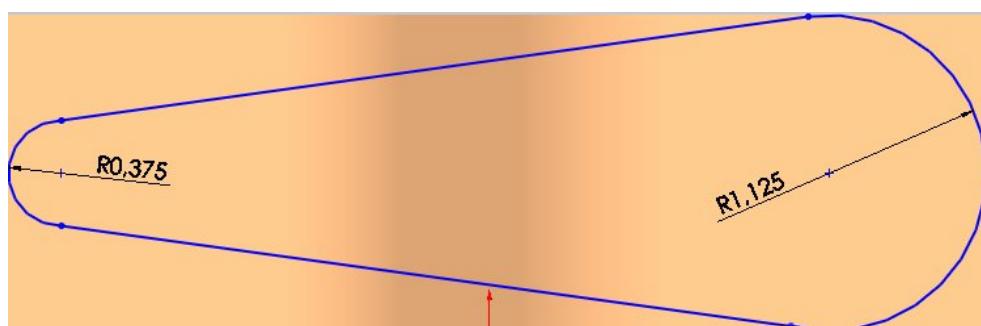
- Sólido com múltiplos corpos.
- Combinação.
- Assistente de perfuração.
- Mudança de unidades.
- Geometria de referência.
- Corte extrudado, etc.

**Etapa 1**

Abra uma **Nova Peça**, selecione o **Plano Frontal**, ative a barra de ferramenta **Esboço** e faça o primeiro perfil usando **Linhas**, **Raios** e **Offsets**, depois clique na barra de ferramenta **Recursos**, acione **Extrusão** e dê o valor de **2,25"**.

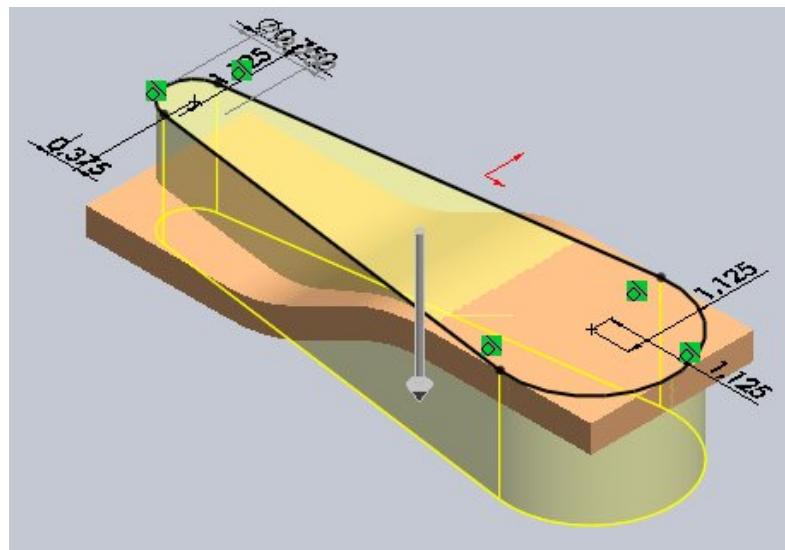
**Etapa 2**

Faça o segundo perfil usando uma das faces plana da extrusão como referência para criar um **Novo Plano** ou crie um plano apartir do **Plano Superior**.

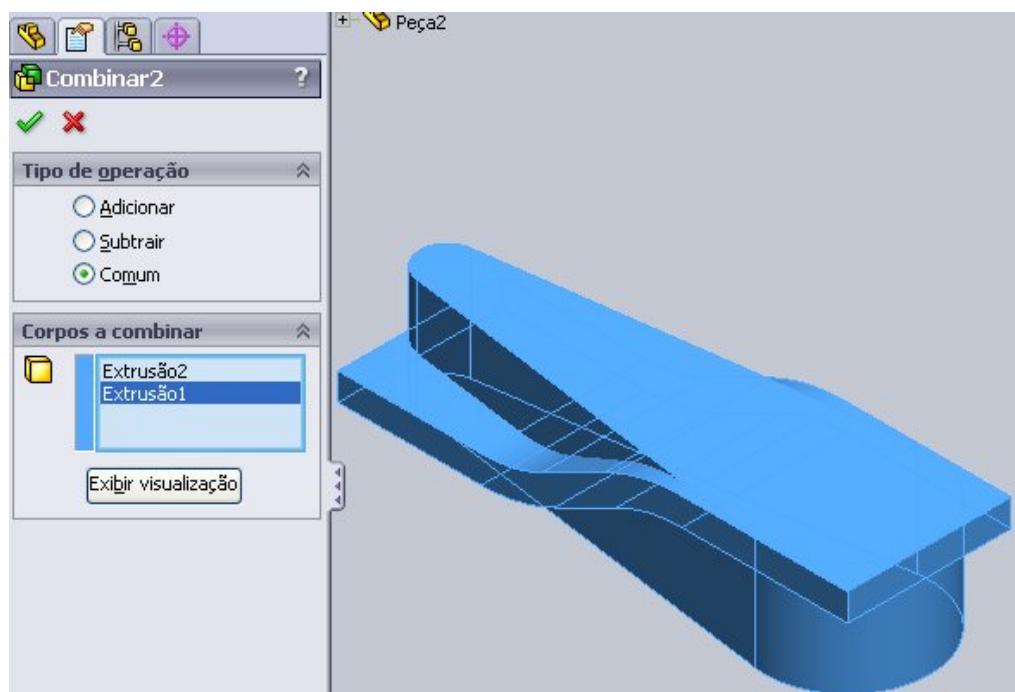


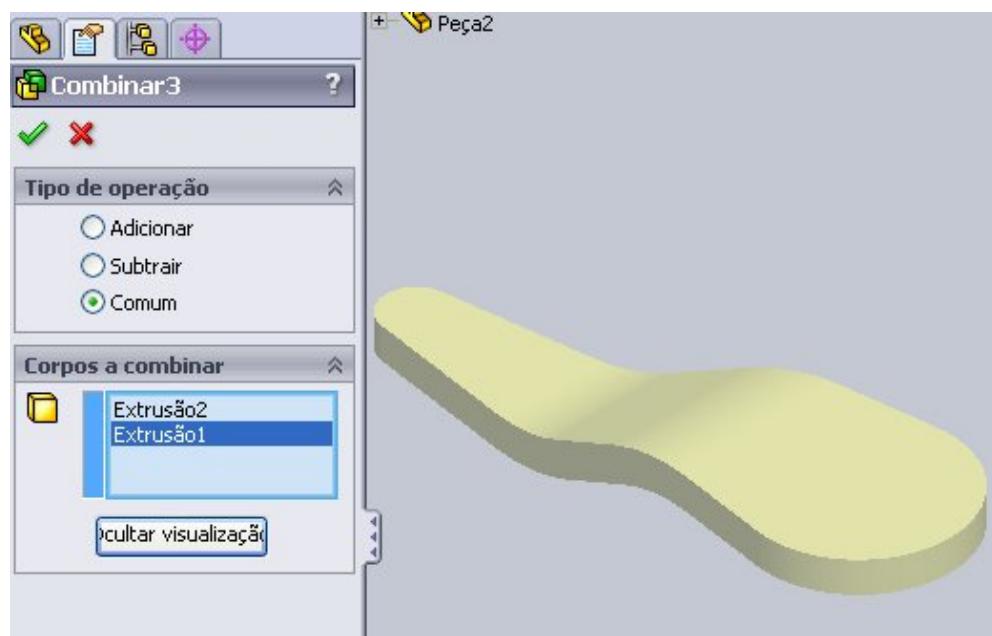
Etapa 3

coloque em perspectiva, clique em **Recursos, Ressalto**, inverta o sentido do ressalto, desmarque a caixa **Mesclar Resultado** para ativar o comando **Combinar**  , **OK**.

**Etapa 4**

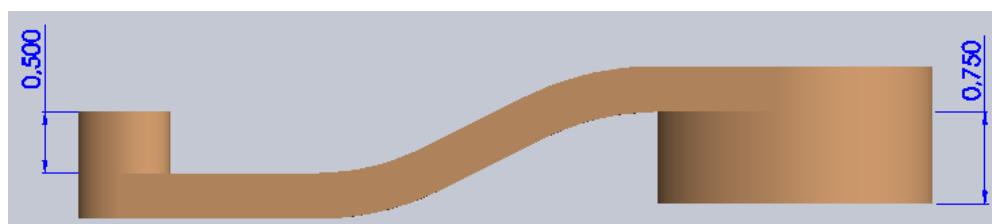
Após clicar em **Combinar** , marque na caixa de diálogo o boxe circular **Comum**, selecione as duas extrusões. Clique em **Exibir Visualização**, **OK**.



**Etapa 5**

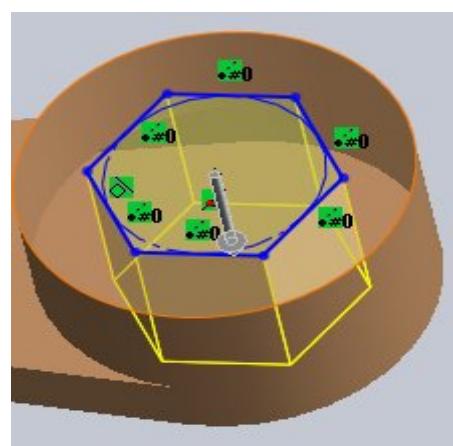
Combine os dois corpos sólidos em um.

Gire a peça, selecione uma face para torná-la em plano, clique em **Plano Normal** para o zoom de rotação, desenhe o perfil em relação ao plano selecionado e extruda às cotas indicas. **Cada face é um plano diferente.**

**Etapa 6**

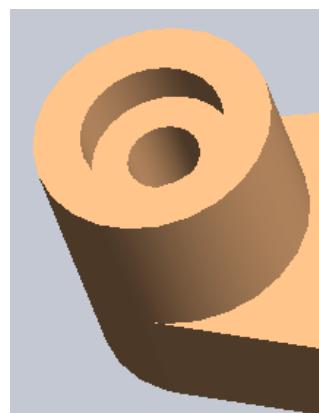
Você vai criar o furo com rebaixo sextavado.

Selecione a face para adicionar o furo sextavado, vá na barra de ferramenta **Esboço**, ação **Polígono** , coloque a dimensão do Ø 1,25" na caixa **Extrusão, Direção 1, Passante, OK**.

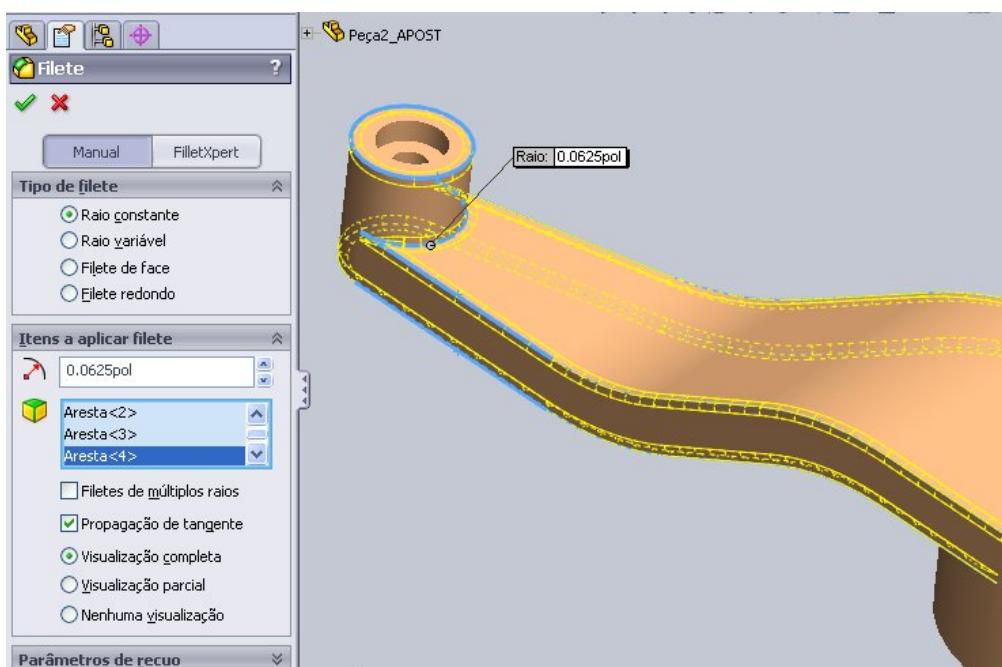


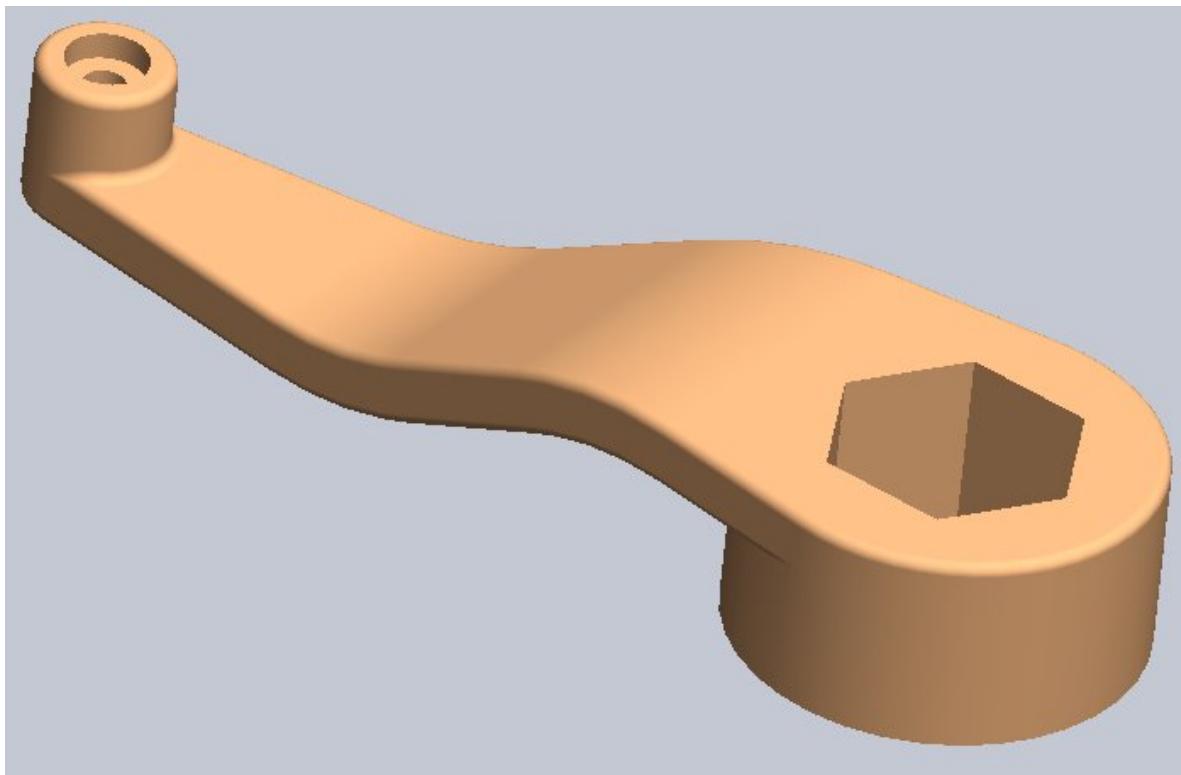
Etapa 7**Colocando o rebaixo.**

Clique na face onde será adicionado o furo, dê o zoom **Normal**. Clique em **Assistente de Furação** , na barra de ferramenta **Recursos**, na caixa **Especificação de Furo**, ative o ícone **Furo com Rebaixo** , Padrão= polegada ANSI, tipo= Cabeça cilíndrica com fenda. Em especificação do furo **#12**. Clique no centro do ressalto, **OK**.

**Etapa 8****Vamos colar os os raios de 0,0625"**

Acione **Filete**  em **Recursos**, digite o valor do raio, com **CTRL** acionado clique nas arestas com o boxe **Visualização Completa** ativado, **OK**.





EXERCÍCIO 6 Nas lições seguintes você vai rever algumas habilidades e aprender a trabalhar com:

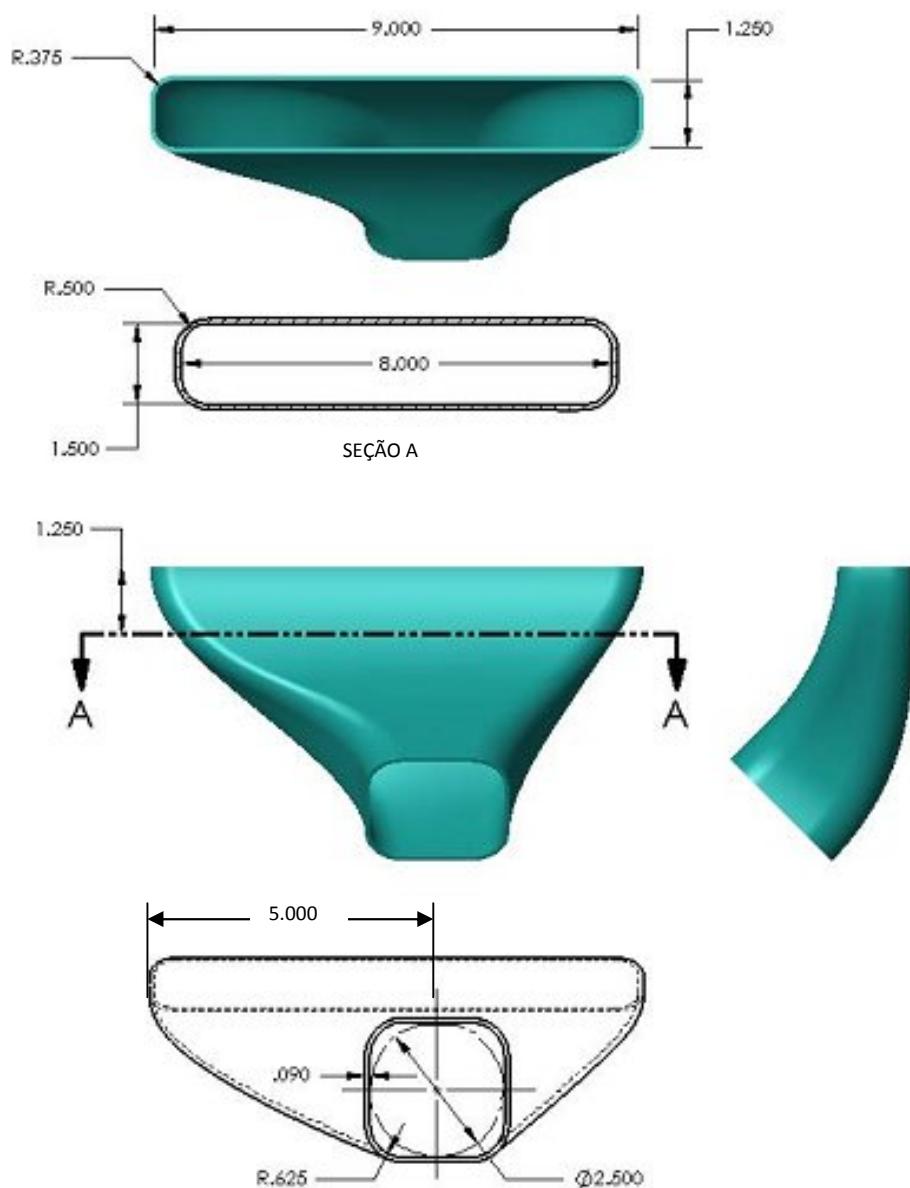
- Loft de superfície
- Varredura (Sweep)
- Planos
- Linhas flexível (Spline)
- Corte com superfície
- Projeção de curva
- Nervura

Loft Básico

A operação de **Loft**  permite que seja criada extrusão entre múltiplos esboço em planos diferentes, seguindo ou não caminhos ganhando uma forma de resalto ou um corte entre sólidos ou superfícies.

Vejamos a construção da peça em questão. Temos as dimensões da seção superior, intermediária e inferior da peça.



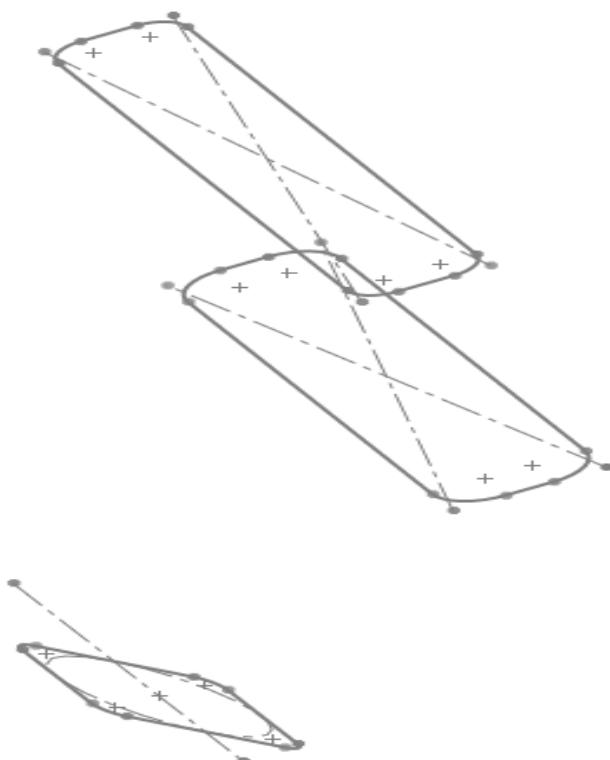
**Etapa 1****Vamos criar os planos para os esboços**

Os esboços devem ser compostos pelo mesmos números de entidades que você pensou em compor a forma durante o **Loft**.

Primeiro faremos um **Loft** sem ele seguir um caminho (curva guia). Depois colocando a curva guia e veremos o resultado.

Etapa 2**Colocação dos planos.**

- Selecione o **Plano superior**, em **Geometria de Referência** e coloque um plano paralelo a 4" de distância para cima. OK.
- Selecione novamente o **Plano superior**, em **Geometria de Referência**, e adicione outro plano paralelo a 7" de distância para baixo. OK.
- Ative **Ctrl**, selecione os planos frontal e o plano que foi criado para baixo a partir do **Plano Superior**, em **Geometria de Referência**, clique em **Eixo**. OK.
- Ative a linha de **Eixo** e o **Plano Paralelo** criados a 7" do **Plano Superior**, adicione um plano inclinado a **60º** à esquerda em relação ao **Plano Frontal**.
- Desenhe em cada plano o perfil relacionado ao mesmo, com as dimensões indicadas acima, conforme figura a baixo.

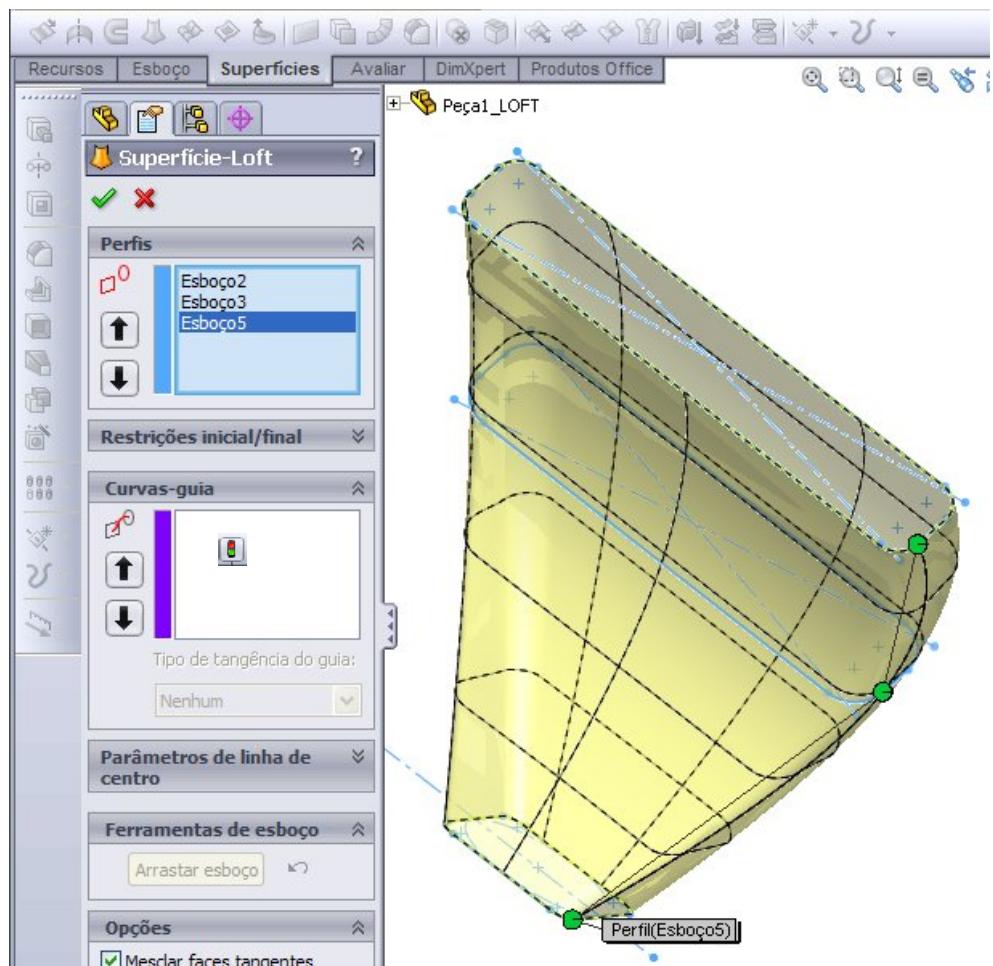


Etapa 3

Ative a barra de ferramenta **Superfície**. Ative o comando **Loft** , clique em cada perfil (os pontos são equivalentes) para pré-visualização.

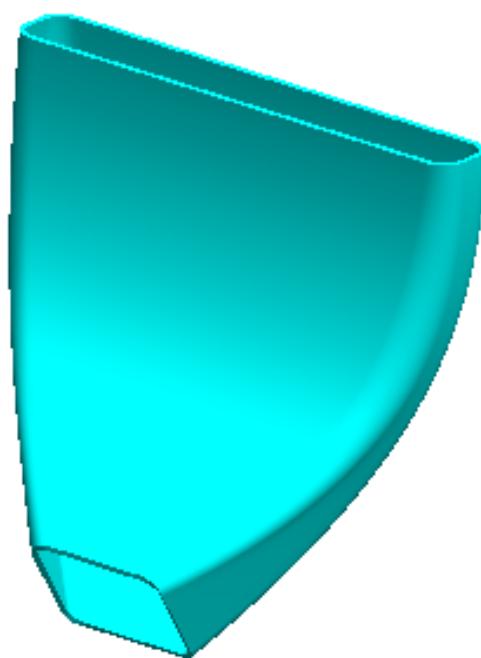
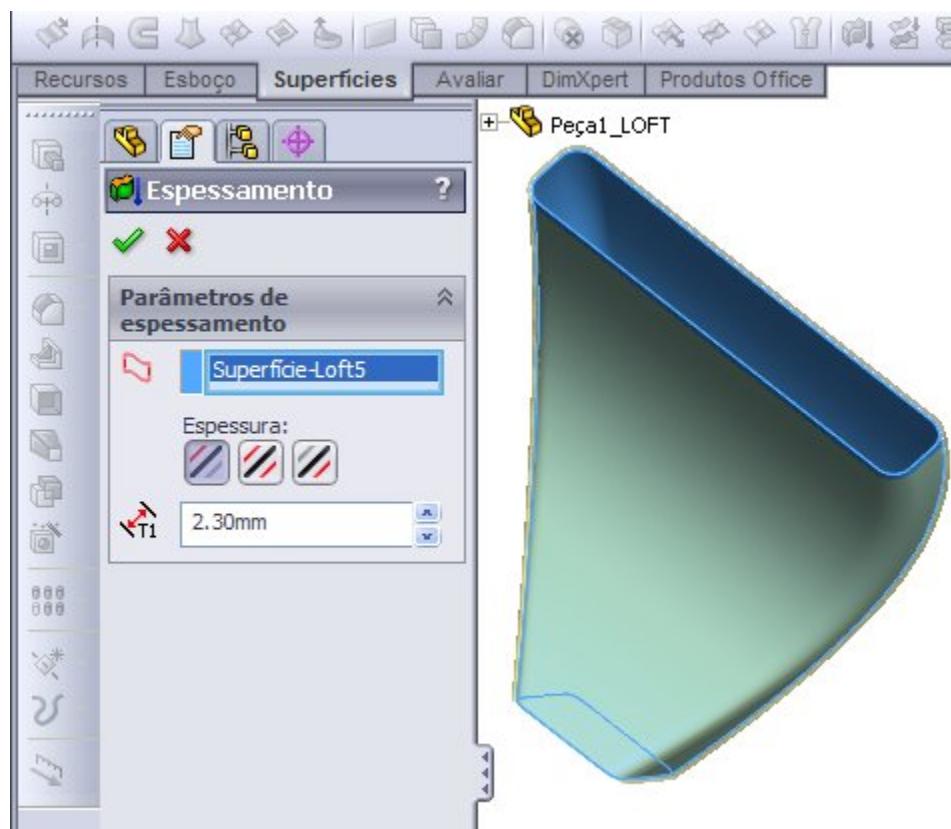
Observe que aparecerá uma caixa de diálogo indicando os perfis dos esboços selecionados, **OK**.

NOTA: O **Loft** só poderá ser aplicado se os esboços estiverem **reconstituídos** , que se encontra na barra de ferramentas suspensas.



Etapa 4

Na barra de ferramenta **Superfície** acione **Espessamento**  para definir a espessura da parede como **0,09"**. Certifique-se que a espessura foi adicionada à parte externa dos perfis na caixa de diálogo **Parâmetro de Espessamento, OK.**

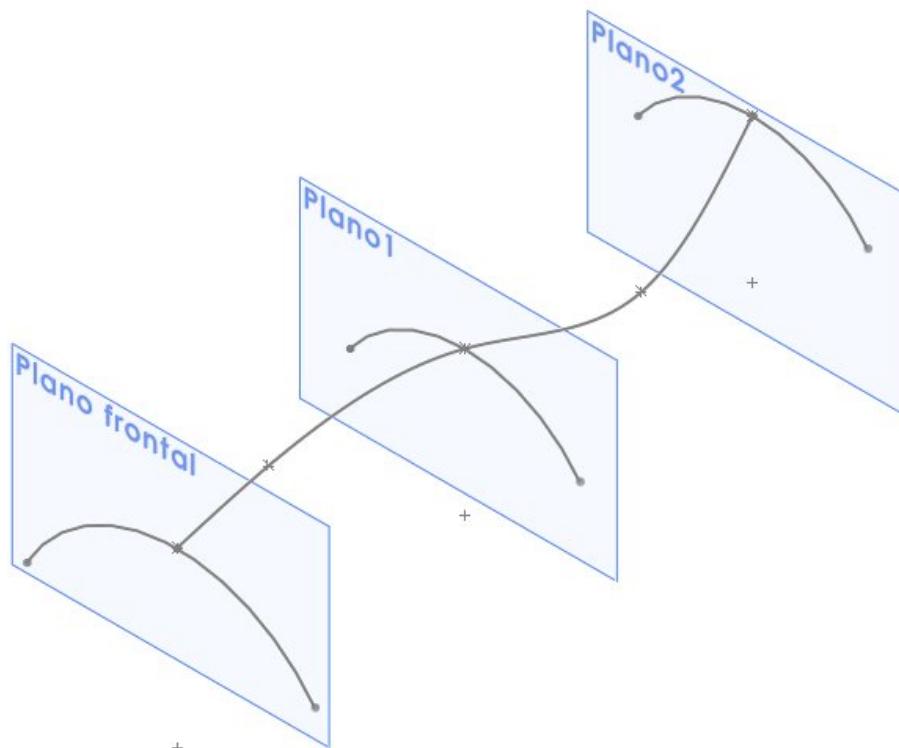


EXERCÍCIO 7

(Loft de
Superfície
usando curva
guia)

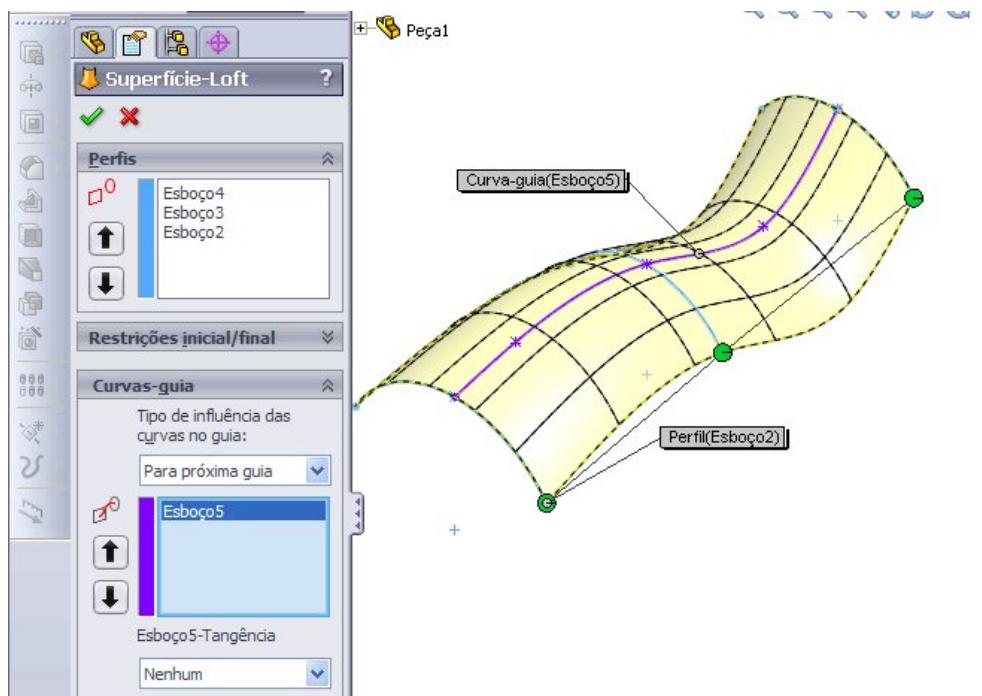
Vamos aprender a trabalhar com curva guia.

- Coloque dois planos paralelos ao plano frontal com uma distância de **10,0cm** um com relação ao outro. Como mostra a figura abaixo.
- Selecione na barra de ferramenta **Esboço**, na caixa de seleção de **Arcos**  , um arco passando por **Três Pontos**  com raio de **5,0cm** no plano frontal, tomando como centro do arco a **Origem**  o plano.
- Repita as operações para os outros planos paralelos, porém o centro dos raios em relação ao primeiro ficarão deslocados **3,0cm** e **6,0cm** respectivamente, para cima, com relação ao centro (origem).
 - **OBS:** Para facilitar a relação da linha guia com os arcos, coloque um ponto * nos centros dos memes em seus respectivos Esboços.
- Ative o **Plano Direito** para desenhar a curva guia. Na barra de ferramenta **Esboço**, acione o comando **Linha Flexível (Spline)**  , na caixa opções de **Linhas Flexíveis** 

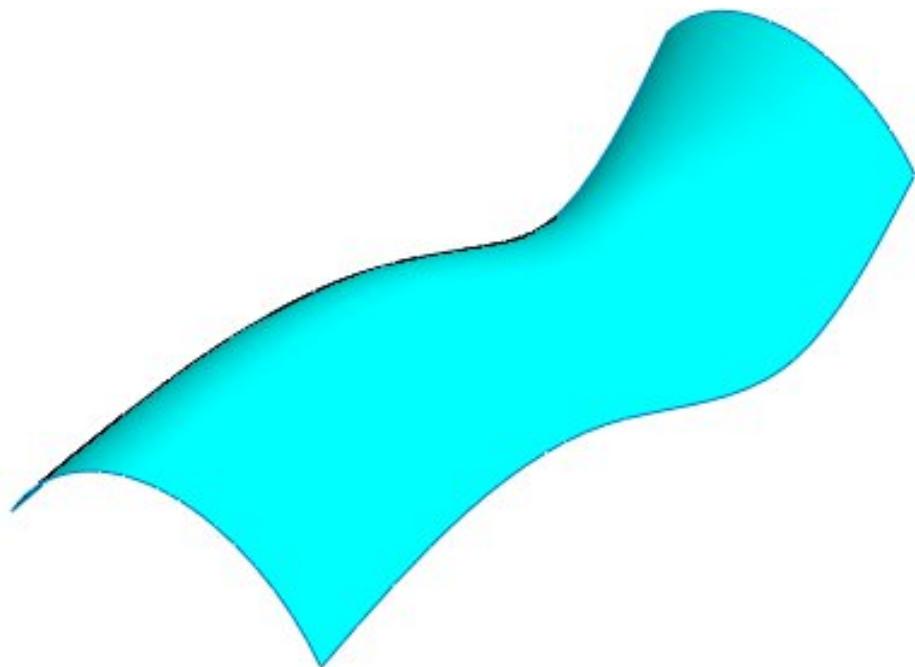
Etapa 1**ESBOÇOS DOS PERFIS EM SEUS RESPECTIVOS PLANOS**

Estepa 2

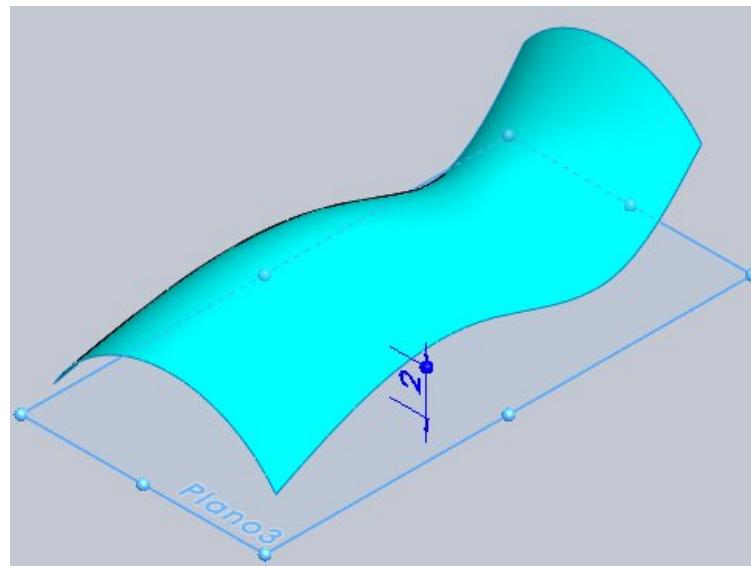
PRÉ-VISUALIZAÇÃO DO LOFT SEGUINDO A CURVA GUIA



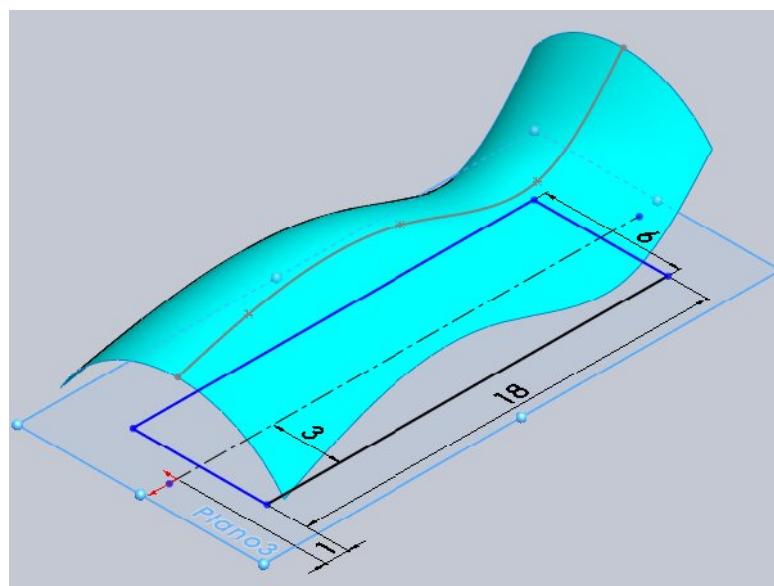
Após a conclusão, faça alterações nos perfis e compare os resultados, **OK**.



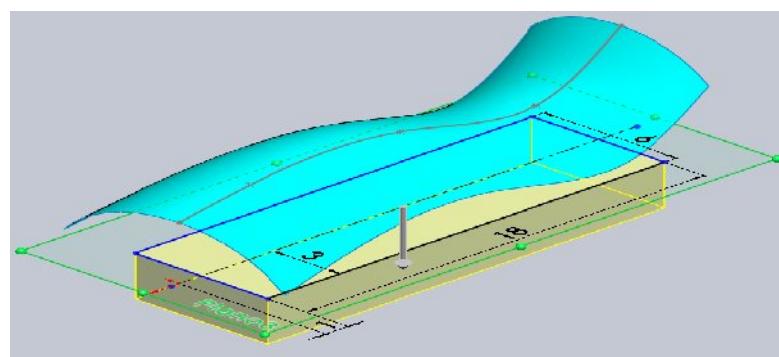
- Etapa 3** Agora, você vai aprender a substituir superfície ou face de um corpo.
(Substituição de Superfície) Adicione um plano paralelo ao **Plano Superior** a uma distância de **2,0cm** para cima.



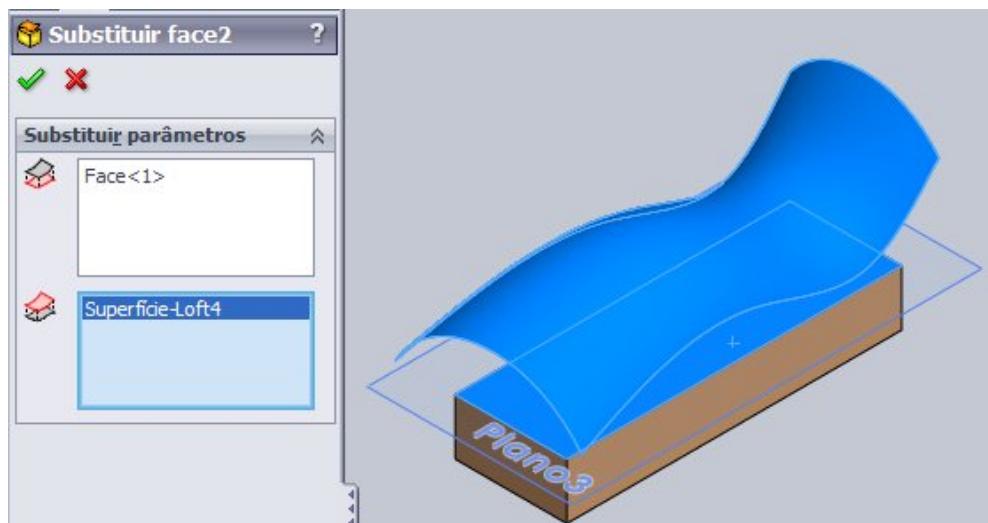
- Etapa 3.1** Desenhe o perfil de um retângulo com as dimensões mostradas.

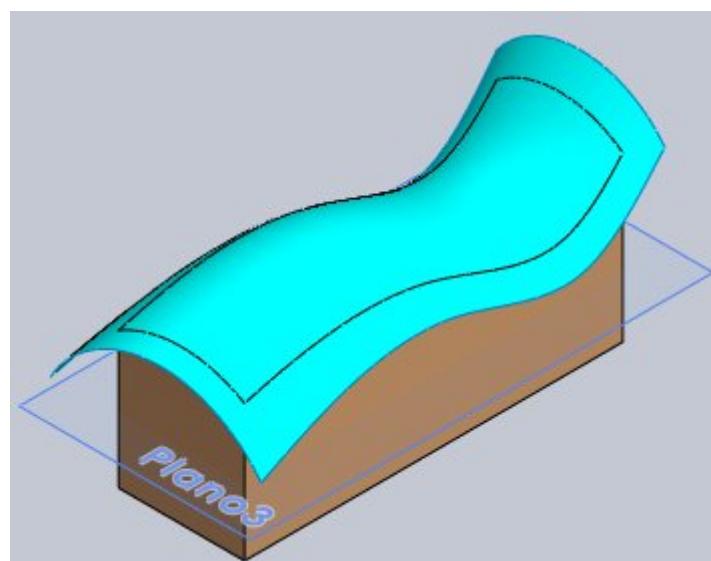


Etapa 3.2 Extruda para baixo 3,0cm. OK.

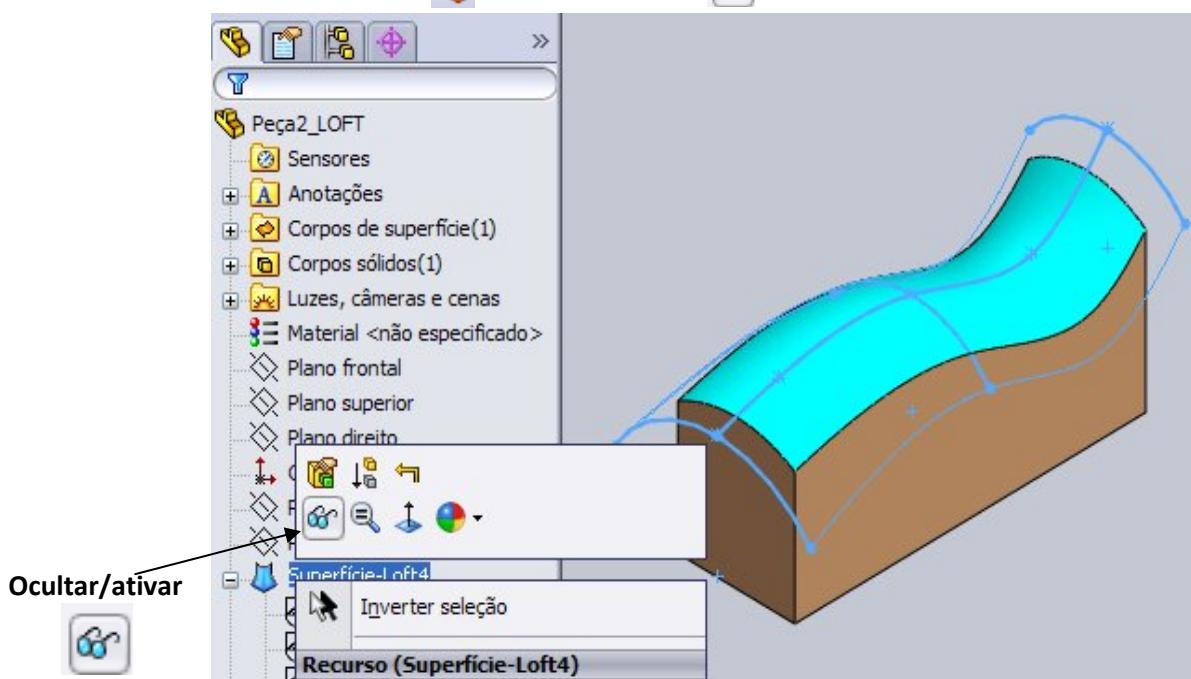


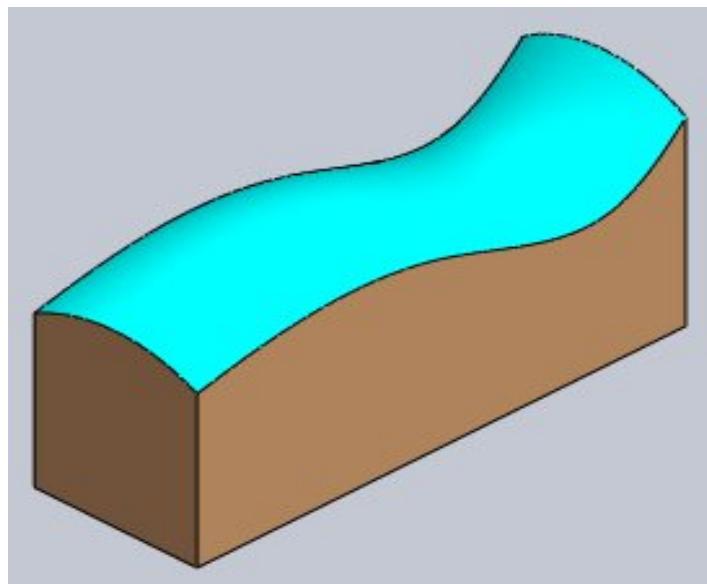
Etapa 3.3 Na barra de ferramenta **Superfície**, clique no comando **Substituir Face**  . Clique primeiro na face, depois na superfície. **OK**.



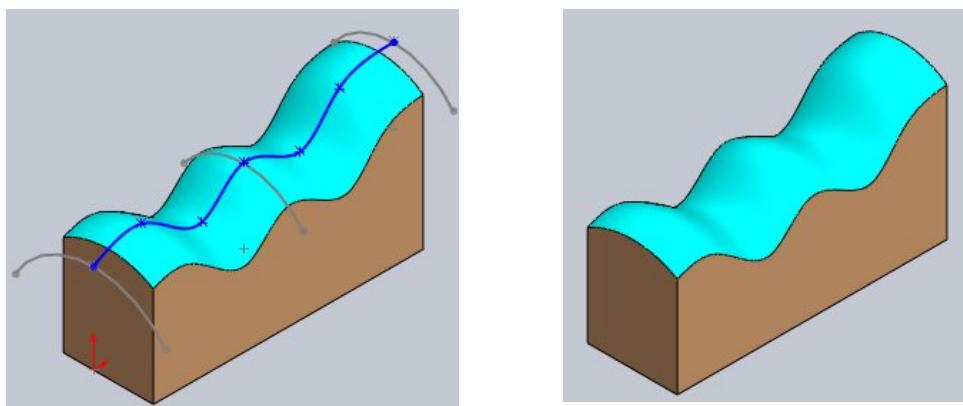
**Etapa 3.4**

Vá no **Organizador de Recursos**, clique com o lado direito do mouse em **Superfície Loft**  , ocultar/Ativar  OK.



**Etapa 3.5**

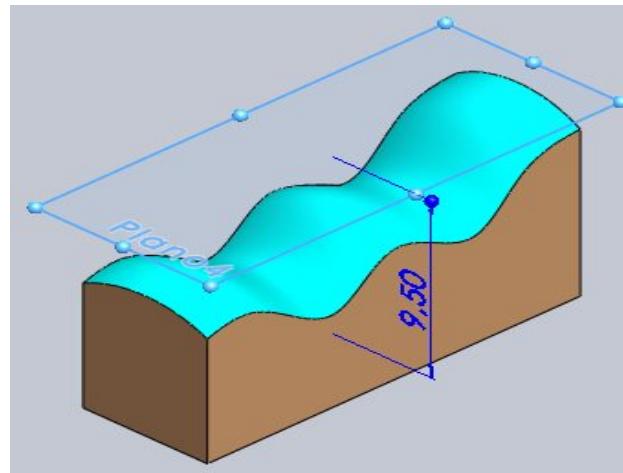
Ative o esboço da **Linha Flexível (Spline)**  . Em **Esboço**, acione o comando **Inserir Ponto de Linha Flexível**  . Ensira pontos, move e observe o resultado



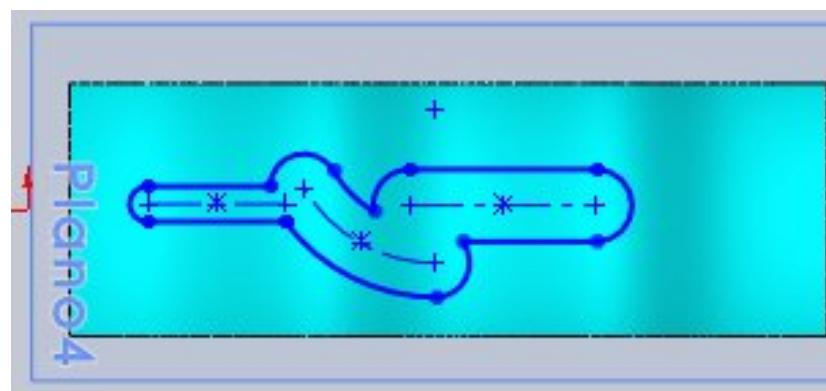
Etapa 4

(Corte
Projetado)

Coloque um plano paralelo a **9,5cm** do Plano Superior.

**Etapa 4.1**

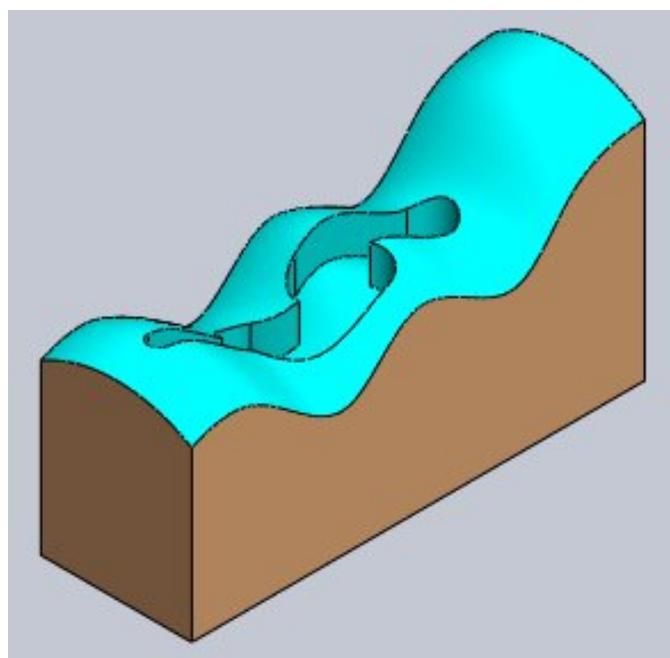
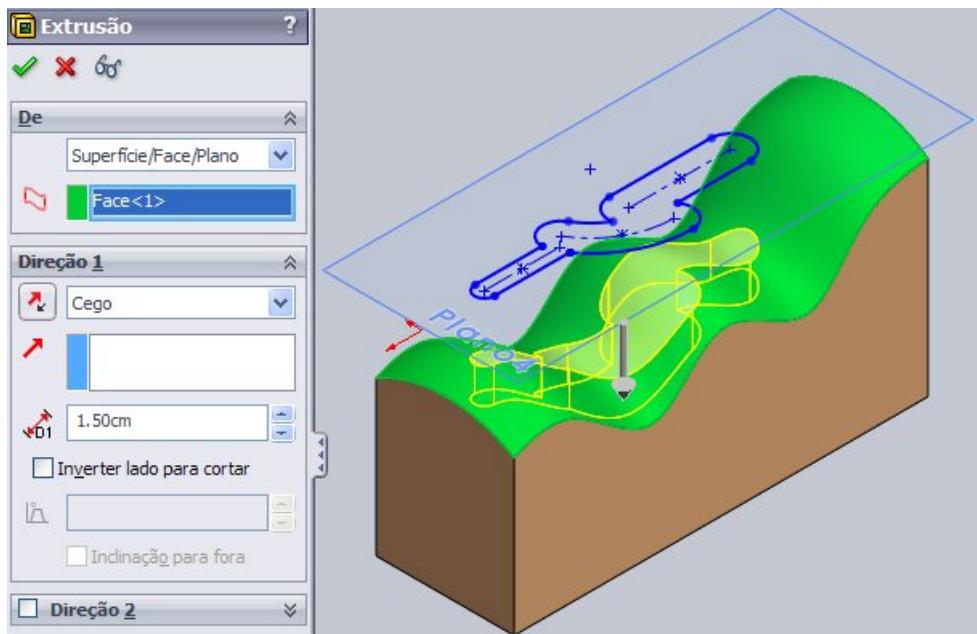
Desenhe um perfil de forma aleatória, contanto que sua projeção fique sobre a entidade.



Etapa 4.2

Coloque em perspectiva. Na barra de ferramenta **Recursos**, clique em **Corte por extrusão**. Na caixa de diálogo **Extrusão**, selecione na subcaixa **De, Superfície/Face/Plano**.

Clique na face frontal ao perfil, em **Direção 1**, no boxe da distância (**D1**) digite **1,5cm**. **OK**.



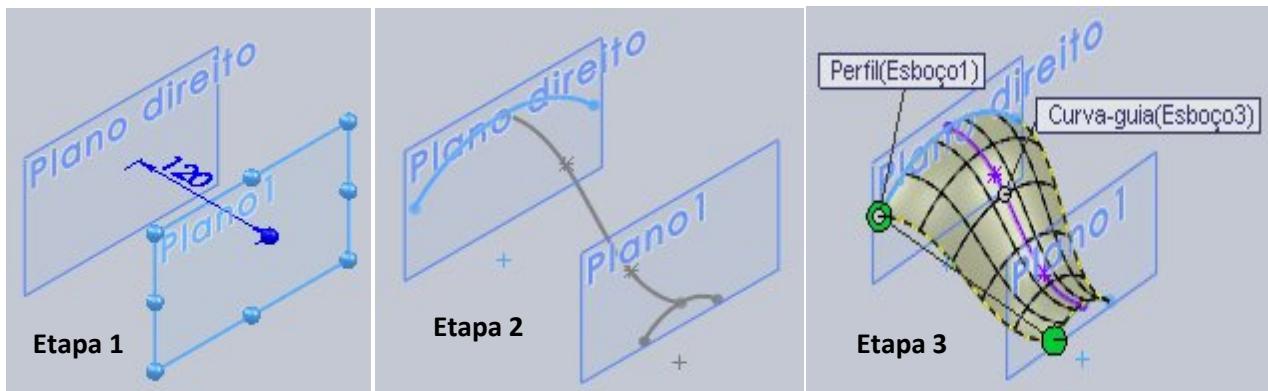
EXERCÍCIO 8
(Projeção de
Curva em
Superfície)

Selecione o **Plano Direito** e coloque um plano paralelo a **120mm** de distância.

Desenhe em cada plano os perfis usando **Arco de 3 Pontos** com raios de **86mm** e **35mm**, respectivamente.

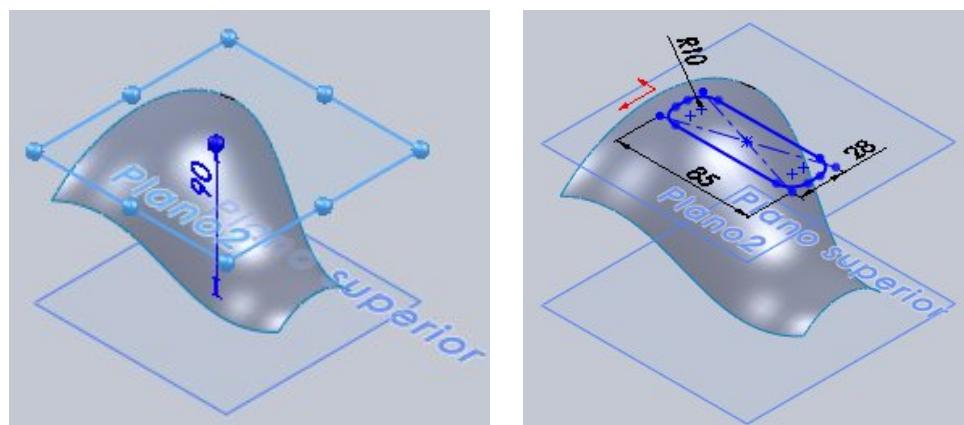
No **Plano Frontal** desenhe um perfil usando **Linha Flexível (Spline)**.

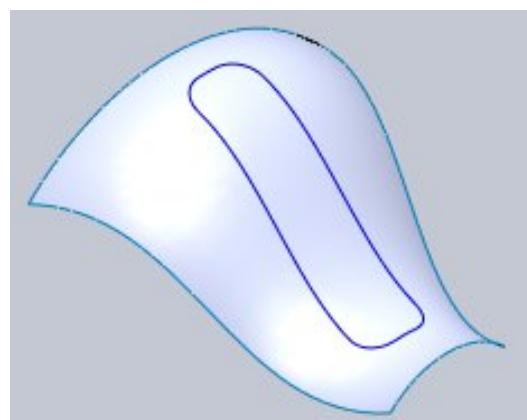
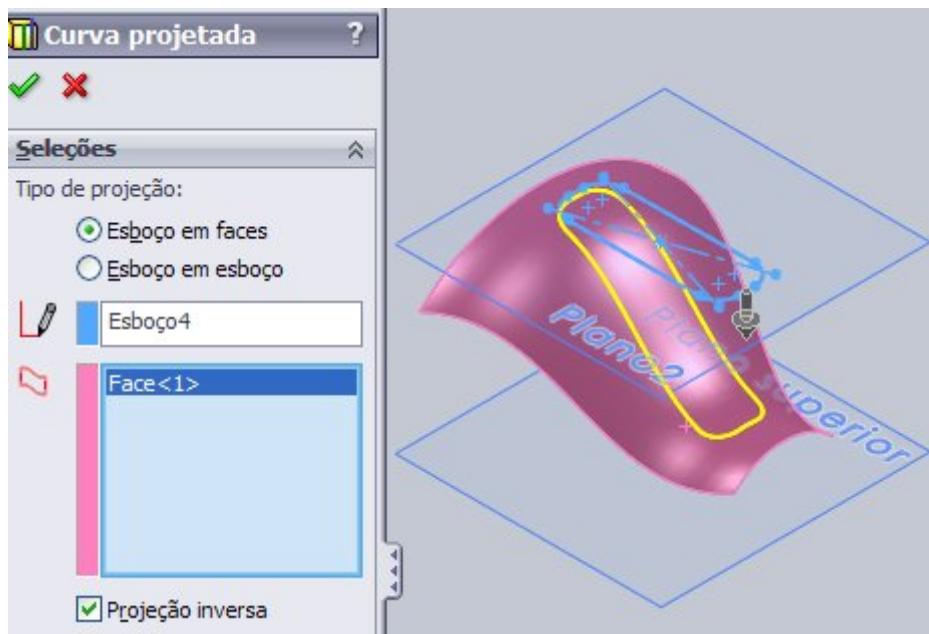
Na barra de ferramenta **Superfície** acione o comando **Loft**. Primeiro clique nos perfis depois na **curva guia**. OK.


Etapas 4 e 5

Adicione um plano paralelo ao **Plano Superior** à **90mm** para cima.

Trace o perfil mostrado no novo plano.



Etapa 6**Projetando a curva na superfície no Loft de superfície.**Acione a barra de ferramenta **Recursos**.Clique na caixa de seleção de **Curvas**  **Projetar Curva** Primeiro selecione a curva depois a superfície. Inverta a direção. **OK**.

Etapa 7**Realizando o corte na superfície**

No Organizador de Recursos (FeatureManager), ative Curva 1.

Na barra de ferramenta Superfície acione **Aparar Superfície** 

Na caixa de diálogo **Aparar Superfície** deixe nas subpáginas:

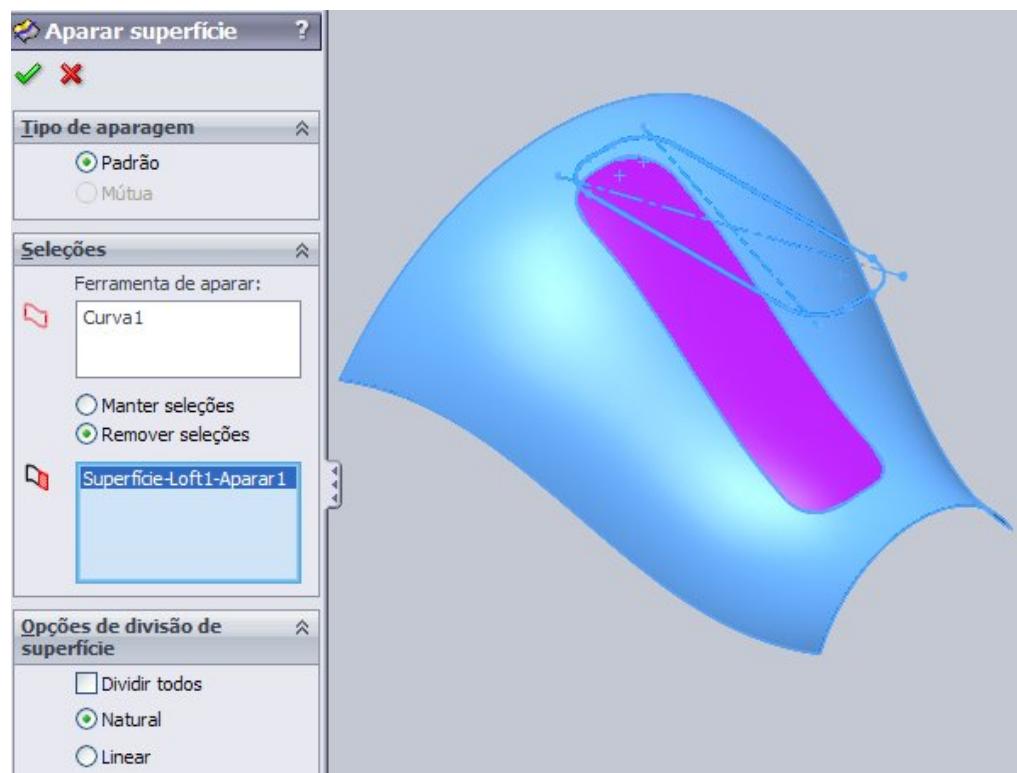
Tipo de Aparagem: Padrão;

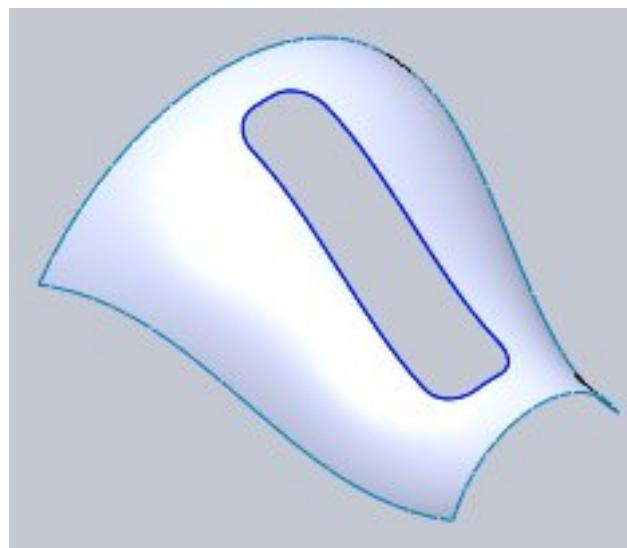
Seleções: Aperecerá o nome da curva pré-selecionada;

Remover Seleções: Ativar;

Clique na área limitada pela curva projeta;

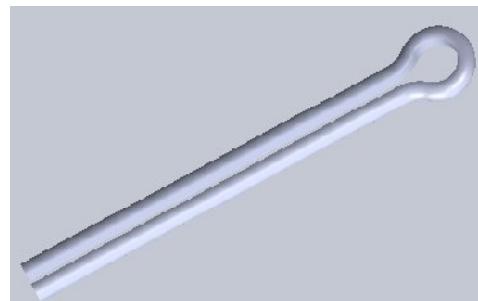
Opções de Divisão de Superfície: Natural. **OK.**



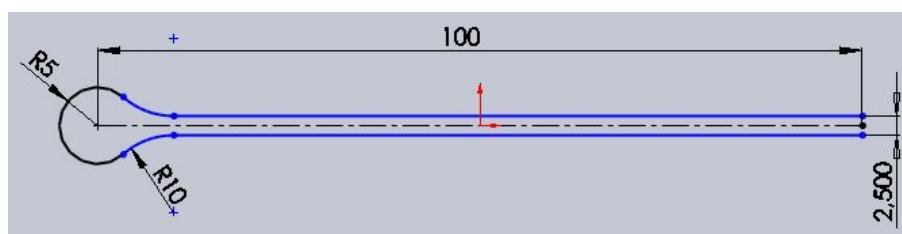
**EXERCÍCO 9**

Vamos construir um Contrapino flexível.

(Varredura-
Sweep)

**Etapa 1**

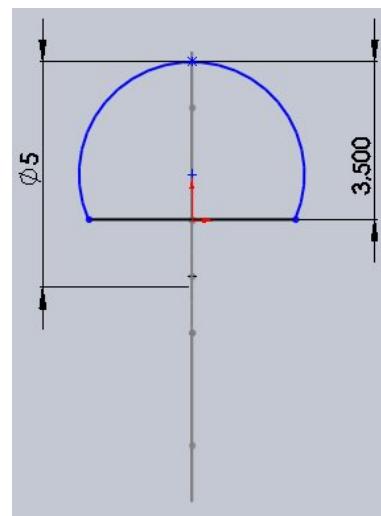
Abra um novo esboço no **Plano Frontal** e desenhe o caminho do contrapino a ser percorrido pela seção.



Etapa 3

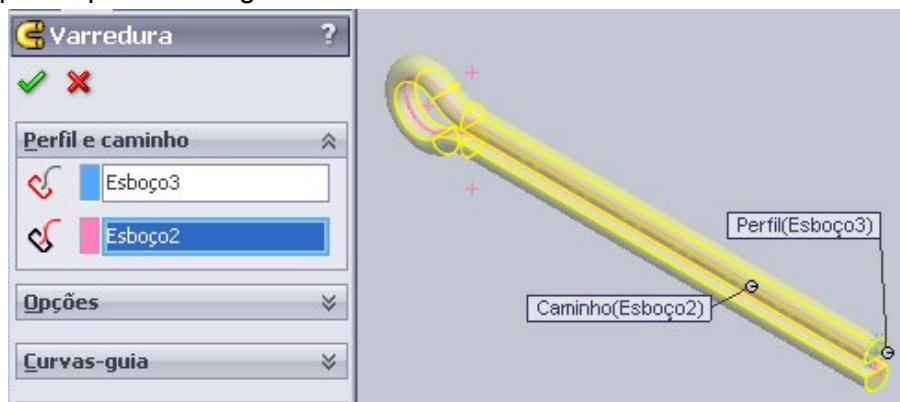
Reconstitua  o esboço e coloque em perspectiva. Insira um plano em uma das extremidades do esboço.

Desenhe o perfil (seção) neste novo plano.

**Etapa 4**

Reconstitua  o esboço. Coloque em perspectiva.

Na barra de ferramenta **Recursos**, selecione **Resalto/Base Varrido**  Clique no perfil em seguida no caminho. OK.



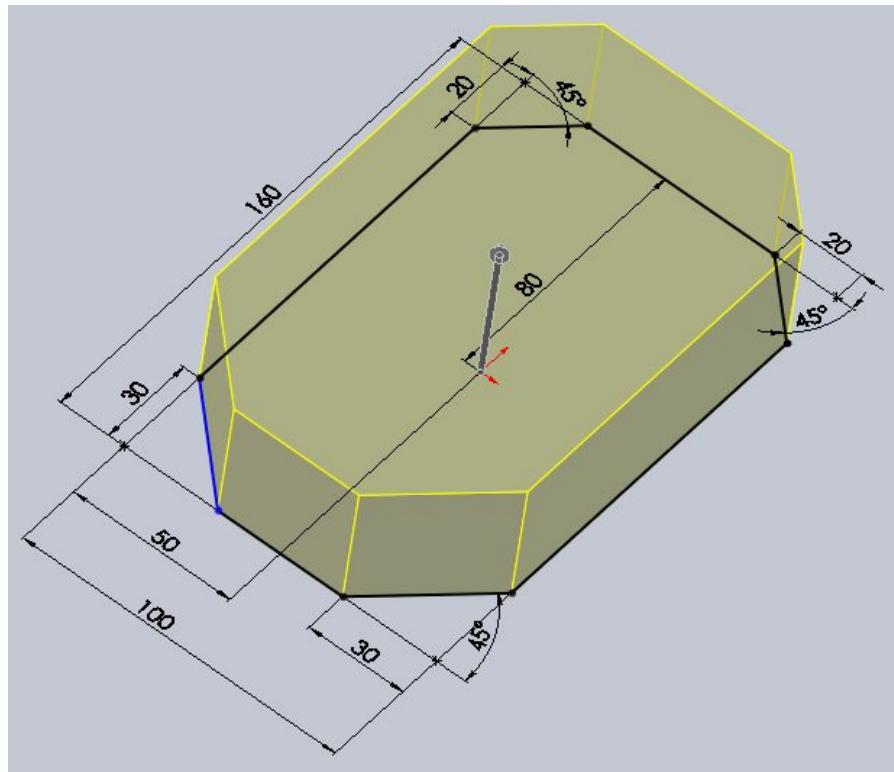
EXERCÍCIO 10

(Trabalhando com Nervura e Recuo de Superfície)

Etapa 1

Você vai abrir um novo esboço.

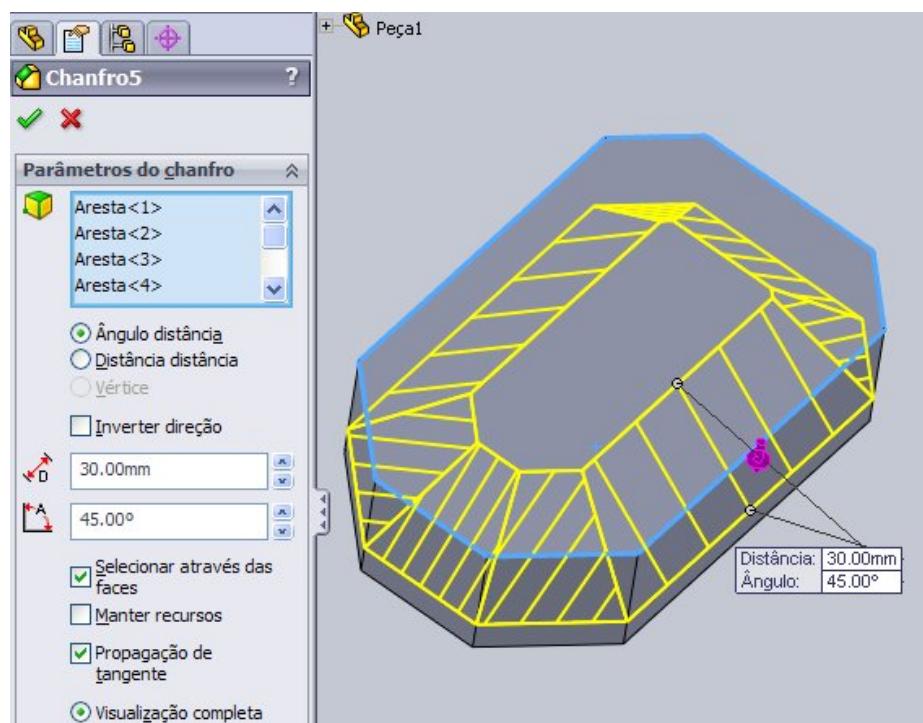
Selecione o **Plano Superior**. Desenhe o perfil abaixo e extruda 40mm para cima. **OK**.



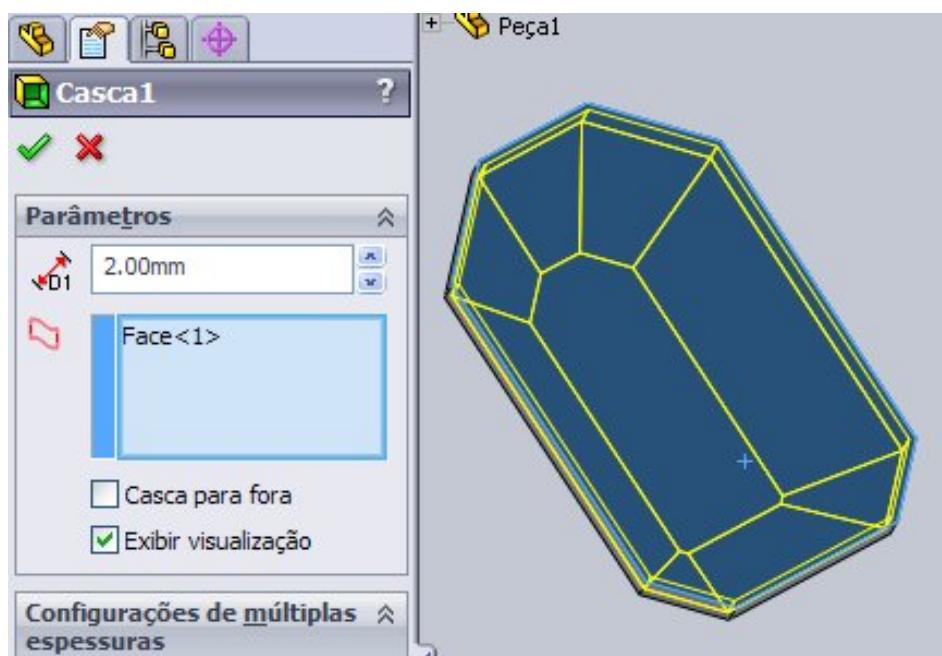
Etapa 2

Vá na barra de ferramenta **Recursos**. Na caixa de **Raios** selecione **chanfro** .

Na caixa de diálogo **Chanfro**. Marque em **Parâmetros de Chanfro** as opções **Ângulo Distância**, em **Distância** digite **30mm** e em **Ângulo** **45°**. **OK**.

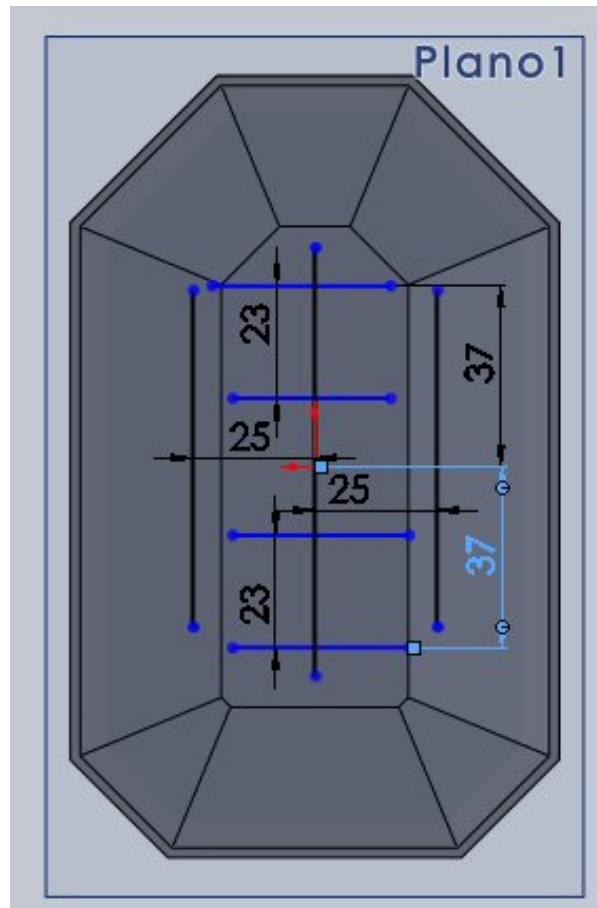
**Etapa 3**

Gire a peça. Selecione a parte inferior da peça, na barra de ferramentas **Recursos** clique em **Casca** . Em **Parâmetros** **2mm** para espessura. Ative **Exibir Visualização**. **OK**.



Etapa 4

Crie um plano paralelo ao **Plano superior** a **15mm** de distância para cima.
Desenhe o perfil com as dimensões exibidas. **OK.**

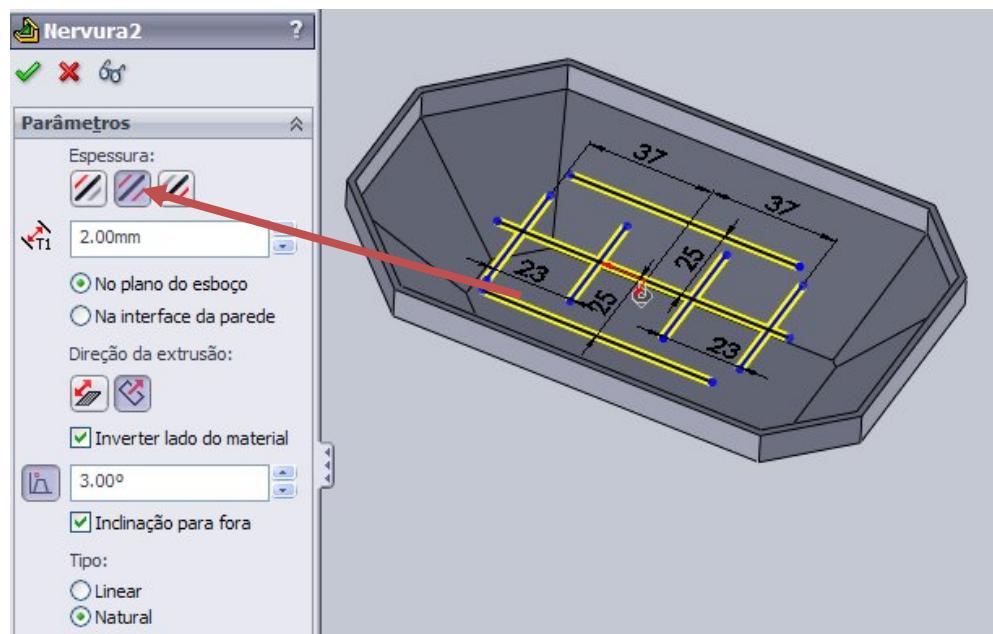


Etapa 5

Coloque em perspectiva e gire para uma melhor visualização da operação de nervura.

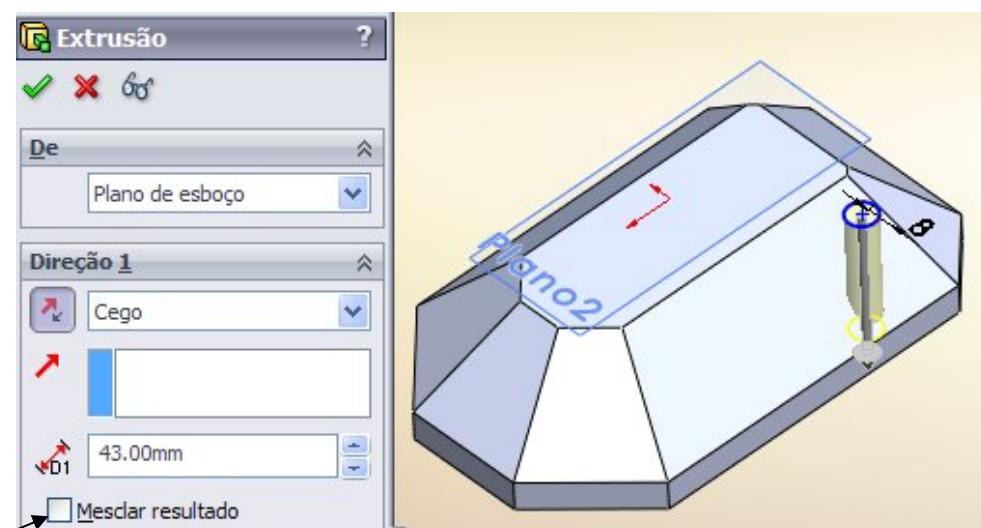
Vá na barra de ferramenta **Recursos**, ative **Nervura** 

Em **Parâmetros** na caixa de diálogo digite **2mm** para espessura, em **Simetria**    ative o boxe **Inverter Direção** e em **Ângulo**  o valor **3º** para fora, **Natural** ativado. **OK**.

**Etapa 6**

Coloque um plano paralelo a **10,0mm** acima da parte plana superior da peça e desenhe um uma circunferência de **Ø10,0mm**.

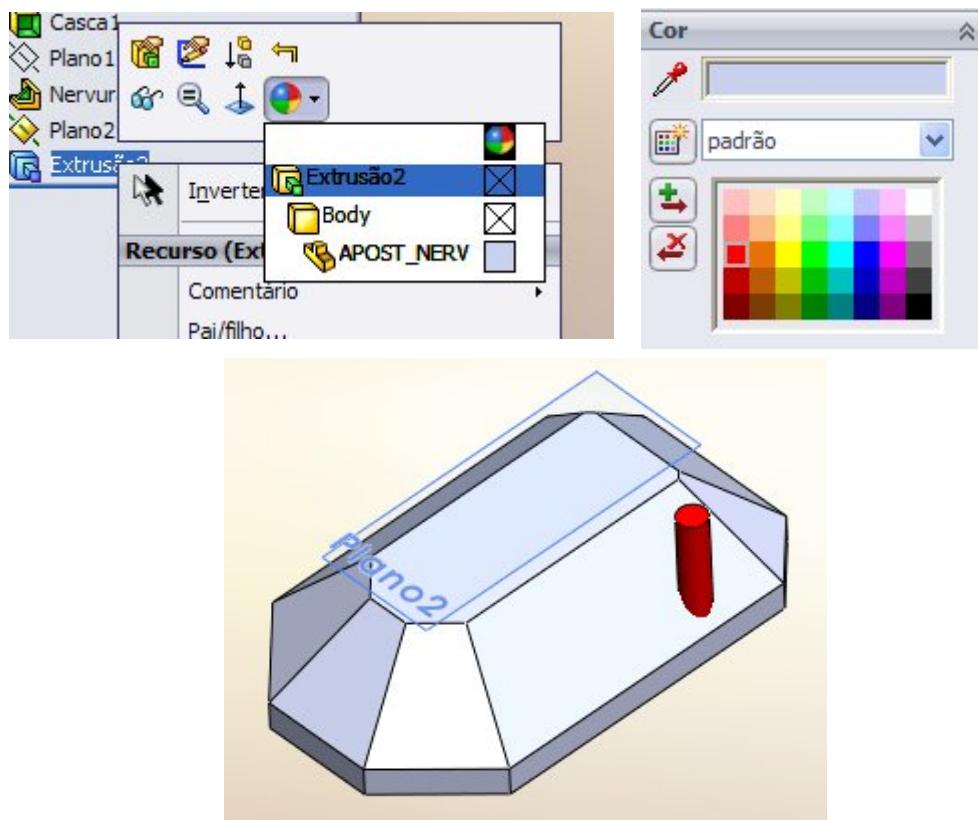
Extruda no comprimento de **43,0mm**. Desmarque o boxe quadrado **Mesclar resultado**. **OK**.



Etapa 7

Você vai mudar a cor da última extrusão.

Coloque o cursor sobre **Extrusão** no **Organizador de Recursos** e clique com o lado direito do mouse. Clique em **Aparências** , depois na caixa relacionada a extrusão em **Cor**, escolha uma cor. **OK**.



Etapa 8**(Colocando Recuo)**

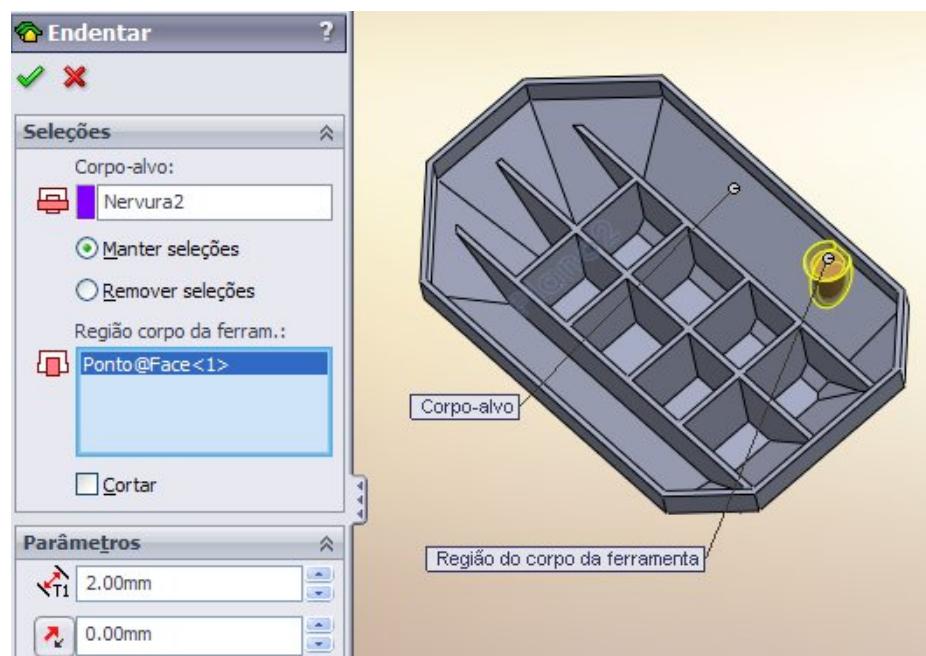
Gire a peça para você ver o resultado da operação.

Na barra de ferramenta **Recursos** selecione **Recuar**  clique.

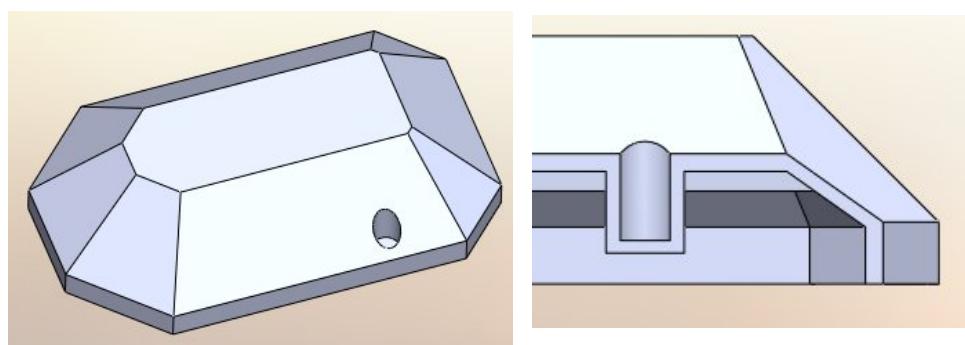
Na página **Endementar** deixe ativado o boxe **Manter Seleções**, em **Parâmetros** digite o valor **2,0mm** para espessura.

Selecione primeiro o corpo maior como **Corpo-alvo**. Depois selecione a face da extrusão como **Região corpo da ferramenta**. **OK**.

NOTA: Faça a seleção da Região do corpo da ferramenta a partir da face inferior do Corpo-alvo, como mostrado.

**Etapa 9**

Oculte a extrusão em vermelho para ver o resultado do recurso utilizado

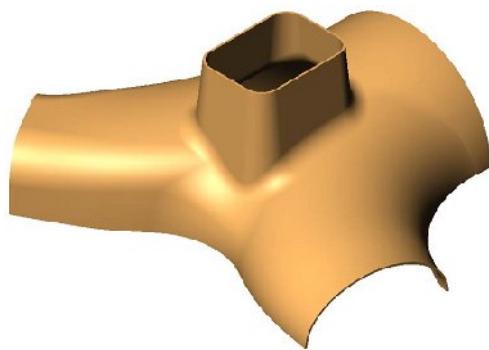


Visualização da seção

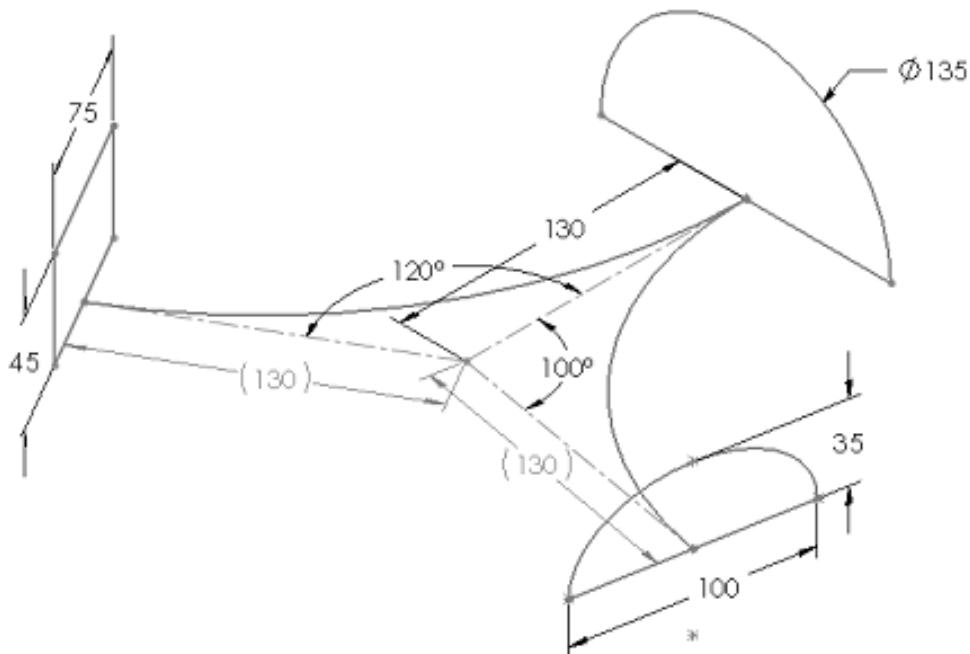


EXERCÍCIO 11
(Loft Sólido)

Você vai desenhar a peça mostrada à direita, conforme esboço abaixo

**Etapa 1**

Com os conhecimentos adquiridos, você já tem condições de construir os perfis básicos mostrados em seus respectivos planos para geração do **Loft** sólido

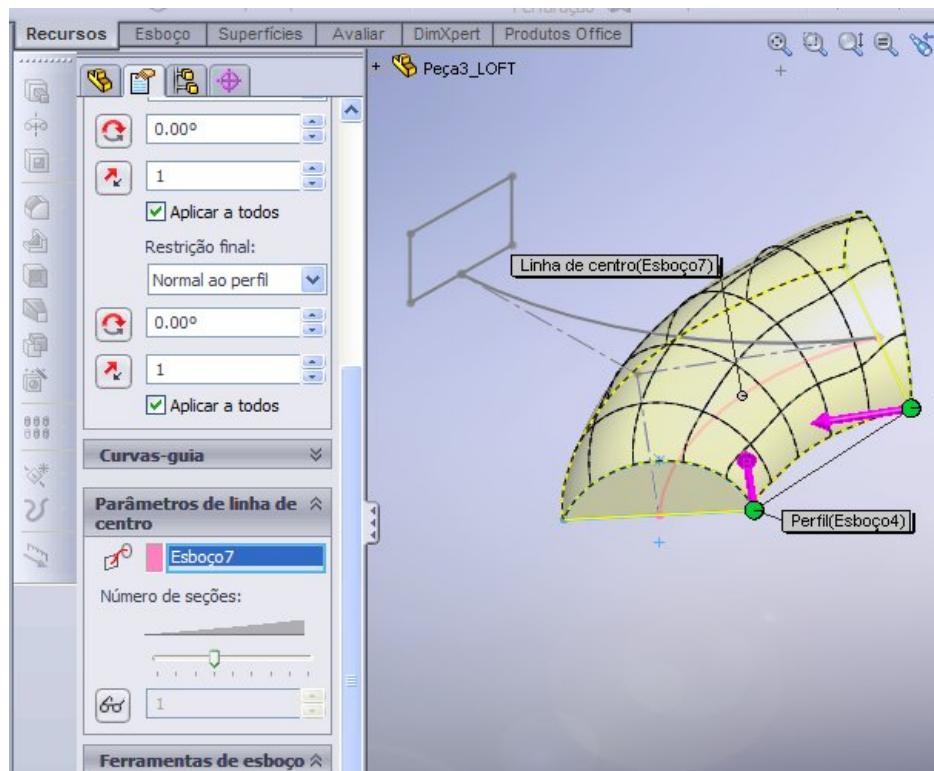
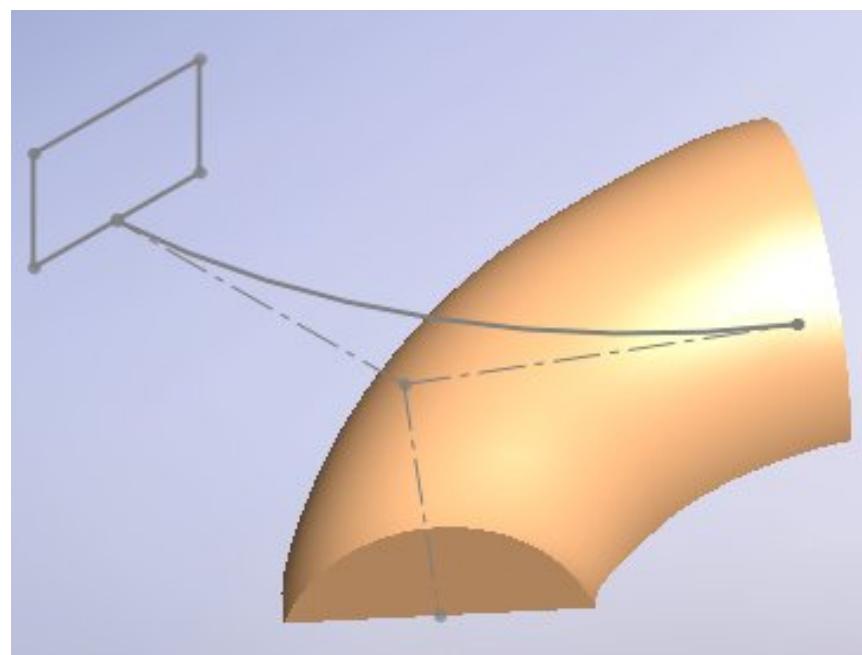


Etapa 2

Acione na barra de ferramenta **Vistas Padrão** ou **Orientação de Vista**  o comando **perspectiva isométrica** .

Na barra de ferramenta **Recursos**, selecione **Loft** , clique nos perfis na forma de arco em pontos correspondentes.

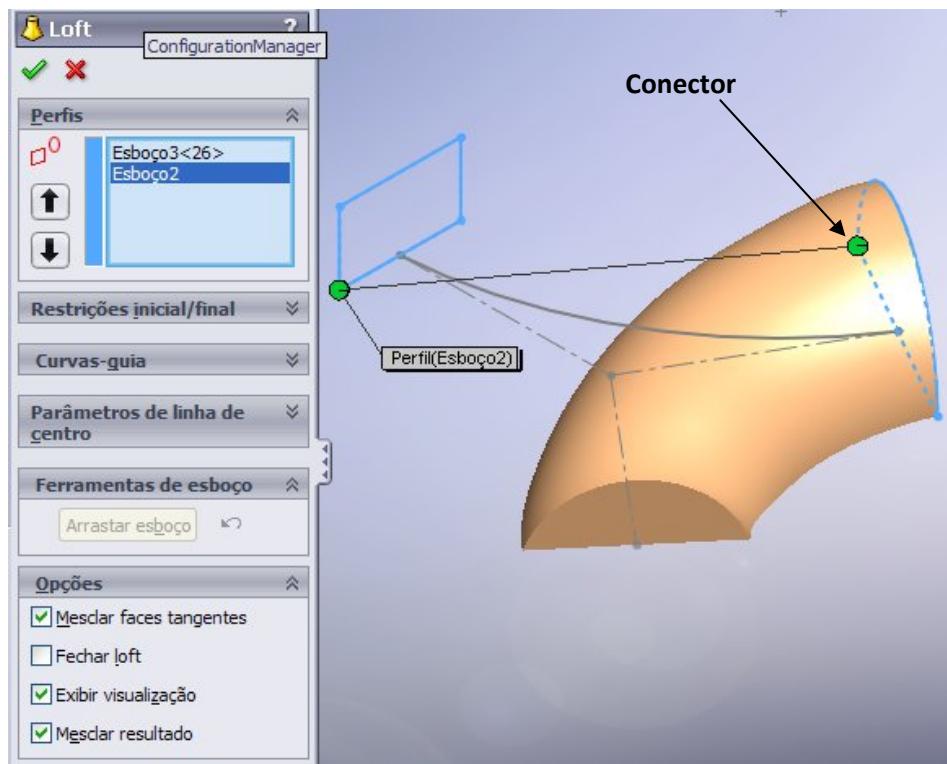
Na caixa de diálogo **Loft**, expanda a sub-caixa **Parâmetros de Linha de Centro**, clique no esboço correspondente, em **Restrições Inicial/Final**, use **Normal ao Perfil**, **OK**.

**Resultados**

Etapa 3

Realize o **Loft** entre os perfis do arco maior e do retângulo.

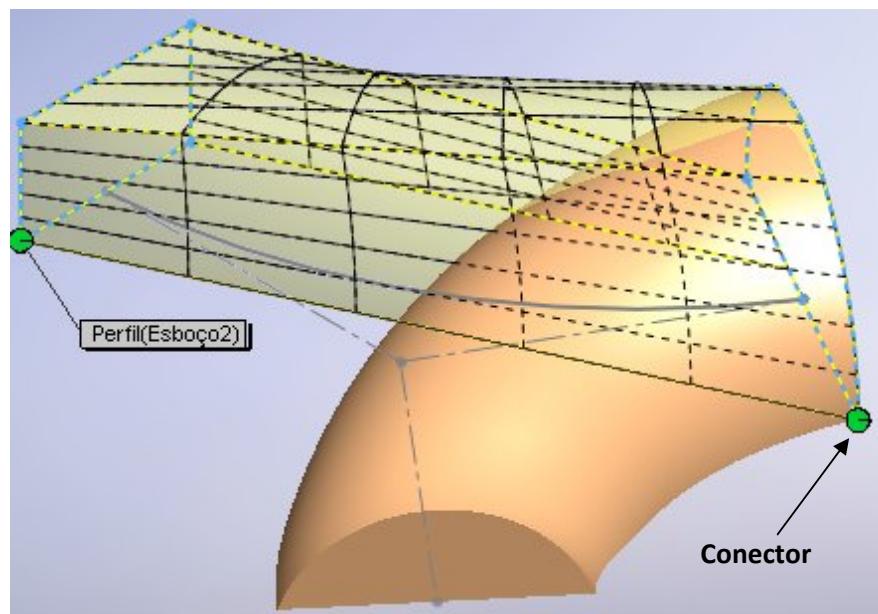
Selecione primeiro o esboço do arco maior no **Organizador de Recursos**, depois o comando **Loft**  na barra de ferramenta **Recursos**, clique no canto inferior esquerdo do retângulo.



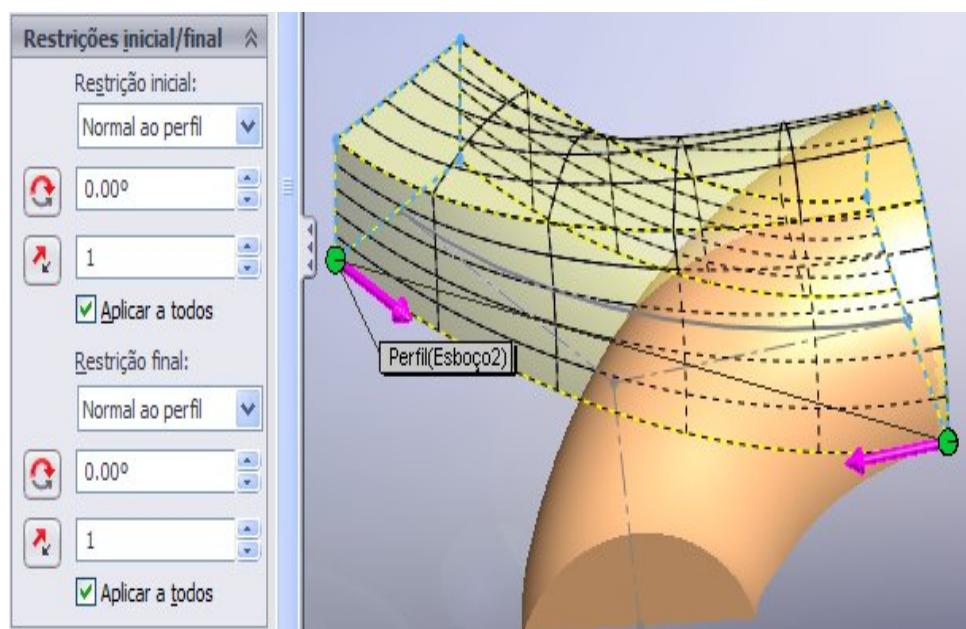
OBSERVE QUE A FORMA NÃO SURGIU.

Etapa 4

Desloque o **Conector** para o lado oposto no perfil do arco. Observe que você já tem a pré-visualização.

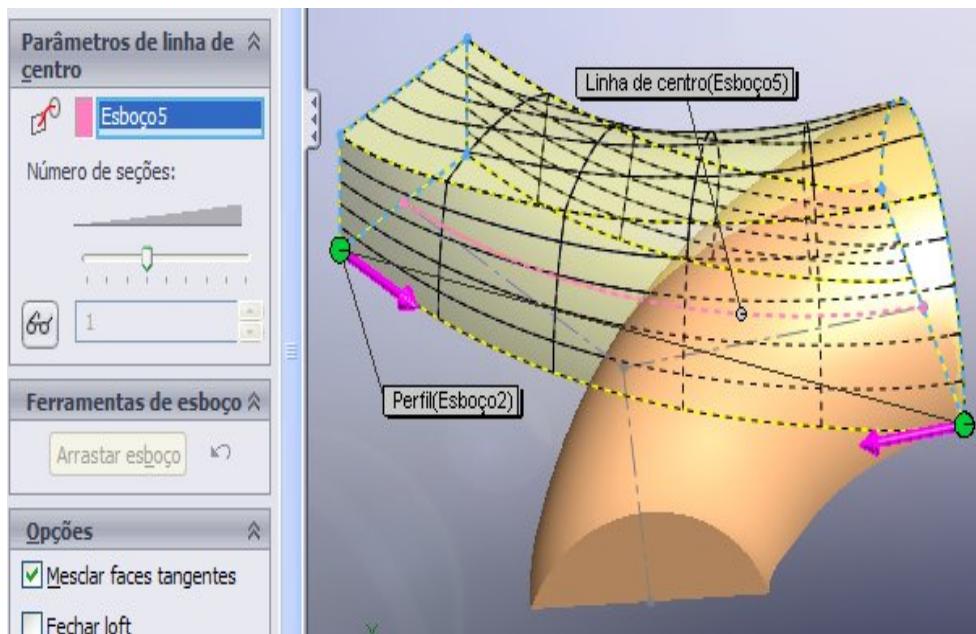
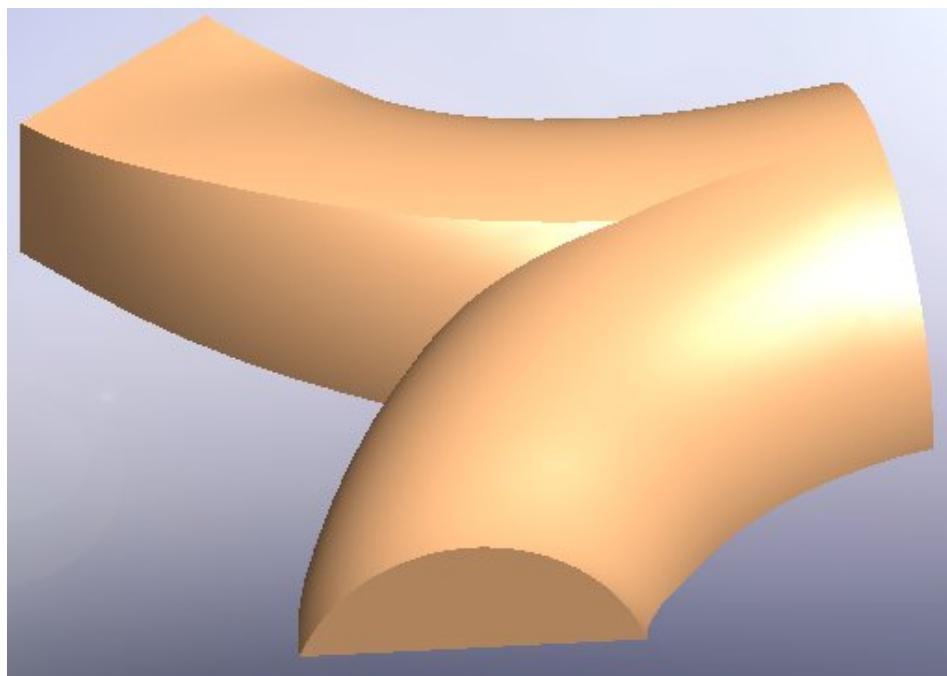
**Etapa 5**

Na caixa de diálogo **Loft**, expanda **Restrições inicial/final** e selecione **Normal ao Perfil** para ambas.



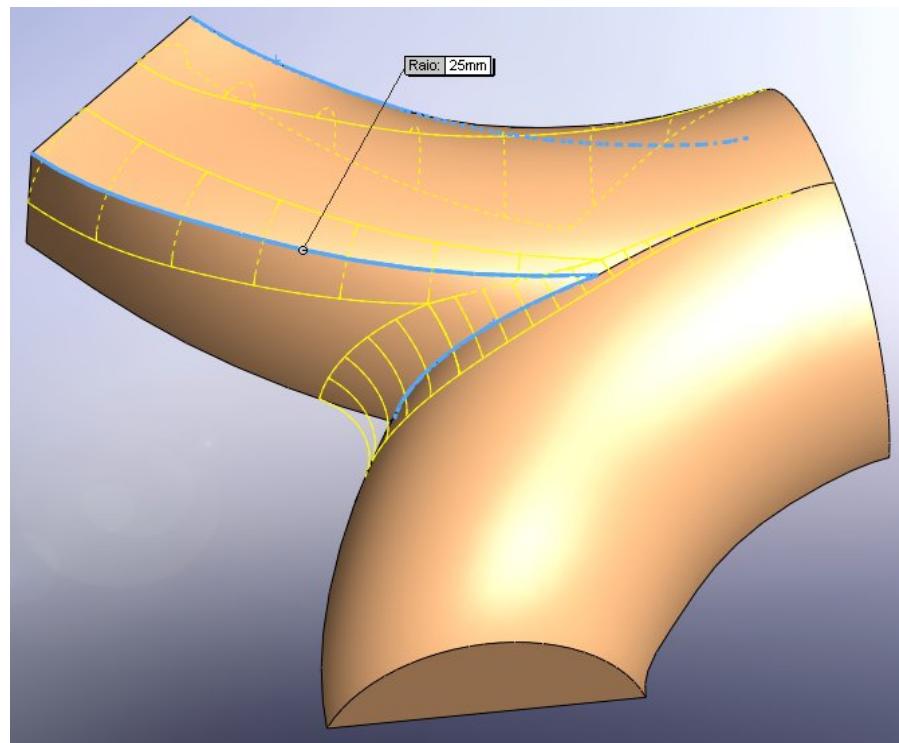
Etapa 6

Expanda na mesma caixa de diálogo **Parâmetro de Linha de Centro**. Clique na linha de centro. **OK**.

**Resultado**

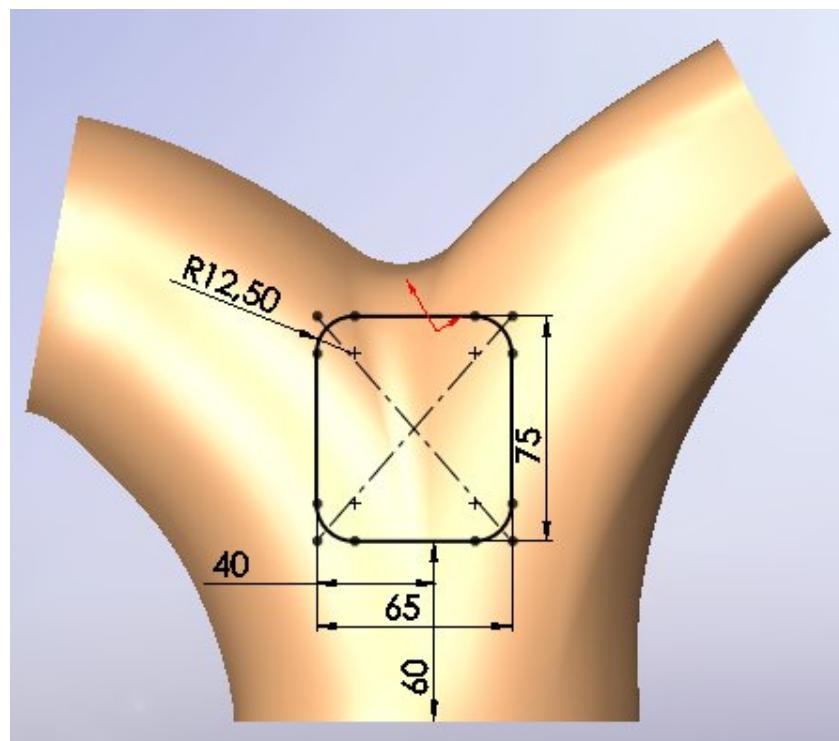
Etapa 7

Selecione as arestas onde serão adicionados os raios de valor **25mm**. OK.

**Etapa 8**

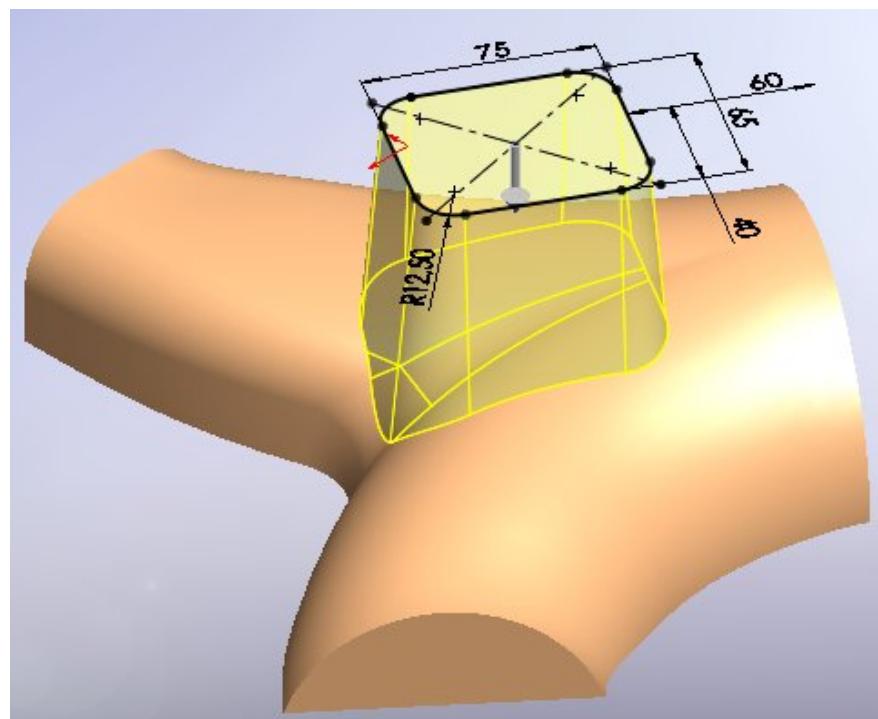
Vamos construir o bocal

Crie um plano paralelo a partir do **Plano Superior** a uma distância de **120mm** e desenhe o perfil do bocal.

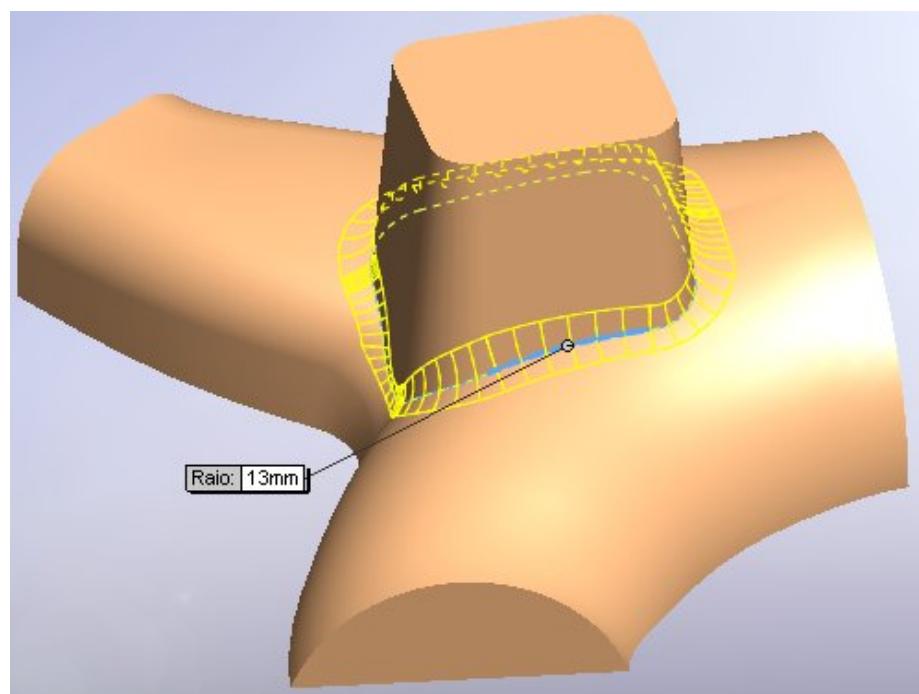


Etapa 9

Faça a extrusão da saliência o usando a condição **Até o Próximo** com **5º** de inclinação. **OK.**

**Etapa 10**

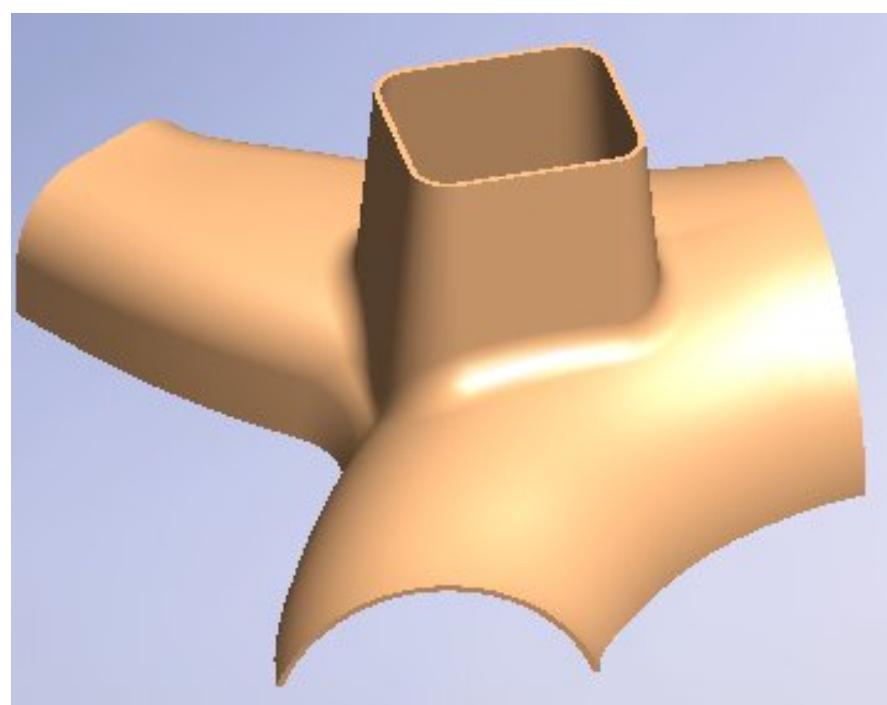
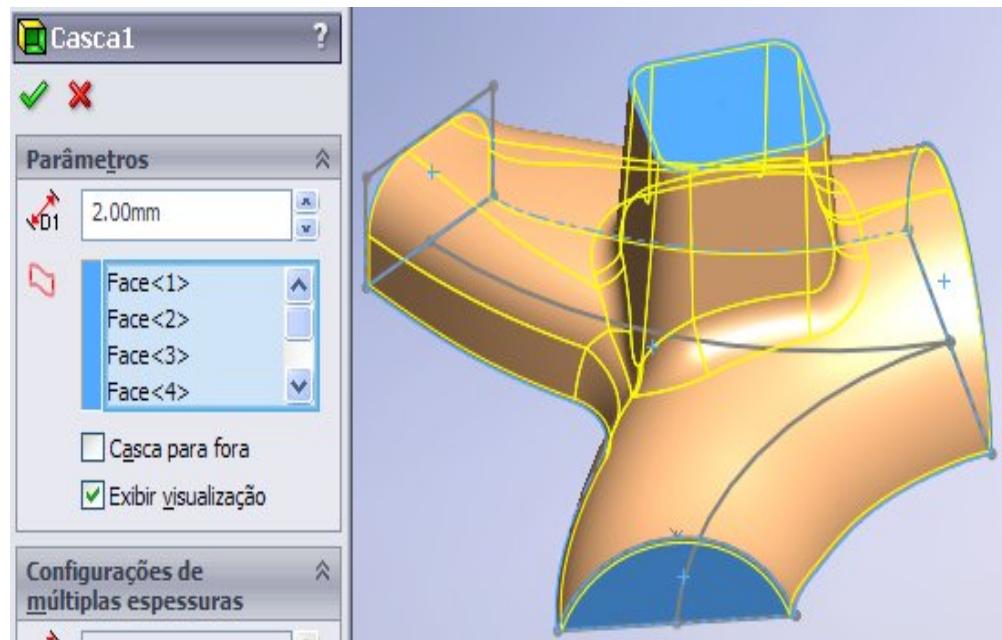
Selecione a aresta formada entre a saliência e a base, adicione o raio de **13mm**. **OK.**

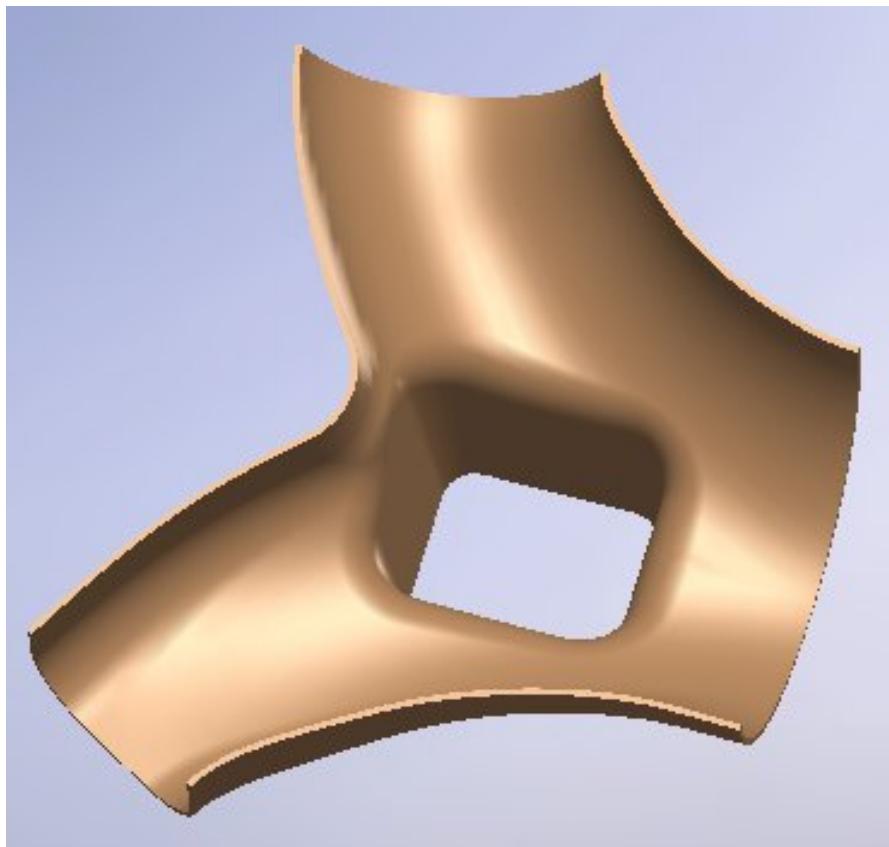


Etapa 11

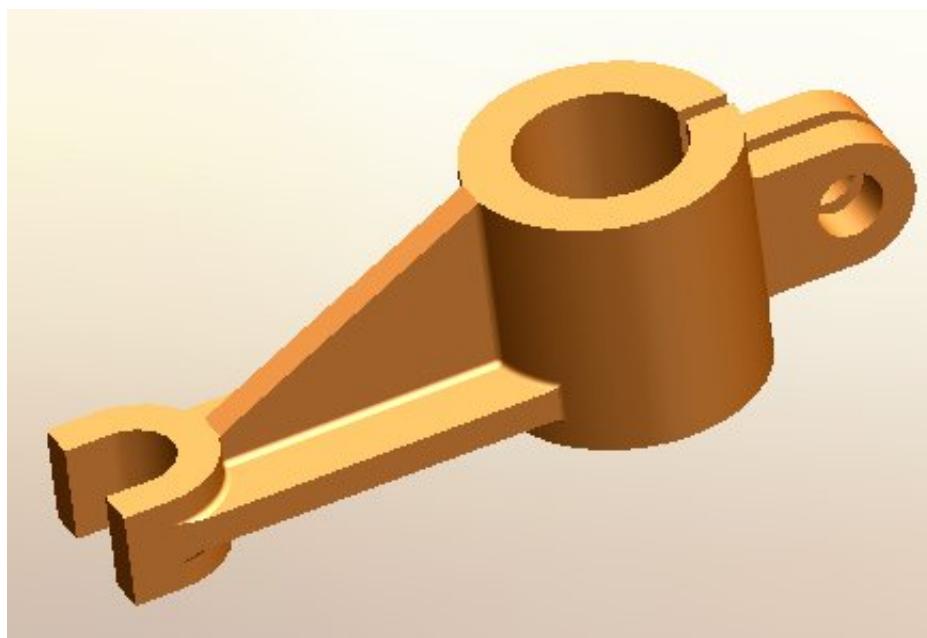
Para fazer a operação de espessura de parede (Casca ), selecione todas as superfícies planas com **CTRL** acionado.

Na caixa de diálogo em **Parâmetro** digite **2mm**. Ative **Exibe visualização**. **OK**.



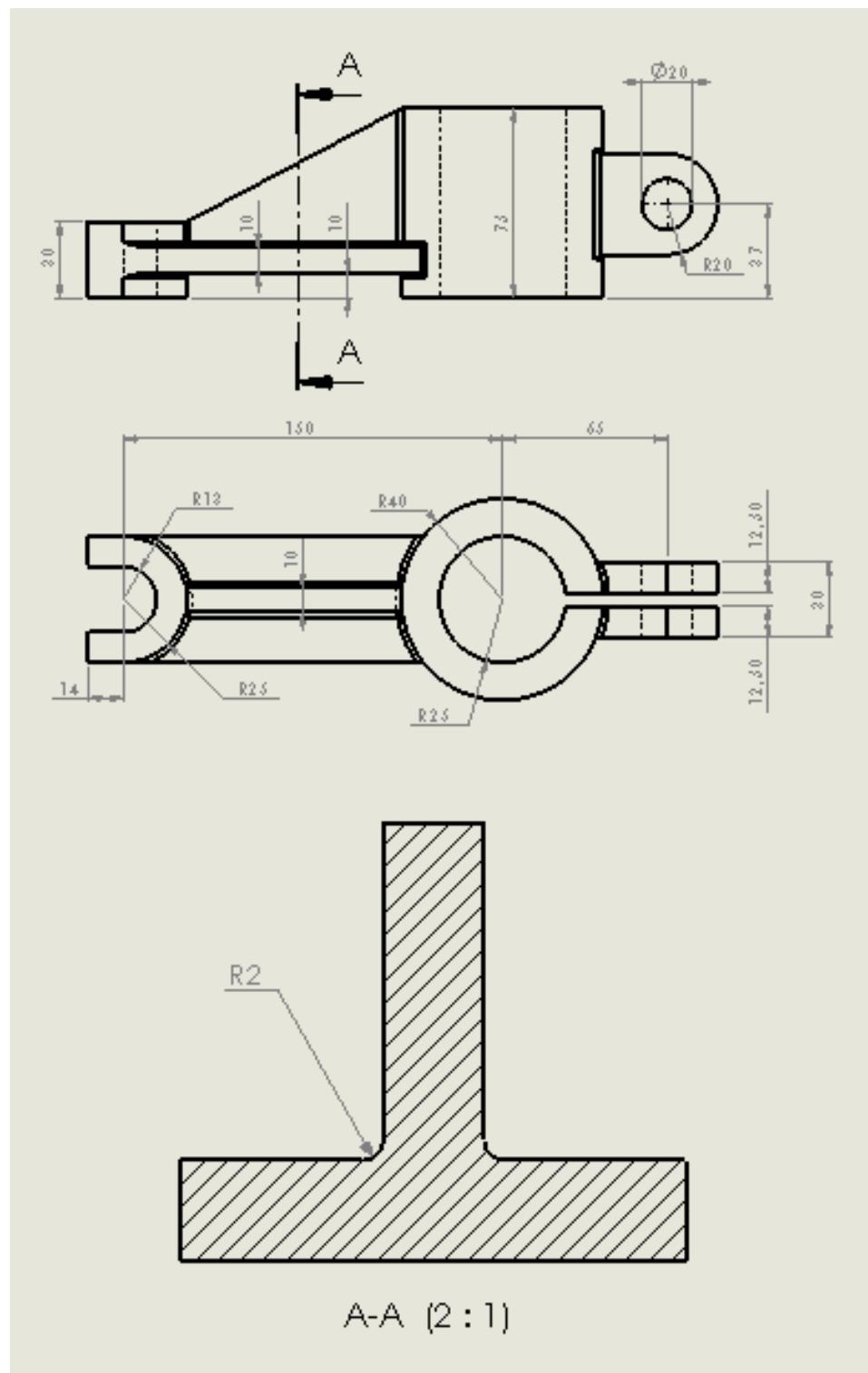
**LIÇÃO 3**
(Desenho 2D)

Com os conhecimento adquiridos nos exercícios anteriores você tem condições de construir a peça abaixo seguindo as dimensões estabelecidas.



Etapa 3

Desenhar o esboço, seguindo as dimensões, abaixo e dar aparência final da peça (o retrato acima). Salve com o nome Suporte. **OK**.



Etapa 3

Abra uma nova peça.

Na caixa de diálogo **Novo documento SolidWorks** selecione **Desenho**  **OK**.

OBS.: Não feche o desenho que você acabou de concretizar.

Na caixa **Propriedades da folha**. Em **tipo de projeção** ative o boxe redondo **Primeiro Ângulo**.

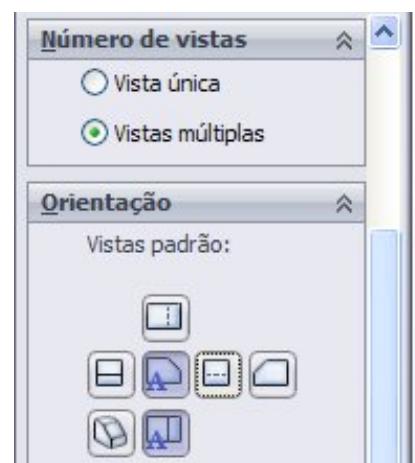
Em **Formato/tamanho da folha** ative **tamanho personalizado da folha** e nos boxes retangulares digite os valores **210mm** e **297mm** respectivamente. **OK**. Irá aparecer caixa de diálogo **Vista de modelo** com nome do arquivo que foi salvo em destaque na subcaixa **Documentos abertos**. Clique na  seta que está destacada para avançar.

Mova o mouse e observe que existe uma figura presa.

**Etapa 4**

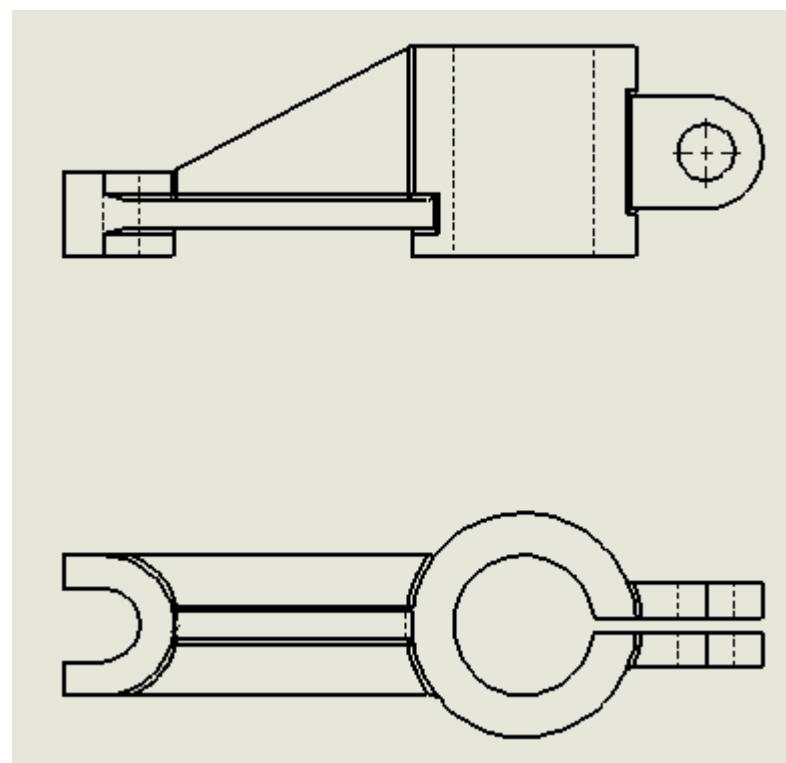
A caixa **Vista de modelo** continua aberta, agora com mais opções de comandos.

Em **Número de Vistas** destaque **Vista múltiplas** e em **Orientação**, selecione os ícones central e o inferior. Observe que na área gráfica aparece dos retângulo. Se você açãoar outros ícones o número de retângulos altera. Esses retângulos correspondem à quantidades de vistas.



Na subcaixa **Estilo de Exibição** ativar o ícone **Linhas ocultas visíveis**. No parâmetro **Escala** ativar o boxe circular **Usar escala personalizada** e escolher a escala desejada. Aqui 1:2

Ok.



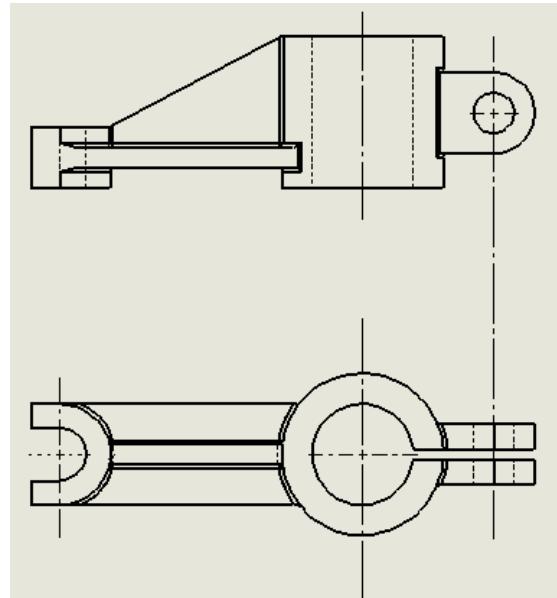
Etapa 5

Adicione linhas de centro através dos comandos **Linha de centro**  e **Marca de centro**  que se encontram na guia **Anotação**.

OBS.:

Antes de começar a cotagem, vá na barra de ferramentas suspensas em **Exibir**, **Exibição** e ative **Arestas tangentes removidas**.

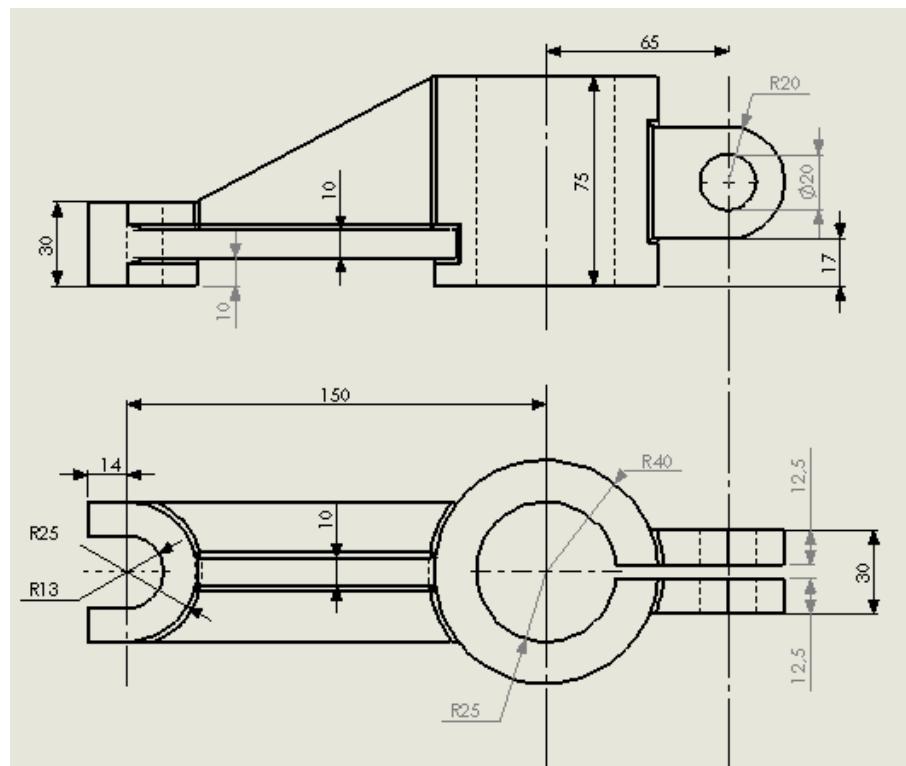
Observe o resultado.

**Etapa 6**

Para catar o desenho do modelo é muito simples. Na guia **Anotação** acione o ícone **Itens do modelo**  e clique no local que você cotoou quando estava fazendo o desenho em 3D.

OBS.: Apague as cotas que se repetem e/ou cote as que estão faltando.

Observe que está faltando a cota do raio de **2mm**.



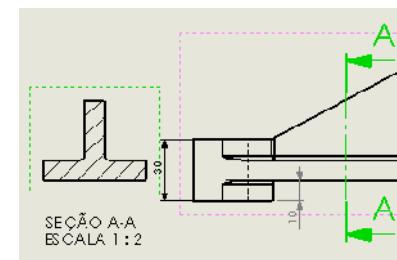
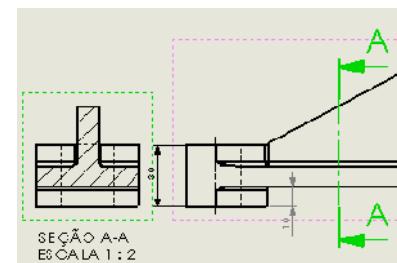
Etapa 7

Para cotar o raio de **2mm** teremos que aplicar uma **Vista de seção**  que se encontra na guia **Layout**. Você vai traçar uma linha no sentido vertical e automaticamente aparecerá ligada ao cursor a **Seção**, onde você poderá mudar a orientação do observador.

Vá em **Vista de seção** na subcaixa **Vista de seção AA**, ative o boxe quadrado **Exibir somente faces cortadas**.

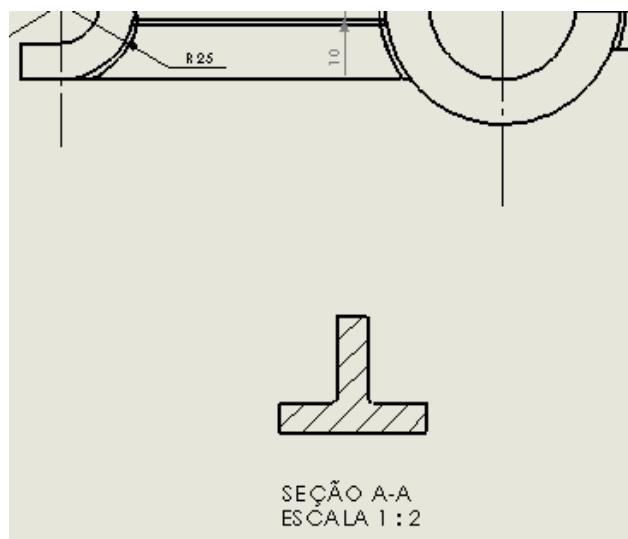


Observe que depois de acionada a subcaixa só aparece a seção hachurada.

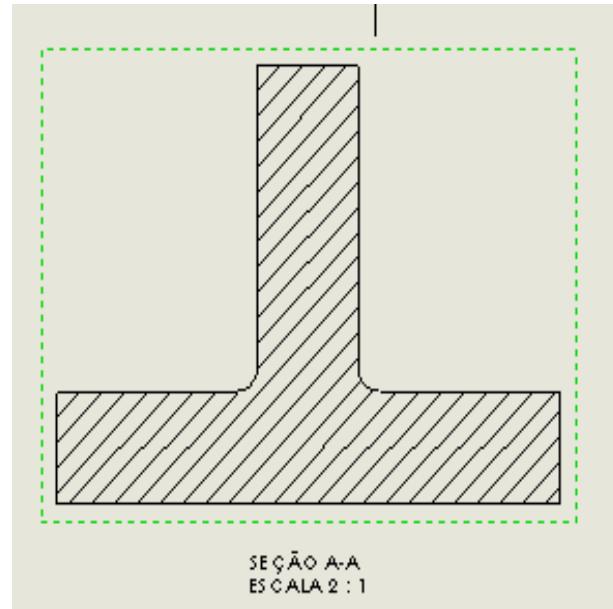


Etapa 8

Após esta ação clique com o lado direito do mouse sobre a seção hachurada, abrirá uma subcaixa, vá até **Alinhamento**, em alinhamento **Quebra de Alinhamento**. Mova a seção para a posição desejada.



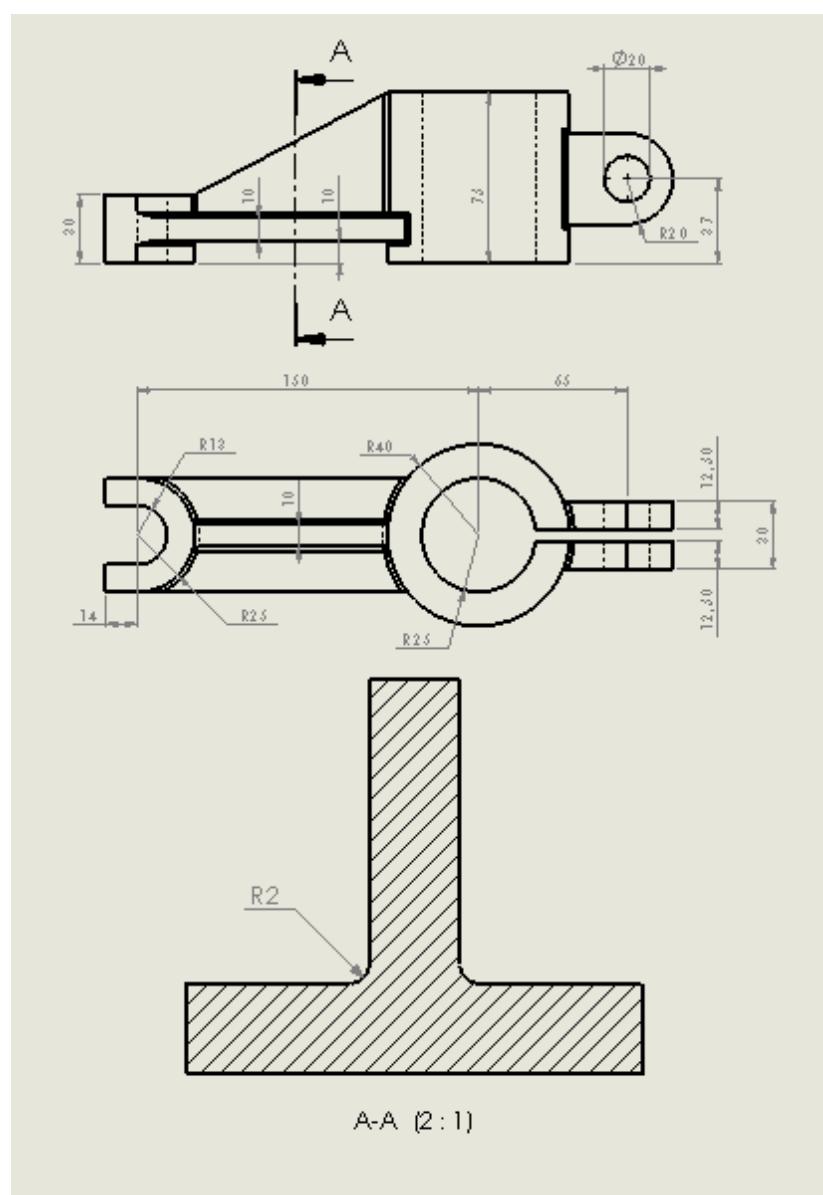
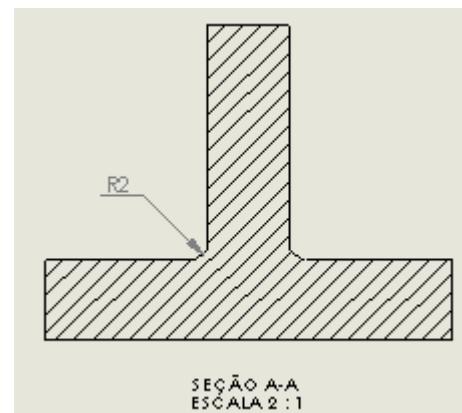
Clique com o lado direito do mouse sobre a seção hachurada. Em **Escala**, na opção **Usar escala personalizada**, mude o valor para **2:1** e clique sobre a seção.

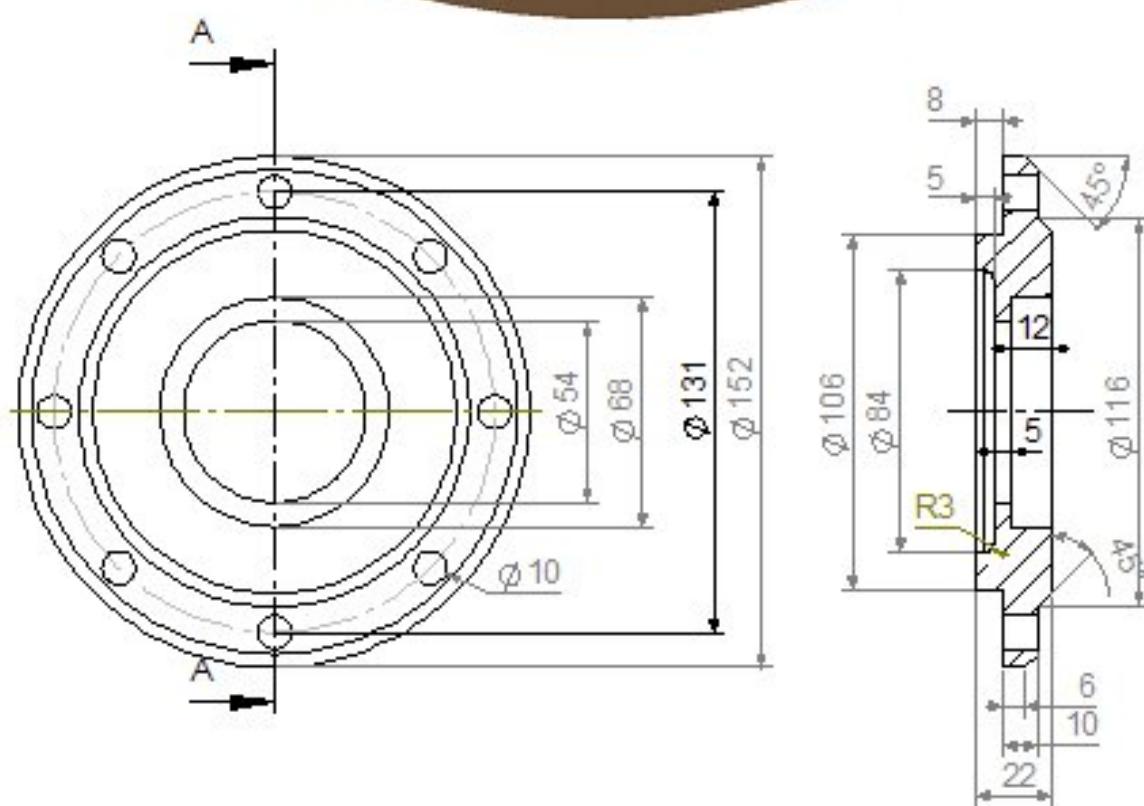
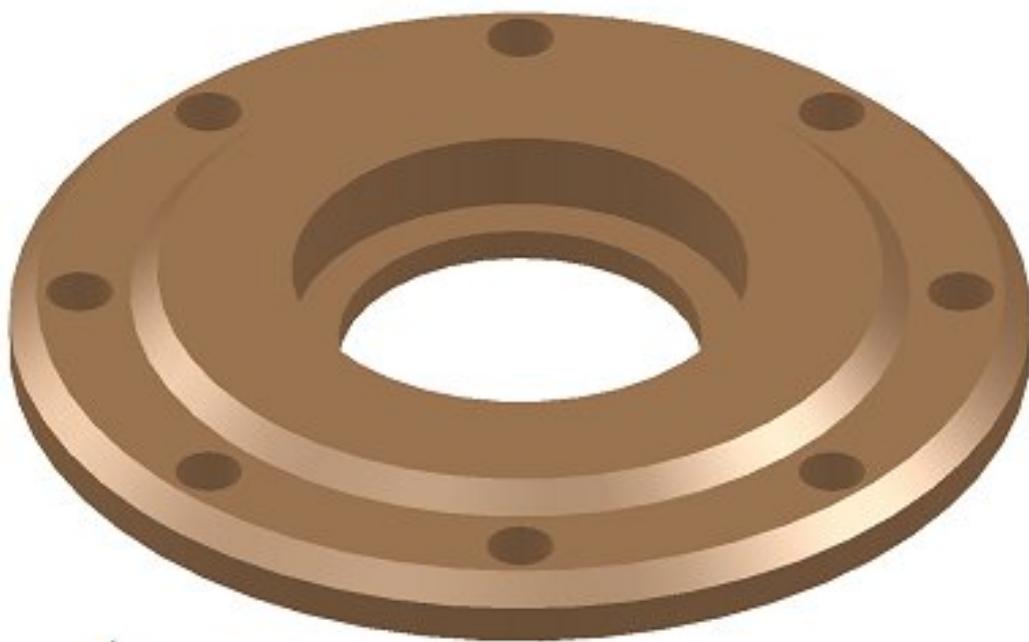


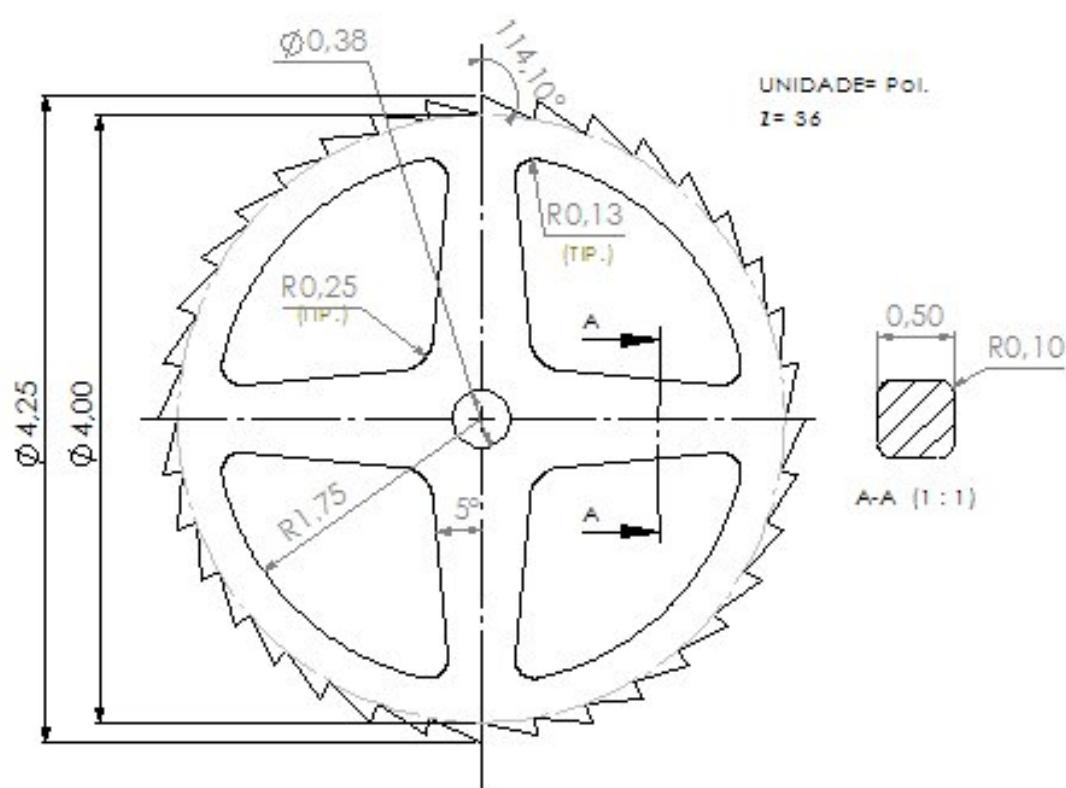
Etapa 9

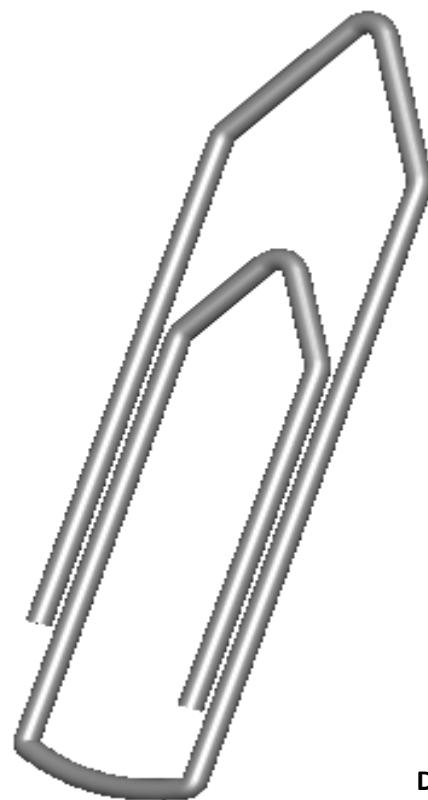
Acione Dimensão inteligente clique no raio.

Dicas: para fazer algumas mudanças no valor da cota, tamanho da fonte e da seta, basta clicar em cima da entidade que reaparecerá a caixa de diálogo. Na seta, clicar com lado direito do mouse em cima de uma pequena circunferência que aparece entre a extremidade da linha e a parte mais larga.

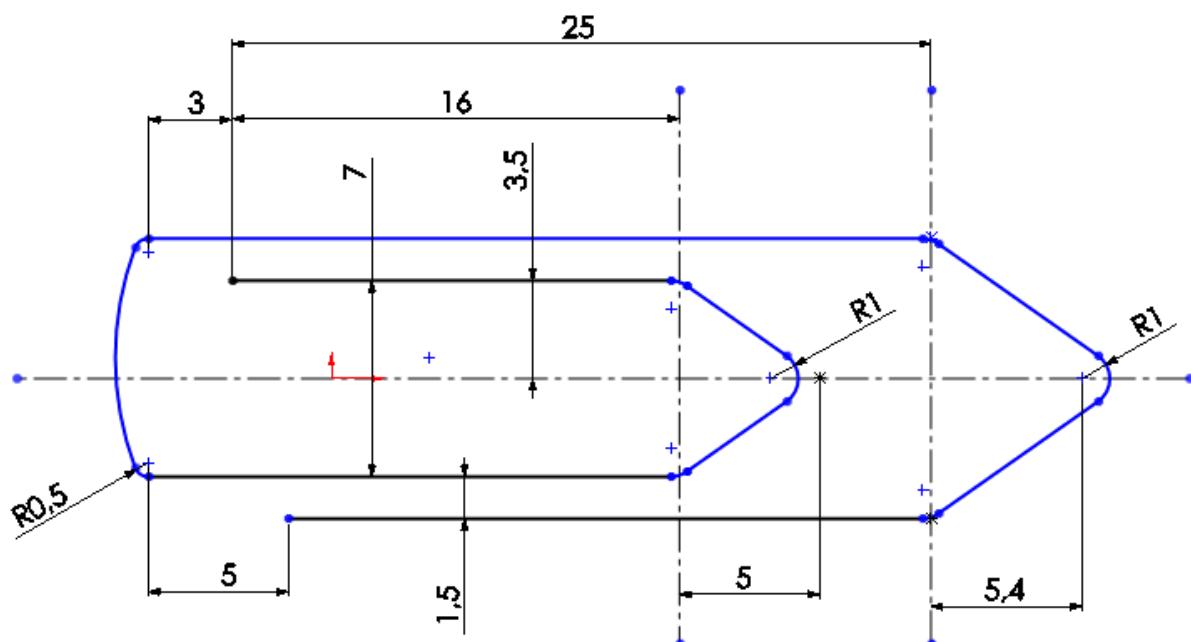


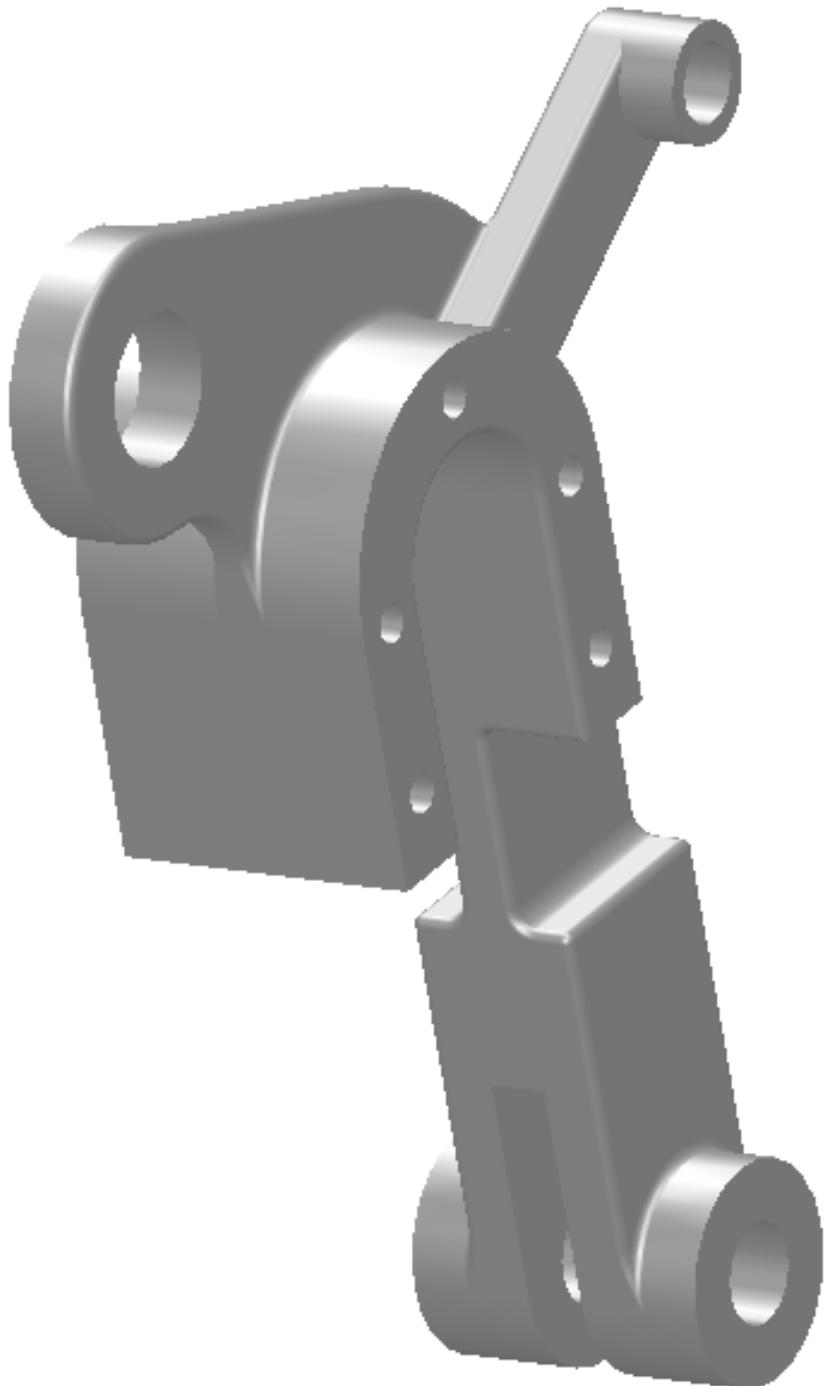
**EXERCÍCIO
PROPOSTO 1**

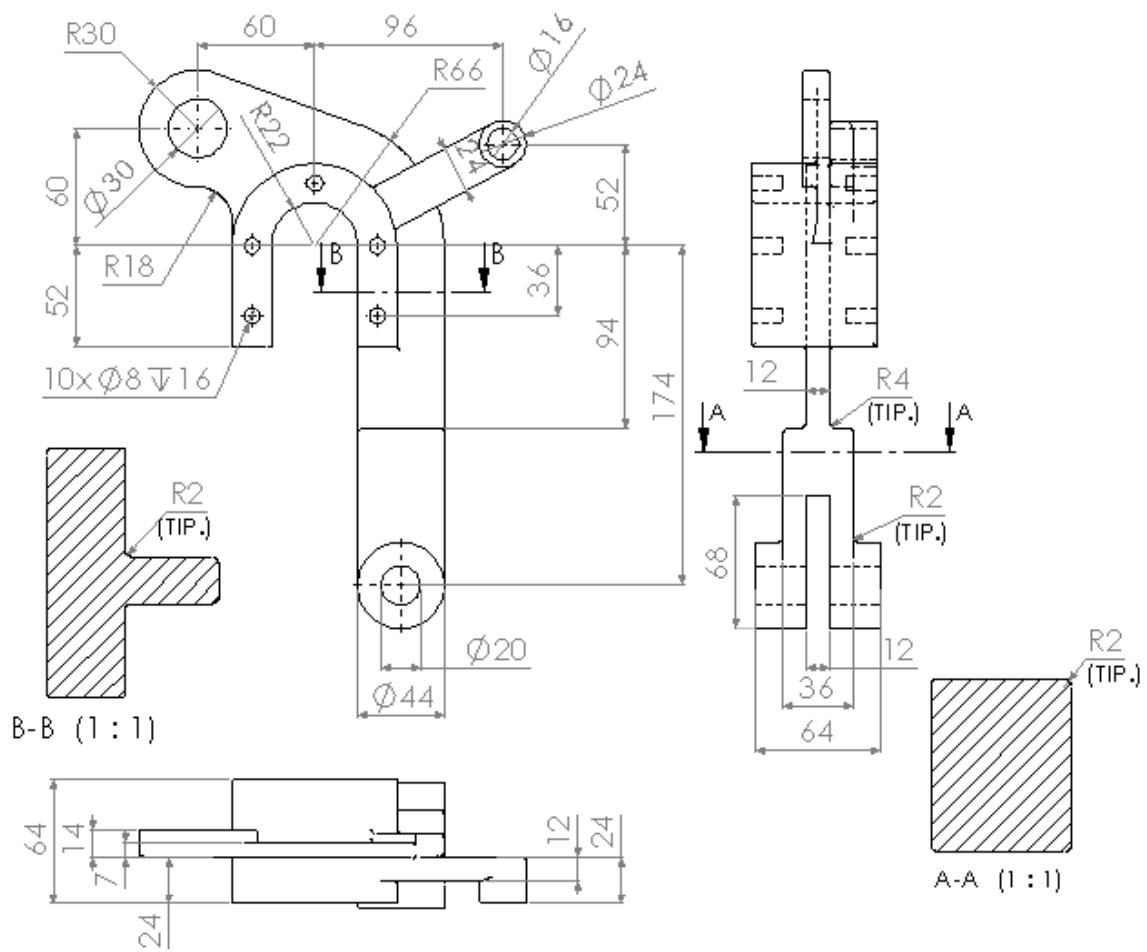
**EXECÍCIO
PROPOSTO 2**

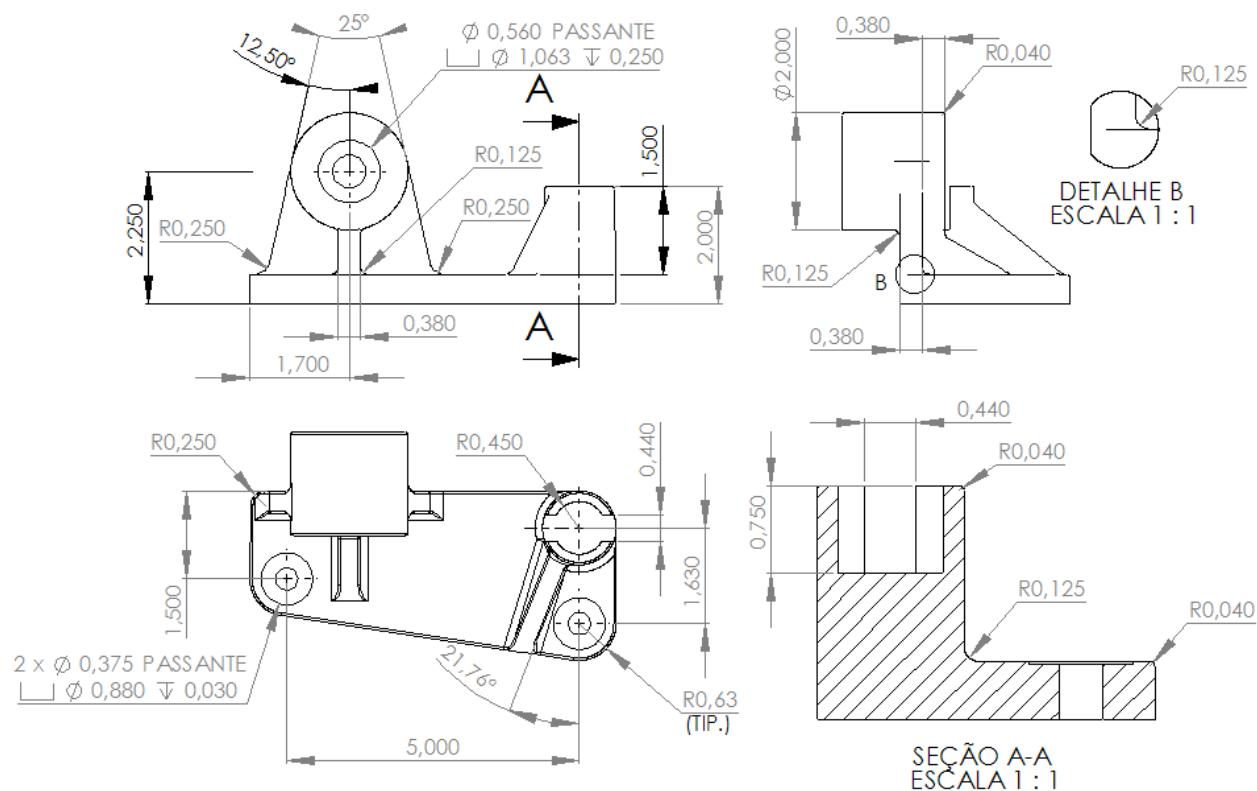
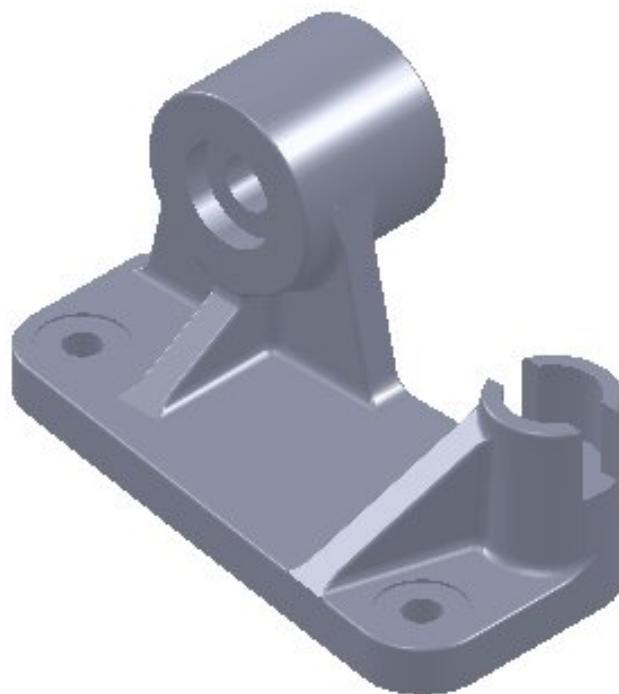
**EXERCÍCIO
PROPOSTO 3**

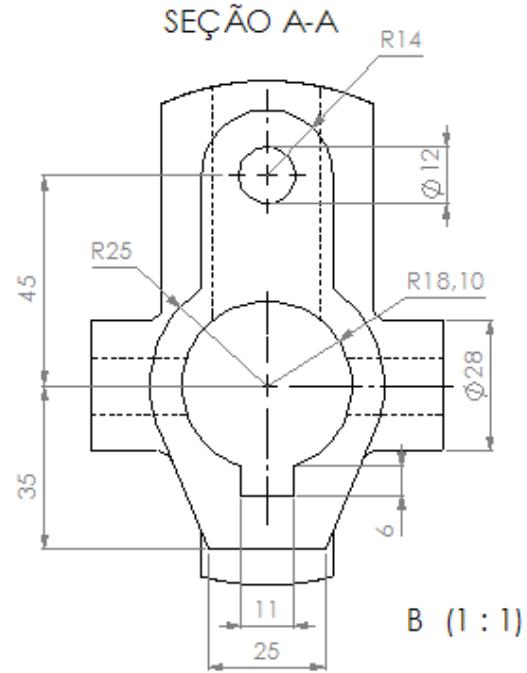
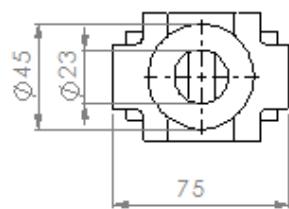
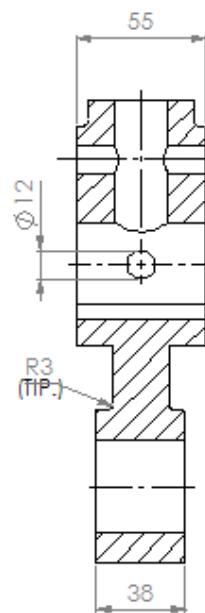
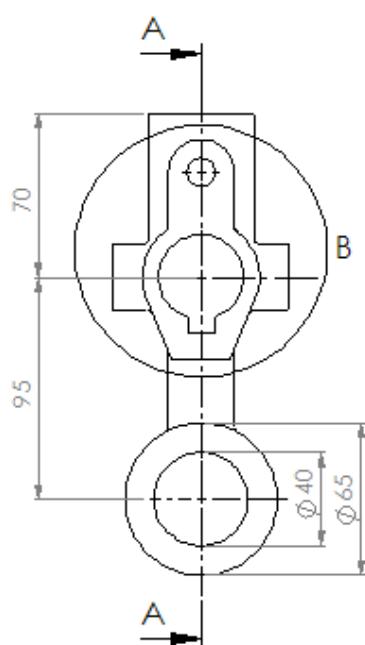
Diâmetro da
seção= 1mm



**EXERCÍCIO
PROPOSTO 4**



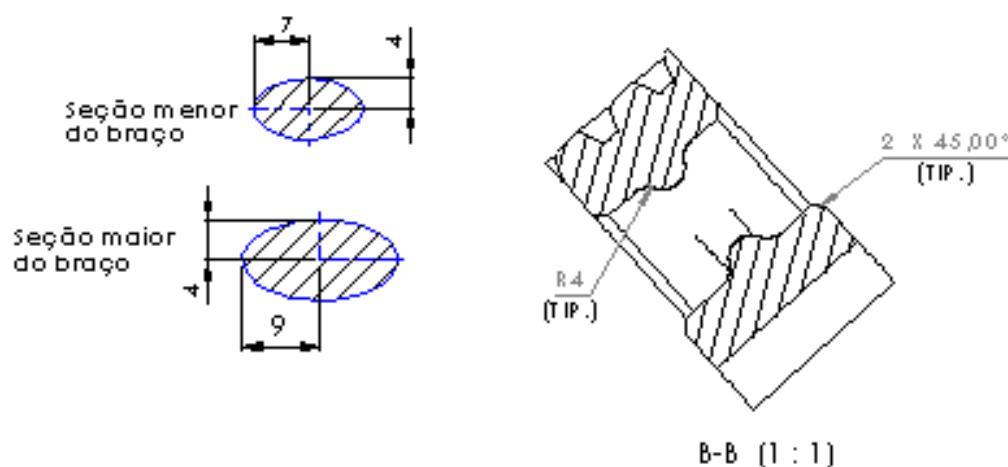
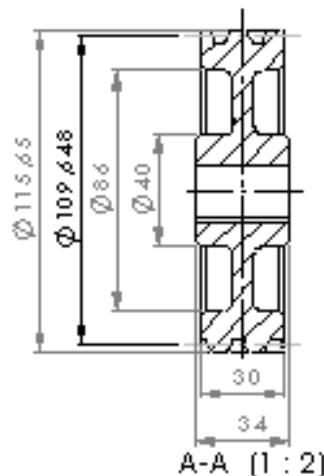
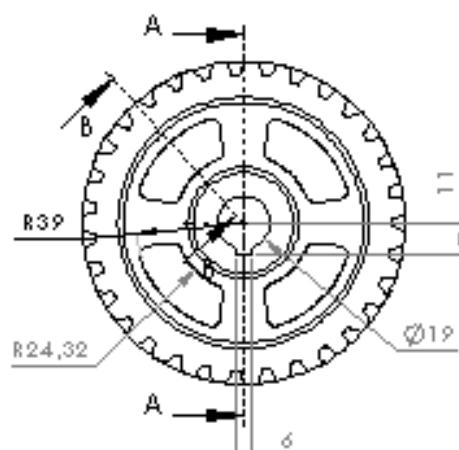
**EXERCÍCIO
PROPOSTO 5**

**EXERCÍCIO
PROPOSTO 6**

EXERCÍCIO PROPOSTO 7

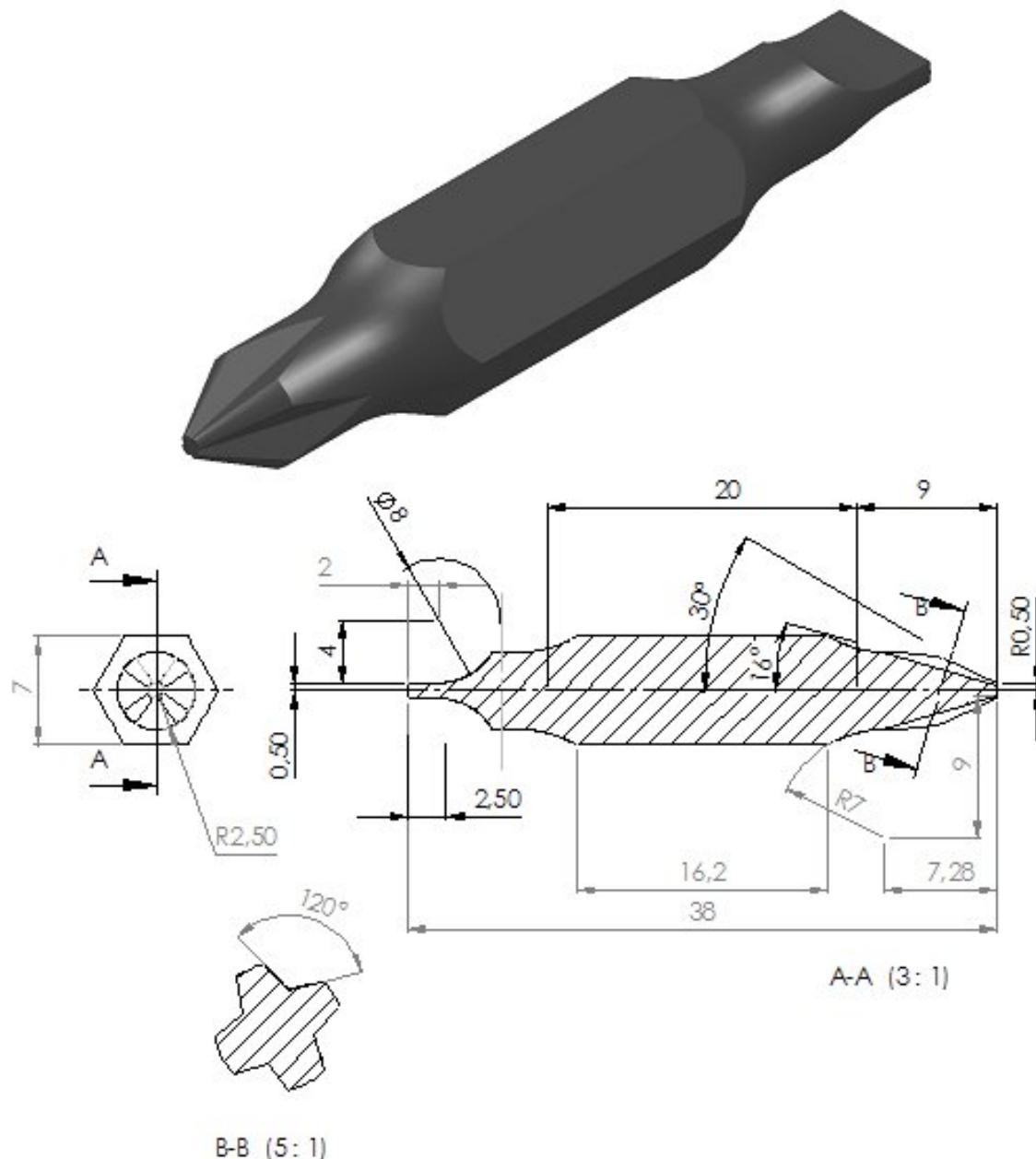


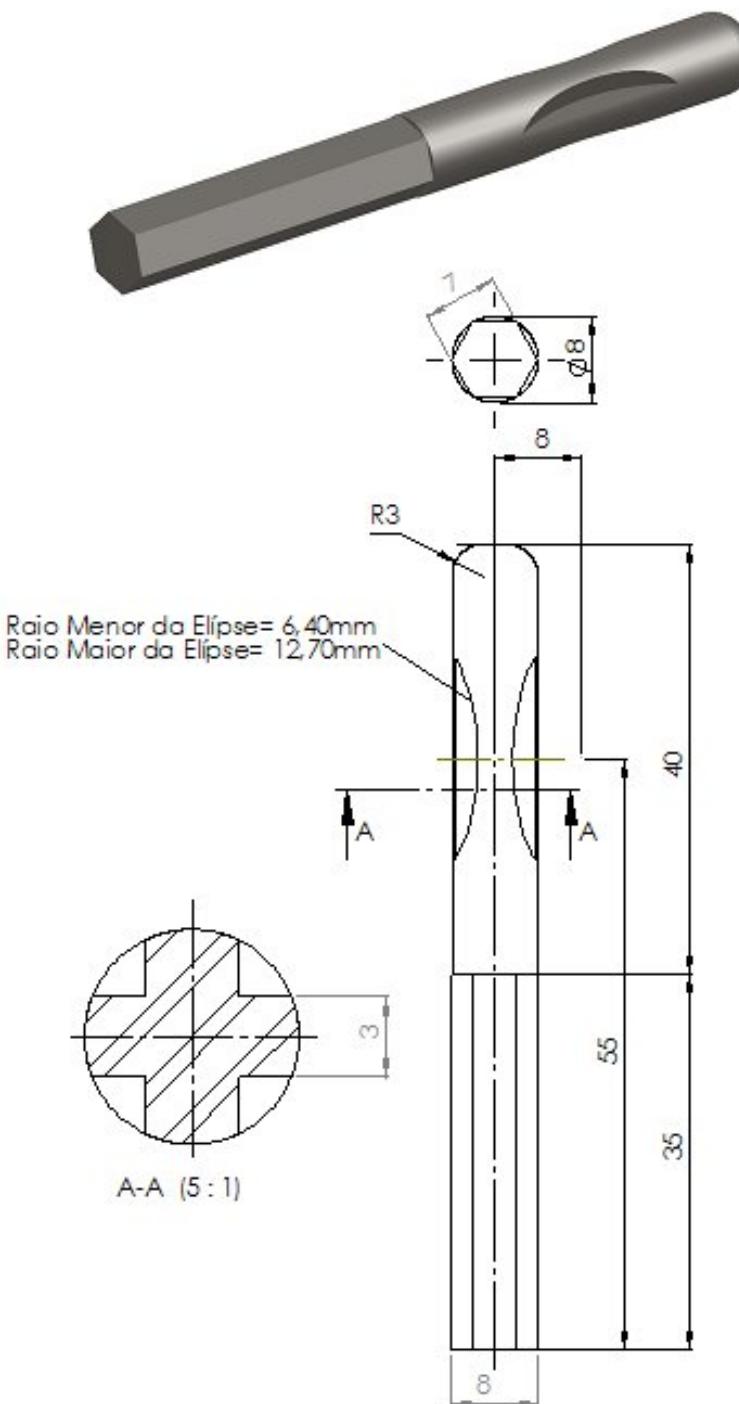
$Z = 31$
ÂNG. HÉL. = 40° ESQ.
 $M = 3\text{mm}$
ÂNG. PRESSÃO = 20°

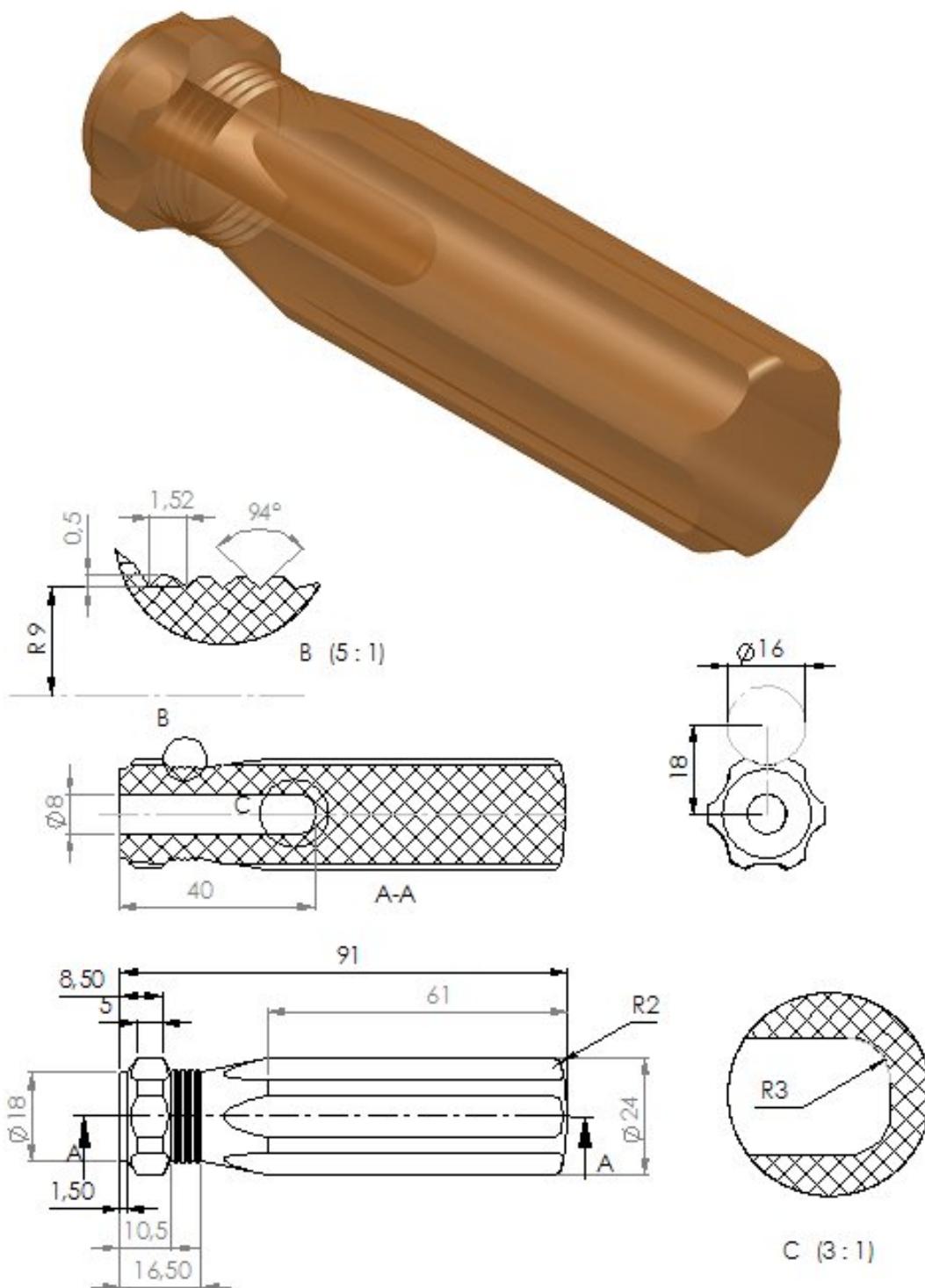


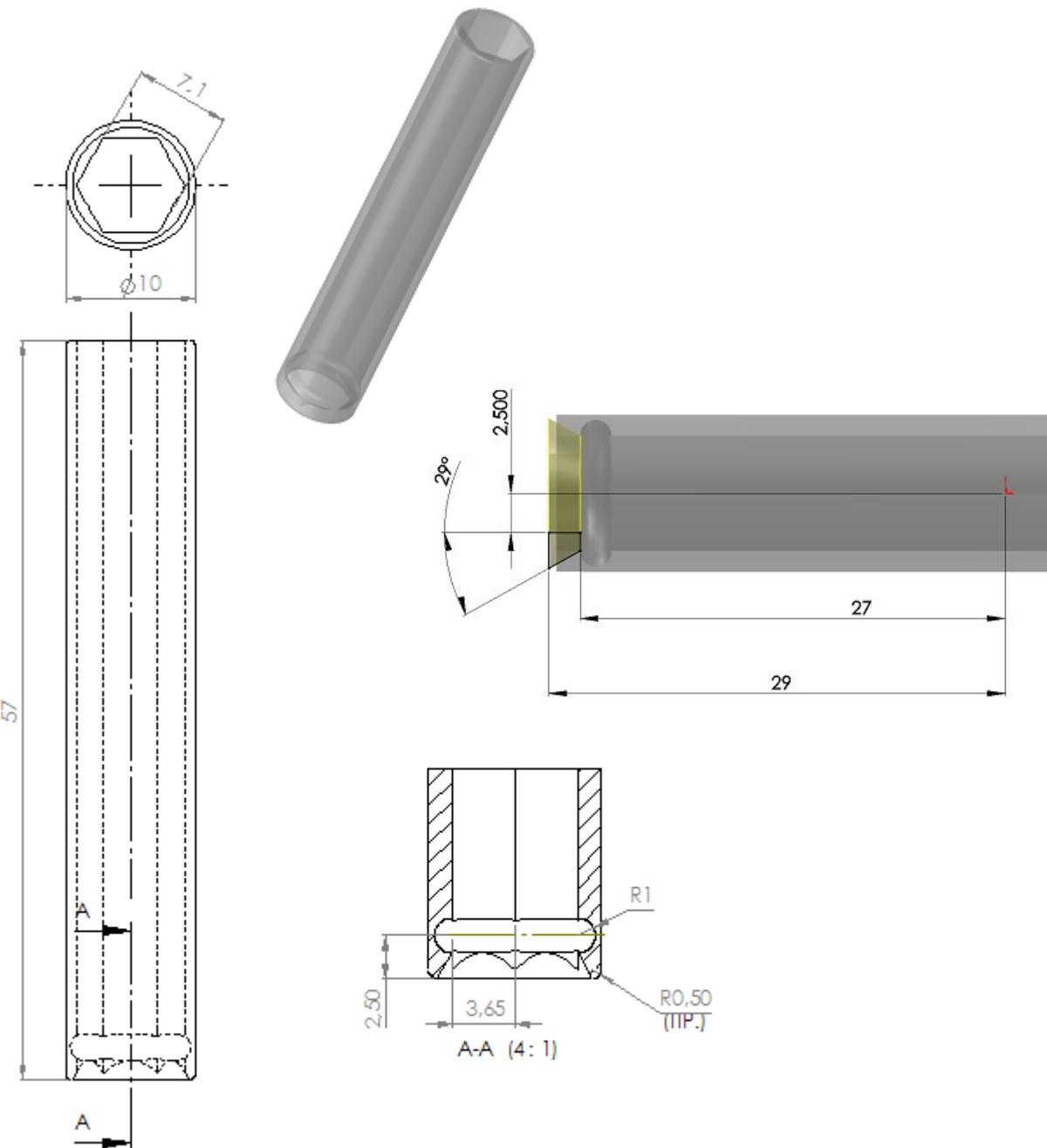
**EXERCÍCIO
PROPOSTO 8**

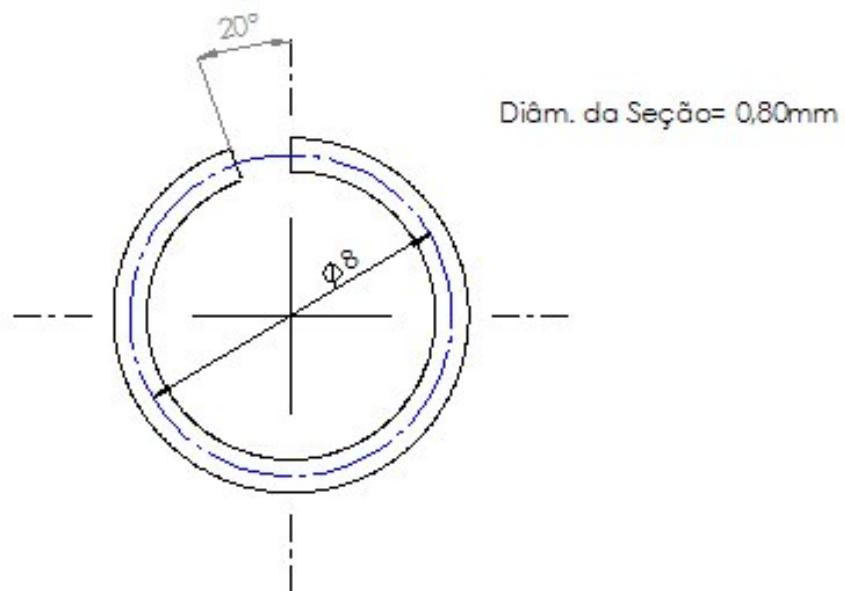
**EXERCÍCIO
PROPOSTO 8.1**



**EXERCÍCIO
PROPOSTO 8.2**

**EXERCÍCIO
PROPOSTO 8.3**

**EXERCÍCIO
PROPOSTO 8.4**

**EXERCÍCIO
PROPOSTO 8.5**

Bibliografia

SolidWorks Office Premium 2008 – Manual: Modelagem Avançadas de Peças. Edit. SolidWorks Corporation. Ano 2007. 366 pág.

SolidWorks Office Premium 2008 – Manual: Essencial Peças e Montagens. Edit. SolidWorks Corporation. Ano 2007. 482 pág.

Solid Edge Part Versão 16 MT01413 - 160 – Manual do Curso Básico. Edit. UGS Corporation. Ano 2005. 271 pág.

Solid Edge Surfacing MT01418 - V17 – Student Guide. Edit. UGS Corporation. Ano 2005. 272 pág.

Borba, Alexandre Azevedo. Apostila: CAD Mecânico 3D SolidWorks Edit. Petromec/Jung Systens. Ano 2000. 19 pág.

Coutinho, Genisson Silva. Apostila: Introdução ao SolidWorks. Edit. Petromec/Jung Systens. Ano 200. 11 pág.

Filho, Affson José de Sousa Alves; Gomes, Anilson Roberto Cerqueira – Apostila: AutoCad 2000 2D. Edit. Fundação CEFETBAHIA. Ano 2000. 144 pág.

Provenza, Francesco; Souza, Hiran Rodrigues de. Desenho de Máquinas. 2^a edição. Edit. Pro-tec. Ano 1975. São Paulo, SP. 362 pág.

Kalameja, Alan S. AutoCad para Desenhos de Engenharia. Tradução: Steffen, Flávio Deny... [et al.]; Revisão técnica Ernani Mercadante. Edit. MAKRON Books. Ano 1996. 843 pág.

Fernández, J. López; Zapiain, J. A. tajadura. AutoCAD V12. Tradução: Feu, Mercedes Yanez Barnuevo. Edit. McGRAW-HILL. Ano 1994. Lisboa, PT. 586 pág.