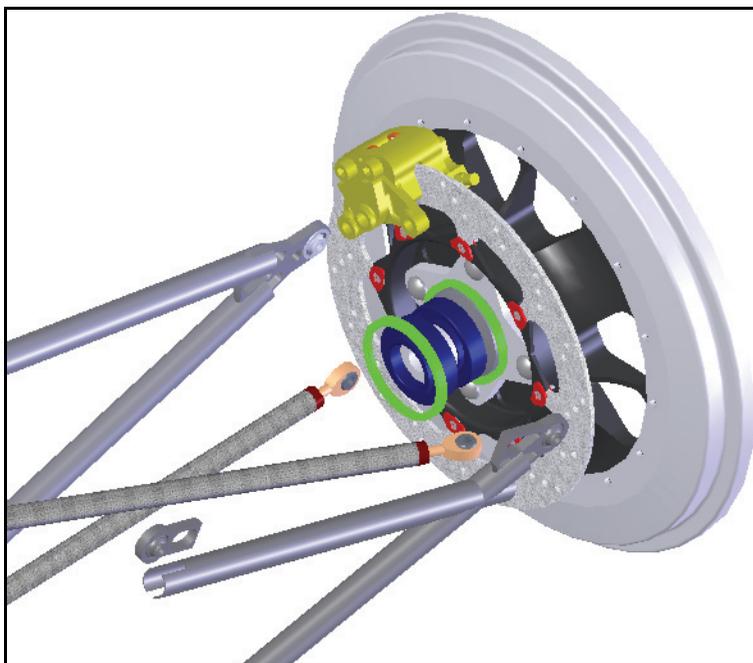




# Projeto e análise SAE® com software SolidWorks®



© 1995-2010, Dassault Systèmes SolidWorks Corporation, uma empresa da Dassault Systèmes S.A. 300 Baker Avenue, Concord, Massachusetts 01742 EUA. Todos os direitos reservados.

As informações e o software discutidos neste documento estão sujeitos a modificações sem aviso e não constituem compromissos da Dassault Systèmes SolidWorks Corporation (DS SolidWorks).

Nenhum material pode ser reproduzido ou transmitido sob qualquer forma ou por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, para qualquer finalidade, sem a expressa permissão por escrito da DS SolidWorks.

O software discutido neste documento é fornecido sob licença e poderá ser utilizado ou copiado apenas de acordo com os termos dessa licença. Todas as garantias fornecidas pela DS SolidWorks referentes a software e documentação estão estabelecidas no Contrato de Licença e Serviço de Assinatura da SolidWorks Corporation, e nada que estiver declarado ou implícito neste documento ou seu conteúdo deve ser considerado ou julgado como modificações ou alterações dessas garantias.

#### **Informações sobre patentes de produtos**

#### **SolidWorks Standard, Premium e Professional**

Patentes nos EUA 5.815.154; 6.219.049; 6.219.055; 6.603.486; 6.611.725; 6.844.877; 6.898.560; 6.906.712; 7.079.990; 7.184.044; 7.477.262; 7.502.027; 7.558.705; 7.571.079; 7.643.027 e patentes estrangeiras (p.ex., EP 1.116.190 e JP 3.517.643). Patentes pendentes nos EUA e no exterior.

#### **Marcas comerciais e outras informações legais**

#### **para todos os produtos SolidWorks**

SolidWorks, 3D PartStream.NET, 3D ContentCentral, PDMWorks, eDrawings e o logotipo eDrawings são marcas registradas, e FeatureManager é uma marca registrada de co-propriedade da DS SolidWorks. SolidWorks Enterprise PDM, SolidWorks Simulation, SolidWorks Flow Simulation e SolidWorks 2010 são nomes de produtos da DS SolidWorks.

CircuitWorks, Feature Palette, FloXpress, PhotoWorks, TolAnalyst e XchangeWorks são marcas comerciais da DS SolidWorks.

FeatureWorks é marca comercial registrada da Geometric Ltd.

Outras marcas ou nomes de produtos são marcas comerciais ou registradas de seus respectivos proprietários.

#### **SOFTWARE PARA COMPUTADOR COMERCIAL - PROPRIETARIO**

Direitos restritos do Governo dos Estados Unidos. O uso, a duplicação ou a divulgação pelo governo estão sujeitos às restrições estabelecidas em FAR 52.227-19 (Commercial Computer Software - Restricted Rights), DFARS 227.7202 (Commercial Computer Software and Commercial Computer Software Documentation), e no acordo de licença, como aplicável.

Contratante/fabricante:

Dassault Systèmes SolidWorks Corporation, 300 Baker Avenue, Concord, Massachusetts 01742 EUA

#### **Informações sobre direitos autorais dos produtos SolidWorks Standard, Premium e Professional**

Partes deste software © 1990-2010 Siemens Product Lifecycle Management Software III (GB) Ltd.

Partes deste software © 1998-2010 Geometric Ltd.

Partes deste software © 1986-2010 mental images GmbH & Co. KG.

Partes deste software © 1996-2010 Microsoft Corporation. Todos os direitos reservados.

Partes deste software © 2000-2010 Tech Soft 3D.

Partes deste software © 1998-2010 3Dconnexion.

Este software é baseado em parte no trabalho do Independent JPEG Group. Todos os direitos reservados.

Partes deste software incorporam o PhysX™ by NVIDIA 2006-2010.

Partes deste software são protegidas por copyright e são propriedade da UGS Corp. © 2010.

Partes deste software © 2001 -2010 Luxology, Inc.

Todos os direitos reservados. Patentes pendentes.

Partes deste software © 2007-2010 DriveWorks Ltd.

Copyright 1984-2010 Adobe Systems Inc. e seus licenciadores. Todos os direitos reservados.

Protegido pelas patentes nos EUA 5.929.866;

5.943.063; 6.289.364; 6.563.502; 6.639.593;

6.754.382; patentes pendentes.

Adobe, o logotipo Adobe, Acrobat, o logotipo

Adobe PDF, Distiller e Reader são marcas

registradas ou marcas comerciais da Adobe Systems

Inc. nos EUA e em outros países.

Para obter mais informações sobre direitos autorais,

no SolidWorks, consulte a Ajuda > Sobre o

SolidWorks.

Outras partes do SolidWorks 2010 são licenciadas

dos licenciadores da DS SolidWorks.

#### **Informações sobre direitos autorais do**

#### **SolidWorks Simulation**

Partes deste software © 2008 Solversoft

Corporation.

PCGLSS © 1992-2007 Computational Applications

and System Integration, Inc. Todos os direitos

reservados.

Partes deste produto são distribuídas sob licença da

DC Micro Development, Copyright © 1994-2005

DC Micro Development, Inc. Todos os direitos

reservados.

# Conteúdo

<b>Lição 1: Introdução.....</b>	<b>1</b>
Como utilizar este livro .....	2
O que é o software SolidWorks? .....	2
Pré-requisitos .....	2
Convenções usadas neste livro .....	3
Antes de começar.....	3
Analisar uma estrutura usando o SolidWorks e o SolidWorks Simulation .....	4
<b>Lição 2: Utilização de montagens .....</b>	<b>5</b>
Criar peças no contexto .....	6
Abrir uma montagem com a Visualização rápida .....	6
Ocultar e exibir componentes.....	7
A árvore de projetos do FeatureManager da montagem.....	10
Trabalhar no contexto .....	11
Modo Editar montagem x Modo Editar peça.....	11
Peças no contexto e peças virtuais .....	12
Configuração para uso de Editar peça.....	12
Criar uma nova peça .....	13
Modo Editar peça.....	14
Por que as cores mudam? .....	14
Controlar a exibição .....	14
Entender o código de cores .....	20
Extrusões no contexto .....	24
Modo Editar montagem .....	26
Trabalhar com peças virtuais .....	26
Adicionar instâncias de componentes e posicionamento.....	27
Edição de peças no contexto.....	31
Abrir uma peça a partir de uma montagem .....	32
Materiais multicorpos .....	33

Reordenar recursos .....	34
Materiais .....	35
Preparar e enviar .....	37
Fluxo de trabalho .....	38
<b>Lição 3: Criar uma soldagem .....</b>	<b>40</b>
Criar peças de soldagem .....	41
Planos e esboços .....	41
Componentes estruturais .....	41
Soldagens .....	42
Criar uma soldagem .....	42
Uso de planos diferentes e esboços .....	45
Usar esboços 2D .....	47
Renomear e abrir uma peça virtual .....	51
Planos adicionais e esboços 2D .....	54
Esboçar com relações de penetração .....	56
Adicionar escoramento à estrutura .....	60
Utilização de esboços 3D .....	61
Esboçar nas direções X, Y e Z .....	61
Dimensões de esboço 3D .....	62
Colocar um componente usando geometria de esboço .....	64
Fazer alterações .....	66
Trabalhar com submontagens .....	67
Abrir uma submontagem da montagem .....	67
Submontagens rígidas x submontagens flexíveis .....	68
Esboços de escoramento .....	70
Esboços restantes .....	71
Componentes estruturais de soldagem .....	73
Criar perfis personalizados .....	74
Adicionar componentes estruturais .....	77
Tratamentos de canto .....	78
Usar Aparar/Estender .....	82
Limites da aparagem .....	82
Usar pastas .....	84
Mapa de tipos de componente estrutural e Aparar/Estender .....	85
Espelhar componentes estruturais .....	86
Edição .....	87
Editar o tratamento de canto .....	87
Usar Localizar perfil .....	89
Usar Instant 3D .....	92
Verificar folgas .....	94
Detecção de interferência .....	97

Placas de montagem .....	99
Criar um esboço reutilizável .....	99
Colar o esboço.....	100
Listas de corte de soldagem.....	106
Propriedades de Lista de corte .....	107
Salvar como arquivo externo .....	108
<b>Lição 4: Uso de moldes e superfícies .....</b>	<b>109</b>
Moldes e superfícies .....	110
A peça runner .....	111
Recursos na peça .....	112
Anatomia de um loft.....	113
Criar o ferramental de moldagem.....	114
Corpos de superfície e corpos sólidos.....	114
Descrição dos corpos.....	115
Ferramentas de moldagem .....	116
Usar superfícies.....	122
Utilizar simetria .....	129
<b>Lição 5: Análise do rotor do freio.....</b>	<b>132</b>
Projeto do rotor do freio .....	133
Interface do SolidWorks Simulation.....	134
Análise térmica transiente.....	137
Condições de limite térmico .....	138
Convecção .....	138
Potência térmica .....	141
Pós-processamento .....	143
Estudo estático .....	145
Propriedades de material dependentes de temperatura .....	146
Acessórios de fixação .....	146
Aplicar carga.....	148
Força de frenagem.....	149
Carga térmica .....	150
Pós-processamento .....	151
Editar plotagens.....	152
Opções de diagrama .....	152
Configurações .....	152
Conclusões.....	154
<b>Lição 6: Análise de uma estrutura .....</b>	<b>155</b>
Rigidez torcional.....	156
Tipos de elemento.....	156

Elementos de casca .....	157
Elementos de viga .....	157
Preparação para a análise.....	158
Projeto experimental.....	159
Malha de viga .....	160
Propriedades da seção .....	161
Condições nas extremidades .....	161
Treliças.....	162
Grupo de juntas .....	163
Mesclar juntas automaticamente .....	165
Acessórios de fixação .....	165
Aplicar carga.....	167
Pós-processamento .....	170
Coordenadas cilíndricas .....	170
Rigidez torcional .....	172
Tensões da viga .....	173
Direções 1 e 2 da seção transversal.....	174
Diagramas de cisalhamento e flexão.....	175
Conclusão .....	177
<b>Lição 7: Análise de um coletor de admissão .....</b>	<b>178</b>
Projeto do coletor de admissão .....	179
Preparação do modelo.....	179
Análise de fluxo externo .....	179
Análise de fluxo interno .....	179
Interface do SolidWorks Flow Simulation.....	181
Tampas .....	181
Verificar geometria .....	183
Criar o projeto.....	184
Metas de engenharia.....	191
Pós-processamento .....	193
Exibir configurações .....	194
Discussão.....	196
Conclusões.....	197

# Lição 1

## Introdução

Após a conclusão desta lição, você estará preparado para:

- Descrever o relacionamento entre peças, montagens e desenhos;
- Identificar os componentes principais da interface de usuário do SolidWorks;
- Fazer download e extrair os arquivos complementares necessários.

## Como utilizar este livro

O SAE Design and Analysis Project with SolidWorks Software ajuda você a aprender os princípios de projeto e análise estrutural de montagens utilizando o SolidWorks e o SolidWorks Simulation como parte de um processo de projeto criativo e iterativo.

Neste projeto, você vai “aprender fazendo”, enquanto conclui as lições de modelagem e análise estrutural.

## O que é o software SolidWorks?

O SolidWorks é um software para automação de projeto. Com o SolidWorks, você esboça ideias e experimenta diferentes projetos para criar modelos 3D usando a interface gráfica fácil do Windows®.

O SolidWorks é usado por estudantes, projetistas, engenheiros e outros profissionais para produzir peças, montagens e desenhos simples e complexos.

## Pré-requisitos

Antes de iniciar o SAE Design and Analysis Project with SolidWorks Software, você deve concluir os seguintes tutoriais on-line que estão integrados ao software SolidWorks:

- Lição 1 - Peças
- Lição 2 - Montagens
- Lição 3 - Desenhos

Você pode acessar os tutoriais on-line clicando em **Ajuda, Tutoriais do SolidWorks, Todos os tutoriais do SolidWorks (Conjunto1)**. O tutorial on-line redimensiona a janela do SolidWorks e é executado ao seu lado.

Como alternativa, você pode concluir as seguintes lições da *Introdução a projeto de engenharia com o SolidWorks*:

- Lição 1: Utilização da interface
- Lição 2: Funcionalidades básicas
- Lição 3: Iniciação rápida em 40 minutos
- Lição 4: Informações básicas sobre montagens
- Lição 6: Informações básicas sobre desenhos

## Convenções usadas neste livro

Este manual utiliza as seguintes convenções tipográficas:

Convenção	Significado
<b>Negrito Sans Serif</b>	Os comandos e as opções do SolidWorks são apresentados nesse estilo. Por exemplo, <b>Inserir</b> , <b>Ressalto</b> significa escolher a opção <b>Ressalto</b> no menu <b>Inserir</b> .
Typewriter	Nomes de recursos e nomes de arquivos são exibidos nesse estilo. Por exemplo, Sketch1.
<b>17 Realize esta etapa</b>	As etapas das lições são numeradas em negrito sans serif.

### Antes de começar

Se ainda não o fez, antes de iniciar este projeto, copie no seu computador os arquivos que acompanham as lições.

#### 1 Inicie o SolidWorks.

Usando o menu **Iniciar**, inicie o aplicativo SolidWorks.

#### 2 Conteúdo do SolidWorks.

Clique em **Biblioteca de projetos**  para abrir o painel de tarefas da biblioteca de projetos.

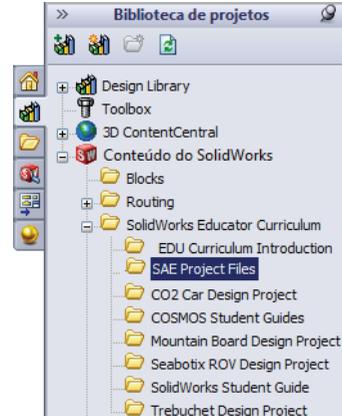
Clique em SolidWorks Content para exibir as pastas abaixo dele.

Clique em SolidWorks Educator Curriculum.

Clique em SAE Project Files - English.

**Nota:** Pode haver mais pastas de currículo listadas além das do SAE Project Files.

O painel inferior exibe um ícone representando o arquivo zip que contém os arquivos que acompanham este projeto.



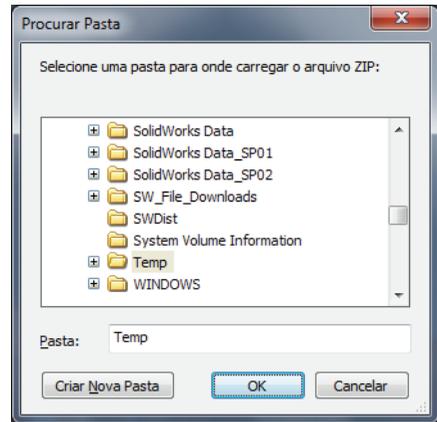
**3 Faça download do arquivo zip.**

Pressione **Ctrl** e clique no ícone.

Será solicitado que você indique uma pasta na qual salvar o arquivo zip.

Pergunte ao professor onde você deve salvar o arquivo zip. Normalmente, a pasta C:\Temp é um bom local.

Clique em **OK**.



**Dica:** Lembre-se de onde ela foi salva.

**4 Abra o arquivo zip.**

Procure a pasta onde salvou o arquivo zip em etapa **3**.

Clique duas vezes no arquivo SAE Project Files.zip.

**5 Clique em Extrair.**

Clique em **Extrair** e acesse a pasta onde deseja salvar os arquivos. O sistema cria automaticamente uma pasta denominada \_SAE\_Project\_ENG no local especificado por você. Você pode querer salvá-los, por exemplo, em Meus documentos. Verifique com o professor onde os arquivos devem ser salvos.



Você agora tem uma pasta no seu disco denominada SAE Project Files. Os dados dessa pasta serão usados nos exercícios.

**Dica:** Lembre-se de onde ela foi salva.

**Analisar uma estrutura usando o SolidWorks e o SolidWorks Simulation**

Durante esta sessão, você vai aprender a analisar uma estrutura utilizando o SolidWorks e o SolidWorks Simulation.

Após observar como é fácil usar o software de modelagem de sólidos SolidWorks, você vai utilizar uma montagem para verificar se os componentes se ajustam corretamente.

Você fará então o desenho de um dos componentes, completo com uma lista de corte. Se houver uma impressora disponível, você poderá imprimir uma cópia do seu desenho.

## Lição 2

# Utilização de montagens

Após a conclusão desta lição, você estará preparado para:

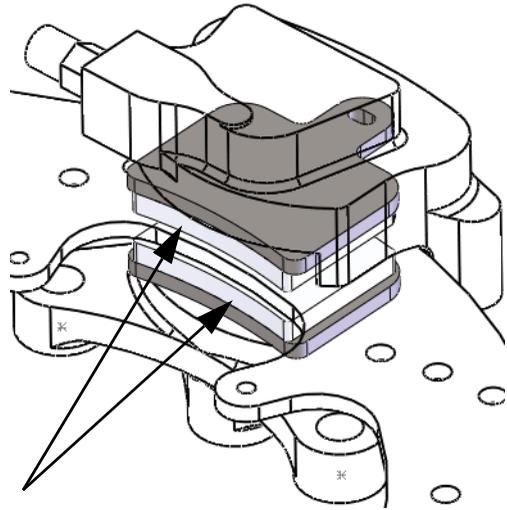
- Entender a diferença entre os modos editar montagem e editar peça;
- Criar uma peça virtual no contexto;
- Abrir uma peça da montagem;
- Criar uma nova instância a partir de uma instância existente;
- Definir os materiais em uma peça;
- Usar Preparar e enviar para gerenciar os arquivos.

## Criar peças no contexto

O conhecimento detalhado sobre como trabalhar com montagens é fundamental para ser bem-sucedido no uso do SolidWorks.

Neste exemplo, você vai criar uma peça virtual e utilizar técnicas no contexto para modelar uma pastilha de freio utilizando a geometria dos componentes Rotor - Cast Iron e Brake Caliper.

O componente será copiado para criar uma segunda instância e será posicionado na montagem.

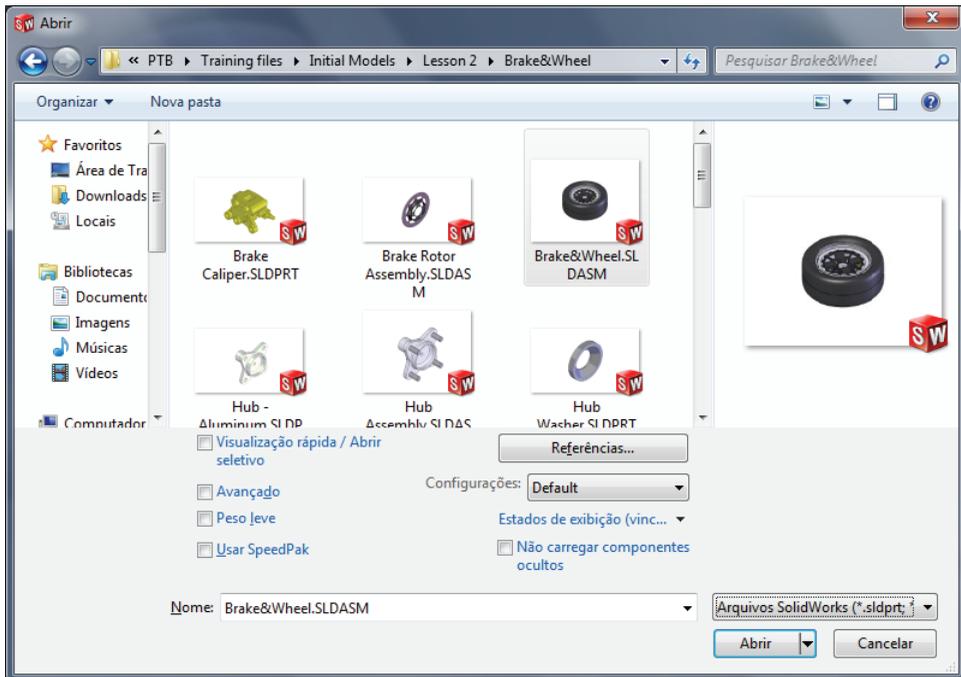


## Abrir uma montagem com a Visualização rápida

Se clicar em **Visualização rápida / Abrir seletivo** ao abrir uma montagem, você só pode visualizar os componentes que deseja ver.

### 1 Abra Brake&Wheel1.

Clique em **Arquivo, Abrir** e selecione a montagem Brake&Wheel. Clique em **Visualização rápida / Abrir seletivo** e em **Abrir**.



## Ocultar e exibir componentes

Os componentes podem ser ocultados ou exibidos a qualquer momento para facilitar a visualização e acelerar o trabalho na montagem.

Além disso, os componentes ocultados antes da abertura da montagem não ficam carregados na memória, diminuindo ainda mais a sobrecarga da máquina.

**Dica:** As configurações de **Visualização rápida / Abrir seletivo** são armazenadas em um estado de exibição.

Há muitas maneiras de ocultar e exibir componentes. Aqui estão alguns métodos úteis e onde eles são mais utilizados.

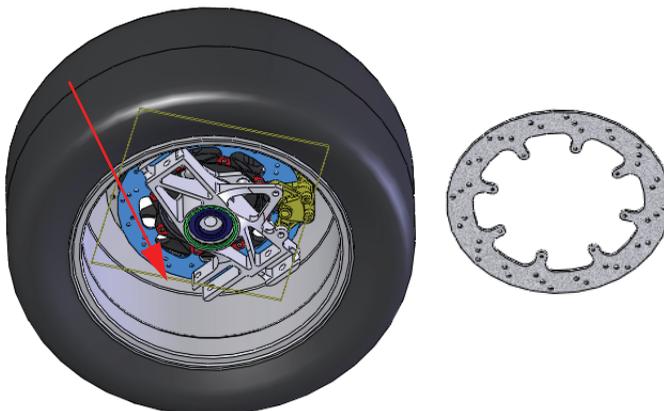
	Ocultar componentes	Exibir componentes
Muitos componentes	<b>Ocultar outros</b> - Oculta todos os componentes visíveis, exceto os componentes selecionados.	<b>Exibir componentes ocultos</b> - Exibe todos os componentes ocultos para seleção.
Um ou poucos componentes	<b>Ocultar/exibir componentes</b> - Oculta os componentes visíveis selecionados.	<b>Ocultar/exibir componentes</b> - Exibe os componentes ocultos selecionados.

### 2 Orientação.

A montagem é aberta na orientação **Isométrica**. Clique na área de gráficos e pressione **Shift + Seta para cima** para mudar a orientação da vista.

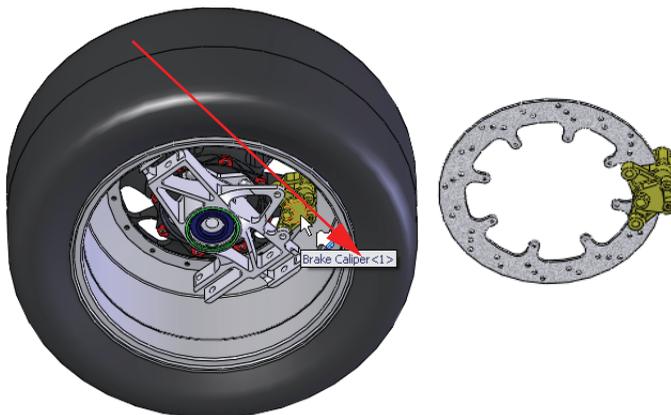
### 3 Ocultar outros.

Clique com o botão direito do mouse em Rotor - Cast Iron e selecione **Ocultar outros**.



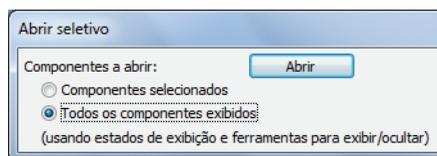
#### 4 Exibir ocultos.

Clique com o botão direito do mouse na área de gráficos e selecione **Exibir componentes ocultos**. Clique no componente Brake Caliper, como mostrado. Clique em **Sair da exibição de ocultos** para concluir o comando.



#### 5 Abrir seletivo.

Clique em **Todos os componentes exibidos** e em **Abrir**. Estes são os únicos componentes que precisamos visualizar agora.



#### 6 Mensagem.

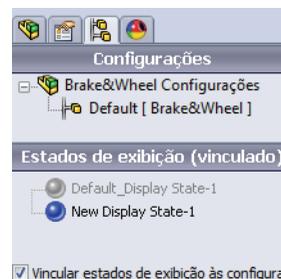
Uma mensagem aparece.

Como você usou “Abrir seletivo”, os componentes ocultos não foram carregados na memória. Assim, quando você exibir um componente oculto pela primeira vez, pode haver uma demora enquanto ele é carregado. Além disso, é criado um novo Estado de exibição, correspondente ao estado “Abrir seletivo”. Clique em **OK**.

#### 7 Estado de exibição.

O novo Estado de exibição é armazenado na configuração Default atual, sendo denominado New Display State-1.

O Estado de exibição original Default\_Display State-1 mantém as configurações de todos os componentes visíveis.

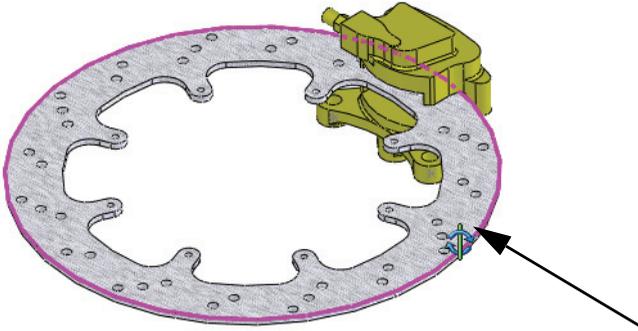


**8 Salvar.**

Clique em **Arquivo, Salvar**  para salvar a montagem e as peças.

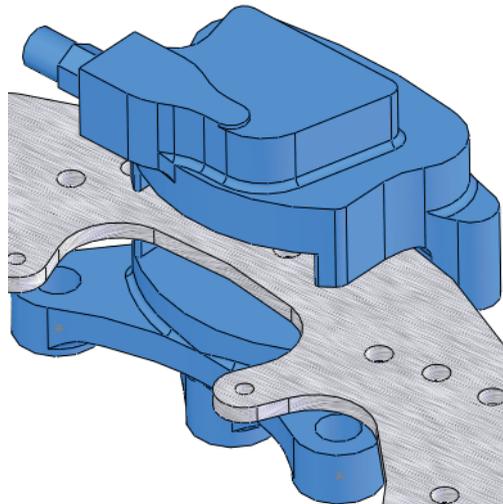
**9 Mudanças de orientação.**

Pressione a **barra de espaço** e clique duas vezes na orientação \*Isométrica no diálogo. Use **Botão do meio (roda) + clique** e arraste a aresta de Rotor - Cast Iron como mostrado para girar a geometria.



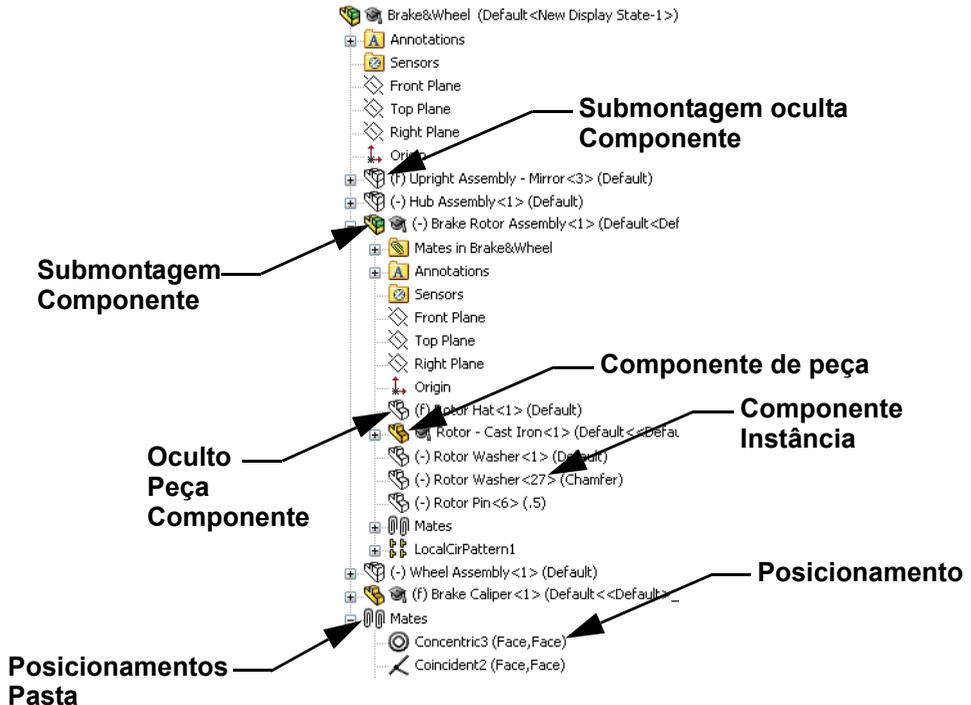
**10 Zoom.**

Clique no componente Brake Caliper na árvore de projetos do FeatureManager e clique em **Zoom** na seleção .



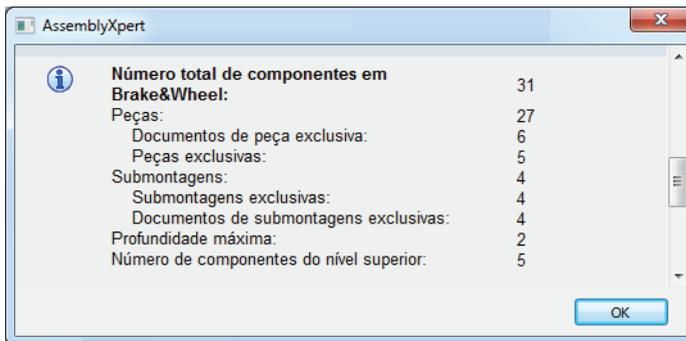
## A árvore de projetos do FeatureManager da montagem

A montagem é composta por componentes e posicionamentos. Os componentes podem ser componentes de peça ou componentes de montagem (submontagens). A árvore de projetos do FeatureManager da montagem mostra um instantâneo exato da montagem usando ícones e texto para descrever as configurações atuais.



### 11 AssemblyXpert.

Clique em **Ferramentas, AssemblyXpert**. O diálogo lista o número de peças, peças exclusivas, submontagens e submontagens exclusivas, entre outras coisas.



Clique em **OK**.

## Trabalhar no contexto

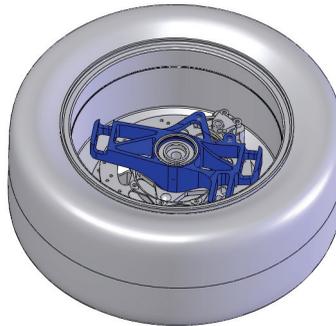
Trabalhar no contexto significa editar um componente (peça ou montagem) no contexto da montagem. O modo é alternado entre **Editar montagem** e **Editar peça**.

### Modo Editar montagem x Modo Editar peça

Quando é aberta, a montagem é exibida no modo predeterminado **Editar montagem**. Para criar ou editar um componente no contexto, é usado **Editar peça**. Você pode alternar os modos usando **Editar componente** .



**Editar montagem**



**Editar peça**

**Dica:** Cores são usadas para indicar o modo que está ativo no momento. Consulte “Por que as cores mudam?” na página 14 para obter mais informações.

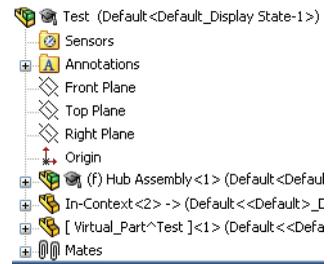
Apresentamos a seguir o detalhamento de algumas ações normalmente executadas em cada modo:

<b>Modo Editar montagem</b>	<b>Modo Editar peça</b>
Adicionar novos componentes	Criar novos esboços
Inserir posicionamentos	Criar geometria de esboço
Mover componentes	Criar ressaltos ou recursos de corte

## Peças no contexto e peças virtuais

**Peças no contexto** são aquelas criadas ou editadas no contexto da montagem. Os nomes das peças no contexto aparecem anexados à árvore de projetos do FeatureManager com uma seta (**No contexto->**).

**Peças virtuais** são peças no contexto salvas na montagem, e não como arquivos de peças separados. As peças podem estar no contexto e ser virtuais. Os nomes das peças virtuais aparecem na árvore de projetos do FeatureManager entre colchetes [**Virtual\_Part^Test**].



### Por que utilizar peças no contexto e peças virtuais?

As peças no contexto fazem referência a outras peças na montagem e mudam automaticamente quando a referência sofre alguma alteração.

As peças virtuais são mais flexíveis porque podem ser renomeadas, excluídas ou armazenadas como arquivos externos (peça) quando desejado.

**Dica:** Se não há referências, não crie a peça no contexto.

### Configuração para uso de Editar peça

Há configurações nas opções do sistema que podem ser usadas para determinar como as montagens e as peças virtuais se comportam no modo Editar peça.

#### 12 Configuração de peça virtual.

Clique em **Ferramentas, Opções, Opções do sistema, Montagens** e desmarque **Salvar novos componentes em arquivos externos**.

Não clique em **OK** ainda.

#### 13 Configuração de aparência no contexto.

Clique em **Ferramentas, Opções, Opções do sistema, Exibição/seleção** e selecione **Montagem opaca** no menu suspenso em **Transparência da montagem para edição no contexto**.

Não clique em **OK** ainda.

#### 14 Configuração de peça no contexto.

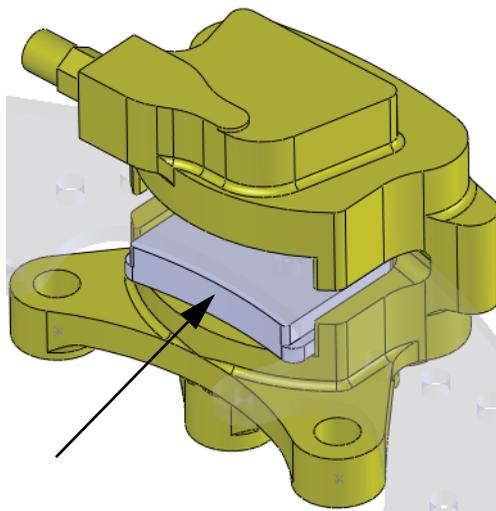
Clique em **Ferramentas, Opções, Opções do sistema, Cores** e depois em **Usar cores especificadas ao editar peças em montagens**. Essa cor é listada na configuração **Montagem, Editar peça**.

Clique em **OK**.

### **Criar uma nova peça**

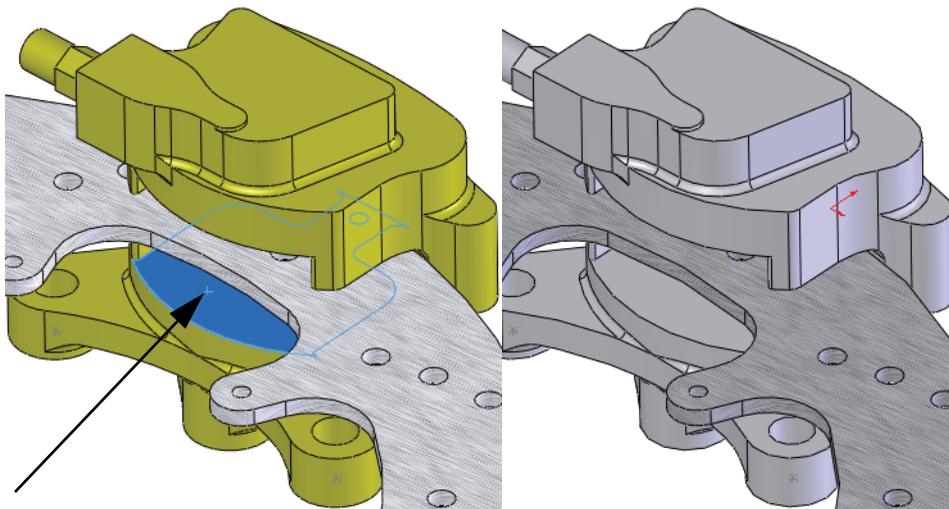
Para criar uma nova peça no contexto, é preciso fazer algumas seleções, incluindo uma face plana ou plano para ser usado como plano de esboço.

A face ou o plano selecionado estabelece a orientação e a posição do plano **Front** da nova peça virtual. Isso, por sua vez, define as orientações dos planos **Top** e **Right**.



#### **15 Nova peça.**

Clique em **Inserir, Componente, Nova peça**  e selecione a face do Brake Caliper, como mostrado.



## Modo Editar peça

O **Modo Editar peça** é o oposto do **Modo Editar montagem**, permitindo o uso de esboços e ferramentas de recursos na montagem. Este modo é acionado pela adição de um novo componente de peça ou pela edição de uma peça existente na montagem.



## Por que as cores mudam?

Devido aos ajustes realizados (“Configuração para uso de Editar peça” na página 12), a aparência de todas as peças permanece opaca. A peça que está sendo editada aparece na cor **Montagem, Editar peça** e todas as outras, na cor **Montagem, Peças não de edição**.

## Controlar a exibição

A exibição inclui a visibilidade e as cores dos componentes na montagem. Controlar a exibição é o primeiro passo no gerenciamento da própria montagem, e o painel de exibição é uma das melhores ferramentas.

## Painel de exibição

O **Painel de exibição** é a parte da árvore de projetos do FeatureManager que possui controles visuais, ficando normalmente oculto. As colunas mostram o estado atual de **Ocultar/Exibir**, **Modo de exibição**, **Aparência** e **Transparência**, permitindo realizar alterações. As opções são descritas a seguir.

- **Ocultar/Exibir** - Alterna entre **Ocultar componente** e **Exibir componente**.
- **Modo de exibição** - Define a exibição de **Estrutura de arame**, **Linhas ocultas visíveis**, **Linhas ocultas removidas**, **Sombreado com arestas**, **Sombreado** ou **Exibição predeterminada**.
- **Aparência** - Define a aparência do componente. O triângulo inferior representa a aparência da peça, enquanto o triângulo superior representa a aparência do componente (nível de montagem).
- **Transparência** - Ativa e desativa a **Transparência**.

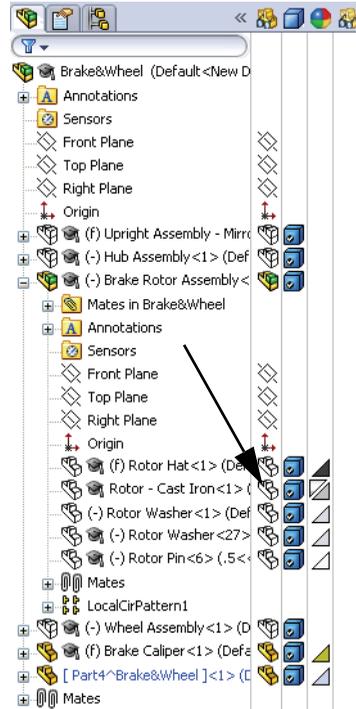
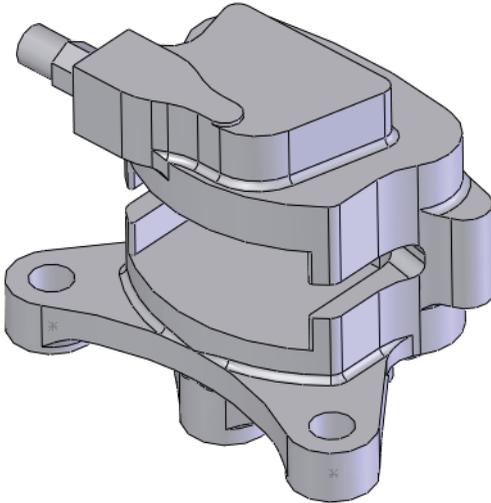


**Nota:** O painel de exibição funciona independentemente do modo.

## 16 Painel de exibição.

Clique em **Exibir painel de exibição** » para expandir o plano de exibição e alterar a aparência dos componentes.

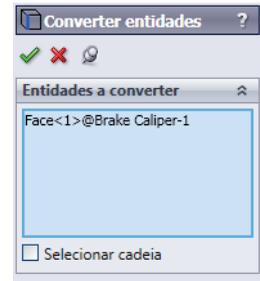
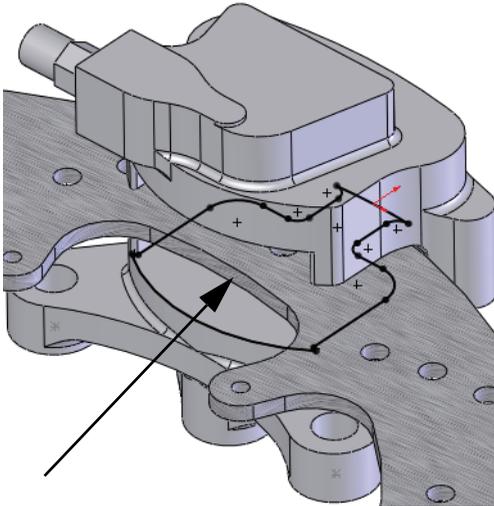
Expanda a pasta **Brake Rotor Assembly**.  
Clique no componente **Rotor - Cast Iron** na coluna **Ocultar/Exibir** para ocultá-lo.



Clique em **Ocultar painel de exibição** « para fechar o painel de exibição.

### 17 Converter entidades.

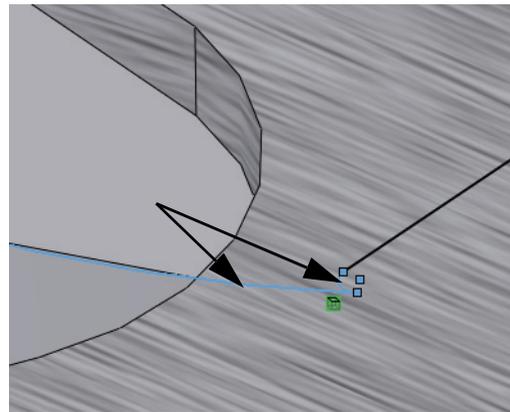
Clique em **Converter entidades** ,  
selecione a face e clique duas vezes em .



**Dica:** Os pequenos ícones verdes na geometria do esboço representam as relações do esboço. Clique em **Exibir, Relações de esboço** para encerrar sua exibição.

### 18 Excluir.

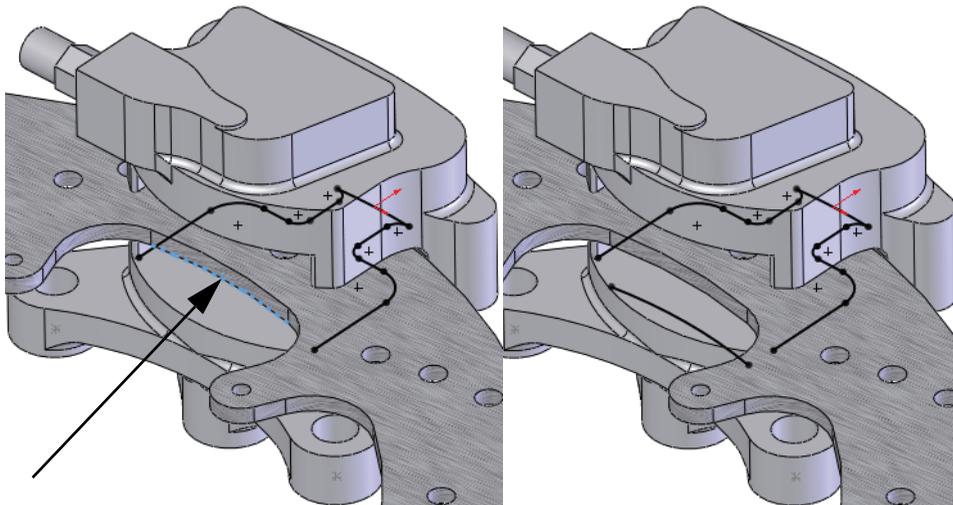
Exclua três entidades para abrir a extremidade do esboço.



**Nota:** Há um arco grande e dois pequenos conectados a ele. Apenas um arco pequeno é mostrado aqui.

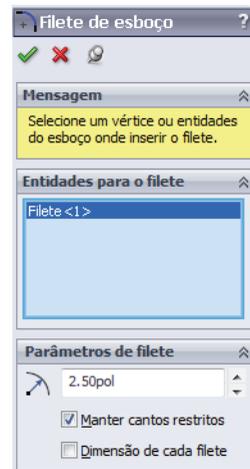
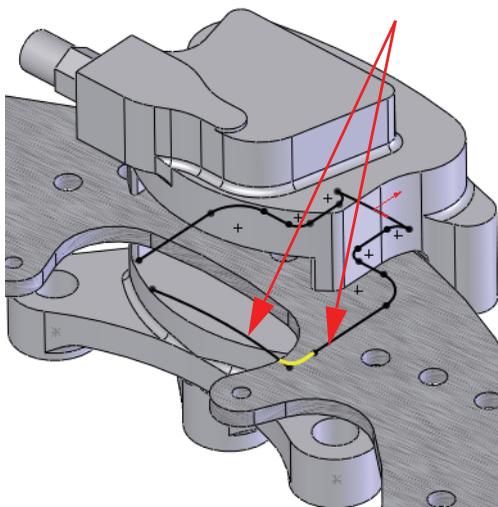
### 19 Converter aresta.

Clique em **Exibir painel de exibição** » e mostre o componente Rotor - Cast Iron. Clique em **Converter entidades**  e selecione a aresta do componente Rotor - Cast Iron. Clique duas vezes em .



### 20 Filetes de esboço.

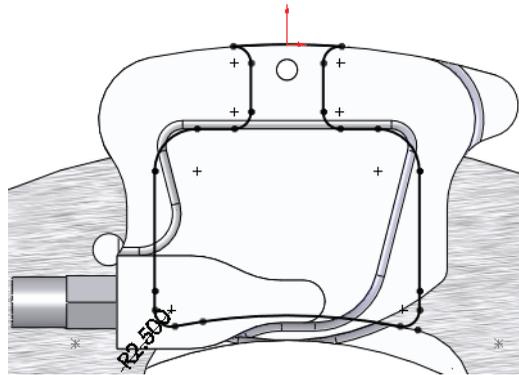
Clique em **Ferramentas, Ferramentas de esboço, Filete** , defina o **Raio do filete** como **2,5 mm** e escolha o primeiro conjunto da geometria selecionando a geometria dentro de onde elas se interceptariam.



Repita as seleções para a geometria semelhante no lado oposto. Clique duas vezes em .

**21 Vista normal a.**

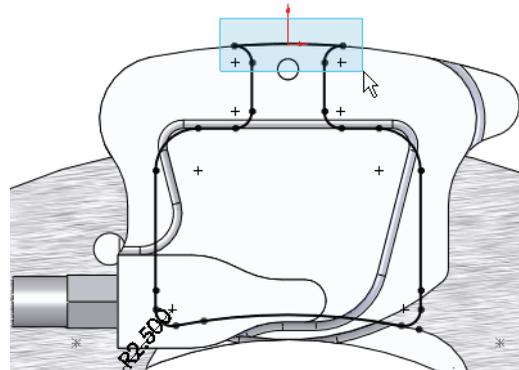
Clique em **Vista normal a**  e aumente o zoom, como mostrado.



**22 Excluir.**

Selecione com caixa desde a parte superior esquerda até a parte inferior direita, como mostrado, para selecionar as três entidades.

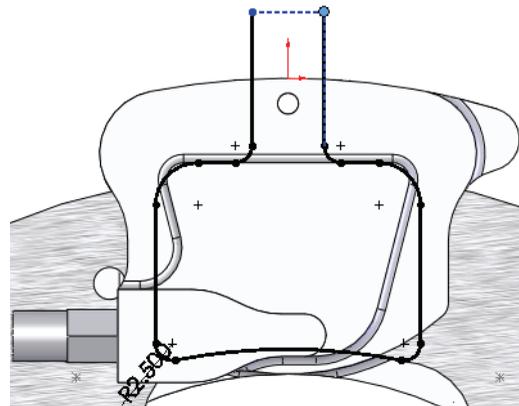
Exclua as três entidades selecionadas.



**23 Arraste os pontos finais.**

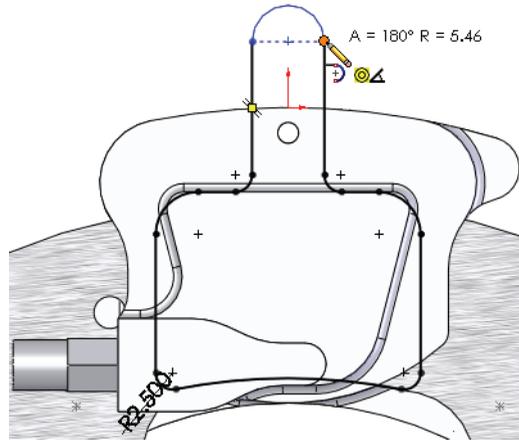
Arraste o ponto final da linha vertical fora da geometria, como mostrado.

Repita o procedimento para a outra linha vertical e pare onde os pontos finais são horizontais.



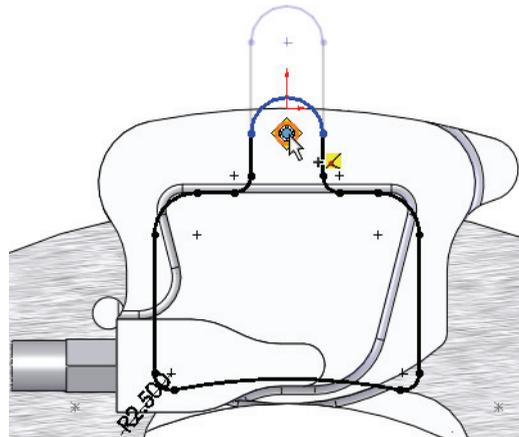
**24 Arco tangente.**

Clique em **Ferramentas, Entidades de esboço, Arco tangente**  e crie o arco entre os dois pontos finais, como mostrado.



**25 Arraste e solte.**

Arraste o ponto central do arco até a aresta circular. Solte-o no ponto central que aparece.

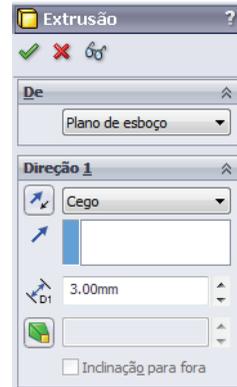
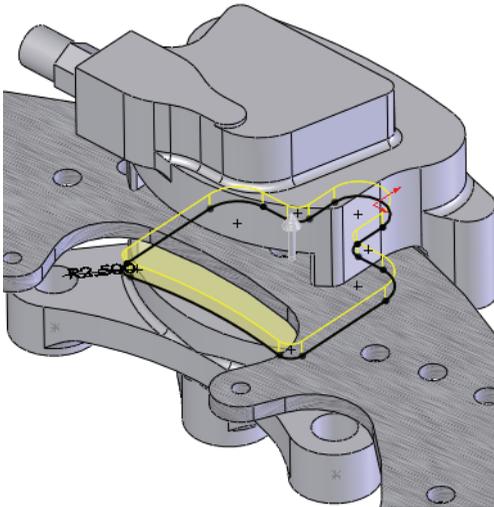


**26 Vista anterior.**

Clique em **Vista anterior**  para voltar a vistas e estados de zoom anteriores. Volte para a vista isométrica ampliada.

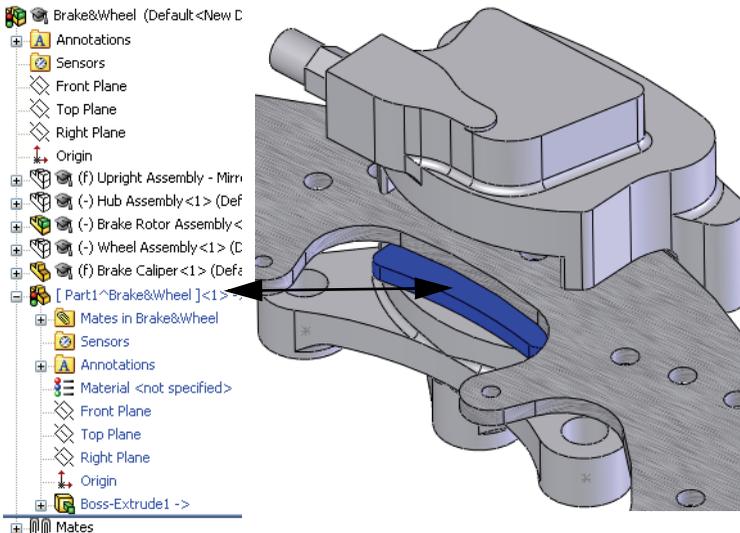
## 27 Extrusão.

Clique em **Extrusão**  e defina a **Profundidade** como **3 mm**. Clique em .



## Entender o código de cores

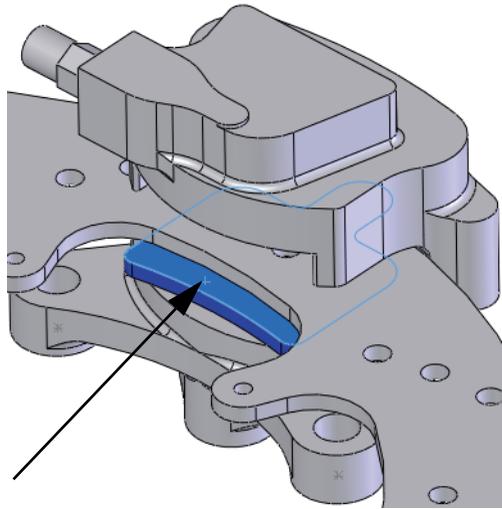
A peça fica azul quando a extrusão é concluída. O motivo foi explicado anteriormente (“Por que as cores mudam?” na página 14), mas até que haja um corpo sólido, é difícil perceber. Essa é a cor de **Montagem, Editar peça** e aparece nos gráficos e na árvore de projetos do FeatureManager.



**28 Novo esboço.**

Selecione a face e clique em

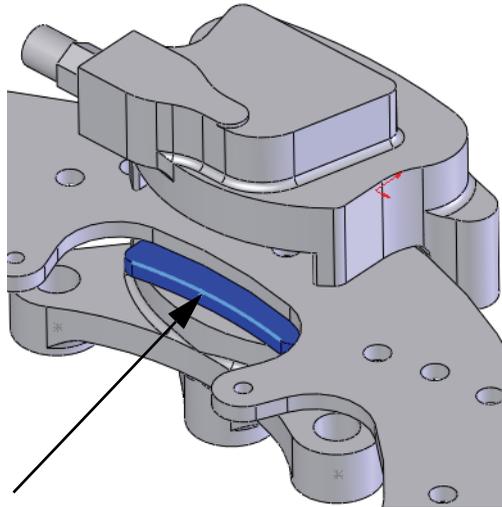
**Esboço** .



**29 Converter entidades.**

Clique em **Converter entidades**   
e selecione a aresta, como mostrado.

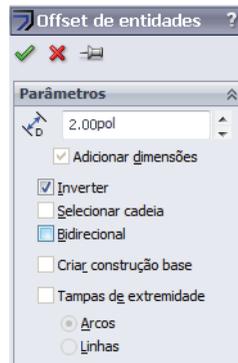
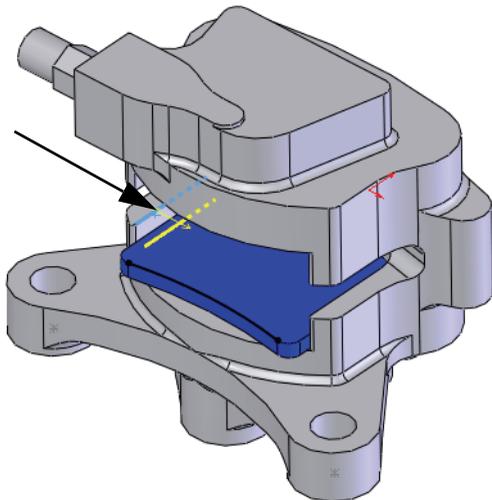
Clique em .



### 30 Offset de entidades.

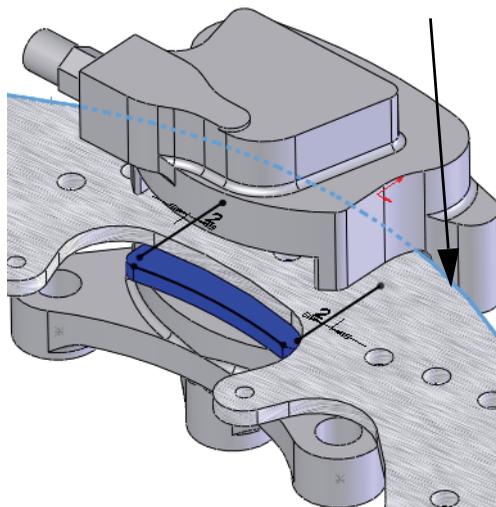
Oculte o componente Rotor - Cast Iron. Clique em **Offset de entidades**  e defina a **Distância de offset** como **2 mm**. Selecione a aresta, clique em **Inverter** e em .

Repita o procedimento para o lado oposto.



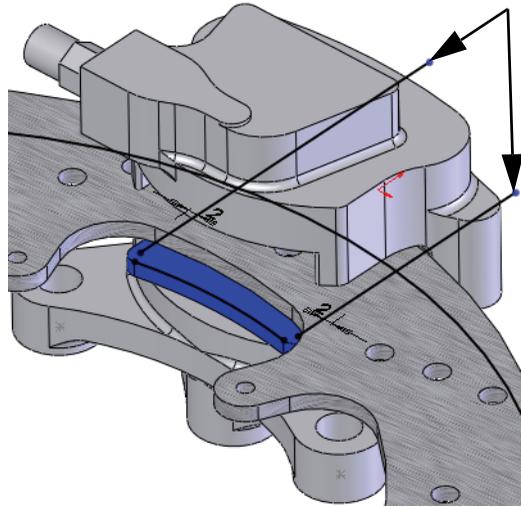
### 31 Converter.

Exiba o componente Rotor - Cast Iron. Selecione a aresta como mostrado e clique em **Converter entidades** . Clique em .



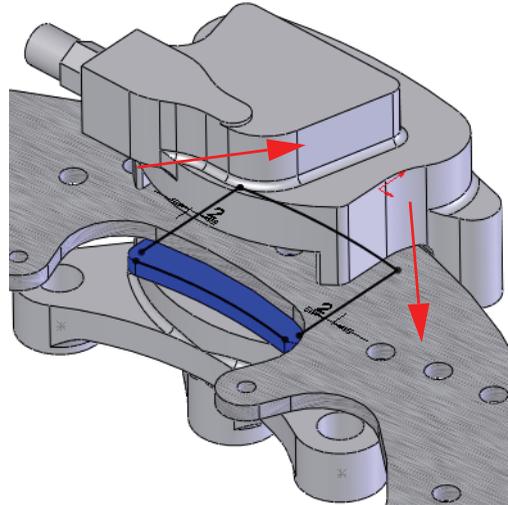
### 32 Arrastar.

Arraste os pontos finais abertos, afastando-os da aresta convertida.



### 33 Aparar.

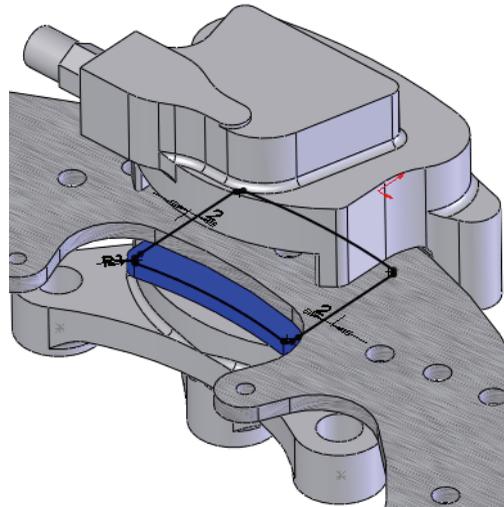
Clique em **Aparar entidades** , **Aparagem ativa** . Clique + **arraste** através das seções da geometria usando os caminhos mostrados para aparar a geometria em excesso.



### 34 Filetes de esboço.

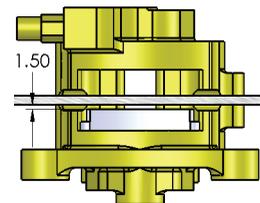
Adicione filetes de esboço com **Raio 1 mm**, como mostrado.

**Dica:** Se os cantos estiverem aparados até um único ponto final, selecione o ponto final para acrescentar o filete.



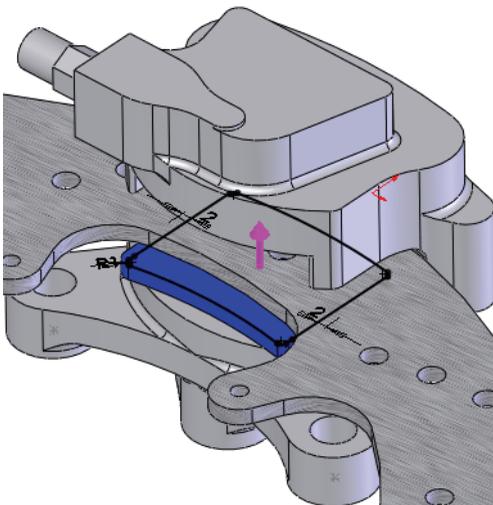
### Extrusões no contexto

As extrusões também podem ser criadas no contexto quando um gerador externo é referenciado. Neste exemplo, a profundidade da extrusão é medida como offset de uma face existente.



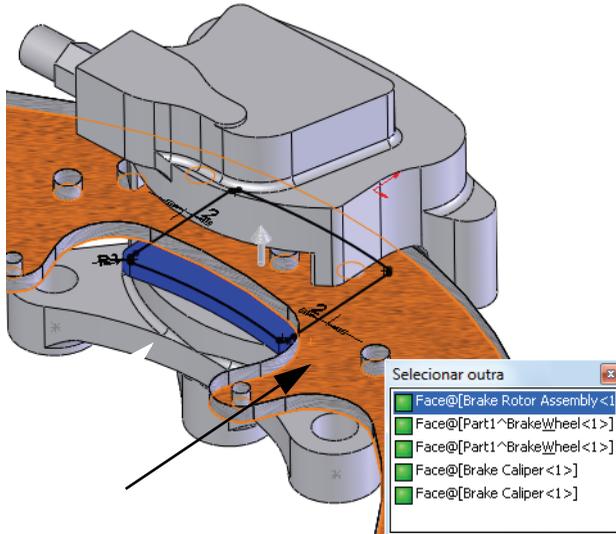
### 35 Extrusão.

Clique em **Extrusão**  e defina a **Condição final** como **Offset da superfície**. Defina a **Distância de offset** como **1,5 mm**. Clique no campo **Face/Plano**.



### 36 Selecionar outra.

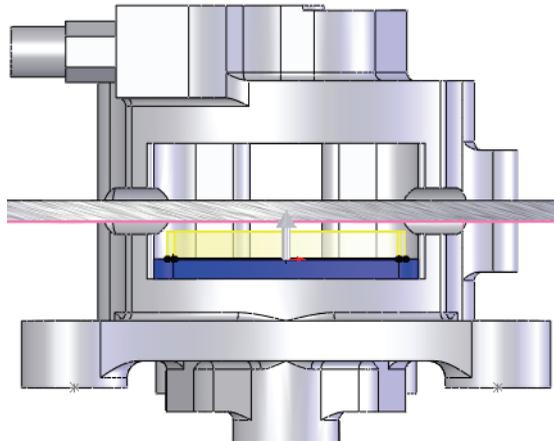
Clique com o botão direito do mouse na face e selecione **Selecionar outra**.  
Clique na seleção superior,  
Face@[Brake Rotor Assembly<1>/Rotor - Cast Iron<1>].



**Dica:** A seleção superior no cursor não é listada. Por quê? Supõe-se que, se quisesse selecionar essa face, você o teria feito diretamente.

### 37 Distância de offset.

Verifique a direção e clique em .



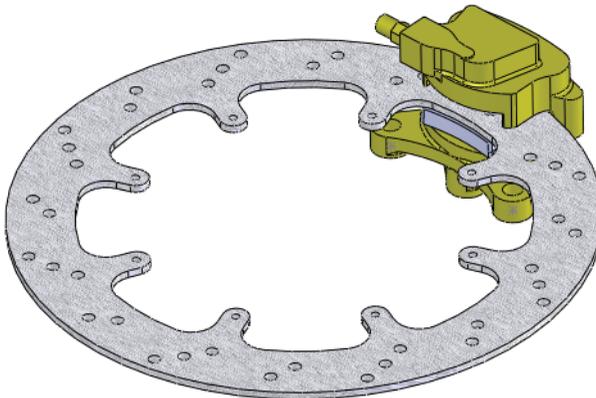
## Modo Editar montagem

O **Modo Editar montagem** é o oposto do **Modo Editar peça**, sendo o estado predeterminado da montagem no qual você pode adicionar componentes e posicionamentos. É acionado quando terminamos a edição de uma peça na montagem ou abrimos um arquivo de montagem.



### 1 Editar montagem.

Clique em **Editar componente**  ou no canto de confirmação  para editar a montagem. Isso retorna ao modo de edição de montagem e todas as cores retornam às suas configurações originais.



## Trabalhar com peças virtuais

A peça virtual está armazenada dentro da montagem desde que foi criada. Agora que está quase concluída, vamos salvá-la externamente e torná-la uma peça real.

### Renomear uma peça virtual

#### 2 Renomeie.

Clique com o botão direito do mouse no componente [Part1 ^Brake&Wheel] e selecione **Renomear peça**.

Digite o nome Brake Pad.

**Dica:** Embora tenha sido renomeada, a peça continua sendo uma peça virtual.

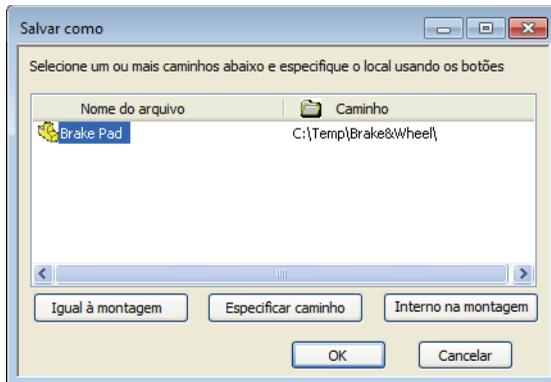
### Salvar uma peça virtual como peça externa

A peça virtual requer um local no disco para armazenar o novo arquivo \*.sldprt.

#### 3 Salvar como arquivo externo.

Clique com o botão direito do mouse na peça e selecione **Salvar peça (em arquivo externo)**. O arquivo Brake Pad.sldprt é adicionado à pasta de montagem.

Clique em **Igual à montagem** e em **OK**.



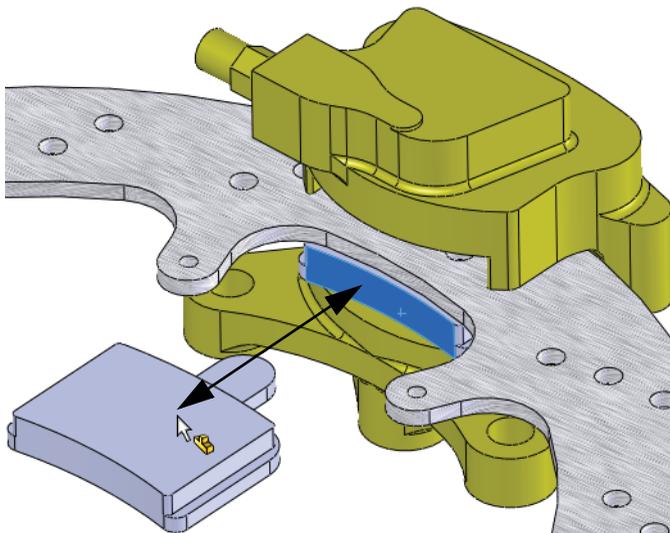
**Dica:** O nome da peça aparece sem os colchetes.

### Adicionar instâncias de componentes e posicionamento

Os componentes podem ser adicionados de várias maneiras. Se já houver uma instância desse componente na montagem, as instâncias adicionais podem ser adicionadas usando Ctrl + arrastar e soltar.

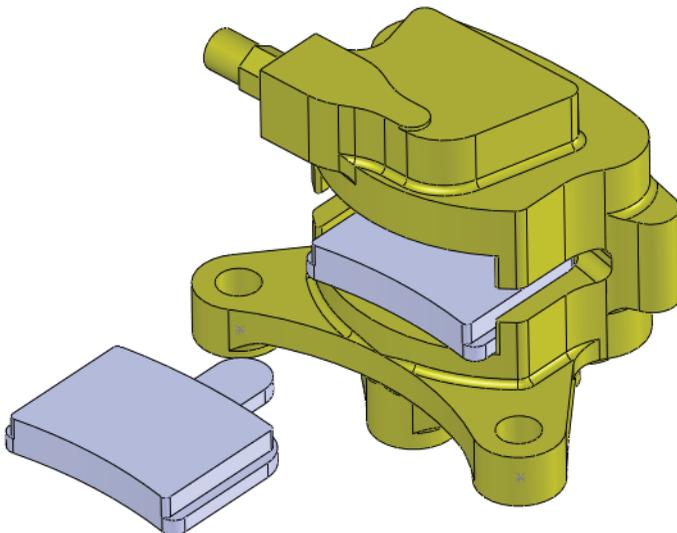
#### 4 Copiar uma instância.

Clique e **Control+arraste** o componente Brake Pad<1>. Solte o componente fora do Brake Caliper, como mostrado.



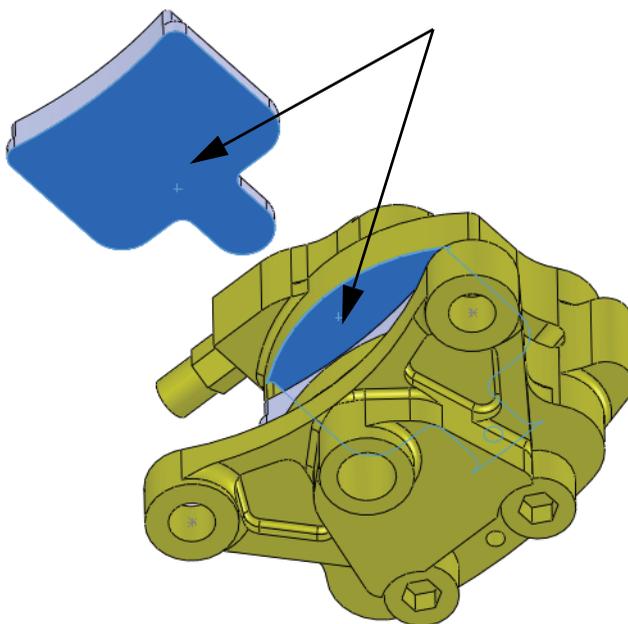
### 5 Ocultar componente.

Clique no componente Rotor - Cast Iron e clique em **Ocultar componentes** .



### 6 Primeiro posicionamento.

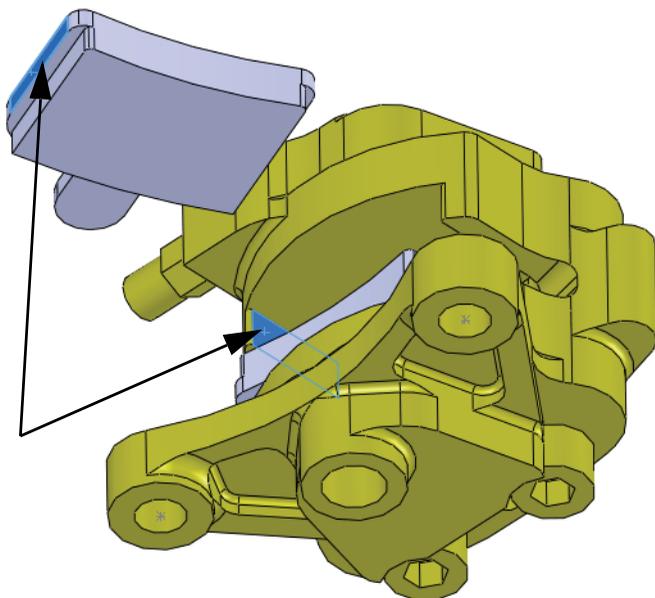
Pressione **Shift + tecla de seta para cima**. Clique em **Inserir, Posicionamento**  e selecione as faces como mostrado.



Clique em **Coincidente**  e **Anti-alinhado** . Clique em .

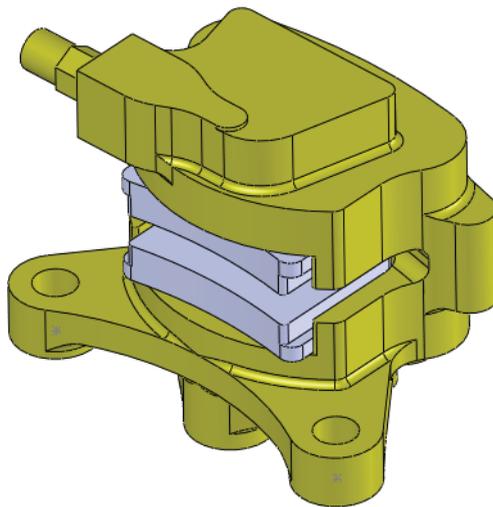
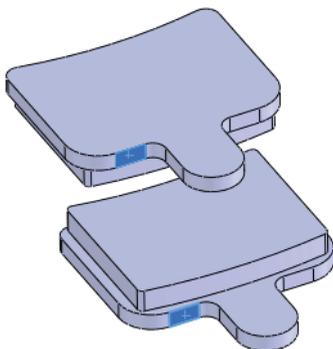
**7 Segundo posicionamento.**

Pressione a tecla **Seta para baixo**. Selecione as faces como mostrado, clique em **Coincidente**  e em .



**8 Terceiro posicionamento.**

Oculte o componente Brake Caliper. Selecione as faces como mostrado, clique em **Coincidente**  e em .



Exiba o componente Brake Caliper.

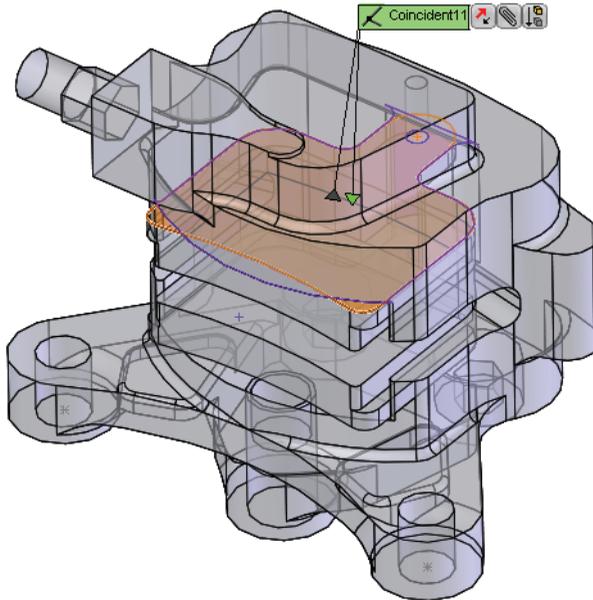
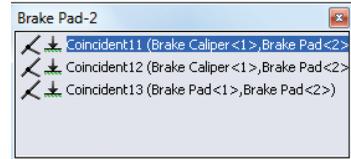
## Visualizar os posicionamentos de um componente

Os posicionamentos usados para restringir um componente podem ser listados e visualizados usando **Exibir posicionamentos**. Esta é uma ferramenta útil para compreender como os componentes são utilizados na montagem.

**Nota:** O símbolo de seta ↓ indica um caminho para a terra. Os posicionamentos marcados assim são aqueles que mantêm o componente no lugar.

### 9 Exibir posicionamentos.

Clique em Brake Pad<2> e em **Exibir posicionamentos** .



## Edição de peças no contexto

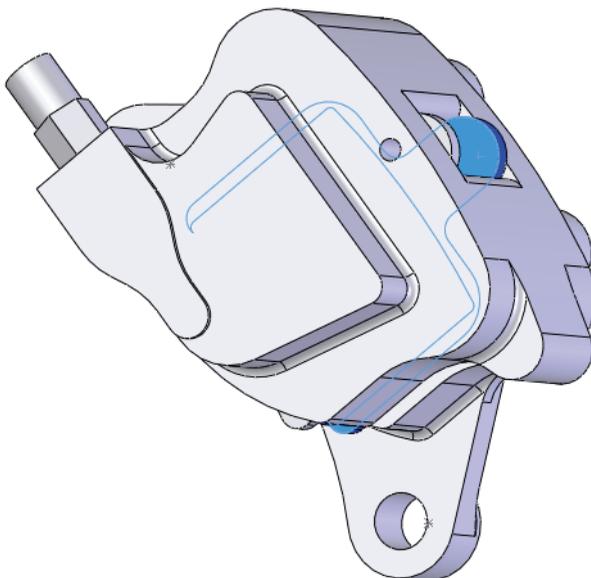
Qualquer componente pode ser editado na montagem, independentemente de ter sido ou não criado no contexto da montagem. Para voltar ao modo de edição de peça, utiliza-se o mesmo comando: **Editar peça**.

### 10 Editar peça.

Clique em Brake Pad<1> e em **Editar peça** .

### 11 Novo esboço.

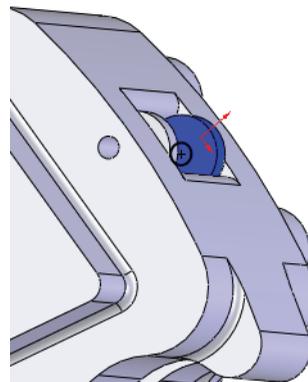
Clique na face e em **Inserir esboço** . Um novo esboço foi criado na face.



### 12 Converter aresta.

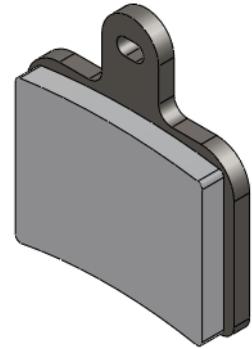
Clique em **Converter entidades** . Clique na aresta circular, como mostrado. Clique em .

Saia do esboço.



## Abrir uma peça a partir de uma montagem

Neste exemplo, vamos criar uma ranhura para coincidir com o furo no componente Brake Pad. A ranhura será criada a partir do furo existente para facilitar o ajuste.

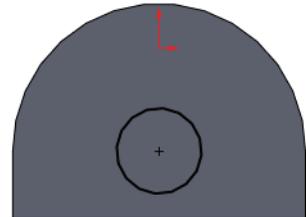


### 1 Abra Brake Pad.

Clique em Brake Pad<2> na árvore de projetos do FeatureManager e selecione **Abrir** .

### 2 Editar um esboço.

Clique com o botão direito do mouse em Sketch3-> na árvore de projetos do FeatureManager e selecione **Editar esboço** .

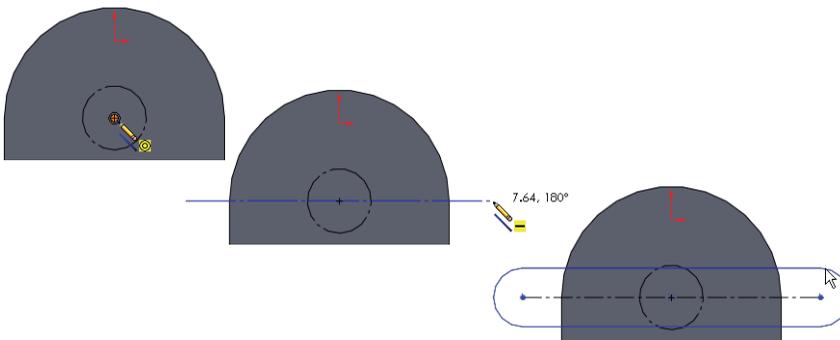


### 3 Construção.

Clique no círculo e em **Para construção** para que ele fique com o contorno pontilhado.

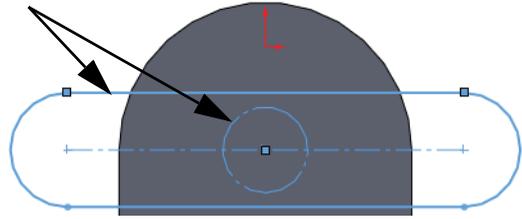
### 4 Ranhura.

Clique em **Ferramentas, Entidades de esboço, Ponto central de ranhura reta**  e coloque o cursor no centro do círculo. Arraste o cursor horizontalmente e clique para criar a linha de centro. Arraste verticalmente e clique para criar a altura. Clique em .

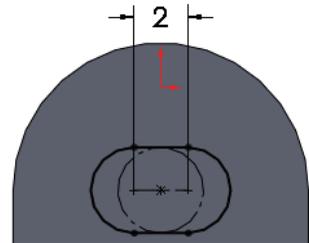


**5 Relações.**

Clique no círculo e em uma linha horizontal da ranhura. Adicione uma relação **Tangente** .

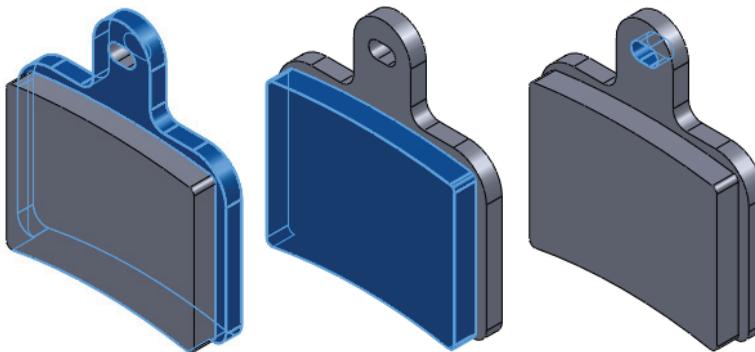
**6 Dimensão e corte.**

Adicione uma dimensão conforme mostrado para definir totalmente o esboço. Faça um corte usando a condição final **Passante**.

**Materiais multicorpos**

Para que uma peça contenha materiais diferentes, é necessário que ela tenha vários corpos sólidos (multicorpos).

Esta peça é composta por três elementos: dois ressaltos e um recurso de corte. Eles estão listados em ordem de criação. Há apenas um corpo sólido, porque os novos recursos de ressalto predeterminados estão mesclado no corpo atual. A peça será editada para criar multicorpos.



Boss-Extrude1-&gt;

Boss-Extrude2-&gt;

Cut-Extrude1-&gt;

## Reordenar recursos

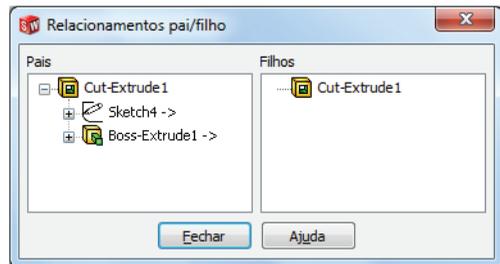
Os recursos podem ser reordenados na árvore de projetos do FeatureManager usando arrastar e soltar. A regra é lembrar que você não pode reordenar um recurso-filho antes do recurso-pai. Então como você pode determinar os relacionamentos pai/filho?

### Relacionamentos pai/filho

A ferramenta **Pai/Filho** é usada para determinar os pais e filhos de qualquer recurso. Neste caso, ela será usada para determinar os limites de onde um recurso pode ser reordenado.

#### 7 Pai/filho.

Clique com o botão direito do mouse no recurso **Cut-Extrude1** e selecione **Pai/filho**. A caixa de diálogo informa que os recursos **Boss-Extrude1** e **Sketch4** são os pais do recurso selecionado. Isso também significa que o recurso **Boss-Extrude2** não é.



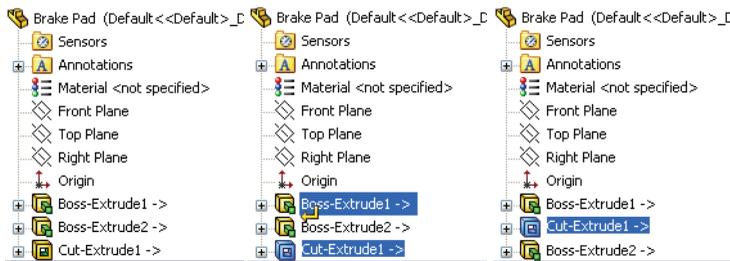
Isso significa que o filho pode ser movido para uma posição entre os recursos de resalto. Clique em **Fechar**.

Isso significa que o filho pode ser movido para uma posição entre os recursos de resalto. Clique em **Fechar**.

**Nota:** O recurso **Sketch4** está embutido no recurso **Cut-Extrude1**.

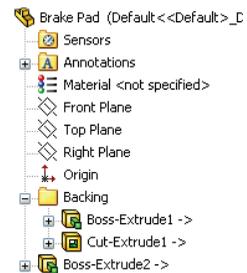
#### 8 Reordenar.

Arraste o recurso **Cut-Extrude1** e solte-o no recurso **Boss-Extrude1**. Isso o coloca entre os recursos de resalto.



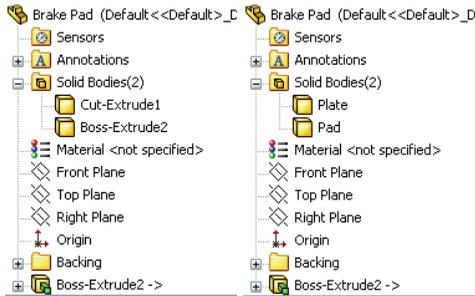
#### 9 Pasta.

Clique com o botão direito do mouse no primeiro recurso **Boss-Extrude1**, **Control+clique** no segundo recurso **Cut-Extrude1** e selecione **Adicionar à nova pasta**. Nomeie a pasta como **Backing**.



## 10 Editar recurso.

Clique em **Boss-Extrude2** e em **Editar recurso** . Desmarque **Mesclar resultado** e clique em . Existem agora dois corpos sólidos chamados **Cut-Extrude1** e **Boss-Extrude2**. Renomeie-os **Plate** e **Pad**, como mostrado.



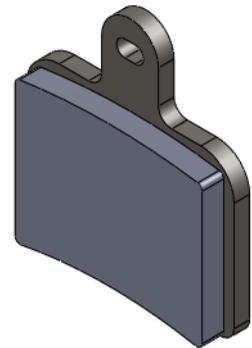
**Dica:** Os nomes predeterminados foram obtidos do último recurso que foi aplicado ao corpo.

## Materiais

Materiais podem ser adicionados à peça inteira ou a corpos sólidos selecionados da peça. Neste caso, vamos aproveitar o formato do multicorpo para atribuir materiais diferentes a cada corpo.

### 11 Material para **Plate**.

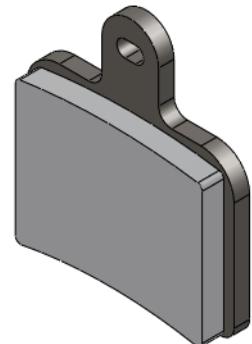
Clique com o botão direito do mouse no corpo **Plate** e selecione **Material**, **Editar material**. Em **Aço**, selecione **1023 Chapa de aço carbono (SS)**. Clique em **Aplicar** e **Fechar**.



### 12 Material para o corpo da pastilha.

Clique com o botão direito do mouse no corpo **Boss-Extrude2** e selecione **Material**. Em **Outros não-metals**, selecione **Porcelana cerâmica**. Clique em **Aplicar** e **Fechar**.

**Nota:** É possível criar materiais personalizados e bibliotecas de materiais personalizadas.



### 13 Abrir montagem.

Pressione **Control + Tab** e mova o cursor até a montagem.

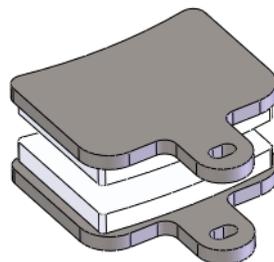


A seguinte mensagem será exibida:

Os modelos contidos na montagem foram alterados. Gostaria de reconstruir a montagem agora? Clique em **Sim**.

### 14 Editar montagem.

Clique em **Editar componente** . Oculte os componentes Brake Caliper e Rotor - Cast Iron.



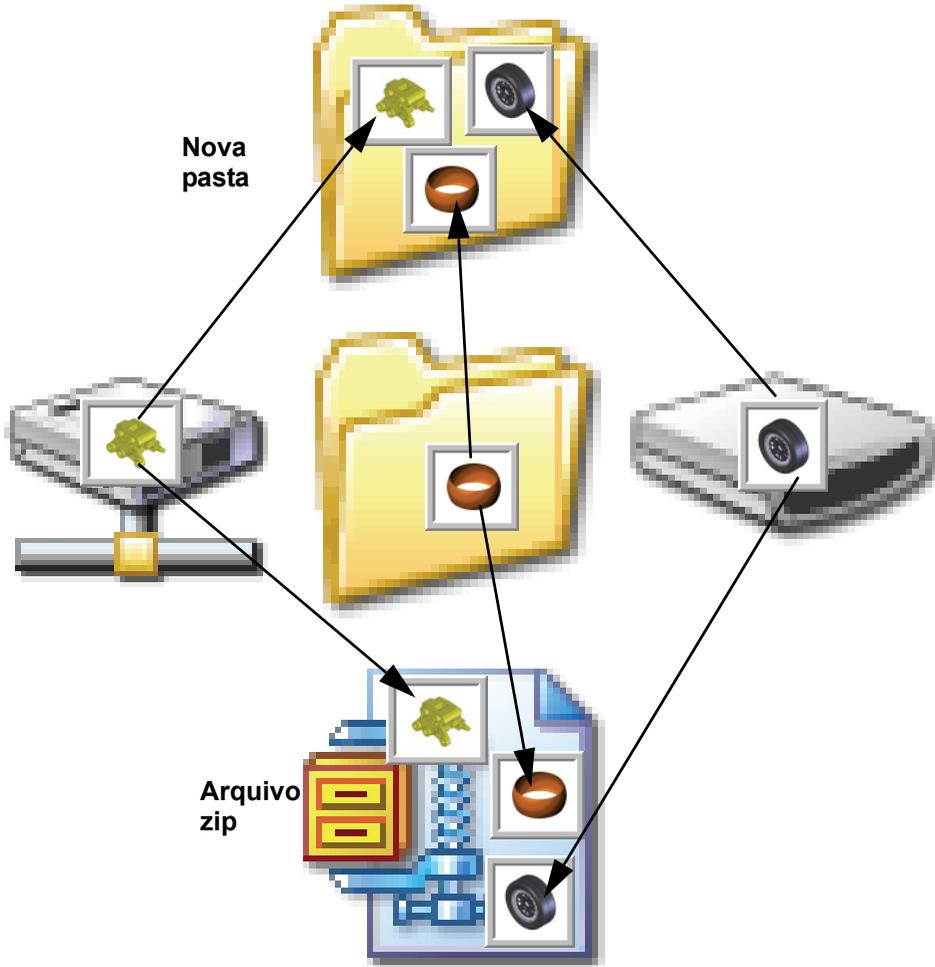
### 15 Estado de exibição.

Selecione o estado de exibição original Default\_Display State-1 para tornar todos os componentes visíveis.



## Preparar e enviar

**Preparar e enviar** é um utilitário que pode ser usado para *copiar* todos os arquivos utilizados pela montagem em uma nova pasta ou arquivo zip, consolidando o conjunto de arquivos em um único local.



## Fluxo de trabalho

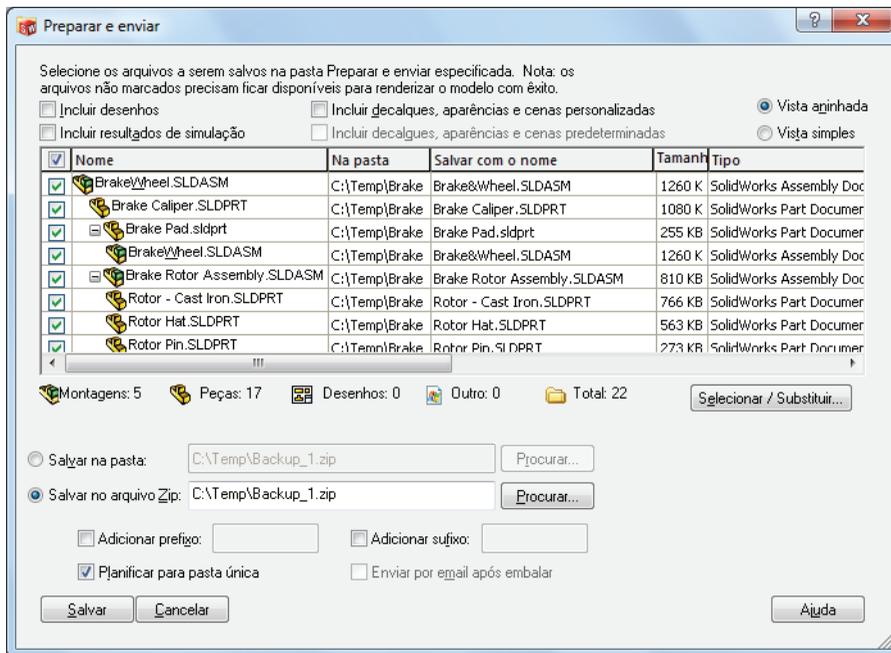
O fluxo de trabalho usando Preparar e enviar cria backups múltiplos, utilizando o último backup para iniciar a sessão de trabalho seguinte.

### Criar um arquivo zip

Criar um arquivo zip é uma boa maneira de consolidar arquivos e fazer backup em uma só etapa. O arquivo zip pode ser usado para iniciar a próxima sessão e, em seguida, ser armazenado em outro local.

#### 1 Preparar e enviar.

Clique em **Arquivo, Preparar e enviar** e em **Salvar no arquivo Zip**. Usando **Procurar**, defina o local de uma pasta temporária, nomeie o arquivo como **Backup\_1.zip** e clique em **Salvar**.



#### 2 Descompacte.

No início da sessão seguinte, descompacte o arquivo em uma pasta nova e comece a trabalhar. Mais arquivos podem ser adicionados de unidades externas ou pastas diferentes.

#### 3 Repita o processo.

No início da sessão seguinte, descompacte o arquivo em uma pasta nova e comece a trabalhar. Repita o processo a cada vez para manter todos os arquivos juntos.

## Acrescentar a nomes de arquivos

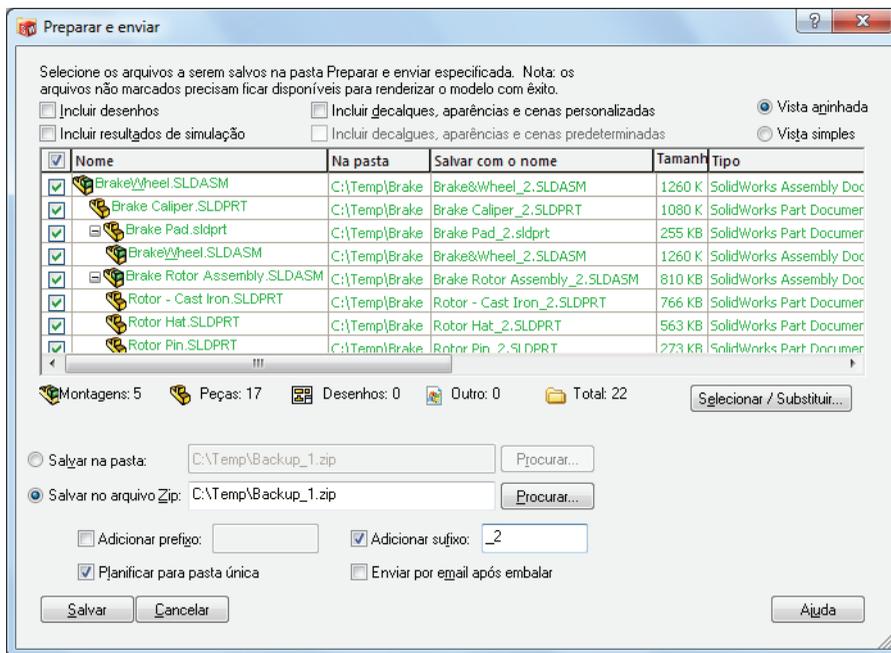
Se quiser renomear os arquivos a cada backup, você pode usar as opções **Adicionar prefixo** e **Adicionar sufixo**.

Por exemplo, o nome do arquivo Brake Caliper poderia se tornar Brake Caliper\_2 ou 2-Hub Assembly com a inclusão de um sufixo ou prefixo.

**Nota:** Usar um prefixo ou sufixo muda o nome. Não é o mesmo que usar o produto SolidWorks Data Management.

### 4 Acrescentar a nomes.

Use as mesmas configurações descritas na etapa 1 anterior, mas clique em **Adicionar sufixo** e digite \_1 na caixa. Clique em **Salvar**.



**Dica:** As peças virtuais que não foram salvas como arquivos externos aparecem em cinza na lista e na pasta <internal to assembly>. Elas são armazenadas na montagem que estava ativa quando foram criadas.

### 5 Salve e feche todos os arquivos.

## **Lição 3**

# **Criar uma soldagem**

Após a conclusão desta lição, você estará preparado para:

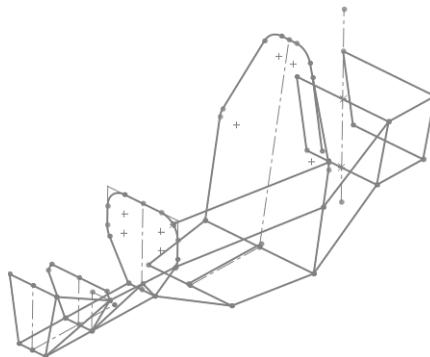
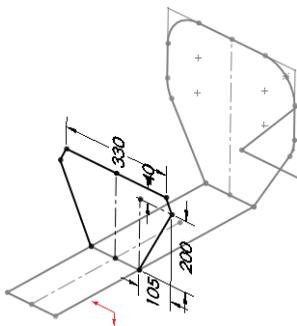
- Criar peças de soldagem;
- Usar esboços 3D;
- Trabalhar com submontagens;
- Criar perfis personalizados;
- Adicionar componentes estruturais;
- Aparar componentes estruturais;
- Editar componentes estruturais.

## Criar peças de soldagem

O Frame será construído como uma **Soldagem** no contexto usando referências de montagens existentes. O processo de soldagem inclui criação de esboços, acréscimo e aparagem de componentes estruturais.

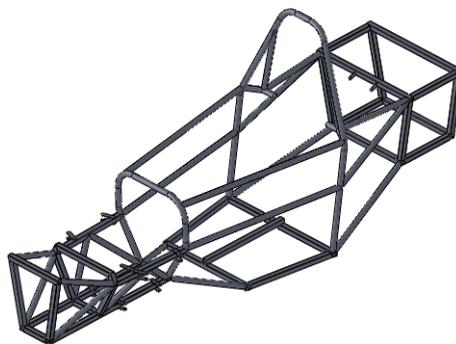
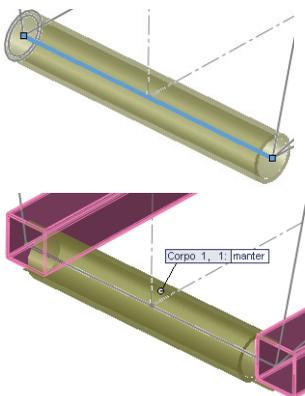
### Planos e esboços

Planos e esboços 2D e 3D são utilizados para definir a localização dos componentes estruturais na soldagem.



### Componentes estruturais

Os componentes estruturais, tubos quadrados e redondos neste exemplo, são adicionados às linhas e arcos dos esboços. Depois de adicionados, são aparados para ajuste.



## Soldagens

**Soldagem** é uma peça multicorpo composta por componentes estruturais. As linhas de centro dos componentes estruturais são esboçadas e perfis são selecionados em uma biblioteca e aplicados aos esboços.

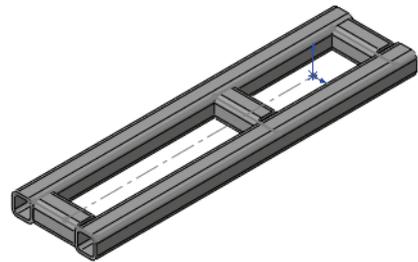
**Dica:** A maior parte do trabalho de criar uma soldagem é investido na criação de esboços de soldagem.

### Criar uma soldagem

Criar uma soldagem típica envolve várias etapas para criar e aparar os componentes da soldagem.

Por exemplo, esta soldagem é composta por cinco componentes estruturais: dois com comprimento maior e três com comprimento menor.

A tabela a seguir define as etapas básicas para criar uma peça de soldagem.



<b>Esboço</b>	Crie um novo esboço que defina as linhas de centro dos perfis de soldagem. O esboço pode ser 2D ou 3D. Feche o esboço.	
<b>Criar componentes estruturais</b>	Clique em <b>Componente estrutural</b> e selecione a geometria. Selecione um perfil na biblioteca para uso com a geometria.	
<b>Aparar e estender componentes estruturais</b>	Clique em <b>Aparar/Estender</b> e apare ou estenda o comprimento dos componentes estruturais até planos ou outros componentes estruturais.	

## Alguns pontos importantes sobre soldagens

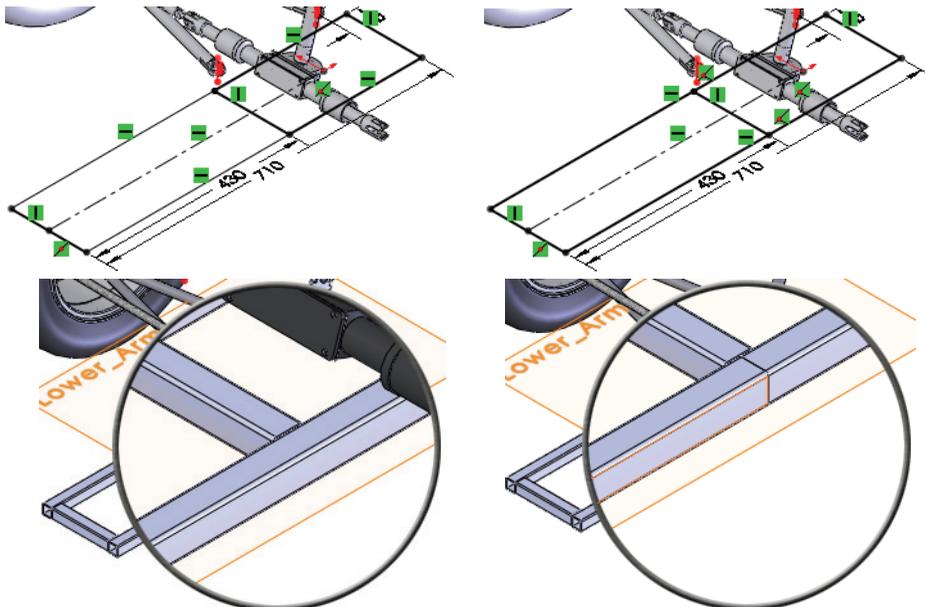
Aqui estão alguns pontos importantes a lembrar sobre soldagens:

- As peças de soldagem são peças multicorpos. Cada componente estrutural é um corpo sólido individual.
- Os perfis utilizados são selecionados em uma biblioteca. Você deve criar seus próprios perfis e pastas de biblioteca se os perfis predeterminados não são o que você precisa.
- As soldagens podem fazer uso de simetria. Os componentes estruturais podem receber um padrão usando **Espelhar** com a opção **Corpos para padrão**.
- A pasta Cut-List é criada para armazenar informações sobre os componentes estruturais e seus comprimentos. Eles também podem ser classificados por comprimentos iguais.
- A tabela **Lista de corte de soldagem** pode ser gerada em um desenho da soldagem.
- O desenho também pode ter balões como uma BOM.

## Alguns detalhes sobre esboços de soldagem

Os esboços de soldagem são utilizados para definir as linhas de centro das vigas utilizadas na soldagem. As vigas contínuas devem ser criadas usando partes de geometria simples. Se este não for o caso, serão criadas partes menores separadas.

Os esboços utilizados em soldagens podem ser diferentes dos esboços utilizados em outros recursos. Por exemplo, o esboço mostrado aqui não seria útil para uma extrusão de ressalto ou revolução.

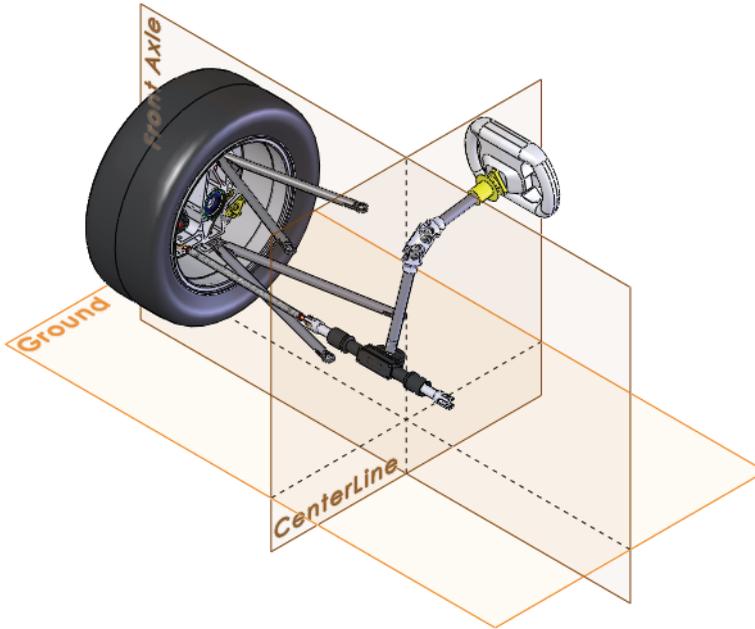


Linha única

Linhas múltiplas

## 1 Abra Frame&Suspension.

Clique em **Arquivo, Abrir** e selecione a montagem Frame&Suspension.

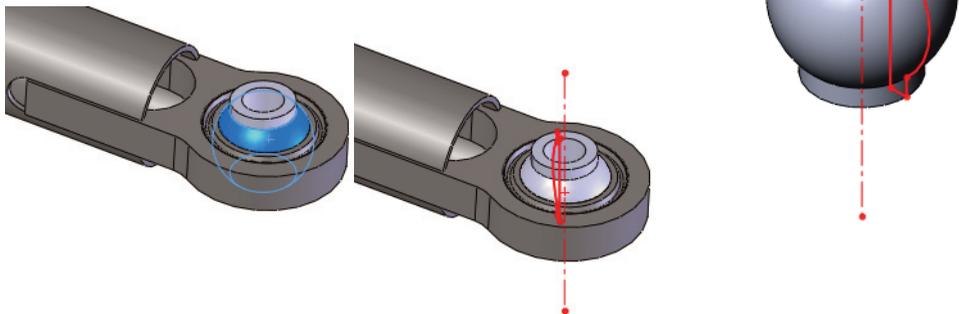


## 2 Exiba os esboços.

Abra qualquer instância do componente A-Arm Spherical Ball.

Clique com o botão direito do mouse em Sketch1 e selecione **Exibir**.

Volte à montagem.



**Nota:** Os componentes de A-Arm Spherical Ball podem ser girados para uma melhor visualização do esboço.

## Uso de planos diferentes e esboços

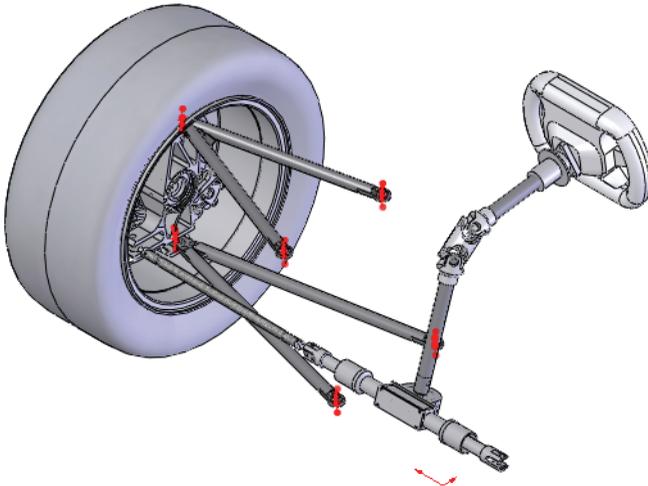
No processo de adicionar uma nova peça no contexto, é necessário selecionar uma face plana ou um plano. Esse plano é usado como plano de esboço e um novo esboço é aberto. Na verdade, várias coisas acontecem de uma só vez quando o plano é selecionado:

- É criada uma nova peça no contexto.
- A nova peça é editada.
- Um novo esboço é criado no plano selecionado.
- O novo esboço é aberto.
- O plano selecionado se torna o plano Front da nova peça.

O novo esboço pode não ser o que você deseja. Embora seja obrigatório selecionar alguma coisa, você não precisa usar o esboço. Você pode simplesmente sair do esboço e criar o plano ou o esboço desejado.

### 3 Nova peça.

Clique em **Inserir, Componente, Nova peça** e selecione o plano Ground. Um novo esboço na nova peça é automaticamente iniciado no plano selecionado. Consulte “Criar uma nova peça” na página 13 para obter mais informações.



**Nota:** O plano Ground é selecionado, mas teoricamente qualquer plano ou face plana poderia ser selecionado porque nenhum dos planos ou faces planas existente é suficiente.

### 4 Saia do esboço.

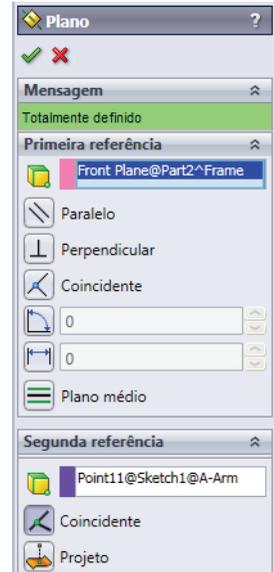
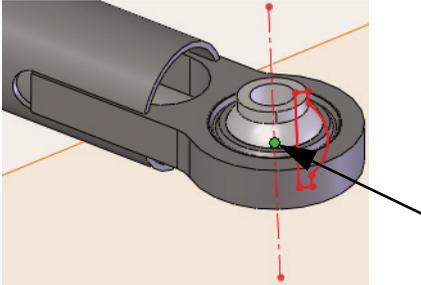
Clique com o botão direito do mouse na área de gráficos e selecione **Sair do esboço**  para deixar o esboço atual. Você ainda está editando a nova peça.

### 5 Plano de referência.

Clique em **Inserir, Geometria de referência, Plano** .

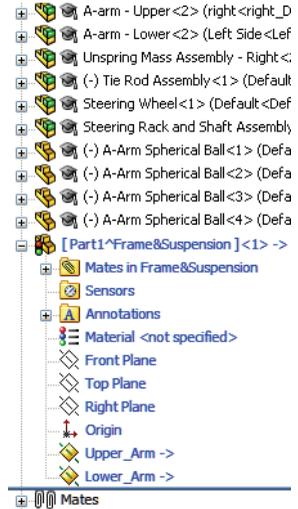
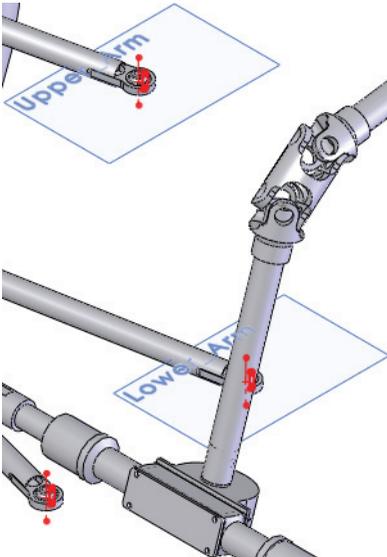
Selecione o plano **Front** na peça ativa [Part1^Frame&Suspension]<1> e **Paralelo**.

Selecione o ponto central de um arco em um componente **A-Arm Spherical Ball** da montagem **A-arm - Upper**, como mostrado. Clique em  e renomeie o plano **Upper\_Arm**.



### 6 Plano inferior.

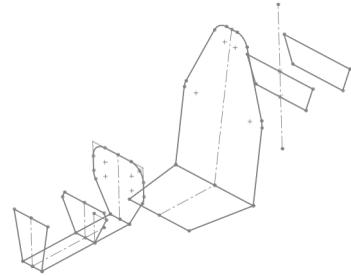
Usando o mesmo procedimento da etapa anterior, crie um novo plano usando o plano **Front** e o ponto central de um arco de um componente **A-Arm Spherical Ball** da montagem **A-arm - Lower**. Clique em  e renomeie o plano **Lower\_Arm**.



## Usar esboços 2D

Uma série de esboços 2D será criada para estabelecer o formato básico da estrutura.

Esboços 3D serão usados para preencher grande parte da estrutura de sustentação e suporte após as formas básicas estarem completas.



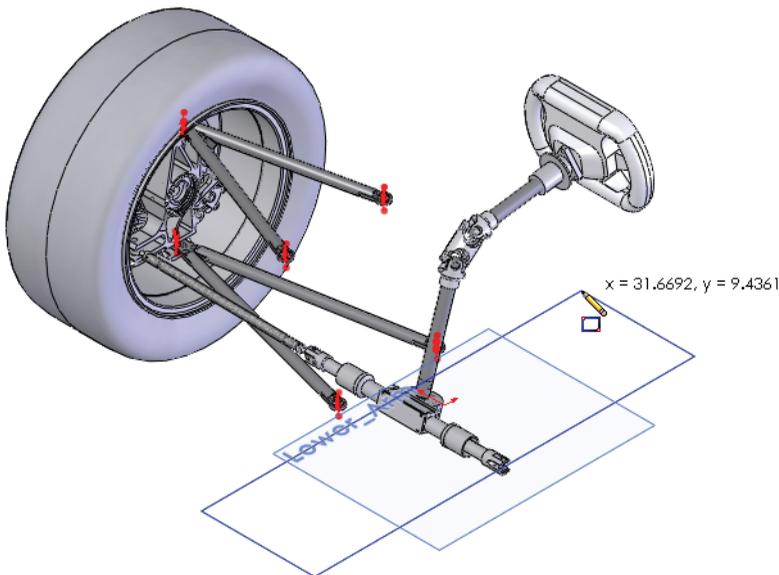
**Nota:** Muitos esboços 2D, como este, exigem a criação de novos planos.

### 7 Novo esboço.

Clique com o botão direito do mouse no plano Lower\_Arm e **Esboço** .

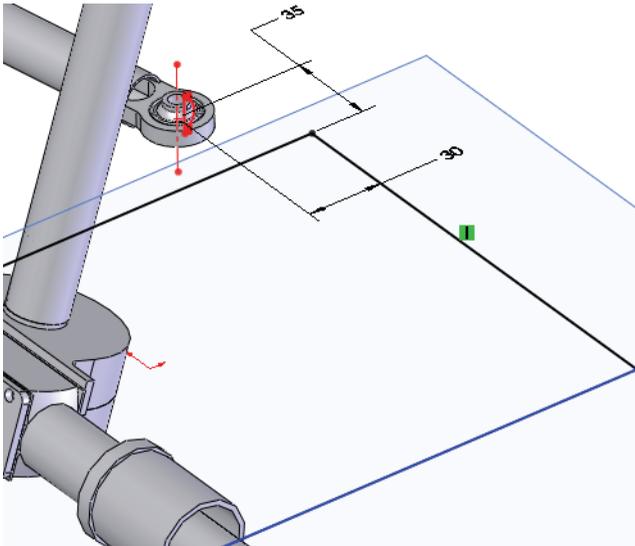
### 8 Retângulo.

Clique em **Retângulo**  e esboce como mostrado.



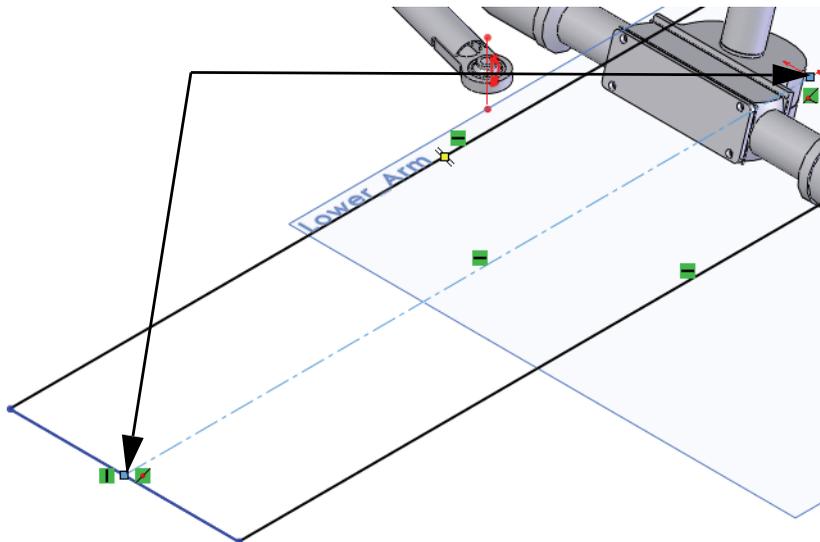
### 9 Referência a geometria existente.

Adicione dimensões entre o ponto central do arco e a borda do retângulo, como mostrado. Defina os valores como **35 mm** e **30 mm**. A seleção da geometria de A-Arm Spherical Ball para as dimensões cria referências externas a este componente.



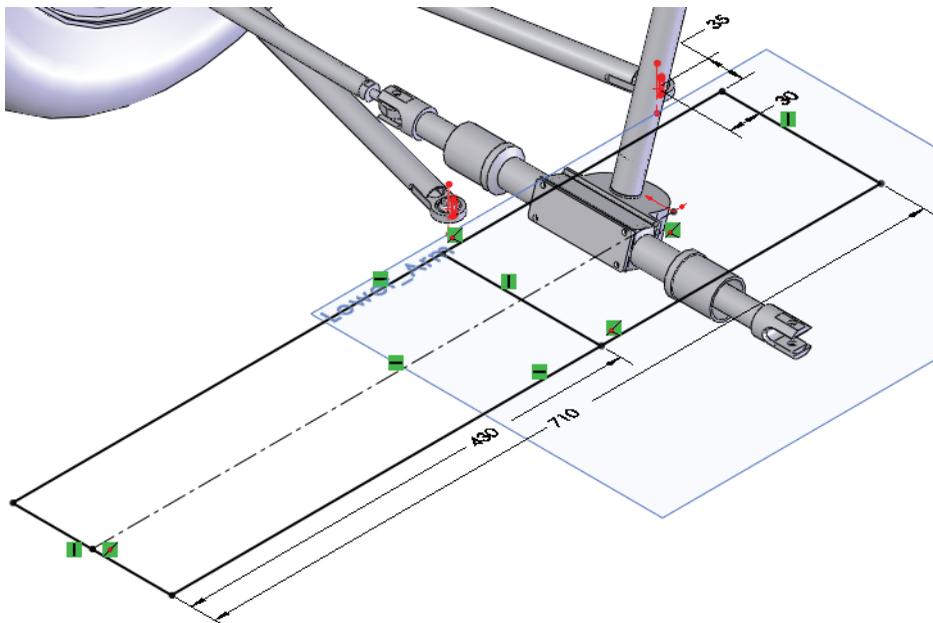
### 10 Centralizar geometria.

Esboce uma linha de centro conectando o ponto médio da linha e a origem, como mostrado. Adicione uma relação **Horizontal** .



### 11 Linha e dimensão adicionadas.

Adicione a linha e as dimensões **710 mm** e **430 mm** como mostrado.

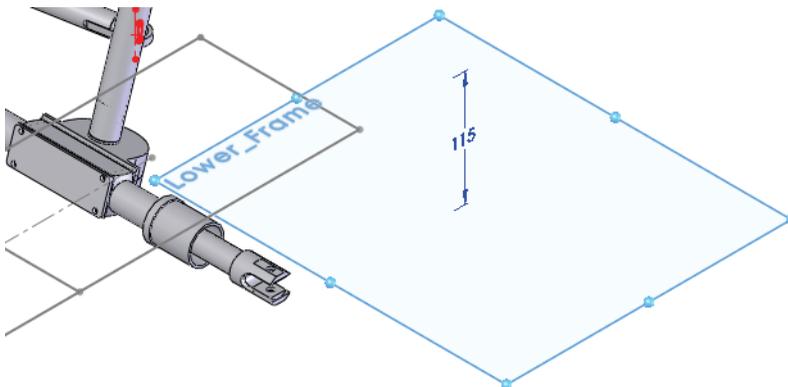


### 12 Saia do esboço.

Clique com o botão direito do mouse na área de gráficos e selecione **Sair do esboço**  para deixar o esboço atual. Renomeie o esboço como **Main**.

### 13 Novo plano.

**Control + arraste** o plano **Lower\_Arm** para baixo. No diálogo **Plano**, defina o offset como **115 mm**. Renomeie o plano como **Lower\_Frame**.

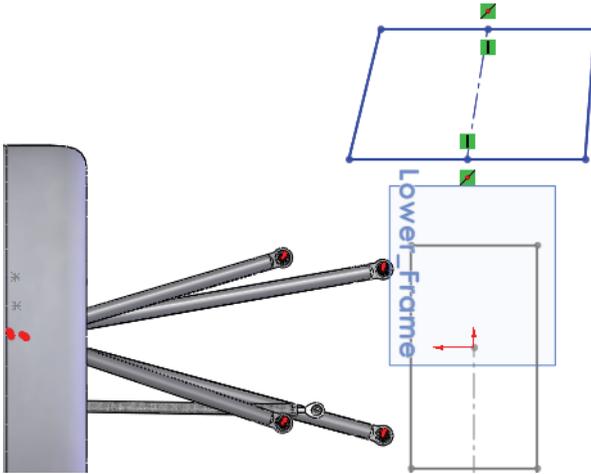


**14 Ocultar componentes.**

Oculte as montagens Steering Wheel Steering Rack e Shaft Assembly.

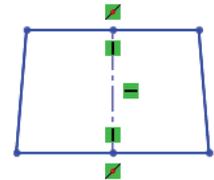
**15 Novo esboço.**

Crie um novo esboço no plano Lower\_Frame. Esboce as linhas e uma linha de centro conectando os pontos médios de ambas as linhas, como mostrado.



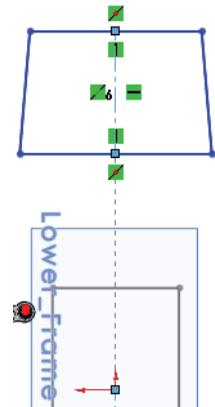
**16 Simetria.**

Adicione uma relação **Horizontal**  à linha de centro. As duas linhas em ângulo são agora simétricas entre si.



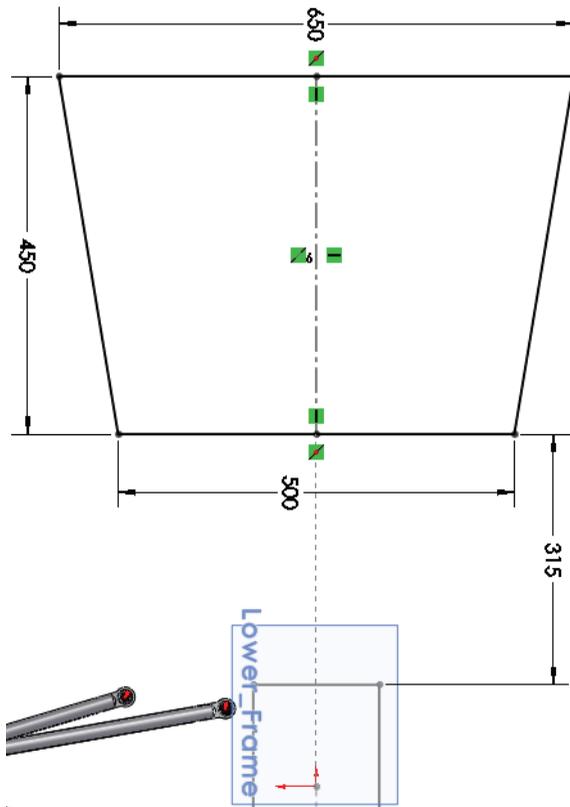
**17 Relação com esboço inativo.**

Selecione a linha de centro do esboço atual, **control+selecione** a linha de centro do esboço inativo e adicione uma relação **Colinear** .



### 18 Complete o esboço.

Acrescente as dimensões, como mostrado. Renomeie o esboço como Lower\_Frame\_sketch.



### Renomear e abrir uma peça virtual

É mais fácil trabalhar com a peça fora da geometria, desde que a geometria da montagem não seja referenciada. A peça pode ser aberta mesmo sendo virtual.

#### 1 Renomeie a peça virtual.

Clique com o botão direito do mouse na peça virtual `Part1^Frame&Suspension` na árvore de projetos do FeatureManager e selecione **Renomear peça**. Digite `Frame`.

#### 2 Abra a peça virtual.

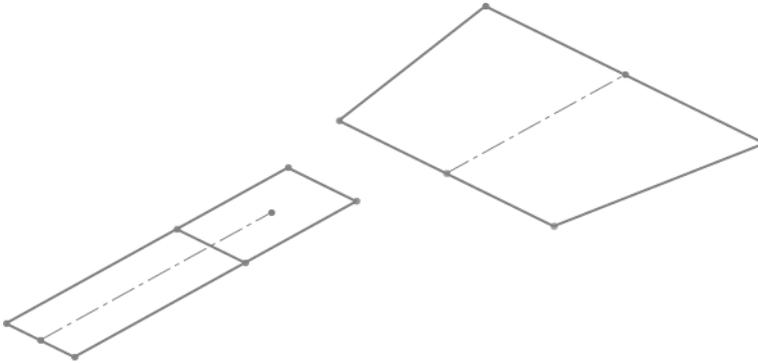
Clique com o botão direito do mouse na peça virtual `Frame^Frame&Suspension` e selecione **Abrir peça** .

### Por que a orientação de vista é diferente?

Quando uma nova peça é criada no contexto, o plano inicial ou a face plana selecionada define a posição e a orientação do plano **Front** da nova peça. Isso pode colocar a nova peça em uma orientação inesperada, diferente da orientação da montagem. Salvar um estado de exibição é uma excelente solução.

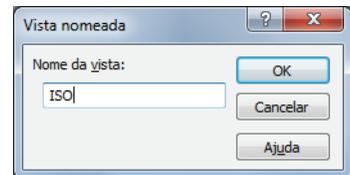
#### 3 Orientação.

Clique em **Exibir, Modificar, Girar**  e gire a orientação da vista para que ela fique semelhante à orientação da montagem.



#### 4 Salve um estado da vista.

Para salvar a orientação da vista e o zoom, salve um estado de vista. Pressione a **barra de espaços** e clique no ícone **Nova vista**  no diálogo **Orientação**.



Digite o nome ISO e clique em **OK**.

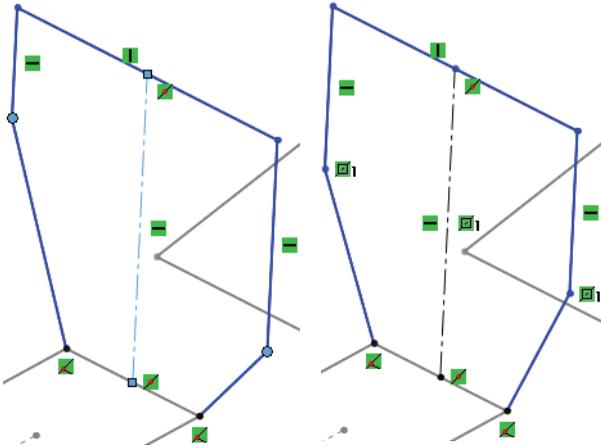
O nome da vista ISO será adicionado à lista e pode ser ativado clicando nele duas vezes.

### 5 Plano.

Crie um novo plano usando **Right** e **Paralelo** como **Primeira referência** e o ponto final do esboço **Main** como **Segunda referência**. Renomeie o plano como **Bulkhead1**.

### 6 Geometria do esboço.

Crie um novo esboço no plano **Bulkhead1**. Adicione linhas aos pontos finais existentes do esboço **Main**. Selecione a linha de centro, control + selecione os pontos finais e adicione uma relação **simétrica** .



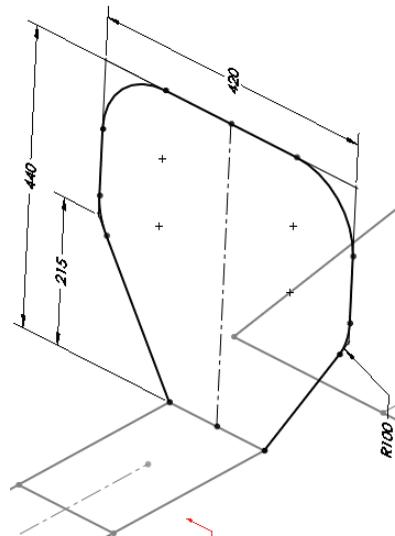
**Nota:** Pontos finais ou geometrias podem ser selecionados para a adição de uma relação de simetria.

### 7 Dimensões e filetes.

Adicione as três dimensões lineares (**440 mm**, **215 mm** e **420 mm**) como mostrado.

Clique em **Filete de esboço**  e defina o **Raio do filete** como **100 mm**. Selecione quatro cantos, como mostrado. Clique em .

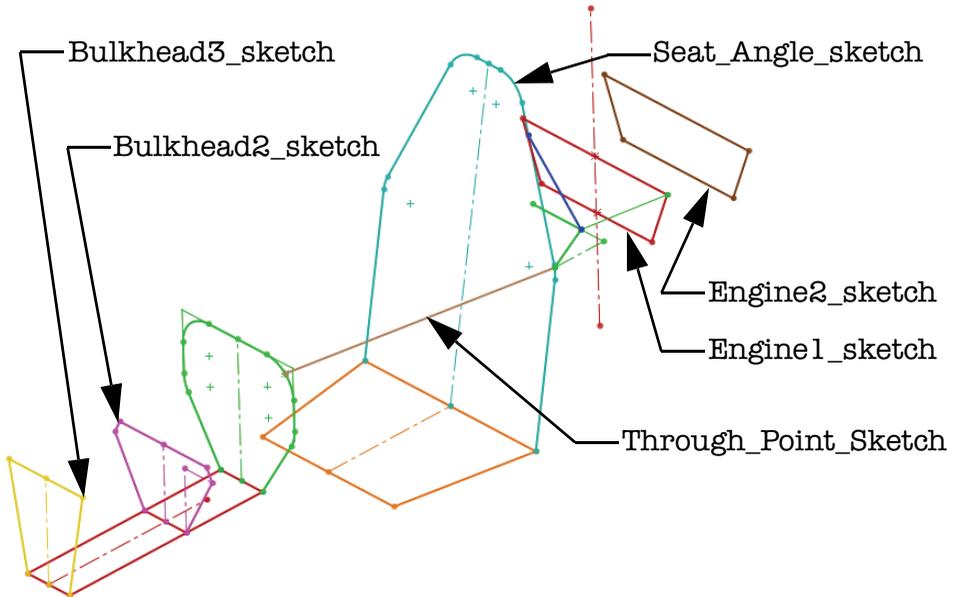
**Dica:** Se esta mensagem for exibida: Pelo menos um segmento ao qual está sendo aplicado o filete tem um ponto médio ou uma relação de comprimento igual. A geometria pode ter que ser movida para satisfazer esta relação quando o filete for criado. Deseja continuar? Clique em **Sim**.



Feche o esboço e renomeie como **Bulkhead1\_Sketch**.

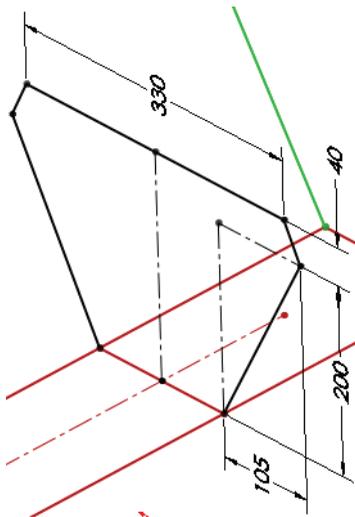
## Planos adicionais e esboços 2D

Uma série de pequenos esboços 2D é necessária para definir a forma da estrutura.

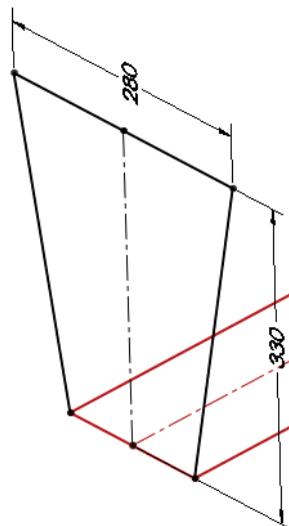


### 8 Planos e esboços de Bulkhead2 e Bulkhead3.

Crie planos paralelos a Right através dos pontos finais no esboço Main e crie os seguintes esboços:



Bulkhead2\_sketch



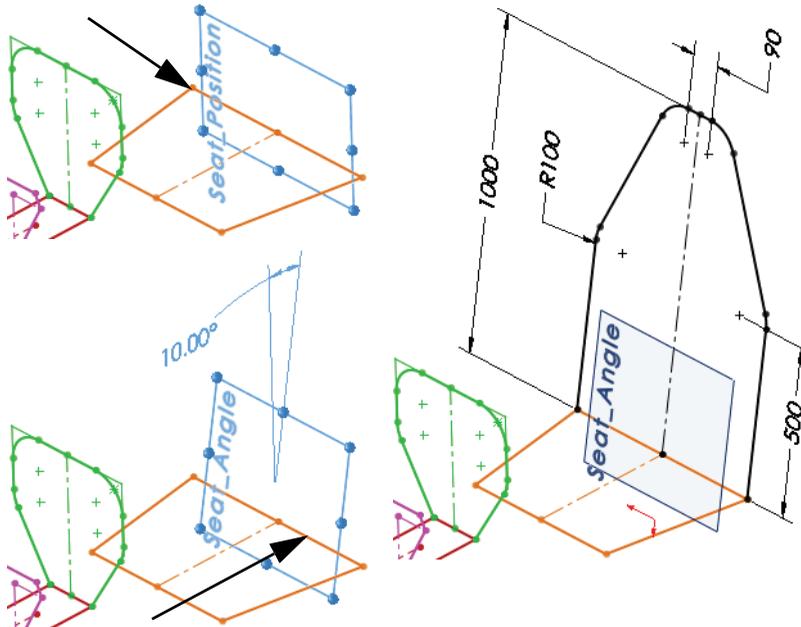
Bulkhead3\_sketch

### 9 Posição e ângulo do assento.

Crie um novo plano usando **Right** e **Paralelo** como **Primeira referência** e o ponto final do esboço **Main** como **Segunda referência**. Renomeie como **Seat\_Position**.

Usando **Seat\_Position** e a linha de esboço, como mostrado, crie um novo plano. Clique em **Ângulo** e use **10** graus. Renomeie como **Seat\_Angle**.

Crie o esboço e renomeie como **Seat\_Angle\_sketch**.



**Dica:** Adicione os filetes de esboço de **100 mm** antes das dimensões **90 mm** e **500 mm**.

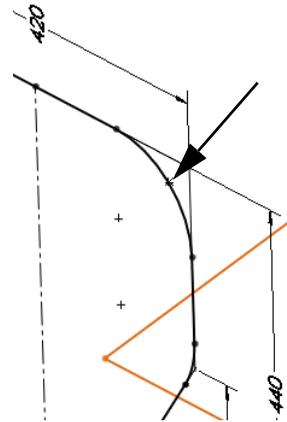
## Esboçar com relações de penetração

Até agora, conectamos geometrias a pontos finais e pontos médios. E se os componentes estruturais estiverem conectados a um arco ou forma de cotovelo? Este método utiliza uma relação pouco conhecida chamada **Penetrar**. A relação de penetração posiciona um ponto final onde o plano do esboço intercepta (penetra) a geometria selecionada.

**Nota:** Às vezes, isso é necessário para criar um componente de escoramento para criar anteparas e outros esboços. Neste caso, a posição do componente de escoramento é necessária para esboçar a posição de uma antepara.

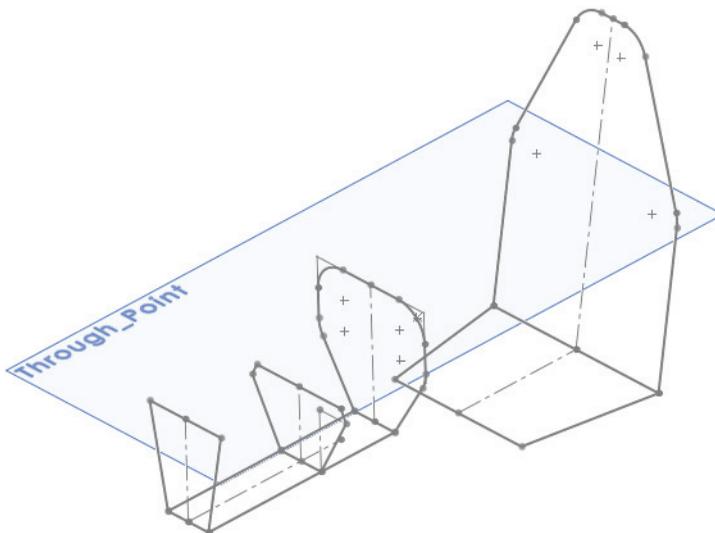
### 10 Editar esboço.

Edite o esboço Bulkhead1\_Sketch. Clique em **Ponto**  e adicione um ponto próximo ao arco. Adicione uma relação **Ponto médio** entre o ponto e o arco, como mostrado.



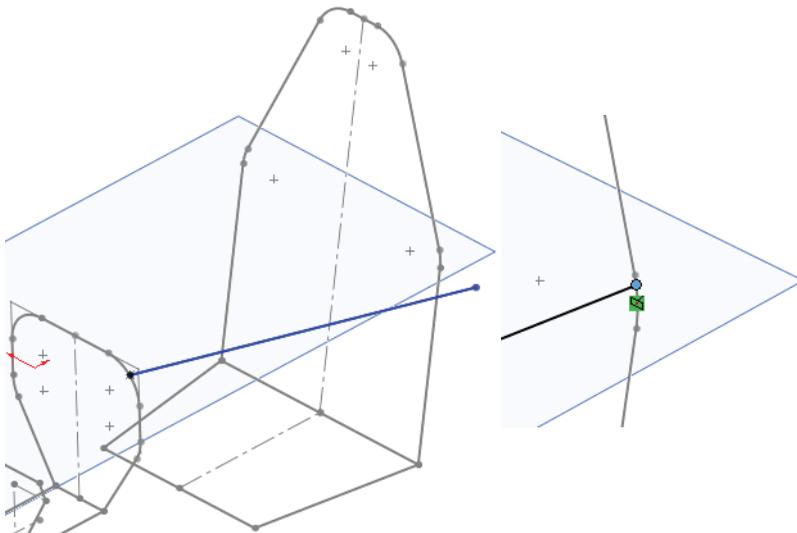
### 11 Plano através do ponto.

Crie um novo plano usando **Front** e **Paralelo** como **Primeira referência** e o ponto como **Segunda referência**. Renomeie como **Through\_Point**.



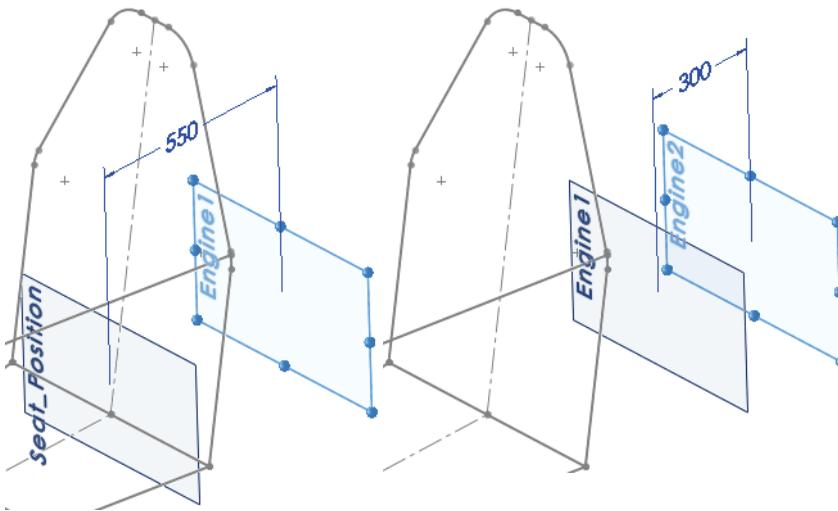
## 12 Penetração.

Crie um novo esboço no plano `Through_Point`. Esboce uma linha a partir do ponto em direção ao arco, como mostrado. Selecione o ponto final e o arco e adicione uma relação **Penetrar** . Renomeie como `Through_Point_Sketch`.



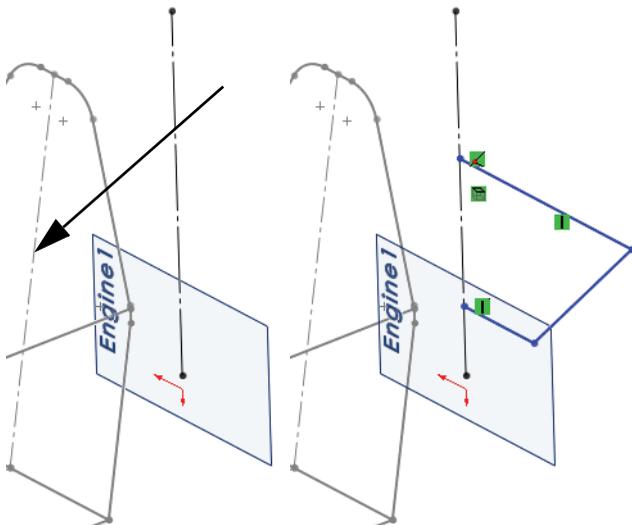
## 13 Planos.

Crie um novo plano com offset de **550 mm** em relação ao plano `Seat_Position`. Renomeie como `Engine1`. Aplique um offset de **300 mm** em relação a `Engine1` para criar `Engine2`.



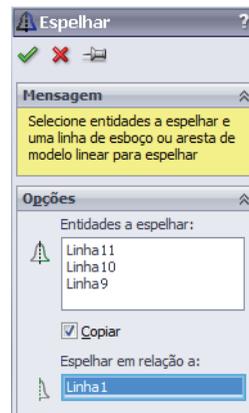
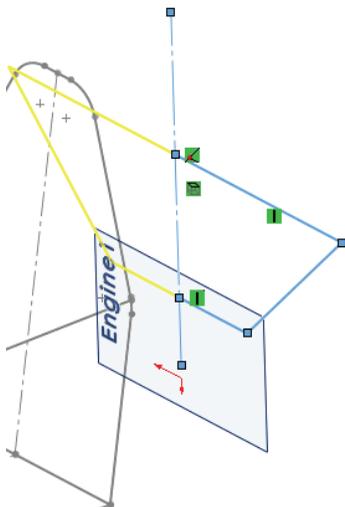
#### 14 Converter uma única entidade de esboço.

Crie um novo esboço no plano **Engine1**. Clique em **Converter entidades**  e selecione a linha de centro em **Seat\_Angle\_sketch**, como mostrado. Clique em  e . Clique na linha e selecione **Geometria de construção** . Adicione as linhas à linha de centro como mostrado.



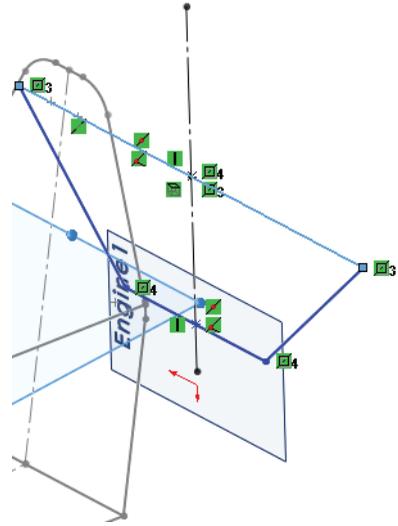
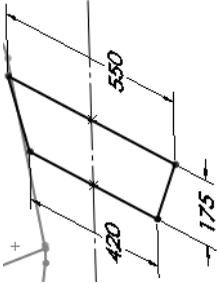
#### 15 Espelhe o esboço.

Clique em **Ferramentas, Ferramentas de esboço, Espelhar**  e selecione as três linhas esboçadas. Clique com o botão direito do mouse, selecione a linha de centro e clique em .



### 16 Colinear a um plano.

Adicione uma relação **Colinear**  entre o plano **Through\_Point** e a linha superior e adicione as dimensões, como mostrado. Renomeie como **Engine1\_sketch**.

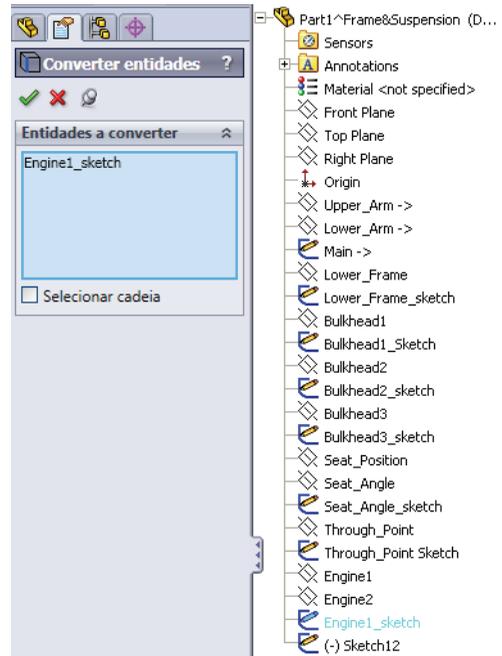
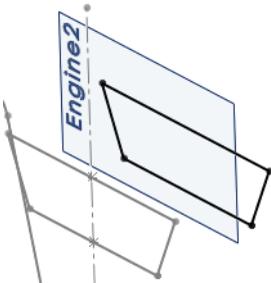


### 17 Converter um esboço inteiro.

Crie um novo esboço no plano **Engine1\_sketch**.

Clique em **Converter entidades**

 e selecione o esboço **Engine1\_sketch** utilizando a árvore de projetos do FeatureManager, como mostrado. Clique em  e .



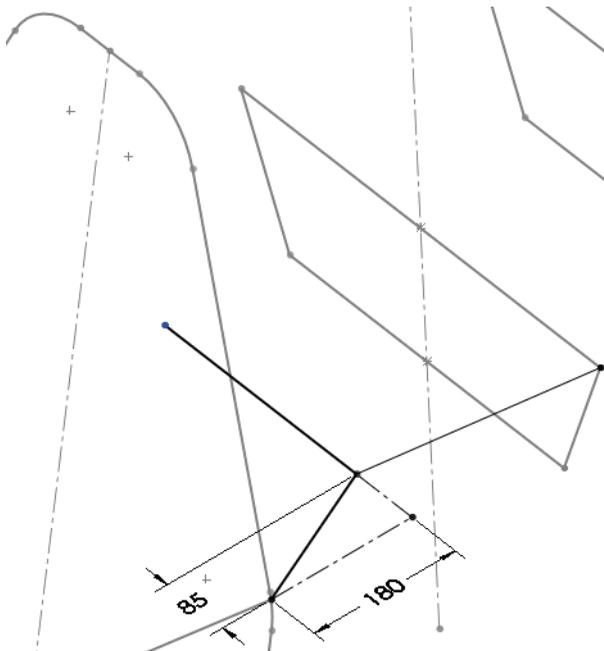
## Adicionar escoramento à estrutura

O escoramento é adicionado entre os esboços existentes utilizando mais esboços. A melhor prática é usar o tipo mais adequado para a situação, 2D ou 3D. Para obter mais informações sobre esboços 3D, consulte “Utilização de esboços 3D” na página 61.

**Dica:** Todos os esboços anteriores poderiam ter sido criados como esboços 3D.

### 18 Esboçar.

Crie um novo esboço no plano `Through_Point`. Adicione as duas linhas de centro, três linhas e duas dimensões, como mostrado. Renomeie como `Engine_Mount`. Saia do esboço em estado subdefinido.



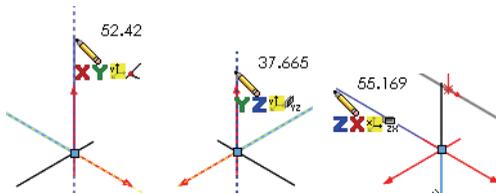
**Nota:** Este é outro exemplo de um esboço de soldagem válido que seria inadequado para uma extrusão padrão. Para obter mais informações, consulte “Alguns detalhes sobre esboços de soldagem” na página 43.

## Utilização de esboços 3D

Esboços 3D são muito úteis na criação de geometria de esboço que não se encontra em um plano já existente ou facilmente definível. Linhas de escoramento que se cruzam através do espaço 3D entre pontos finais existentes são melhor criadas usando esboços 3D.

### Esboçar nas direções X, Y e Z

As **Alças de espaço** que aparecem em um esboço 3D na criação de linhas podem ser usadas para esboçar ao longo das direções **X**, **Y** e **Z**. A direção é mostrada no cursor.



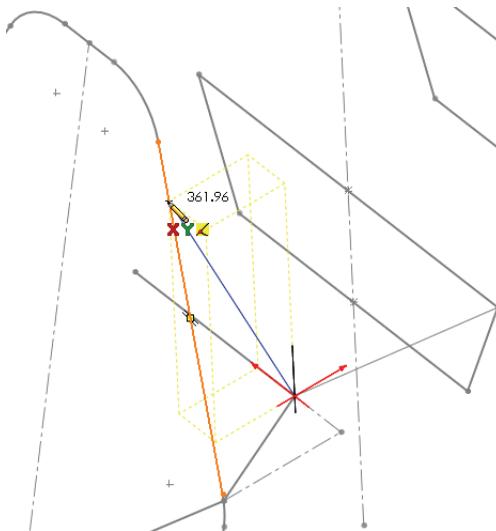
**Nota:** As alças de espaço podem ser ignoradas no esboço entre os dois pontos finais no espaço 3D.

### Como você sabe que está em um esboço 3D?

Observe a **barra de status** próxima ao canto inferior direito da janela. Ela exibe **Editing 3DSketch1** para um esboço 3D ou **Editing Sketch6** para um esboço 2D.

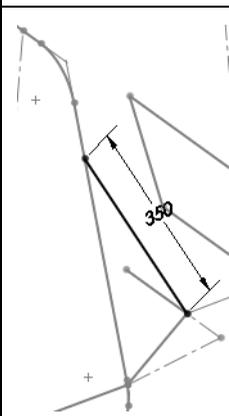
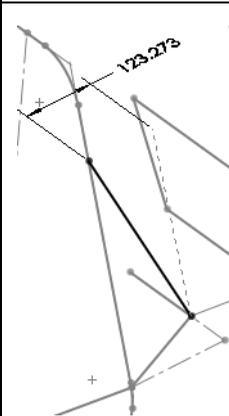
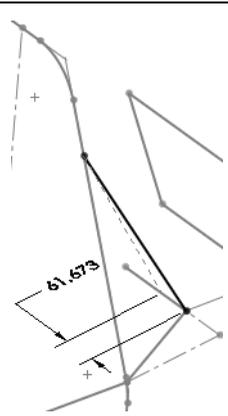
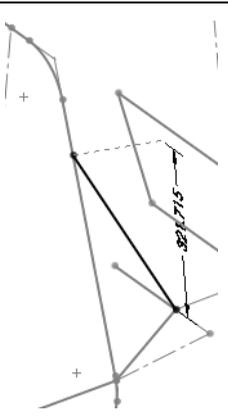
#### 19 Esboço 3D.

Clique em **Inserir, Esboço 3D**  e adicione uma linha. Inicie a linha na extremidade inferior e termine na linha inclinada, como mostrado. Uma relação **Coincidente** é adicionada ao processo.



## Dimensões de esboço 3D

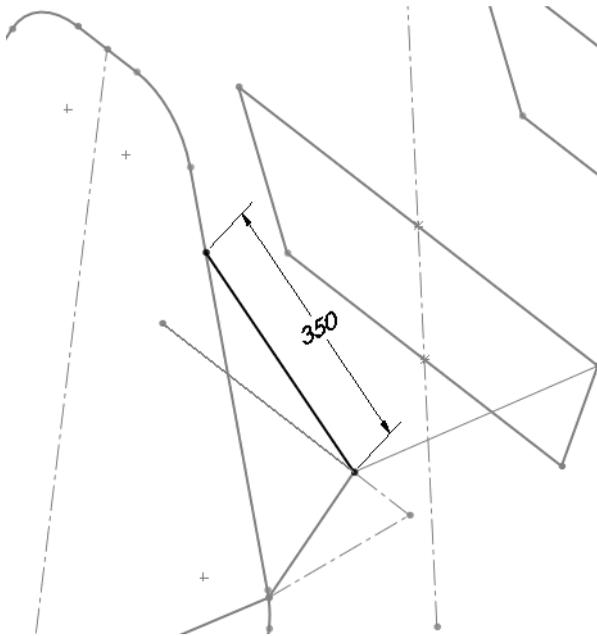
A tecla **Tab** pode ser pressionada durante a criação de uma dimensão para alternar entre a distância real (absoluta) e as distâncias ao longo dos eixos X, Y e Z.

Selecione a linha e coloque a dimensão... (Absoluta)		
		
Selecione a linha e...		
pressione a tecla Tab uma vez (ao longo de X)	pressione a tecla Tab duas vezes (ao longo de Y)	pressione a tecla Tab três vezes (ao longo de Z)
		

**Nota:** Uma vez criada, você pode usar **Editar esboço**  para editar um esboço 2D ou 3D.

## 20 Dimensão.

Adicione uma dimensão absoluta de **350 mm** que defina o comprimento real da linha. Saia do esboço.



## 21 Montagem.

Pressione **Ctrl+Tab** e clique na montagem. Na mensagem: Os modelos contidos na montagem foram alterados. Gostaria de reconstruir a montagem agora? Clique em **Sim**.

## 22 Editar montagem.

Edite a montagem clicando com o botão direito do mouse na área de gráficos e selecionando **Editar montagem: FrameSuspension**.

## 23 Salvar.

**Salve** a montagem e clique em **Salvar todos**. Na mensagem: Esta montagem contém componentes virtuais não salvos que devem ser salvos, clique em **Salvar internamente (dentro da montagem)** e em **OK**.

## 24 Exibir estado de exibição.

Há muitos componentes que foram ocultados. Eles serão mostrados agora.

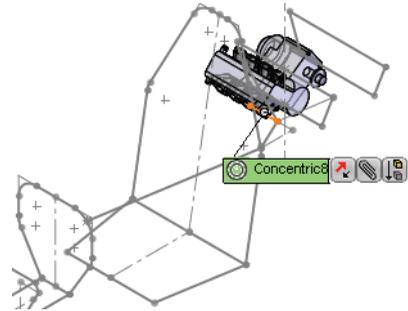
Clique na guia do ConfigurationManager  na árvore de projetos do FeatureManager e clique duas vezes no estado de exibição FULL\_Display State-1. Clique na guia da árvore de projetos do FeatureManager .

## 25 Ocultar planos.

Se há planos visíveis, clique em **Exibir, Planos** para desativar a exibição.

## Colocar um componente usando geometria de esboço

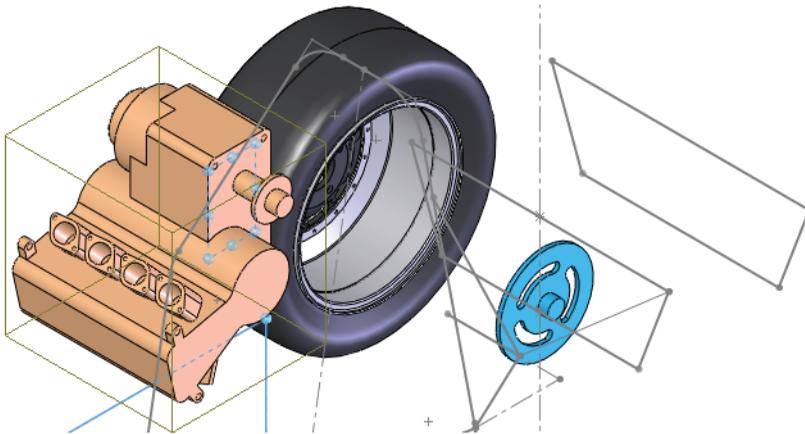
A geometria de **frame**, peça virtual no contexto, pode ser usada para criar posicionamentos, colocar e orientar componentes.



### 26 Inserir componente e posicionar.

Clique em **Inserir, Componente, Montagem/peça existente**  e selecione a peça **ENGINE**.

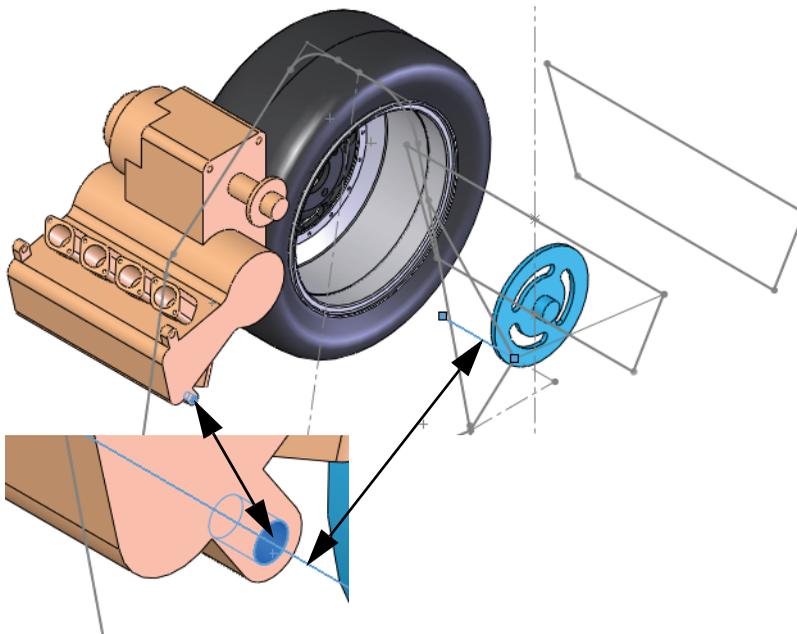
Posicione o plano **Right** de **ENGINE** e o plano **Centerline** da montagem usando um posicionamento **Coincidente**.



**Nota:** Use as opções **Alinhado** e **Anti-alinhado** para obter o alinhamento do posicionamento, como mostrado.

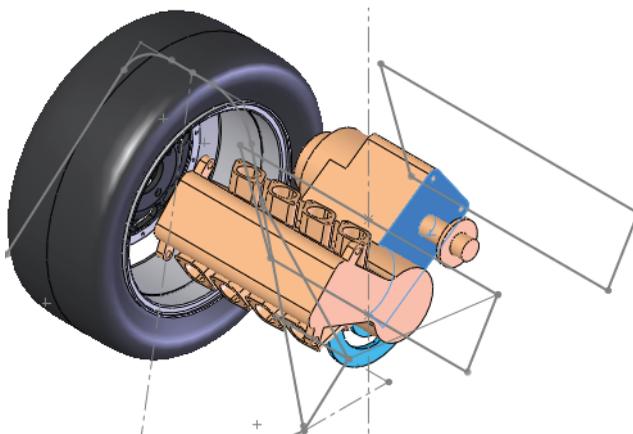
**27 Posicionamento concêntrico.**

Selecione a face cilíndrica do motor e da linha de esboço, como mostrado. Adicione um posicionamento **Concêntrico** entre elas.



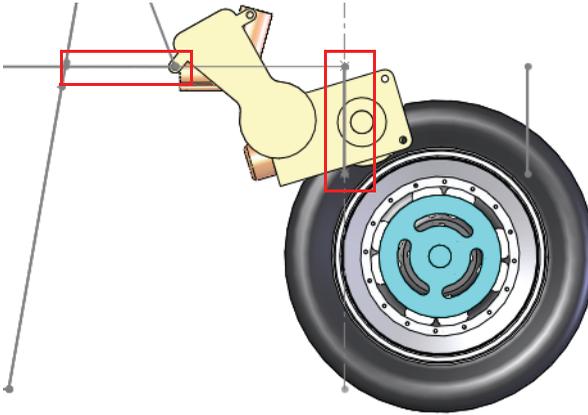
**28 Girar.**

Gire o componente subdefinido, como mostrado.



## Fazer alterações

Com a adição de **ENGINE**, podemos ver que ele parece perto demais do **Engine1\_sketch** (dentro da caixa à direita). Uma solução pode ser puxar o ponto de fixação para trás, encurtando o comprimento de uma linha do esboço **Engine\_Mount** (dentro da caixa à esquerda).

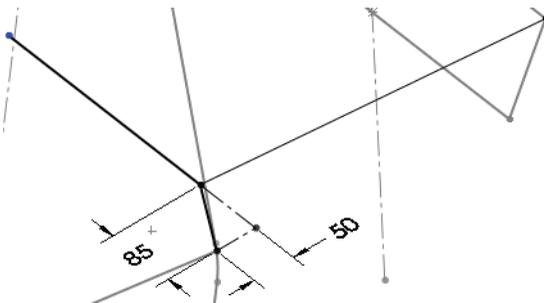


### 29 Alterar o valor da dimensão.

Retorne para a peça, pressionando **Ctrl + Tab** e clicando nessa peça.

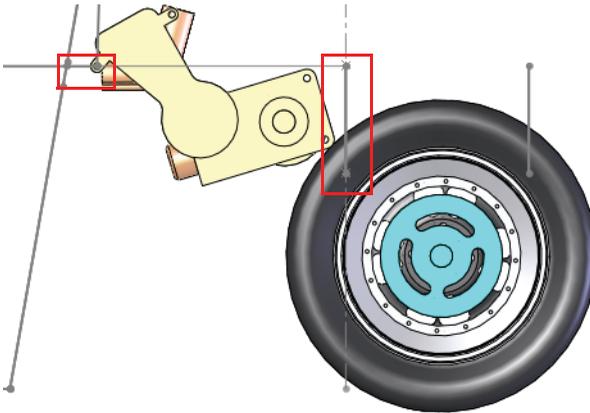
Clique duas vezes no esboço **Engine\_Mount** na árvore de projetos do FeatureManager e altere a dimensão para **50 mm**, como mostrado.

Clique em **Reconstruir**



### 30 Volte à montagem.

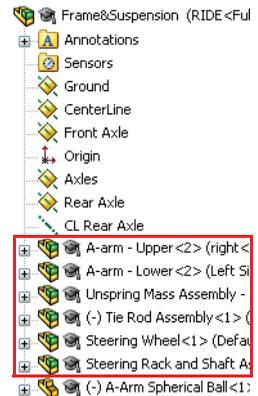
Pressione **Ctrl+Tab** e clique na montagem. A alteração realizada na geometria do esboço fez com que o motor fosse recuado para uma melhor posição dentro do quadro, como mostrado.



## Trabalhar com submontagens

Grandes montagens geralmente possuem várias submontagens em seu interior. Essa é uma boa prática e ajuda a tornar a montagem mais fácil de trabalhar, encurtando a árvore de projetos do FeatureManager e dividindo os componentes em grupos lógicos.

Esta seção mostrará como abrir uma submontagem da montagem principal e definir as propriedades dos componentes.



## Abrir uma submontagem da montagem

Os componentes de uma submontagem podem ser abertos diretamente na árvore de projetos do FeatureManager da montagem como componentes de peça.

**Dica:** Clicar com o botão direito do mouse em uma peça componente na submontagem e tentar abri-la faz com que somente a peça seja aberta.

### 31 Abrir uma submontagem.

Clique com o botão direito do mouse na submontagem **Rear Axle Assembly** na árvore de projetos do FeatureManager e selecione **Abrir montagem**

## Submontagens rígidas x submontagens flexíveis

Todas as submontagens têm a opção de serem resolvidas como **Rígidas** ou **Flexíveis**. O diálogo **Propriedades do componente** é usado para alternar entre elas.

### Rígida

Rígida 📦 trata toda a submontagem como um único componente rígido quando usada como uma submontagem. Rígida é a condição padrão para todas as submontagens.

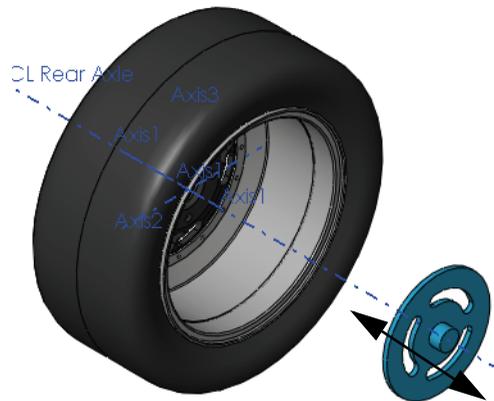
### Flexível

Flexível 📦 permite que os componentes que podem se mover ou girar na montagem se movam ou girem quando usados como uma submontagem.

#### 1 Testar o componente.

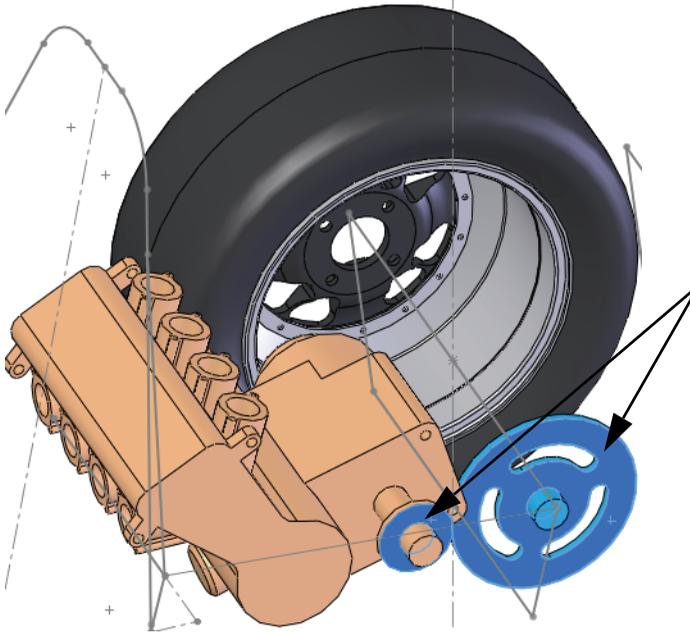
A montagem foi projetada de forma que **Sprocket** esteja livre para se mover ao longo do eixo **CL Rear Axle**. Mova-o um pouco para testá-lo.

Feche a submontagem e retorne à montagem principal.



## 2 Aviso.

Para alinhar o Sprocket à saída do motor, selecione as faces indicadas e tente adicionar um posicionamento **Coincidente**. Será exibido um aviso dizendo que o posicionamento não pode ser adicionado. Clique em .



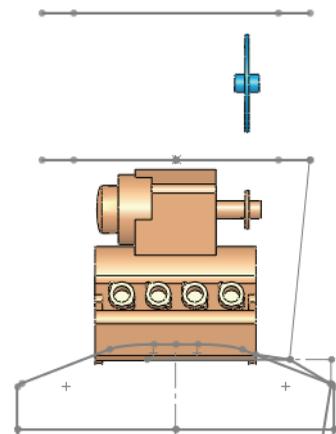
### Por que o aviso apareceu?

A submontagem foi resolvida como a condição rígida padrão, a qual não permite que os componentes da submontagem se movam independentemente.

## 3 Propriedades do componente.

Clique com o botão direito do mouse em **Rear Axle Assembly** e selecione **Propriedades do componente**

. Em **Resolver como**, clique em **Flexível** e em **OK**. Usando o mesmo procedimento da etapa 2, adicione o posicionamento **Coincidente**.



## Esboços de escoramento

Existem vários planos e esboços necessários para completar a geometria do frame.

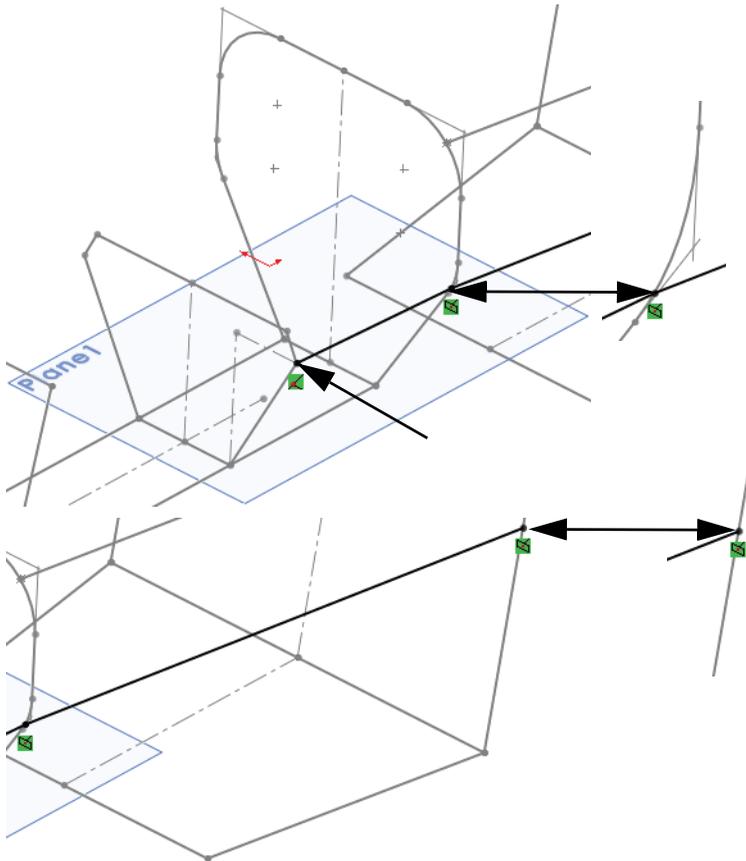
### 4 Abrir a peça.

Abra a peça virtual frame.

### 5 Penetre nos esboços de relação.

Crie um novo plano através do ponto final indicado e **Paralelo** ao plano Front. Use o plano para criar dois novos esboços.

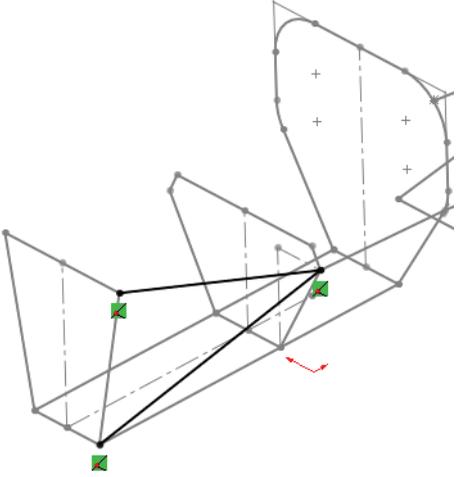
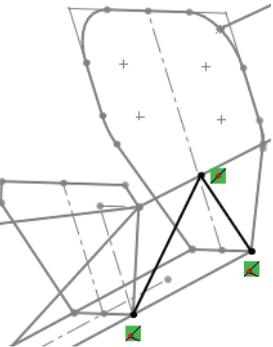
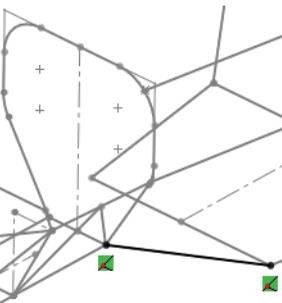
Em cada esboço, use uma relação **Coincidente** e uma relação **Penetrar**.

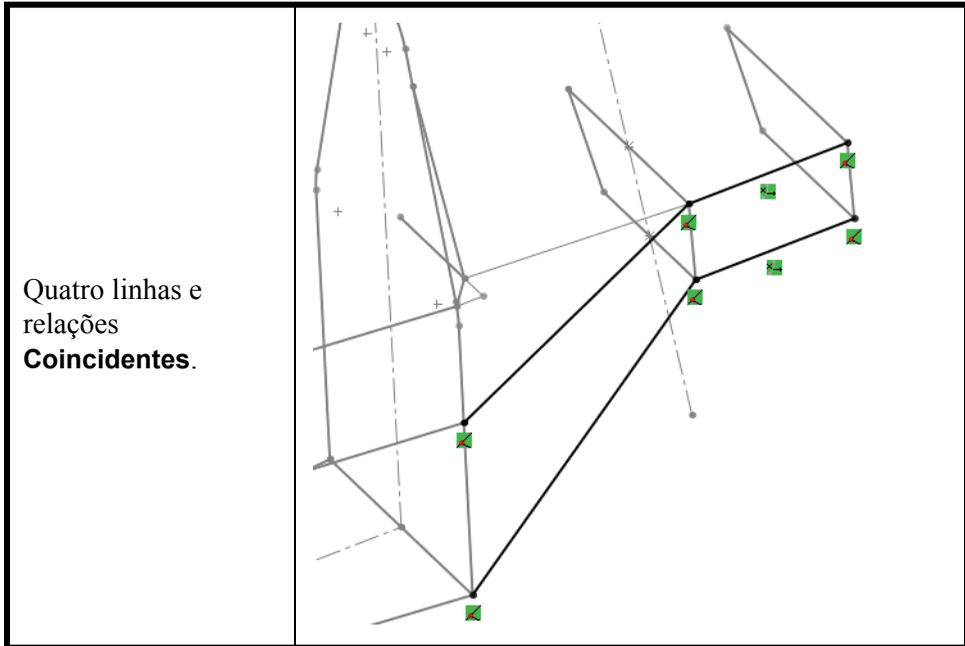


**Nota:** A relação de penetrar no primeiro esboço usa um arco, o segundo usa uma linha.

## Esboços restantes

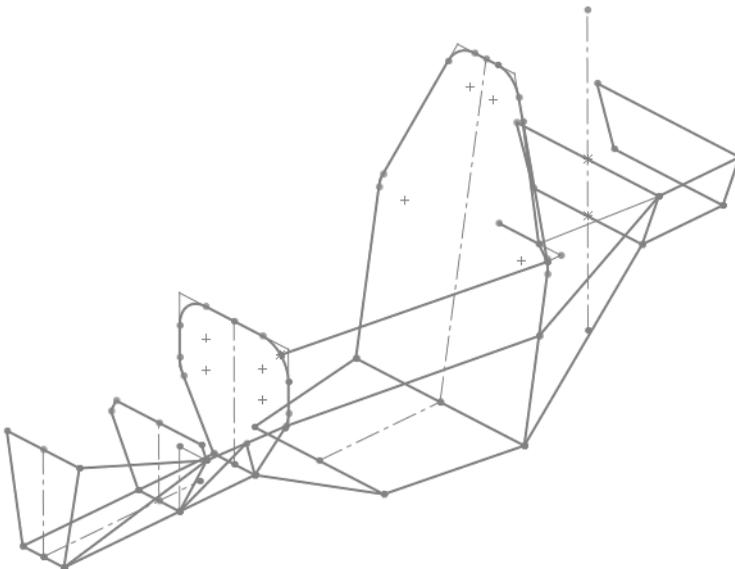
Os esboços restantes são todos esboços 3D e serão apresentados com uma breve descrição e uma imagem como mostrado abaixo.

<p>Duas linhas e relações <b>Coincidentes.</b></p>	 A 3D wireframe sketch of a mechanical part. Two lines are highlighted in black. Each line has a green checkmark icon next to it, indicating that the coincidence relationship has been successfully applied. A red arrow points to one of the lines.
<p>Duas linhas, relações <b>Coincidente e Ponto médio.</b></p>	 A 3D wireframe sketch of the same mechanical part. Two lines are highlighted in black. One line has a green checkmark icon, and the other has a green square icon with a dot in the center, representing the midpoint relationship. The lines are coincident.
<p>Uma linha e relações <b>Coincidentes.</b></p>	 A 3D wireframe sketch of the same mechanical part. One line is highlighted in black. It has two green checkmark icons next to it, indicating that it is coincident with two other lines in the sketch.



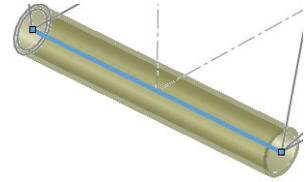
### Por que o escoramento só existe em um lado?

Os componentes estruturais resultantes serão espelhados em um plano para criar o escoramento no lado oposto. Para obter mais informações, consulte “Espelhar componentes estruturais” na página 86.



## Componentes estruturais de soldagem

As soldagens usam formas de perfil padrão aplicadas à geometria do esboço para criar componentes estruturais. Cada componente estrutural é um corpo soldado separadamente na peça multicorpo.



As soldagens também acompanham as quantidades e os comprimentos dos componentes estruturais usando uma lista de corte de soldagem.

### Uma visão breve sobre perfis padrão

Os perfis de soldagem são divididos em duas pastas **Padrão**: ansi inch e iso. Os perfis devem ser recursos de biblioteca e estar presentes nas pastas a serem utilizadas. Os perfis padrão usam estas formas:

ferro angular	canal c	tubo rígido	tubo retangular ou tubo quadrado	seção s ou viga sb

### Lista de corte de soldagem

A **Lista de corte de soldagem** acompanha os tipos e comprimentos do componente estrutural.

ITEM NO.	QTY.	LENGTH
1	2	175
2	2	225
3	2	185.803

## Criar perfis personalizados

Precisamos de dois perfis: um tubo redondo (cano) e um tubo quadrado, cada um com medida externa de **25,4 mm**. Esse tamanho é diferente do padrão, portanto eles precisam ser criados e colocados nas pastas apropriadas.



Round Tubes



Square Tubes

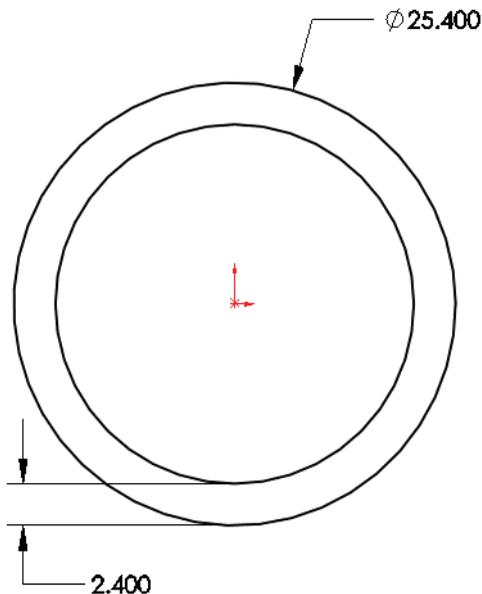
### 1 Abrir uma nova peça.

Abra uma nova peça com unidades em mm.

### 2 Esboçar.

Crie um novo esboço no plano **Front**, esboce um círculo com **25,4 mm** e dimensione como mostrado.

Adicione um offset de **2,4 mm** conforme mostrado e saia do esboço.

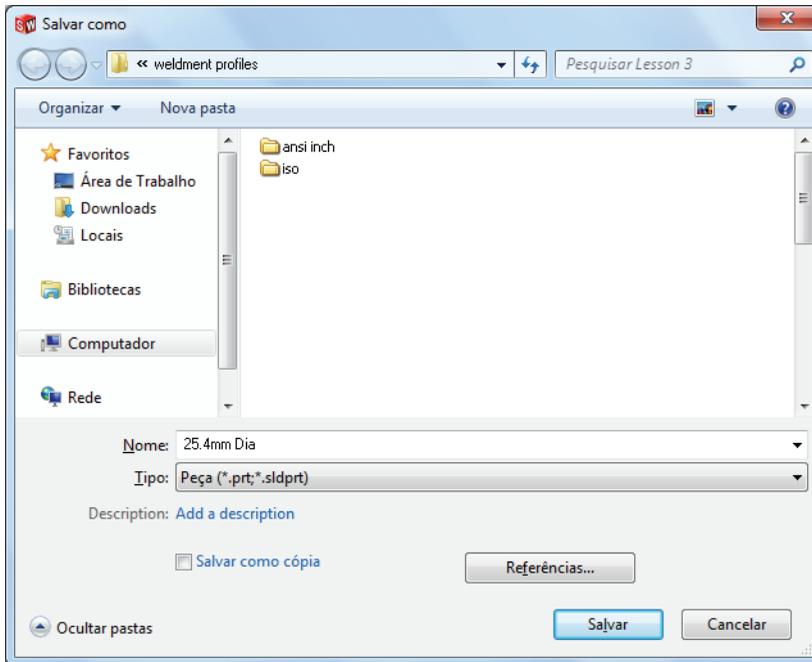


### 3 Salve como um recurso de biblioteca.

Selecione o esboço Sketch1. Clique em **Arquivo, Salvar como**.

Digite o nome do arquivo 25.4mm Dia, selecione **Salvar como tipo Peça de recurso de biblioteca (\*.sldlfp)** e clique em **Salvar**.

Para **Salvar em**, acesse a pasta de biblioteca de soldagem padrão, localizada na pasta <Diretório de instalação>\Arquivos de Programas\SolidWorks Corp\SolidWorks\data\weldment profiles.



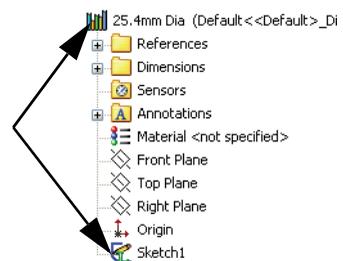
**Nota:** Os perfis de soldagem são definidos para essa pasta específica em **Ferramentas, Opções, Locais de arquivos e Perfis de soldagem**.

### Pastas e ícones de recurso de biblioteca

O recurso de biblioteca é um tipo de arquivo diferente e usa ícones diferentes no componente de nível superior e no esboço.

### 4 Feche o recurso de biblioteca.

Feche a peça de recurso de biblioteca.

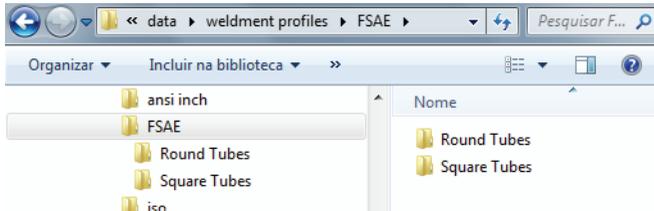


### 5 Crie novas pastas.

Adicionar o perfil de soldagem à pasta weldment profiles não é suficiente para utilizá-lo.

Crie uma nova pasta FSAE na pasta <Diretório de instalação>\Arquivos de Programas\SolidWorks Corp\SolidWorks\data\weldment profiles. Abra essa pasta e crie duas outras denominadas Square Tubes e Round Tubes.

Mova o arquivo 25.4mm Dia.SLDLFP para a pasta Round Tubes.

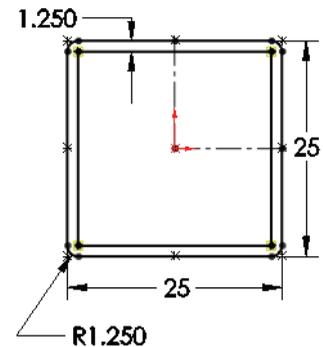


### 6 Mova o arquivo existente.

Mova o arquivo 25mm Sides.SLDLFP existente para a pasta Square Tubes.

### Por que alguns perfis contêm pontos?

Perfis formados usando linhas normalmente contêm pontos nos cantos, como este tubo. Eles são úteis para mover o perfil para uma posição diferente da linha de centro.



## Adicionar componentes estruturais

Adicionar componentes estruturais é a parte mais simples do processo. Selecionar a geometria do esboço existente aplica posição e comprimento aos componentes estruturais.

É útil manter todos os recursos relacionados juntos na árvore de projetos do FeatureManager para futura edição. Para fazer isso, é melhor reverter. Consulte “Usar pastas” na página 84 para obter mais informações.

1. Mova a barra de reversão para uma posição após o recurso de esboço que deseja usar para criar componentes estruturais.
2. Selecione a geometria de esboços inativos para definir as linhas de centro dos componentes estruturais.
3. Adicione somente componentes estruturais do mesmo tipo ao mesmo recurso.

### 1 Reverter.

Clique com o botão direito do mouse no plano Bulkhead2 e selecione **Reverter** .

Isso coloca o recurso Structural Member logo após o esboço Bulkhead1\_Sketch, próximo ao plano relacionado.

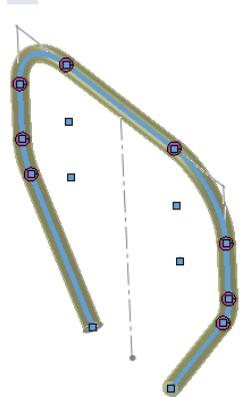
O recurso Weldment  é adicionado à peça automaticamente. Isso define a peça como sendo de soldagem.

### 2 Componente estrutural.

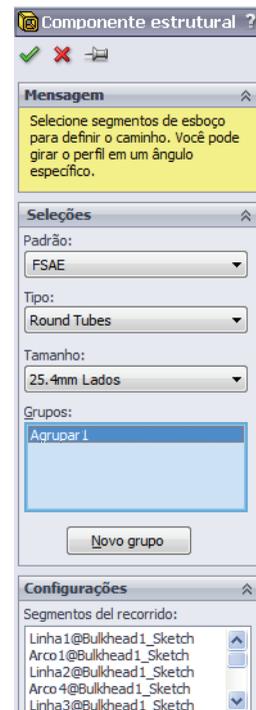
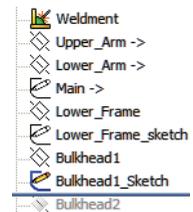
Clique em **Inserir, Soldagens, Componente estrutural**  e defina as seguintes opções:

**Padrão FSAE, Tipo Tubos flexíveis redondos e Tamanho 25,4 mm Dia.**

Selecione todas as linhas e arcos como mostrado e clique em

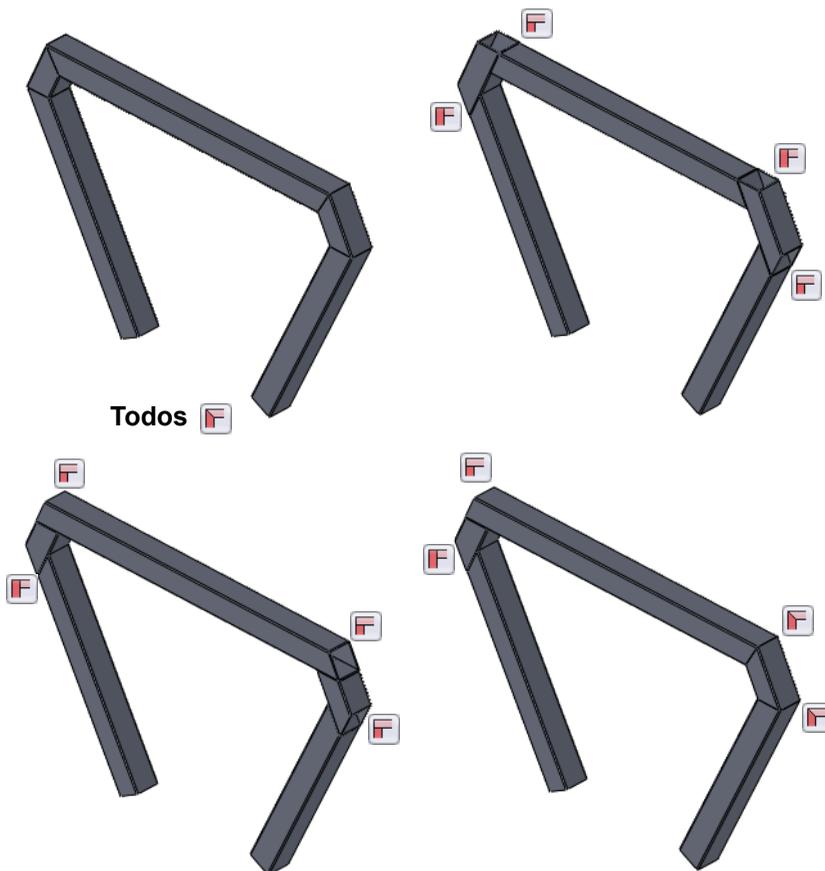


Renomeie o recurso de componente estrutural como **Structural Member\_Bulkhead1**.



## Tratamentos de canto

Os **Tratamento de canto Aparar 45°** , **Canto1**  ou **Canto2**  são usados para determinar a aparagem dos componentes que se encontram em um canto do mesmo recurso.



Tratamentos de canto são aplicados a todos os cantos, individualmente e no diálogo Componente estrutural

Tratamentos de canto individuais podem ser definidos clicando nos marcadores de canto circulares e configurando no diálogo que aparece.



**3 Reverter.**

Arraste a barra de reversão para uma posição após Bulkhead2\_sketch.

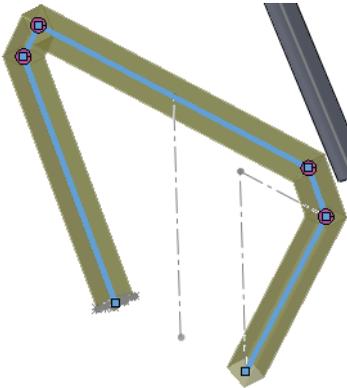
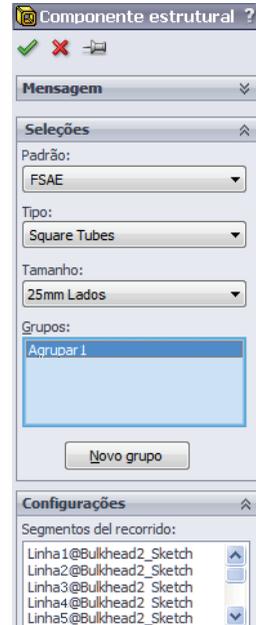
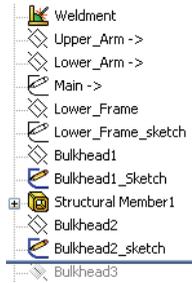
**4 Componente estrutural.**

Clique em **Inserir, Soldagens, Componente estrutural** e defina as seguintes opções:

**Padrão FSAE, Tipo Tubos quadrados e Tamanho 25 mm Lados.**

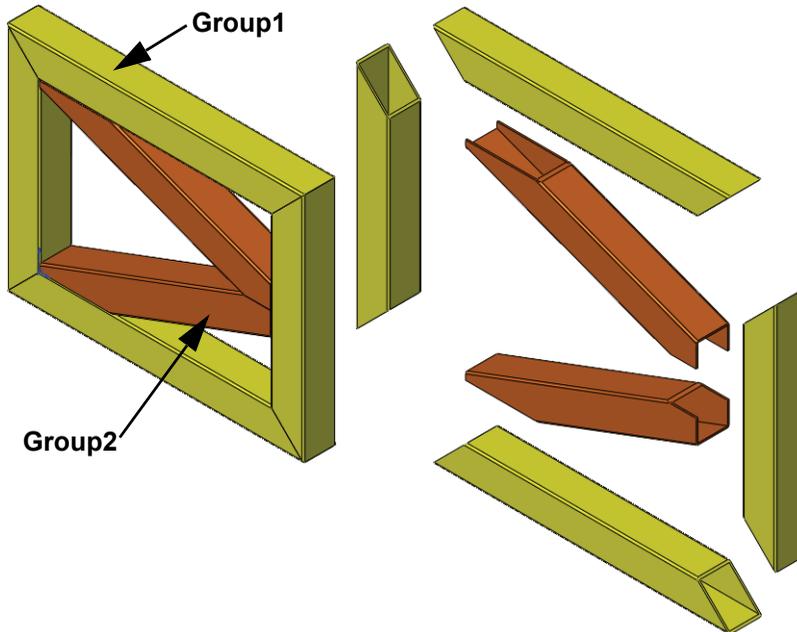
Certifique-se de que **Aplicar tratamento de canto** e **Aparar 45°**  foram clicados. Neste exemplo, todos os tratamentos de canto permanecerão como Aparar 45°.

Selecione todas as linhas do esboço como mostrado e clique em .

**Criar uma soldagem**

## Usar grupos

A opção **Grupo** permite selecionar vários “grupos” de arestas no mesmo diálogo. Os componentes estruturais de cada grupo são automaticamente aparados entre si; por exemplo, os componentes de Group1 são aparados pelos componentes de Group2.



**Nota:** O uso de grupos pode limitar a seleção de tratamentos de canto.

### 5 Reverter.

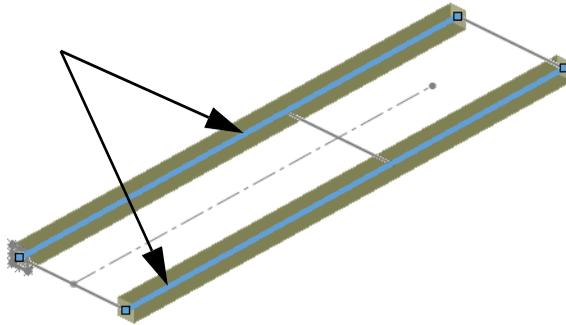
Arraste a barra de reversão para uma posição após o esboço Main->.



## 6 Componente estrutural.

Clique em **Inserir, Soldagens, Componente estrutural** e defina as seguintes opções:

**Padrão FSAE, Tipo Tubos quadrados e Tamanho 25 mm Lados.**

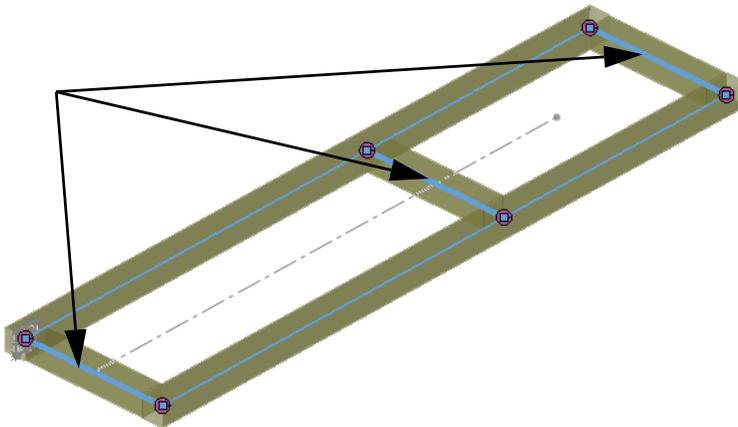


Estas seleções são adicionadas a Group1.



## 7 Grupo.

Clique em **Novo grupo**  e selecione as três arestas restantes para o Group2. Clique em .



## Usar Aparar/Estender

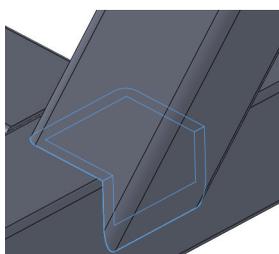
A ferramenta **Aparar/Estender**  é usada para aparar a extremidade de um componente estrutural utilizando uma face/plano ou outros componentes estruturais.

É útil manter os recursos aparar/estender relacionados juntos na árvore de projetos do FeatureManager. Para isso, é melhor reverter primeiro, de forma semelhante à adição de componentes estruturais. Consulte “Usar pastas” na página 84 para obter mais informações.

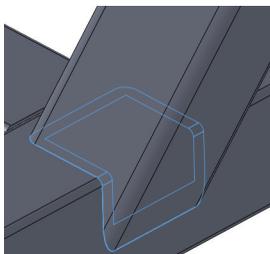
1. Mova a barra de reversão para uma posição após o recurso **Structural Member** que deseja aparar.
2. Adicione um recurso aparar/estender em cada extremidade do componente estrutural. Nos casos mais simples, o recurso aparar/estender pode incluir ambas as extremidades do componente estrutural.

### Limites da aparagem

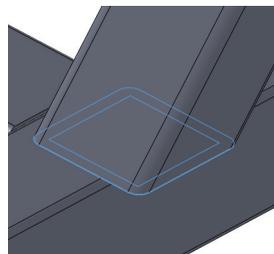
O limite da aparagem pode ser uma **Face/Plano** ou outros **Corpos**. Opções com outros corpos incluem **Corte simples entre corpos** e **Corte de ajuste entre corpos**.



**Corpos**  
**Corte simples entre**  
**corpos**



**Corpos**  
**Corte de ajuste entre**  
**corpos**



**Face / Plano**

**Dica:** A ferramenta Aparar/Estender elimina interferências entre corpos sólidos ajustando a forma das extremidades e criando o ajuste correto. As interferências entre corpos sólidos na peça multicorpo podem ser verificadas no nível da montagem. Para obter mais informações, consulte “Verificar folgas” na página 94.

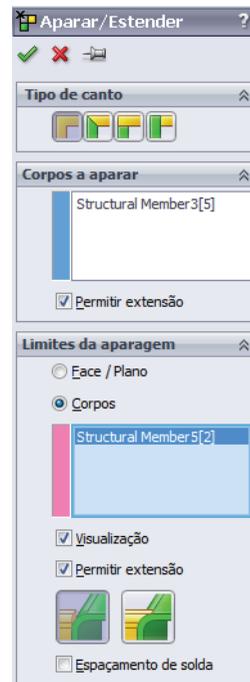
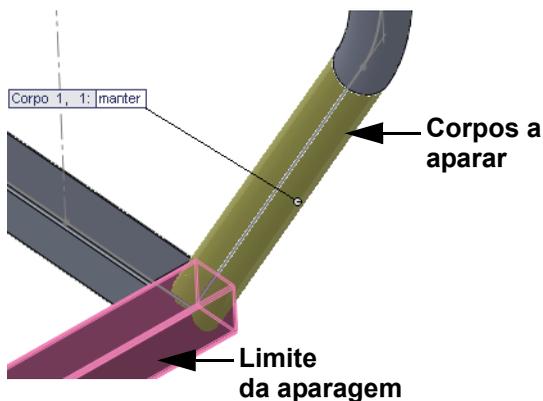
## 8 Aparar.

Arraste a barra de reversão para uma posição após o recurso `Structural Member_Bulkhead1`.

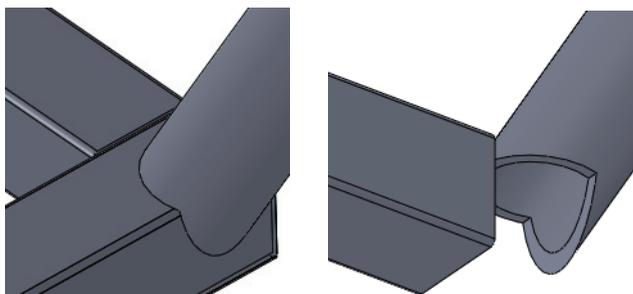
Clique em **Aparar/Estender**  e em **Aparar extremidade** .

Selecione os **Corpos a aparar** e os **Corpos dos limites da aparagem** como mostrado.

Clique em **Corte simples entre corpos**  e .



**Corpos a aparar** são encurtados usando o corpo **Limites da aparagem**.



## Usar pastas

Reverter foi utilizado nas etapas anteriores para colocar o recurso Aparar/Estender logo após o componente estrutural que está sendo aparado. Isso nos permite agrupar uma série de recursos relacionados em uma **pasta**, reduzindo efetivamente o comprimento da árvore de projetos do FeatureManager.

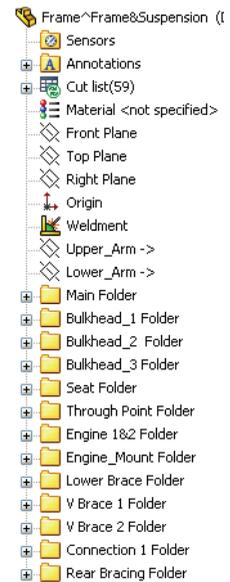
**Nota:** Recursos também podem ser arrastados e soltos na pasta, mas eles devem permanecer na mesma ordem sequencial.

### 9 Adicionar pasta.

**Shift + selecione** a sequência de recursos, como mostrado. Clique com o botão direito do mouse e selecione **Adicionar à nova pasta**, denominando a pasta como Bulkhead\_1 Folder.

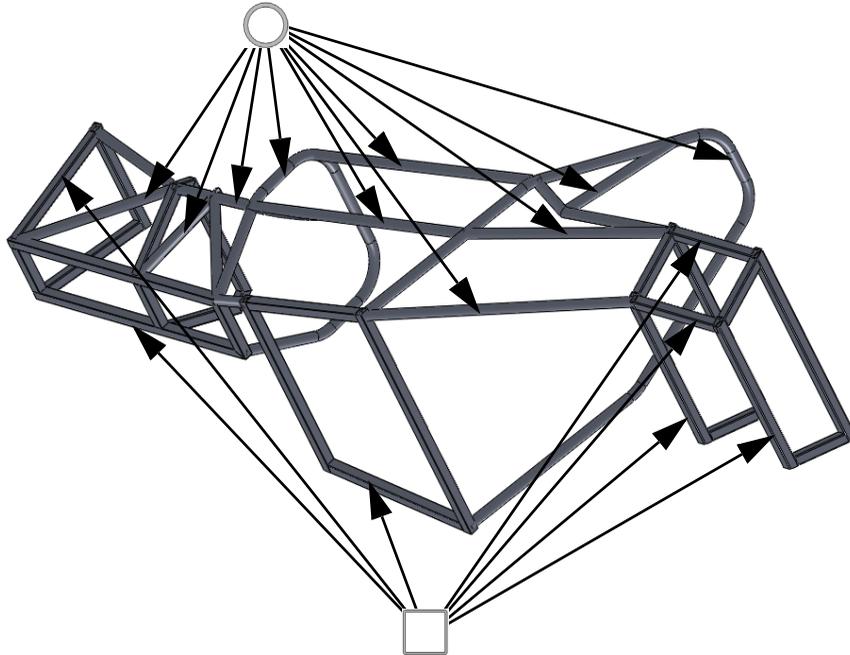


Se este procedimento for utilizado em toda a árvore de projetos do FeatureManager, seu comprimento será reduzido significativamente.



## Mapa de tipos de componente estrutural e Aparar/Estender

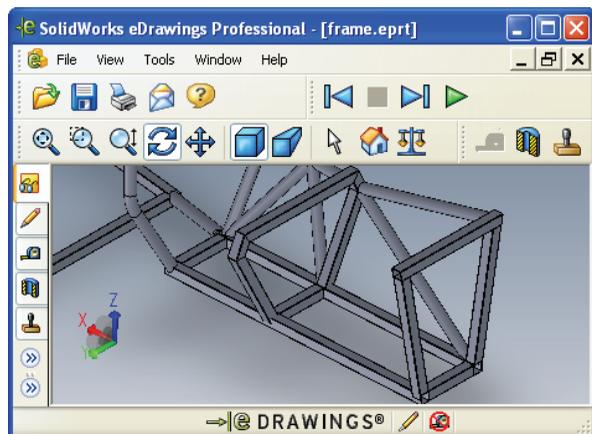
Um componente estrutural pode ser do tipo **FSAE**, **Tubos flexíveis redondos, 25,4 mm Dia**  ou **Tubos flexíveis quadrados, 25 mm Lados** . Crie esses componentes e adicione aparagens e pastas usando o mapa abaixo ou os arquivos do eDrawings incluídos (abaixo). Use **Aparar extremidade**  e **Corpos de Limites da aparagem** para todos os recursos.



## Arquivo do eDrawings para tipos de componentes e Aparar/Estender

Clique duas vezes no arquivo do eDrawings **frame.eprt**  ou no arquivo html **frame.html** . Isso abre um eDrawing ou um navegador onde é possível ampliar, rolar e girar usando as mesmas ferramentas do SolidWorks.

Use o eDrawing para determinar visualmente o tipo de componente estrutural utilizado em cada esboço e como ele deve ser aparado.



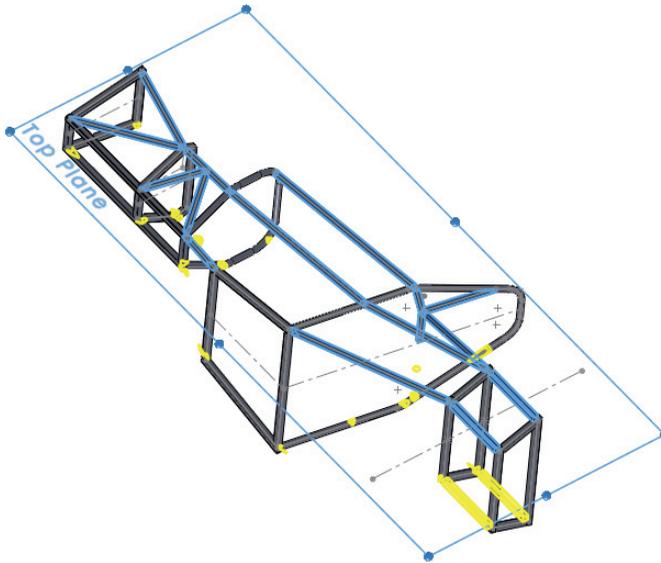
## Espelhar componentes estruturais

**Espelhar** pode ser usado para recursos de padrão, faces ou corpos em um plano. Neste exemplo, corpos sólidos serão espelhados para completar a estrutura.

### 10 Espelhar corpos.

Clique em **Inserir, Padrão/espelho, Espelhar**  e no plano Top para **Espelhar face/plano**. Clique em **Corpos a espelhar** e selecione os corpos mostrados em azul.

Clique em .



**Nota:** Espelhar os corpos *após* a aparagem elimina a necessidade de aparar os corpos espelhados.

## Edição

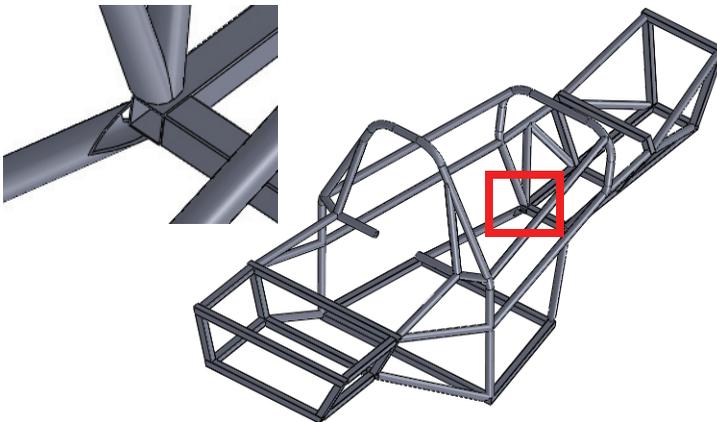
Uma grande vantagem da criação de geometria no SolidWorks é a capacidade de edição. Você pode editar os esboços e recursos para alterar o projeto a qualquer momento. Nesta seção, vários tipos de alterações serão introduzidos.

### Editar o tratamento de canto

Os tratamentos de canto usados em alguns dos componentes estruturais mais antigos podem parecer inadequados após a adição de todos os escoramentos. Neste caso, uma extremidade aberta dificulta a conexão com a escora.

#### 11 Aumente o zoom.

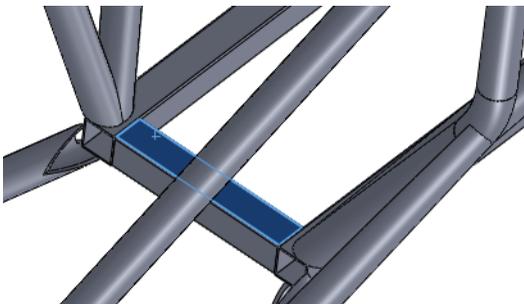
Faça zoom na área, como mostrado. Esta área mostra um problema potencial onde o componente de escoramento se conecta à face aberta de um tubo flexível quadrado.



#### 12 Editar recurso de componente estrutural.

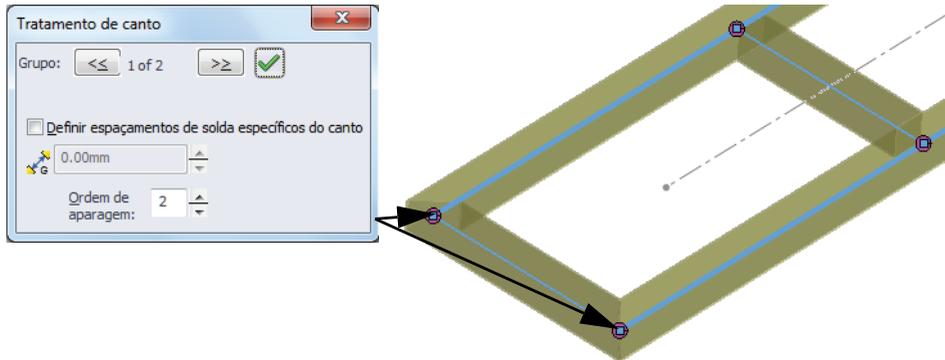
Não é necessário saber o nome do recurso. Clique com o botão direito do mouse na face de qualquer componente estrutural do recurso e selecione

**Editar recurso** .



### 13 Tratamento de canto.

Clique no marcador de canto, como mostrado. No diálogo **Tratamento de canto**, defina **Ordem de aparagem** como **2** e clique em . Repita o processo para o outro canto e clique em  na janela principal. Isso altera as seleções para cantos aparados 45°.



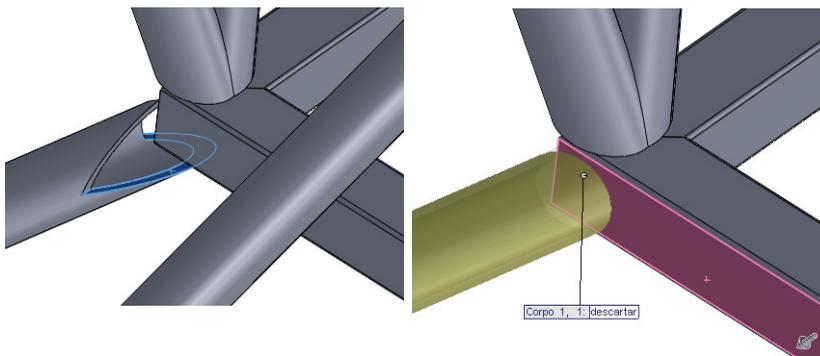
**Nota:** As possíveis mudanças que podem ser feitas estão limitadas pela forma como o recurso foi criado. Este recurso foi criado usando grupos, portanto cantos aparados 45° são a única outra opção.

### Editar a aparagem

Com as alterações nos cantos aparados 45°, a aparagem agora pode ser mudada. Neste caso, será usada uma face plana em vez de um corpo.

### 14 Editar o recurso de aparagem.

Clique com o botão direito do mouse na face do componente estrutural mostrado e selecione **Editar recurso** . Em **Limites da aparagem**, clique em **Face / Plano** e selecione a face mostrada. Clique em .



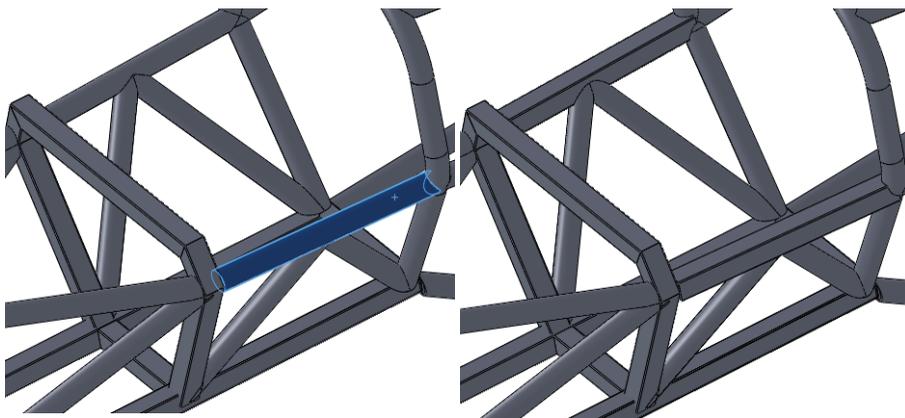
## Editar o tipo de componente estrutural

É possível alterar o padrão, o tipo ou o tamanho do componente estrutural. Neste exemplo, os componentes estruturais aos quais serão fixadas placas serão alterados para perfis quadrados.

### 15 Editar recurso.

Clique com o botão direito do mouse na face do componente estrutural mostrado e selecione **Editar recurso** .

Clique em **Padrão FSAE, Tipo Tubos flexíveis quadrados e Tamanho 25 mm Lados**. Clique em .

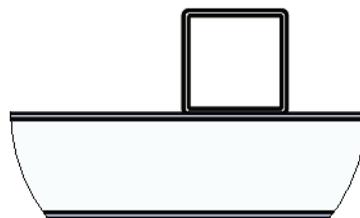


## Usar Localizar perfil

Na criação de todos os componentes estruturais até agora, os perfis foram colocados diretamente na posição central predetermined.

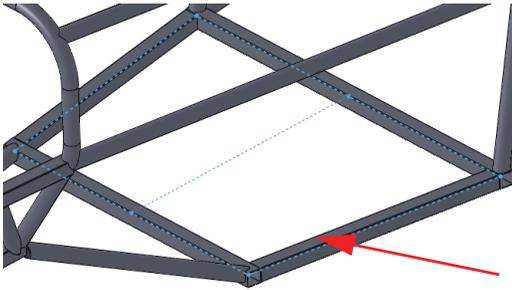
Considere o caso no qual componentes estruturais de mesmo tipo e tamanho são empilhados uns sobre os outros. É necessário esboçar o offset da linha de centro com valor exato?

**Localizar perfil** permite colocar o perfil no esboço usando os pontos integrados ao perfil. Para obter mais informações, consulte “Por que alguns perfis contêm pontos?” na página 76.



### 16 Localizar os pais.

Clique com o botão direito do mouse em uma face do componente estrutural, como mostrado, e selecione **Pai/filho**. Os **Pais** e **Filhos** do recurso aparecem listados. Clique em **Fechar**.

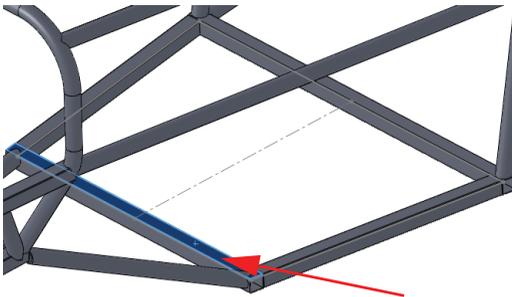


### 17 Exibir esboço.

Clique com o botão direito do mouse em `Lower_Frame_sketch` no diálogo e selecione **Exibir**.

### 18 Novo esboço.

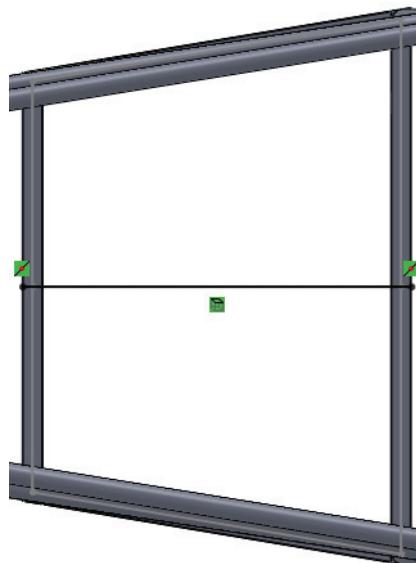
Clique com o botão direito do mouse na face superior do componente estrutural e selecione **Esboço** .



### 19 Converter.

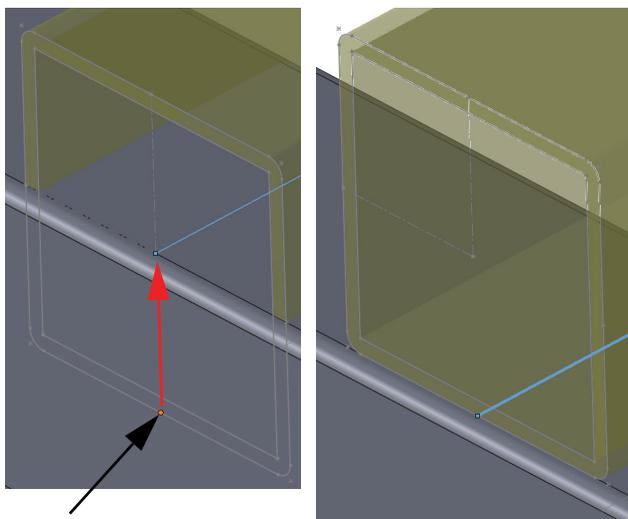
Clique em **Converter entidades**  e selecione a linha de centro do esboço visível. Saia do esboço e arraste os pontos finais fora dos componentes estruturais. Adicione relações para obter a largura total, como mostrado.

Feche o esboço.



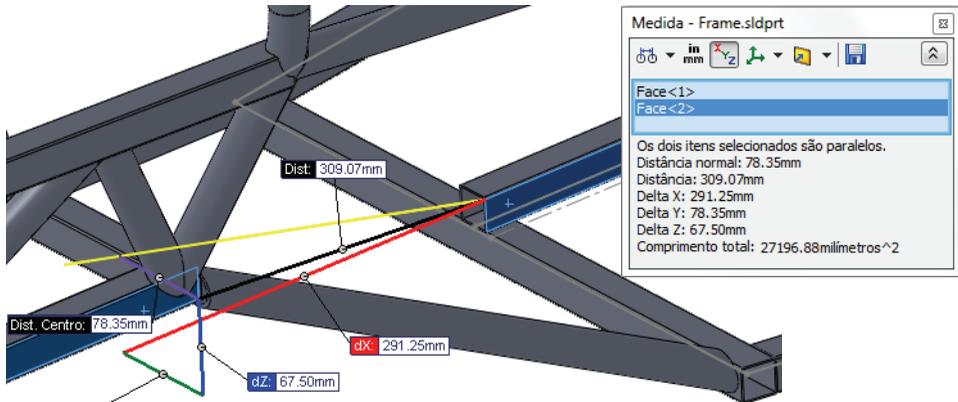
### 20 Localizar perfil.

Clique em **Inserir, Soldagens, Componente estrutural** e defina as seguintes opções: **Padrão FSAE, Tipo Tubos quadrados** e **Tamanho 25 mm Lados**. Selecione a linha e clique em **Localizar perfil**. Clique no ponto localizado na posição central inferior do perfil.



## 21 Medida.

Clique em **Ferramentas, Medida** e selecione as duas faces mostradas.



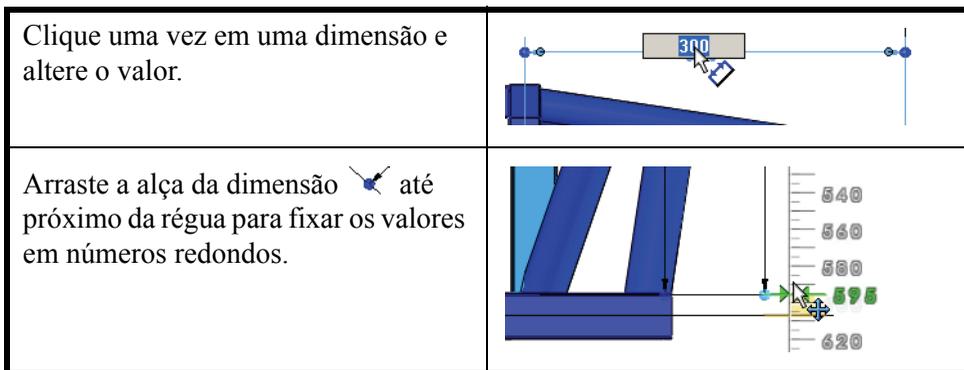
Repita a medição no lado oposto para assegurar que o componente estrutural está centralizado.

## 22 Salvar.

Salve e feche a peça. Retorne à montagem e clique em **Sim** para reconstruir a montagem.

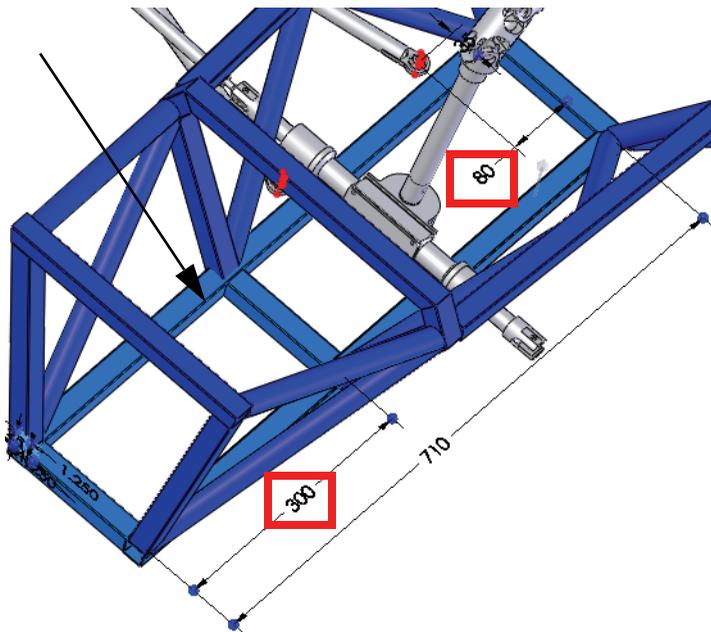
## Usar Instant 3D

O Instant 3D pode ser usado para fazer alterações dinâmicas em um modelo, arrastando ou alterando diretamente as dimensões.

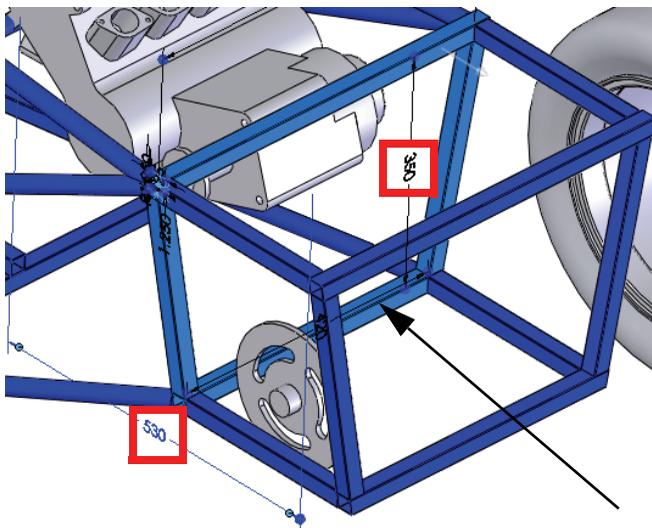


### 23 Alterar dimensões.

Clique em **Instant 3D**  e clique duas vezes no recurso mostrado. Clique com o botão direito do mouse na peça **Frame** e selecione **Editar peça** . Clique duas vezes no recurso e arraste as alças das dimensões para alterar seus tamanhos para os valores **80 mm** e **300 mm**, como mostrado.



Clique duas vezes no recurso e arraste as alças nas dimensões para alterar seus tamanhos para os valores **350 mm** e **530 mm**, como mostrado.



## Verificar folgas

Qual é a folga mínima entre Sprocket e frame? Esta pergunta pode ser respondida usando a ferramenta **Verificação de folga** .

### 24 Editar a montagem.

Clique no canto de confirmação  para editar a montagem.

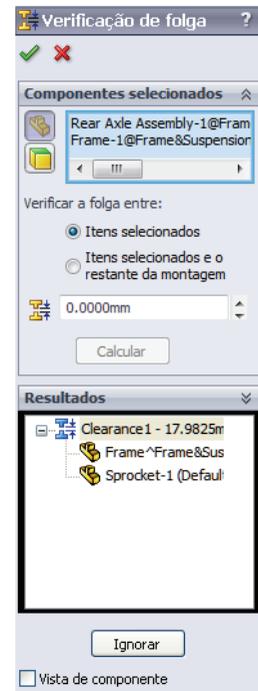
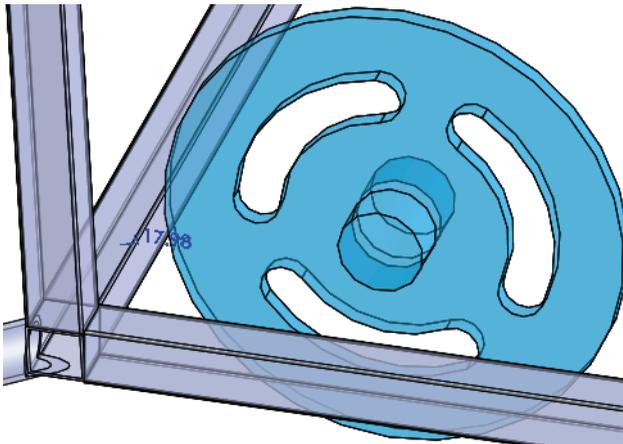
### 25 Folga.

Clique em **Ferramentas, Verificação de folga** .

Clique em **Itens selecionados** e selecione Sprocket e frame.

Digite **0 mm** em **Folga mínima permitida** e clique em **Calcular**. A folga é aproximadamente **18 mm**.

Clique em .



**Nota:** Uma inspeção visual mostra que não há interferência entre Sprocket e os componentes do frame, mas eles podem ser verificados. Para obter mais informações, consulte “Detecção de interferência” na página 97.

## Definir totalmente um componente

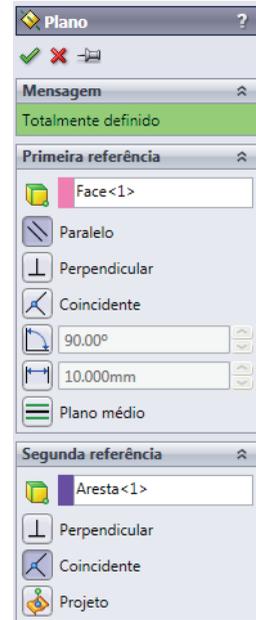
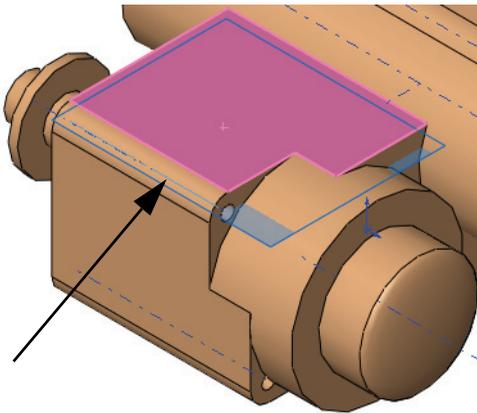
O componente **ENGINE** permanece subdefinido, ainda capaz de girar livremente. Ele deve ser totalmente definido para impedir qualquer movimento inadvertido.

### 26 Abra **ENGINE**.

Clique com o botão direito do mouse no componente **ENGINE** e selecione **Abrir peça** .

### 27 Adicionar novo plano.

Clique em **Exibir, Eixos temporários**. Adicione um plano **Paralelo** entre a face selecionada e o eixo temporário através do furo, como mostrado.



## Filtrar a árvore de projetos do FeatureManager

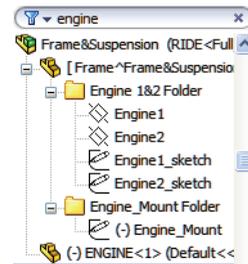
O filtro da árvore de projetos do FeatureManager pode ser usado para filtrar por nome. Digitar um nome no filtro resulta em uma lista contendo apenas recursos, esboços, componentes ou posicionamentos com esses caracteres.

### 28 Filtro.

Volte à montagem. Clique no filtro localizado na parte superior da árvore de projetos do FeatureManager e digite **engine**.

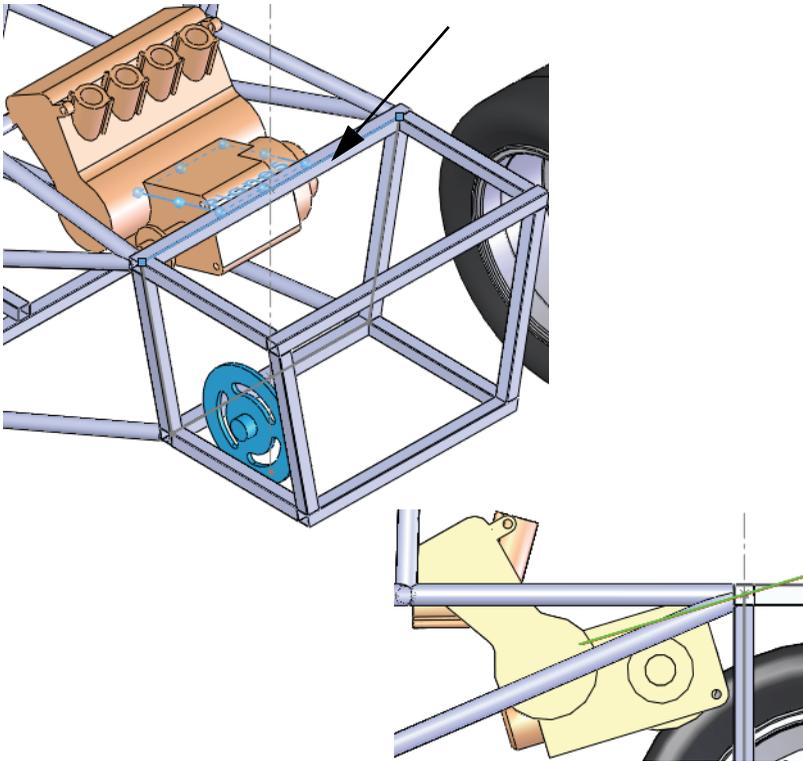
Clique com o botão direito do mouse em **Engine1\_sketch** e selecione **Exibir**.

Clique em “x” para interromper a filtragem.



## 29 Posicionar.

Adicione um posicionamento **Coincidente** entre o plano e a linha no esboço.



## Detecção de interferência

A **Detecção de interferência** é útil para localizar interferências ou colisões entre peças de componentes estáticos na montagem. Os resultados mostram os volumes com interferência em vermelho.

**Dica:** Para verificar interferências entre corpos sólidos na mesma peça multicorpo, selecione apenas essa peça e clique em **Incluir interferências de peça multicorpos**.

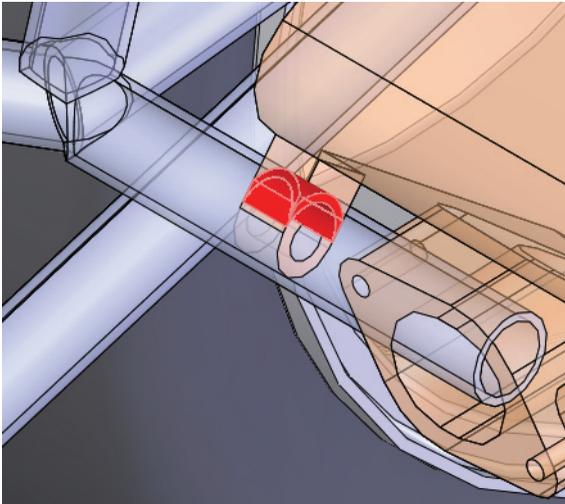
### 30 Interferências.

Clique em **Ferramentas, Detecção de interferência** .

Por padrão, a montagem inteira é selecionada para a detecção de interferências, portanto clique com o botão direito do mouse no campo **Componentes selecionados** e selecione **Limpar seleções**.

Selecione os componentes **ENGINE** e **frame** e clique em **Calcular**.

Um total de quatro interferências é encontrado, combinadas em dois conjuntos simétricos. Clique em .



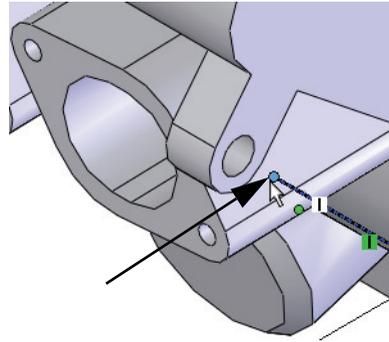
### 31 Editar esboço.

Clique no filtro localizado na parte superior da árvore de projetos do FeatureManager e, como antes, digite **engine**. Clique com o botão direito do mouse no (-) **Engine\_Mount** subdefinido e selecione **Editar esboço** . Clique em “x” para interromper a filtragem.

**Dica:** Este é um atalho que coloca você diretamente nos modos Editar peça e Editar esboço.

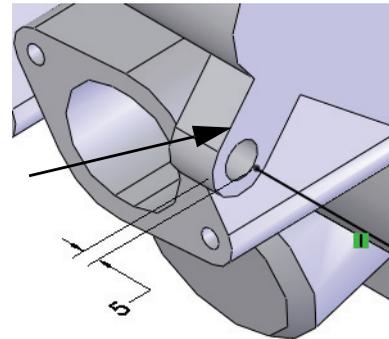
**32 Arrastar.**

Arraste o ponto final aberto curto do componente **ENGINE**.



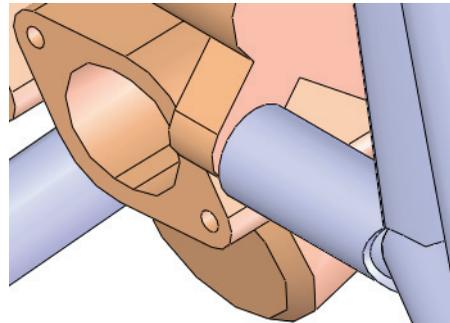
**33 Dimensão.**

Adicione uma dimensão entre a aresta de **ENGINE** e o ponto final, como mostrado.



**34 Editar montagem.**

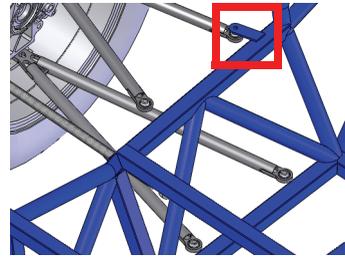
Clique em **Editar componente**  para sair do esboço e retornar ao modo de edição de montagem.



**Nota:** O nome do esboço mudou para **Engine\_Mount->**, mostrando que ele está totalmente definido e contém referências externas.

## Placas de montagem

O componente `frame` está atualmente posicionado em relação aos pontos de suspensão, mas não está fixado. Para criar uma fixação real, são necessárias plaquetas de montagem.



### Criar um esboço reutilizável

As plaquetas de montagem usadas para fixar a suspensão ao `frame` possuem uma das extremidades arredondada. Embora todas as plaquetas tenham forma semelhante, o comprimento e as extremidades podem variar. Por isso, criar um esboço que pode ser facilmente copiado e modificado é uma boa solução.

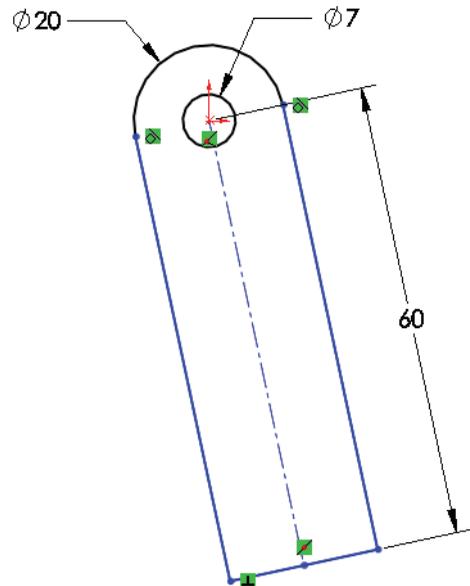
#### 1 Nova peça.

Abra uma peça nova com unidades em mm. Crie um novo esboço no plano Front.

#### 2 Geometria e dimensões.

Crie a geometria e as dimensões usando estas diretrizes:

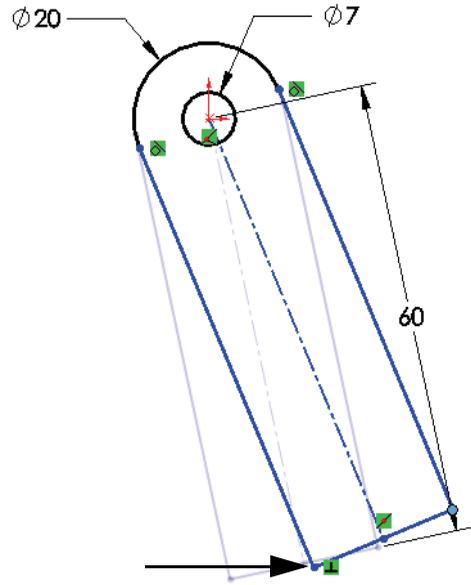
1. Crie uma linha de centro a partir da origem fazendo pequeno ângulo.
2. Aplique um offset à linha de centro com a opção bidirecional (adicionar dimensões desativado) para criar os lados.
3. Adicione um arco tangente para fechar a extremidade superior.
4. Adicione uma linha entre os pontos finais para fechar a extremidade inferior.
5. Adicione um círculo.
6. Adicione dimensões.



**Nota:** A linha de centro apresenta um ângulo pequeno (não está na horizontal nem na vertical) e está subdefinida para tornar a colocação flexível.

### 3 Arrastar.

Arraste o ponto final do canto inferior. O esboço subdefinido deve girar, mas manter a forma.



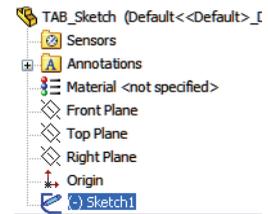
### 4 Salvar.

Salve a peça como TAB\_Sketch.

Saia do esboço mas *não* feche a peça.

### 5 Copiar esboço.

Selecione o recurso Sketch.1 na árvore de projetos do FeatureManager e clique em **Editar, Copiar**.



## Colar o esboço

Após editar a peça `frame`, o esboço será colado na face de um componente estrutural.

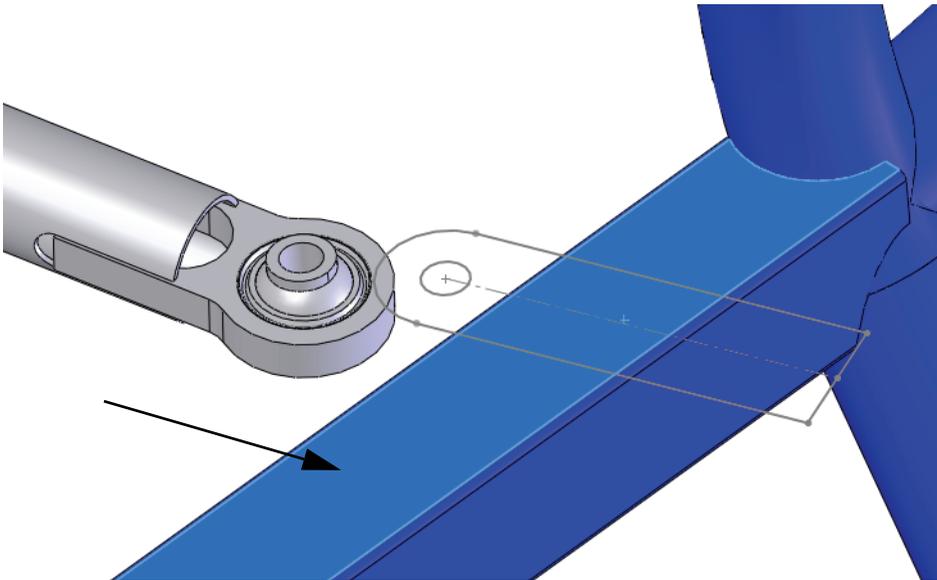
**Dica:** Um erro comum nesta situação é colar o esboço antes da edição da peça. O esboço pode ser colado, mas só é útil como um recurso de montagem. Recurso de montagem é aquele que só existe no nível da montagem e só pode ser usado para criar um corte.

### 6 Editar peça.

Retorne à montagem, clique com o botão direito do mouse na peça `Frame` e selecione **Editar peça**

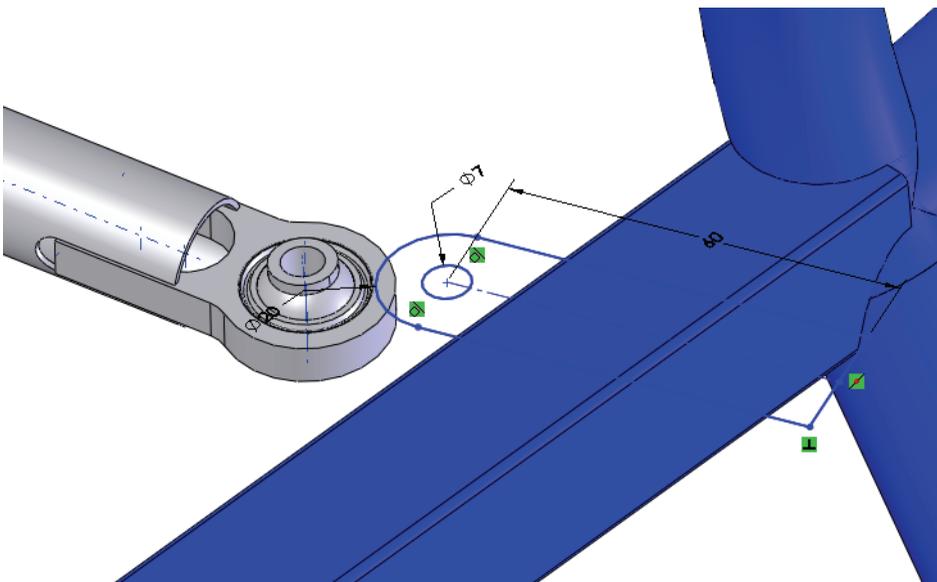
7 **Colar.**

Selecione a face do componente estrutural, como indicado. Clique em **Editar**, **Colar**.



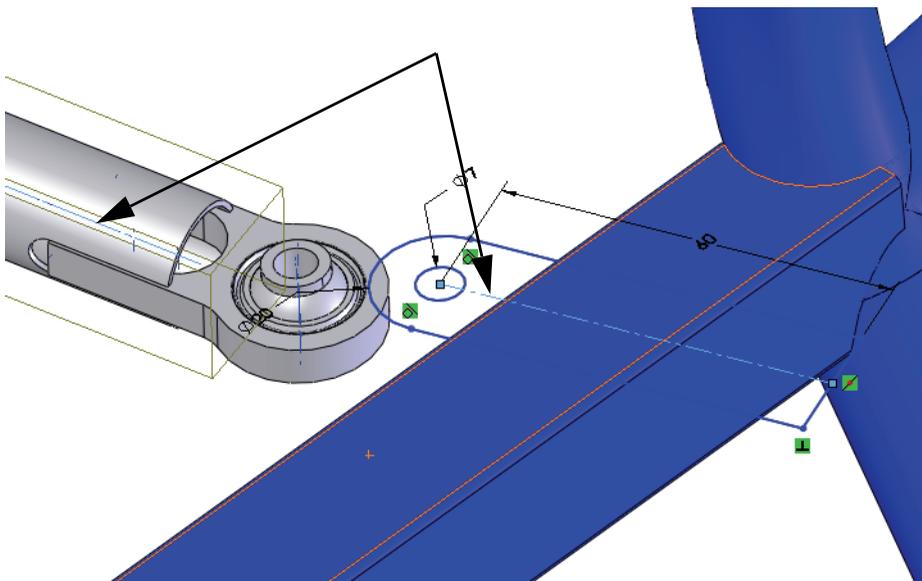
8 **Editar esboço.**

Clique com o botão direito do mouse em uma aresta do esboço e selecione **Editar esboço** .



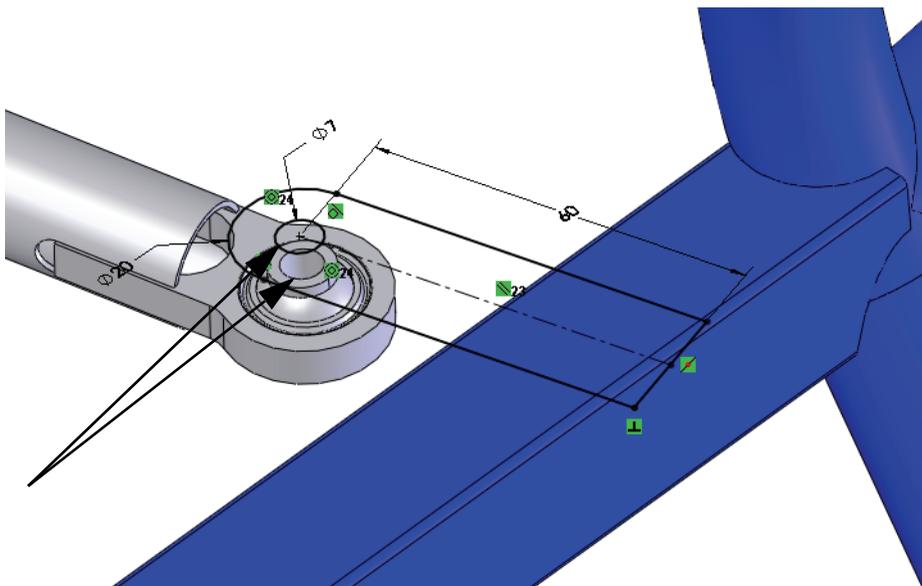
### 9 Eixos temporários.

Exiba os eixos temporários clicando em **Exibir, Eixos temporários**. Selecione a linha de centro e o eixo temporário, e adicione uma relação **Paralela**.



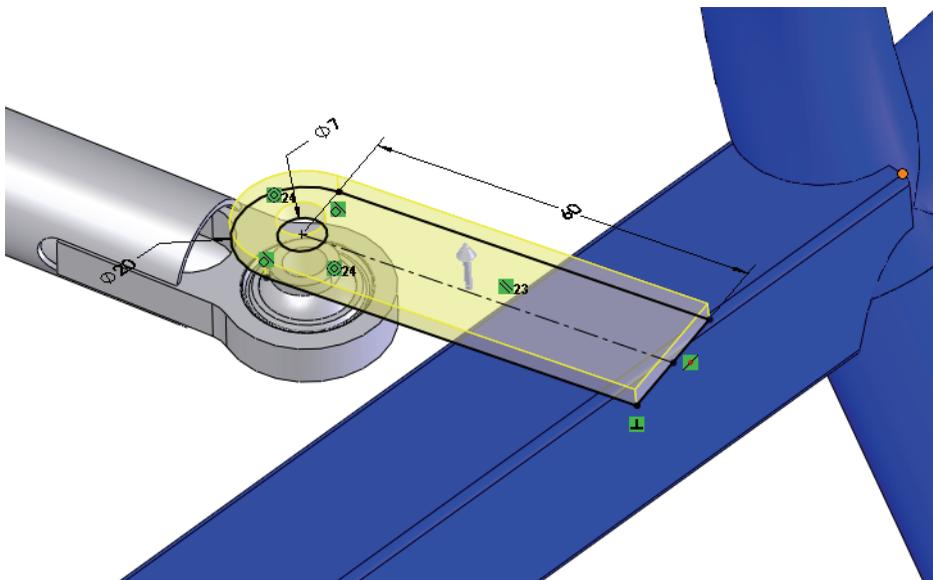
### 10 Concêntrico.

Selecione a aresta circular e o círculo, e adicione uma relação **Concêntrica**.



## 11 Extrusão.

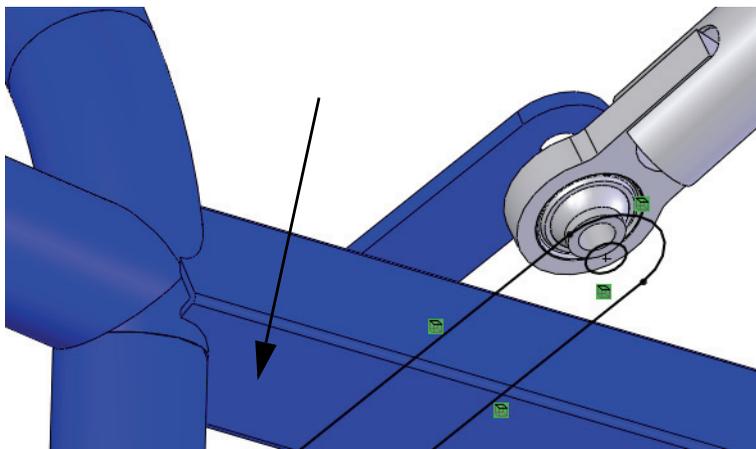
Extrude o esboço **3 mm**, como mostrado.



**Nota:** Esta peça foi marcada como uma soldagem  Weldment, portanto a opção **Mesclar resultado** da extrusão permanece desmarcada.

## 12

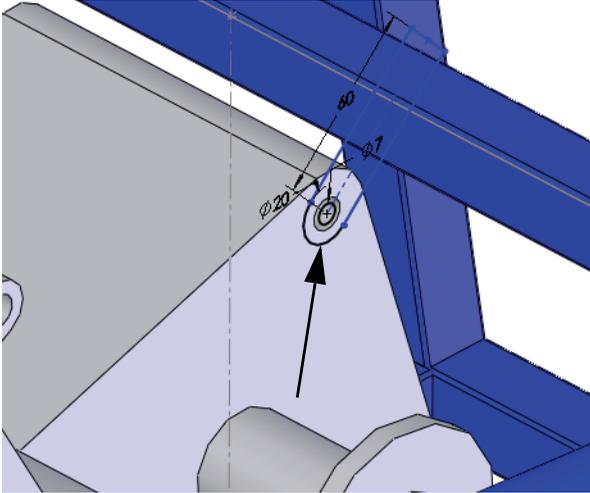
Selecione a face inferior e crie um novo esboço. Converta as arestas do corpo anterior para criar o esboço e extrude o esboço **3 mm** como na etapa anterior.



Repita para as plaquetas remanescentes no mesmo lado e espelhe.

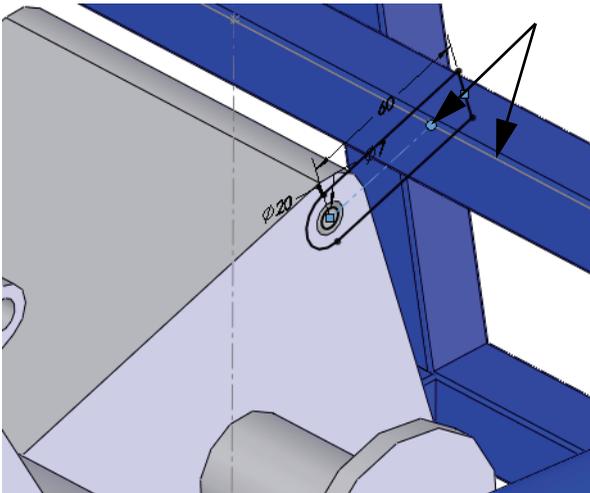
### 13 Colar o esboço.

Exiba **Engine1\_sketch**. Selecione a face, clique em **Editar, Colar** e edite o esboço. Adicione uma relação **Concêntrica** entre o arco e a aresta circular, conforme mostrado.



### 14 Ponto.

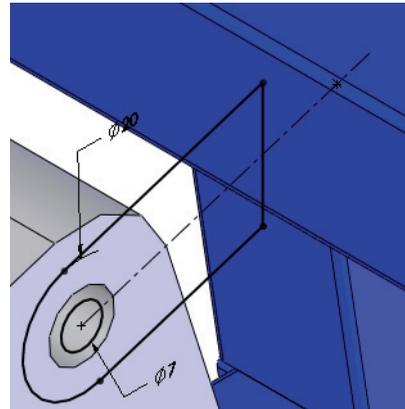
Adicione um ponto à linha de centro. Adicione uma relação **Coincidente** entre a linha de centro e o ponto. Use o ponto para adicionar uma relação **Penetrar** entre o ponto e a linha de esboço inativa.



**15 Aparar e extrudar.**

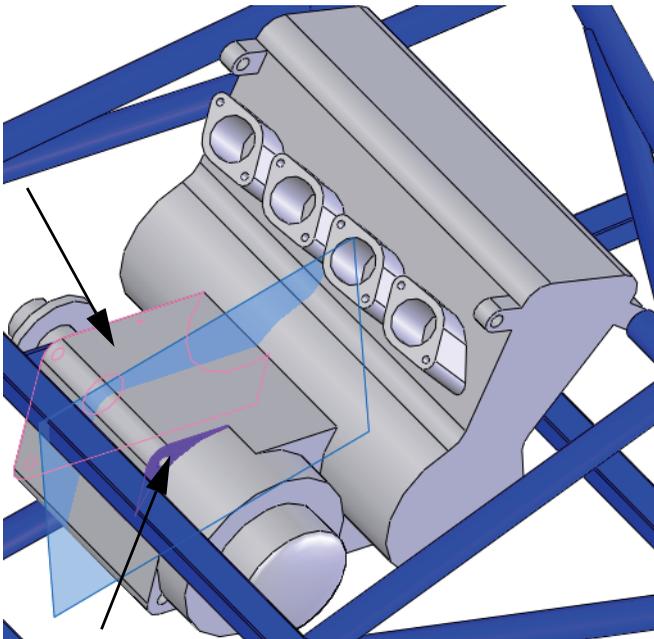
Crie a aresta frontal do componente estrutural utilizando **Converter entidade**.  
Apare a geometria deixando a linha de centro e o ponto intactos, como mostrado.

Extrude o esboço **3 mm**.



**16 Plano.**

Clique em **Inserir, Geometria de referência, Plano**, selecione as faces e clique em **Plano médio**. Renomeie o plano como **Centered**.

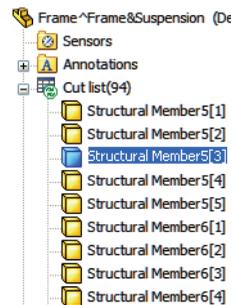
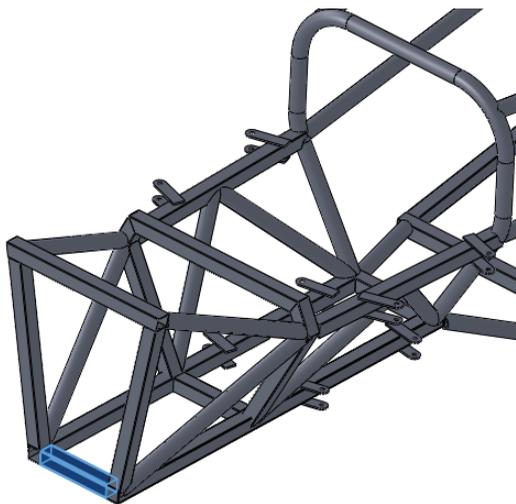


**17 Espelhe.**

Espelhe o corpo usando o plano no contexto.

## Listas de corte de soldagem

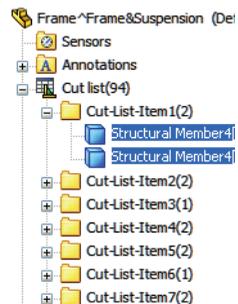
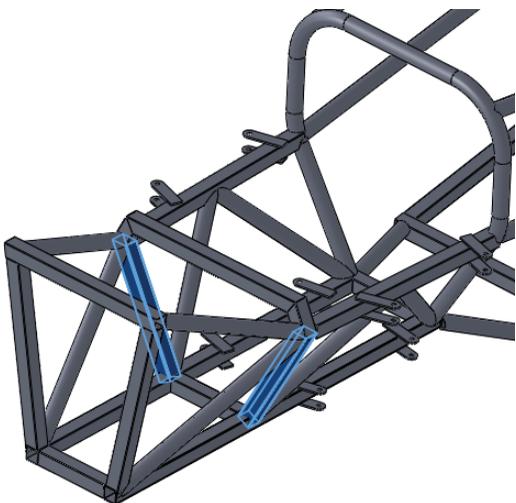
A pasta Cut list mostra todos os componentes estruturais na soldagem.



**Nota:** Em uma peça multicorpo que não é de soldagem, a pasta é denominada Solid Bodies.

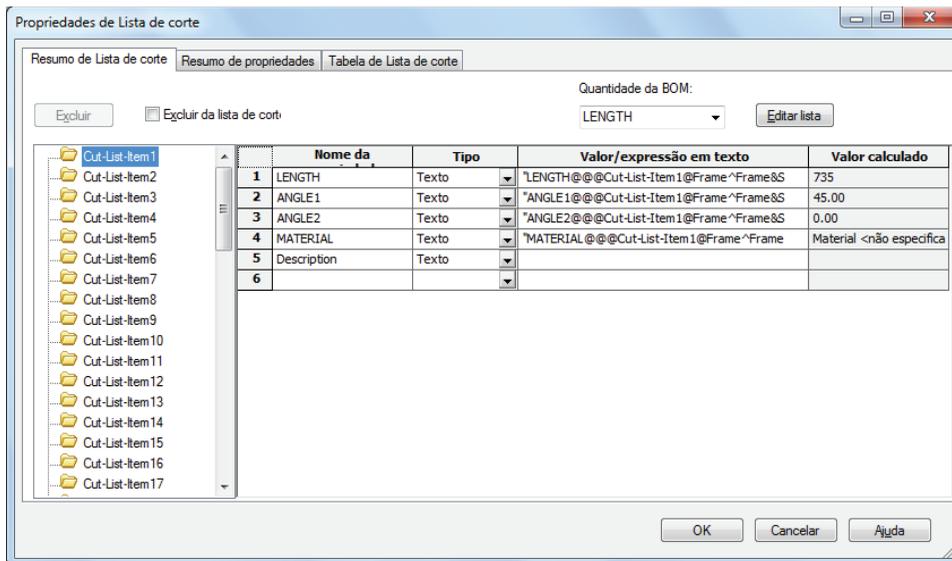
### 18 Atualizar a pasta.

Clique com o botão direito do mouse na pasta e selecione **Atualizar** para agrupar os componentes estruturais semelhantes em pastas.



## Propriedades de Lista de corte

As **Propriedades de Lista de corte** podem ser usadas para visualizar informações detalhadas sobre componentes estruturais individuais, incluindo comprimentos e ângulos.

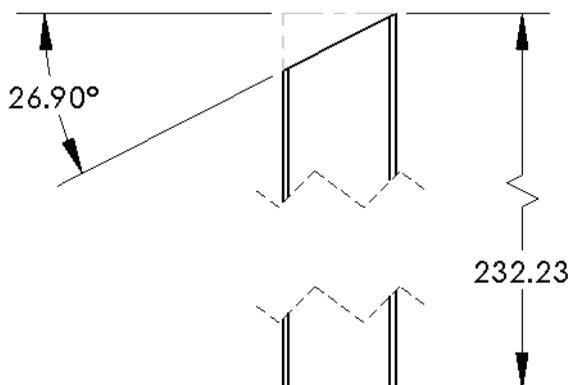


Por exemplo, para Cut-List-Item1, os seguintes valores de propriedades são listados:

LENGTH = 232,23

ANGLE1 = 26,90

Um desenho do componente estrutural se pareceria com este:



## Salvar como arquivo externo

A peça virtual pode ser salva externamente, criando um arquivo de peça fora do arquivo da montagem.

**Nota:** Você não pode criar o desenho da peça virtual até ela ser salva em um arquivo externo.

### 19 Editar a montagem.

Clique no canto de confirmação  para editar a montagem.

### 20 Salvar externamente.

Clique com o botão direito do mouse na peça virtual e selecione **Salvar peça (em arquivo externo)**. Clique em **Igual à montagem** e em **OK**.

**Nota:** Os nomes são alterados ligeiramente. Os colchetes envolvendo o nome ([,]) são removidos.

### 21 Salve e feche todos os arquivos.

## **Lição 4**

# **Uso de moldes e superfícies**

Após a conclusão desta lição, você estará preparado para:

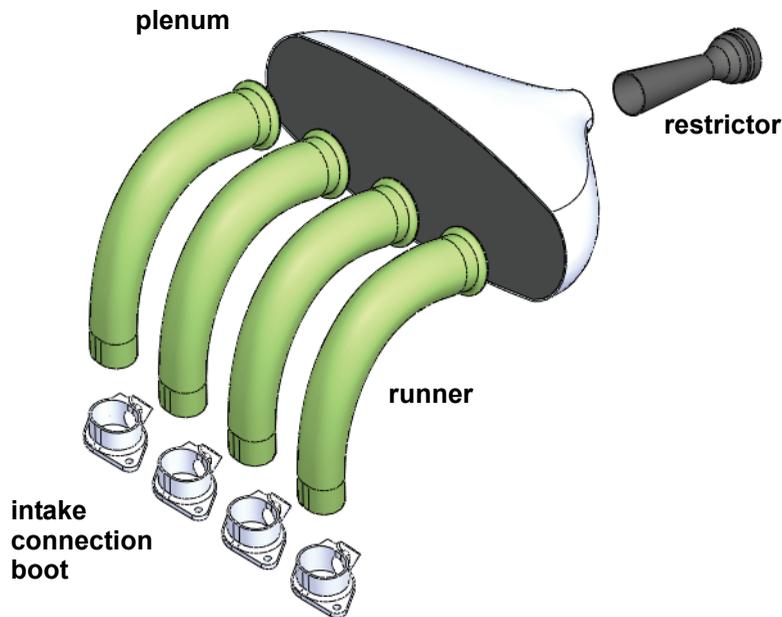
- Compreender o recurso loft;
- Descrever os corpos criados usando as ferramentas de moldagem;
- Usar superfícies para adicionar às ferramentas de moldagem;
- Usar simetria para criar moldes adicionais.

## Moldes e superfícies

Os comandos de ferramentas de moldagem podem ser usados para criar o ferramental para a moldagem de uma peça. O ferramental de moldagem é criado utilizando um conjunto de corpos sólidos e corpos de superfície na mesma peça. Como a soldagem, é uma peça multicorpos.

### 1 Abrir a montagem.

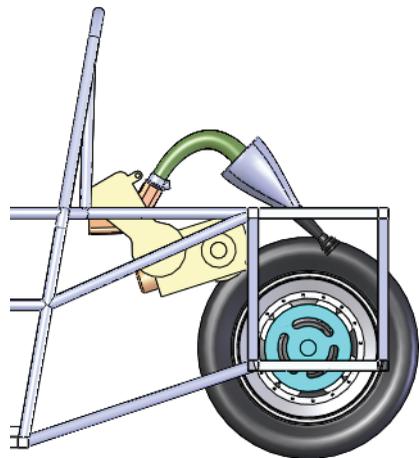
Abra a montagem **Intake Assembly** na pasta **Mold**.



### 2 Abrir a montagem.

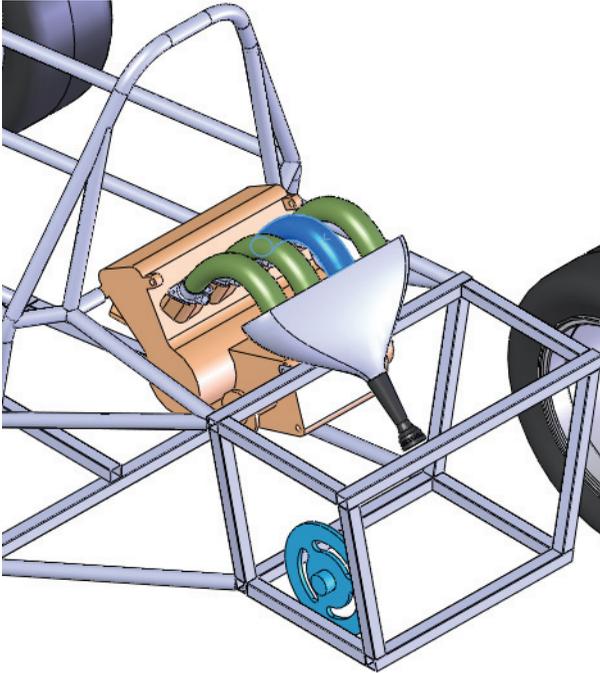
Abra a montagem **Frame&Suspension** na pasta **Frame&Suspension**. Essa montagem foi usada na lição anterior.

Adicione a submontagem **Intake Assembly** à montagem principal. Posicione a submontagem usando um posicionamento concêntrico e dois coincidentes.



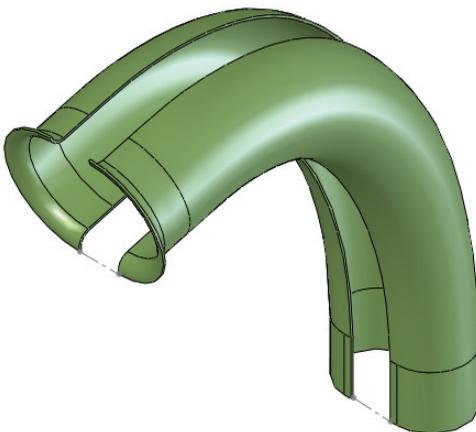
### 3 Abra runner.

Clique com o botão direito do mouse em uma das instâncias da peça runner e selecione **Abrir peça** .



### A peça runner

A peça runner real é criada em duas partes, direita e esquerda, que são posteriormente montadas em uma. Cada parte exige um molde.



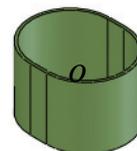
## Recursos na peça

O modelo da peça runner é criado usando três recursos de ressalto principais: Bell, Straight Boot Section e Center Guide Curve.

O recurso de revolução denominado Bell é usado para conectar os componentes do runner ao plenum.



O recurso de extrusão denominado Straight Boot Section é usado para conectar os componentes de runner aos componentes de intake connection boot.



Esse recurso deve caber no interior de intake connection boot.

O recurso de loft denominado Center Guide Curve conecta com perfeição os recursos de revolução e de extrusão.



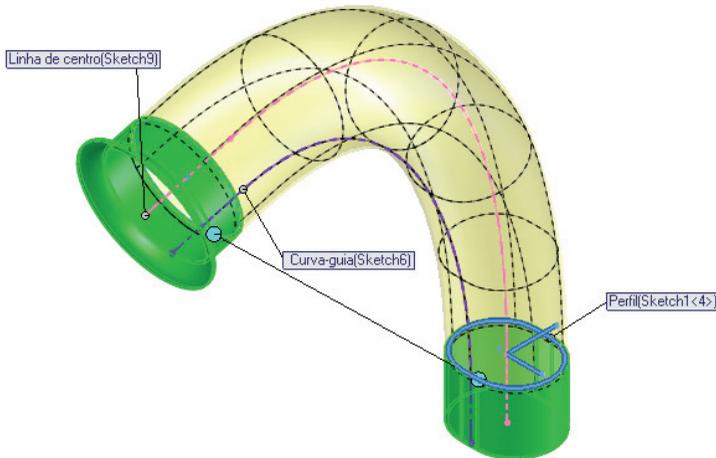
Para obter mais informações sobre recursos de loft, consulte “Anatomia de um loft” na página 113.

## Anatomia de um loft

O recurso de loft é usado para fazer a transição entre formas com perfis diferentes. Neste exemplo, o perfil inicial é uma forma de ranhura que se torna uma forma circular.

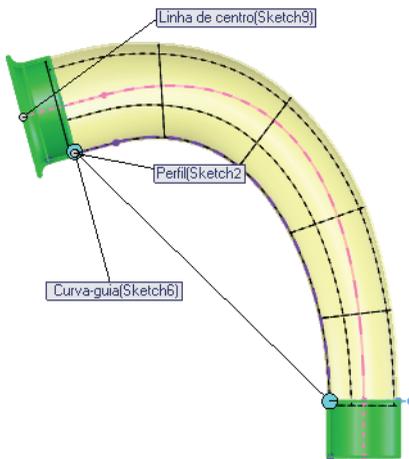
### Perfis

Os perfis representam o início, o fim e, opcionalmente, as formas intermediárias ao longo do loft. São esboços de contorno fechado ou curvas.

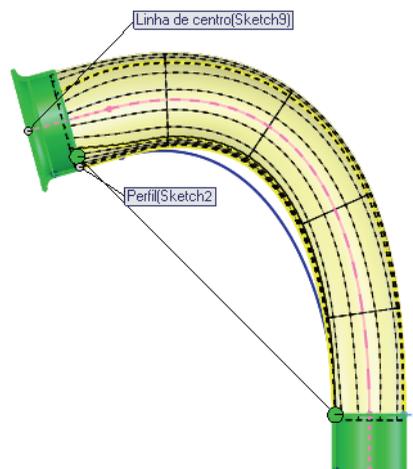


### Guias

A linha de centro é uma guia usada para orientar os perfis em transição. Uma curva-guia é usada para dar forma ao loft. As curvas-guia são esboços de contorno fechado ou curvas.



Loft com guia



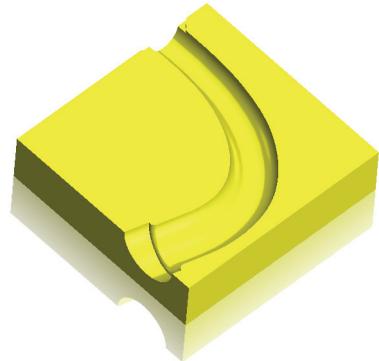
Loft sem guia

## Criar o ferramental de moldagem

O SolidWorks contém uma série de ferramentas que podem ser usadas para analisar e criar ferramentas de moldagem a partir da peça moldada.

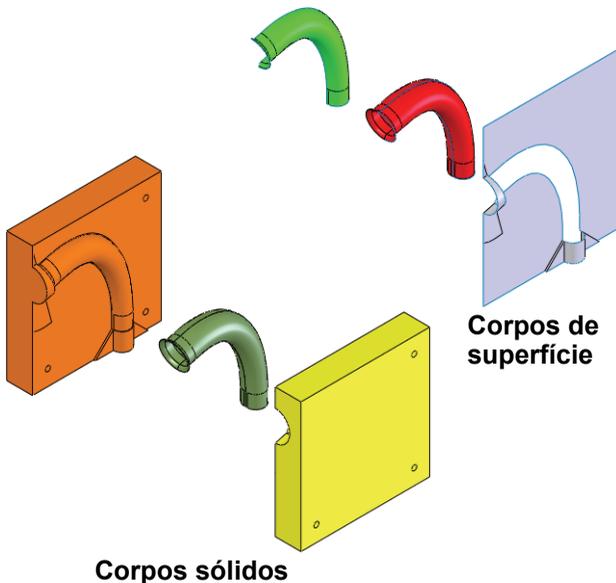
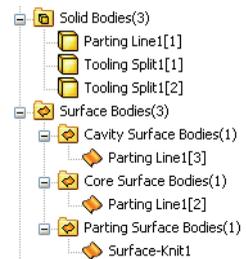
Se for usada fibra de carbono, o corpo sólido da cavidade é o molde desejado. Quando a fibra de carbono é criada, a espessura é aplicada ao seu interior, mantendo as dimensões externas que se encaixam nos componentes de intake connection boot.

Este exemplo supõe o uso de fibra de carbono.



## Corpos de superfície e corpos sólidos

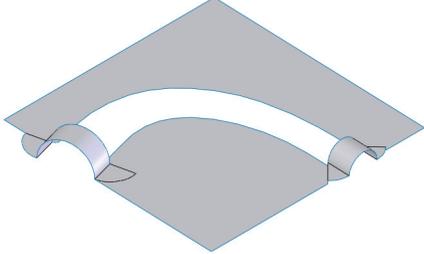
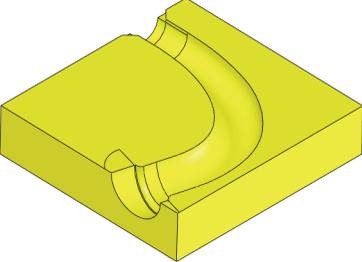
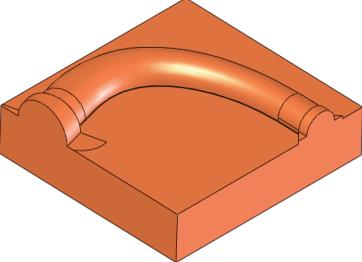
O procedimento da ferramenta de moldagem cria vários corpos em um único arquivo de peça, incluindo conjuntos de superfícies e sólidos. Para obter mais informações, consulte “Corpos de superfície e corpos sólidos” na página 114.



**Nota:** Uma peça multicorpos, como uma soldagem, é criada.

## Descrição dos corpos

Cada corpo sólido e de superfície resultante é criado com uma finalidade específica. Eles são descritos a seguir.

<p><b>Peça moldada</b></p> 	<p><b>Superfície de partição</b></p> 
<p><b>Sólido com cavidade</b></p> 	<p><b>Superfície de cavidade</b></p> 
<p><b>Sólido do núcleo</b></p> 	<p><b>Superfície do núcleo</b></p> 

## Ferramentas de moldagem

As ferramentas de moldagem foram projetadas para uso na moldagem com injeção de plástico, mas podem ser adaptadas para uso com outros métodos de fabricação. A sequência mostrada aqui normalmente é usada. O resultado é uma peça multicorpos, cada um representando a peça moldada, o núcleo e a cavidade.

<b>Escala</b> 	Aplica uma escala à peça moldada para compensar o encolhimento em alguns materiais. <i>Não é usada neste exemplo.</i>
<b>Ferramentas de análise</b>	<b>Análise de inclinação</b>  e <b>Análise de rebaixo</b>  são usadas para verificar se a peça pode ser removida do molde. A <b>Análise de linha de partição</b>  é usada para visualizar linhas de partição em potencial.
<b>Linha de divisão</b> 	Quebra as faces do modelo adicionando arestas.
<b>Linhas de partição</b> 	Utiliza a geometria do modelo para definir as arestas das linhas de partição que definem a superfície de partição.
<b>Superfícies de fechamento</b> 	Adiciona superfícies para fechar furos em algumas peças moldadas. <i>Não são usadas neste exemplo.</i>
<b>Superfícies de partição</b> 	Superfícies criadas a partir das linhas de partição para separar a cavidade do molde do núcleo.
<b>Superfícies</b>	Muitos tipos de superfícies podem ser utilizados para suplementar ou substituir a superfície de partição, dependendo da complexidade do modelo.
<b>Macho/cavidade</b> 	Cria os corpos do núcleo e do sólido com cavidade através da divisão de um sólido.

**Nota:** As opções escala e superfícies de fechamento não são usadas neste exemplo.

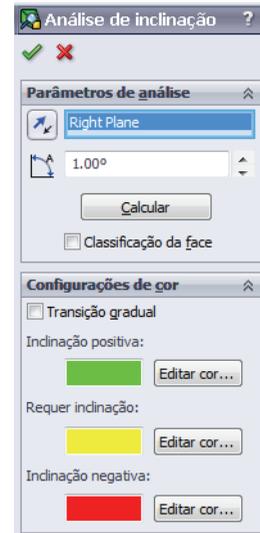
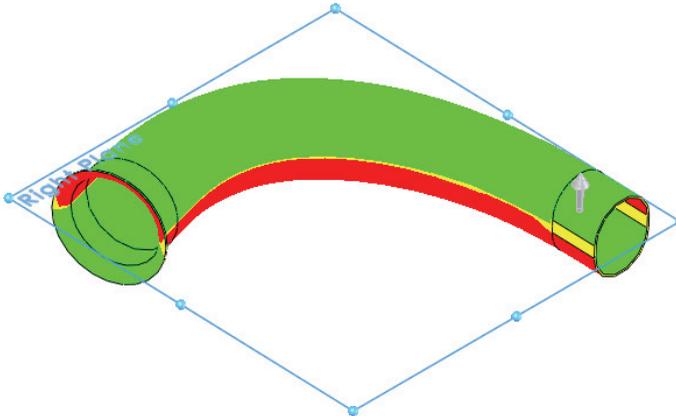
#### 4 Configuração.

Crie uma nova configuração, **Mold**, para conter todos os recursos de molde. Certifique-se de que **Suprimir novos recursos e posicionamentos em Opções avançadas** está marcada. Os novos recursos serão suprimidos na configuração **Default**.



#### 5 Análise de inclinação.

Clique em **Exibir, Exibição, Análise de inclinação** e selecione o plano **Right**. Defina o **Ângulo de inclinação** como **1 grau** e clique em **OK**.



## O que isso significa?

Significa que o ângulo entre o plano **Right** e as faces amarelas é de **1 grau** ou menos. Na verdade, ele é **0 grau** porque eles são perpendiculares.

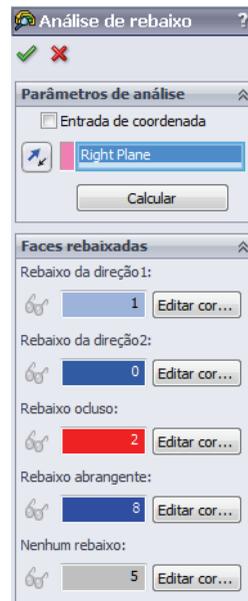
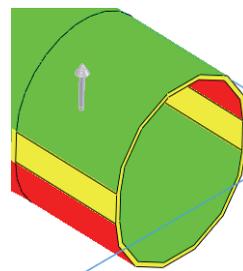
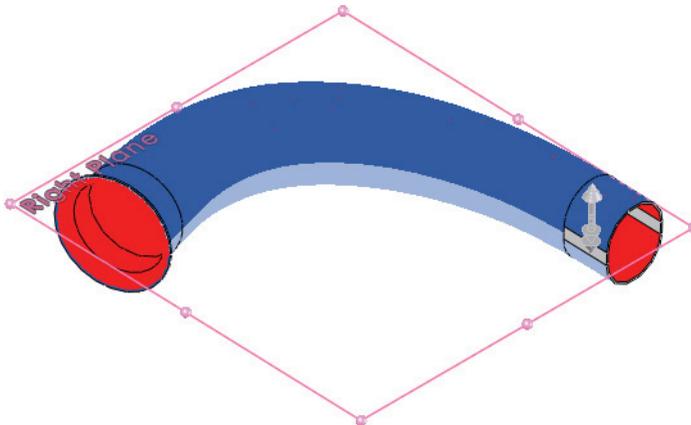
**Nota:** Esta pequena área sem inclinação não é problema usando fibra de carbono, mas poderia causar problemas em outros materiais.

## 6 Exibição desativada.

Clique em **Exibir, Exibição, Análise de inclinação** .

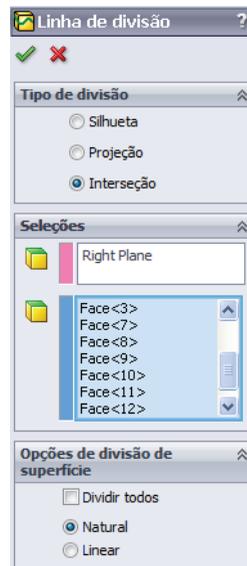
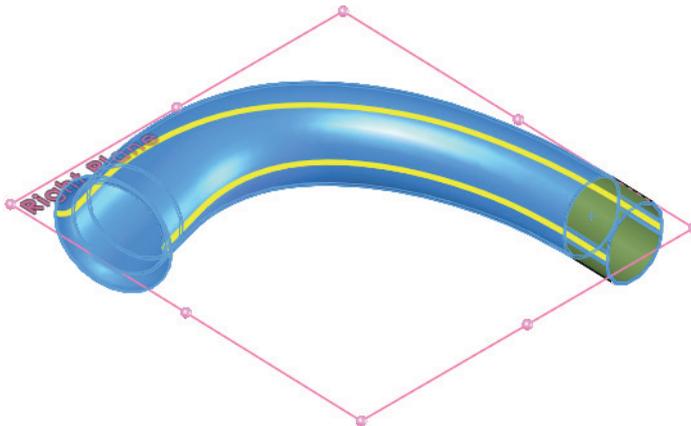
## 7 Análise de rebaixo.

Clique em **Exibir, Exibição, Análise de rebaixo**  e selecione o plano **Right**. Clique em . Isso confirma que o molde deve ser criado em duas partes.



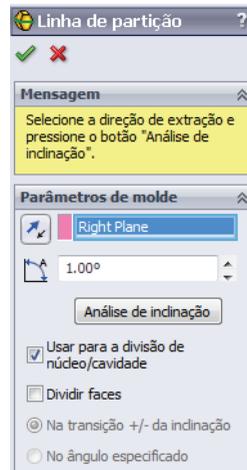
### 8 Linha de divisão.

Clique em **Linha de divisão**  e em **Interseção**.  
Selecione o plano Right e as faces que interceptam esse plano. Clique em .



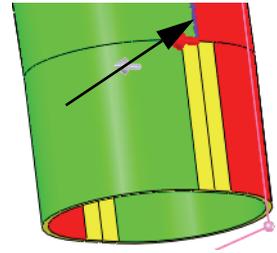
### 9 Linha de partição.

Clique em **Inserir, Moldes, Linha de partição** ,  
selecione o plano Right e defina o **Ângulo de inclinação** como **1 grau**.

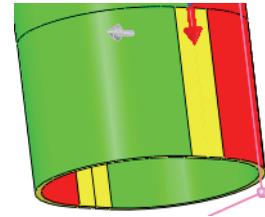


### 10 Seleção de arestas.

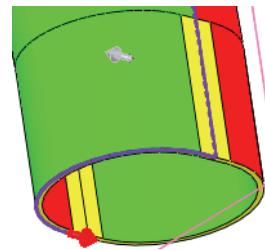
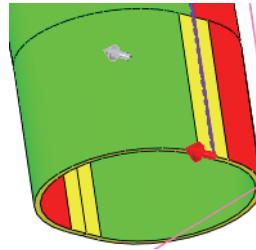
Selecione a aresta inicial, como mostrado.



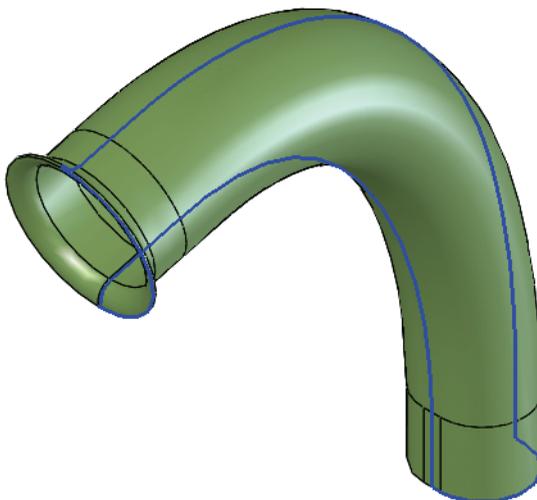
Clique em **Selecionar a próxima aresta**  (ou digite “n”) e clique em **Adicionar aresta selecionada**  (ou digite “y”).



Continue usando as ferramentas de seleção.

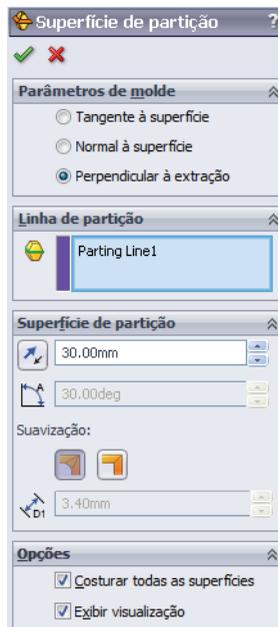
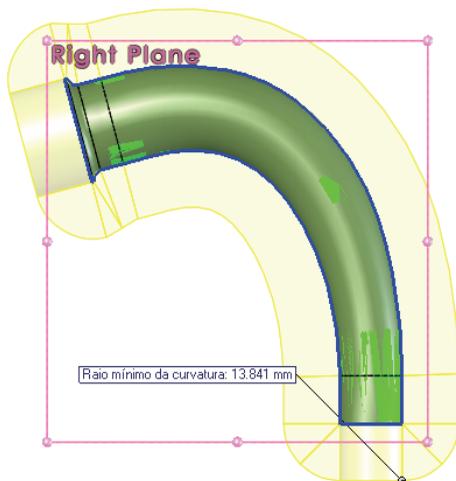


Continue selecionando arestas para completar o ciclo de seleções, como mostrado. Clique em .



## 11 Superfície de partição.

Clique em **Inserir, Moldes, Superfície de partição** e selecione **Perpendicular à extração**. Defina a **Distância** como **30 mm** e clique em **Costurar todas as superfícies**. Clique em **Agudo** e em .



**Nota:** A superfície de partição nem sempre é suficientemente grande para dividir o molde.

## Usar superfícies

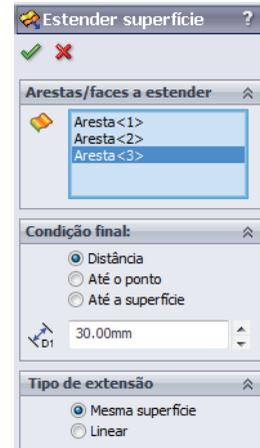
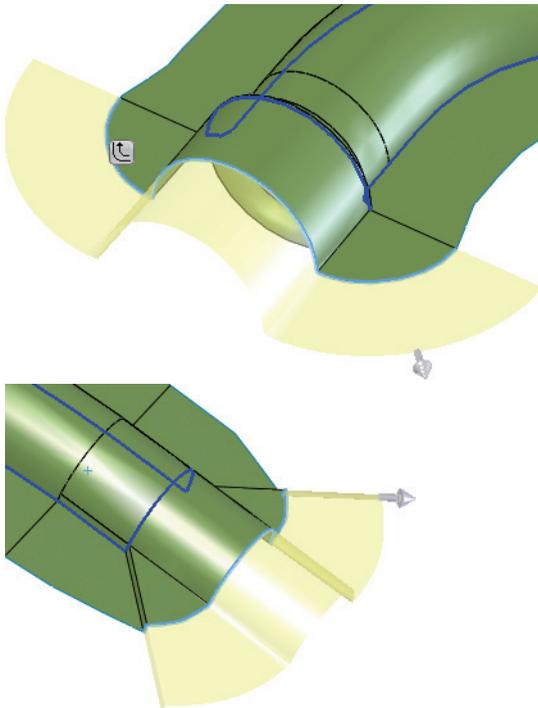
Muitas vezes, é preciso usar superfícies para preencher ou completar a geometria iniciada por superfícies de partição ou de fechamento. Aqui está uma lista parcial das ferramentas encontradas no menu **Inserir, Superfície**.

<b>Extrudado</b> 	<b>Plano</b> 	<b>Regrado</b> 
<b>Revolucionado</b> 	<b>Costurado</b> 	<b>Preenchido</b> 
<b>Varrido</b> 	<b>Estender</b> 	<b>Offset</b> 
<b>Com loft</b> 	<b>Aparar</b> 	

### 12 Estender arestas.

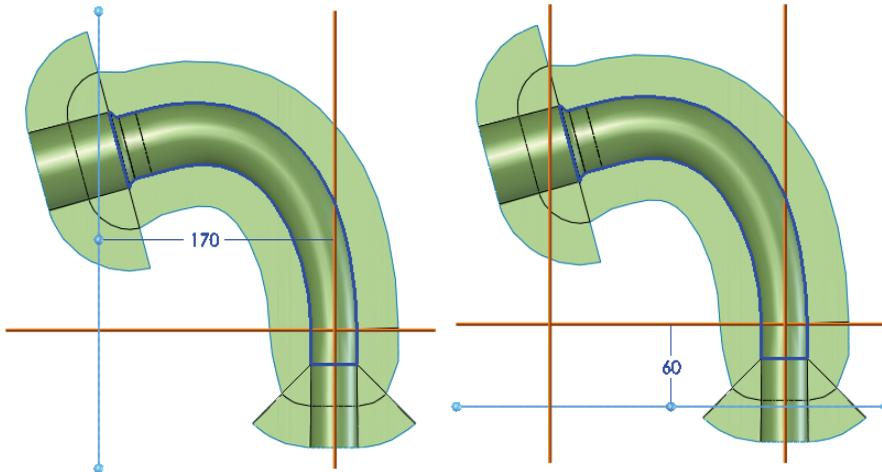
Clique em **Inserir, Superfície, Estender**  e selecione três arestas, como mostrado. Clique em **Distância**, defina o valor como **30 mm** e clique em .

Repita o processo para cinco arestas na extremidade oposta.



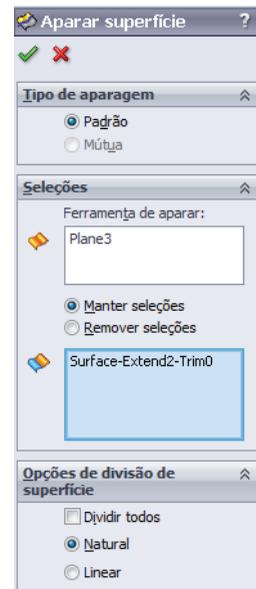
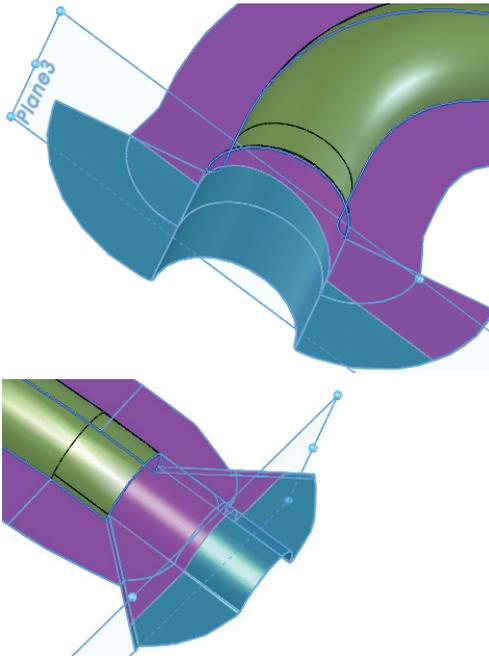
### 13 Planos.

Crie planos com offset de **170 mm** do plano Front e **60 mm** do plano Top, como mostrado.



### 14 Aparar.

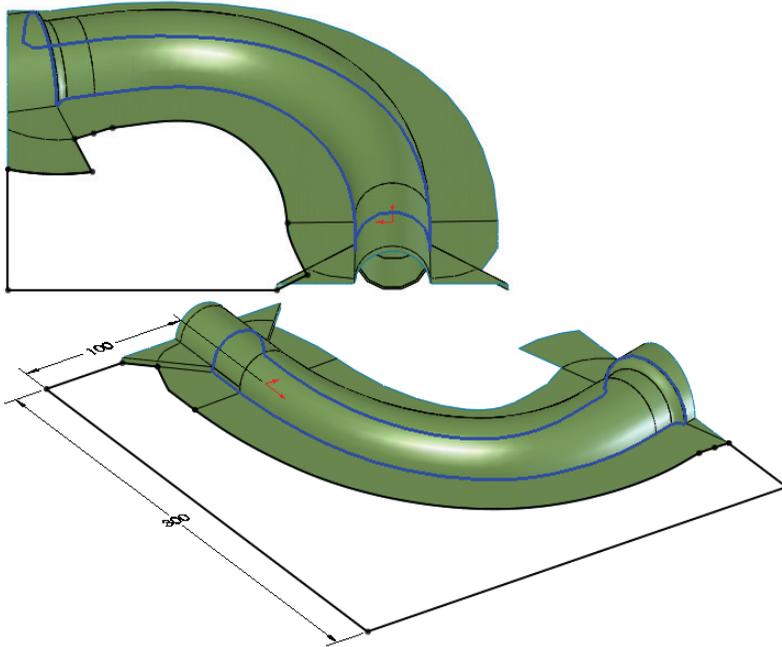
Clique em **Inserir, Superfície, Aparar**  e selecione **Padrão**. Selecione Plane3, **Manter seleções** e selecione dentro do plano. Clique em . Repita o procedimento para a extremidade oposta.



### 15 Esboços.

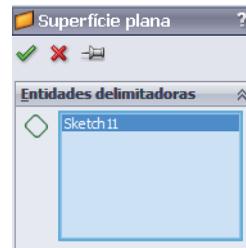
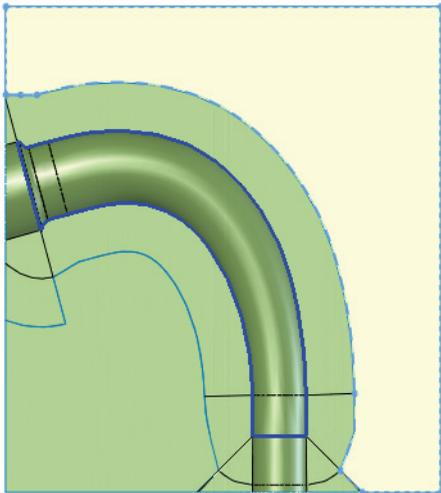
Clique com o botão direito do mouse na superfície de partição e selecione **Esboço**

 Utilizando entidades convertidas e linhas, crie os dois esboços, como mostrado. Saia de ambos os esboços.



### 16 Superfícies planas.

Clique em **Inserir, Superfície, Plana**  e selecione um esboço. Pressione **Voltar** para repetir o comando e repita o procedimento.



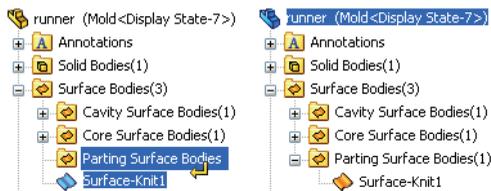
### 17 Costurar superfície.

Clique em **Inserir, Superfície, Costurar superfície**  e selecione as três superfícies. Clique em **Mesclar entidades** e em .



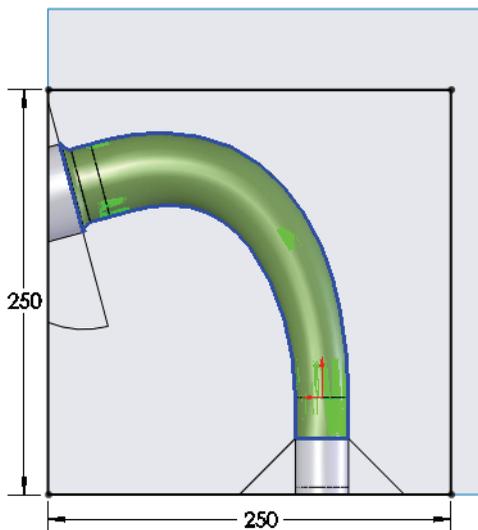
### 18 Arrastar e soltar.

Arraste e solte o corpo Surface-Knit1 na pasta Corpos de superfície de partição, como mostrado.



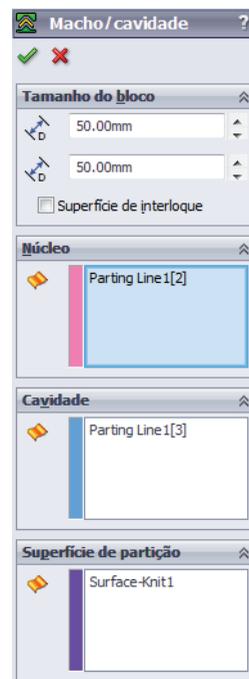
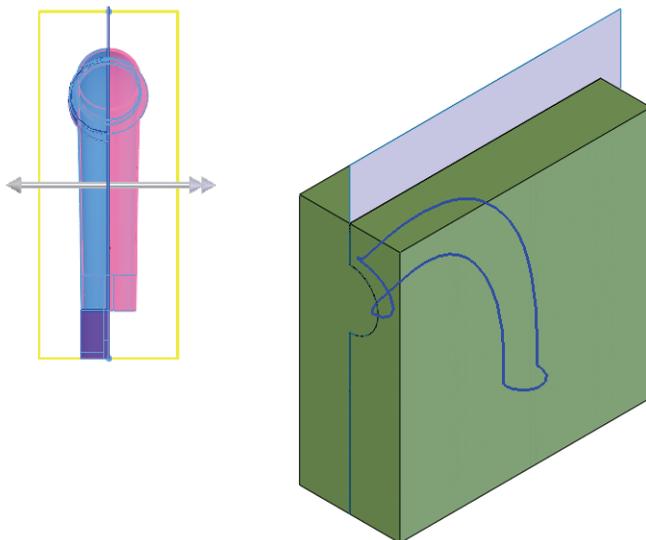
### 19 Esboço de macho/cavidade.

Clique em **Macho/cavidade**  e selecione a superfície costurada como o plano de esboço. Crie o esboço e as dimensões como mostrado.



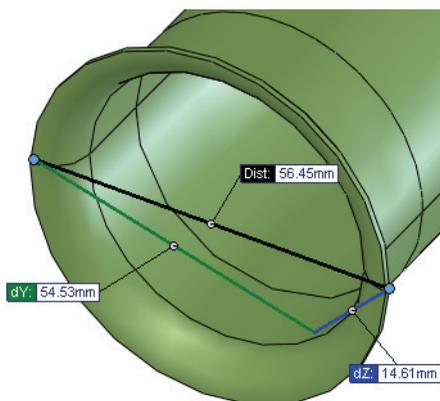
## 20 Dimensionamento de macho/cavidade.

Saia do esboço. Defina a **Profundidade na Direção 1** e a **Profundidade na Direção 2** com o valor de **50 mm**, como mostrado. Clique em .



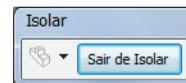
## 21 Medições de teste.

Clique com o botão direito do mouse no primeiro corpo sólido (Parting Line1) na pasta Solid Bodies e selecione **Isolar**. Clique em **Ferramentas, Medida** e meça a distância entre os pontos finais, como mostrado. A dimensão-chave é **Dist. 56,45 mm**, como mostrado.



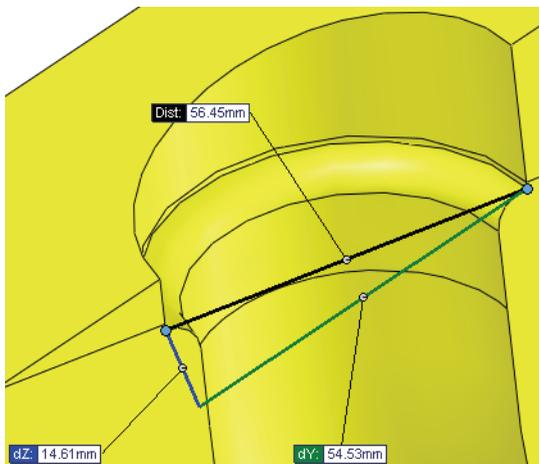
**22 Sair de Isolar.**

Clique em **Sair de Isolar** no diálogo **Isolar**.



**23 Isole o sólido com cavidade.**

Clique com o botão direito do mouse no terceiro corpo sólido na pasta **Solid Bodies** e selecione **Isolar**. A dimensão-chave é novamente **Dist. 56,45 mm** como mostrado.



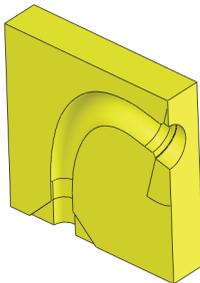
Isso mostra que as faces externas são usadas para criar o molde. Clique em **Sair de Isolar**.

## Utilizar simetria

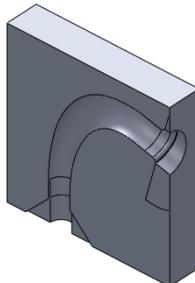
Corpos individuais podem ser salvos em novos arquivos de peça. Isso cria uma referência externa desse corpo único com o arquivo de peça.

A outra metade do molde é simétrica à atual. Ela pode ser criada usando uma peça espelhada. A peça espelhada é derivada da peça original, mas é espelhada usando um plano ou face plana.

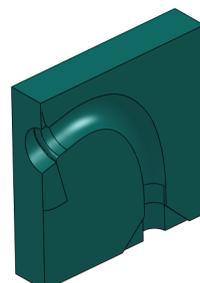
runner -> mirrored part



runner->



runner-Cav\_1->

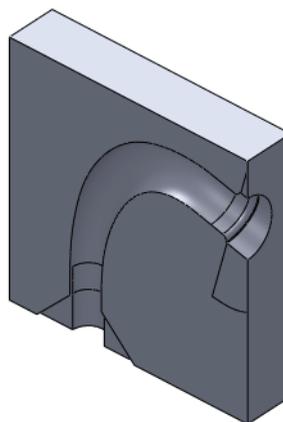
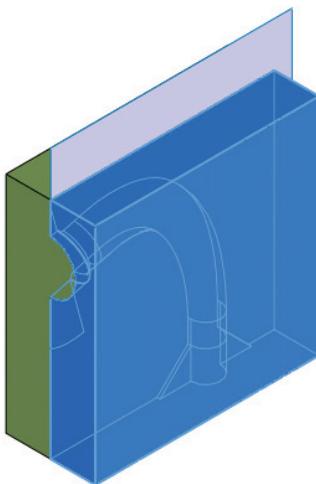


runner-Cav\_2->

**Nota:** Se o outro molde *não* for simétrico ao primeiro, um procedimento similar pode ser seguido usando seleções ligeiramente diferentes no recurso Linha de partição.

### 24 Recurso de estoque.

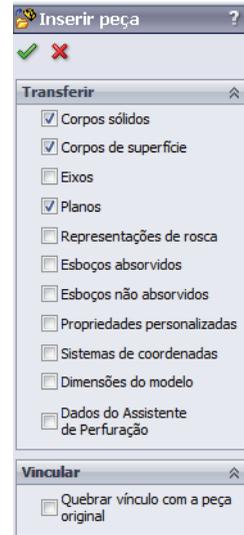
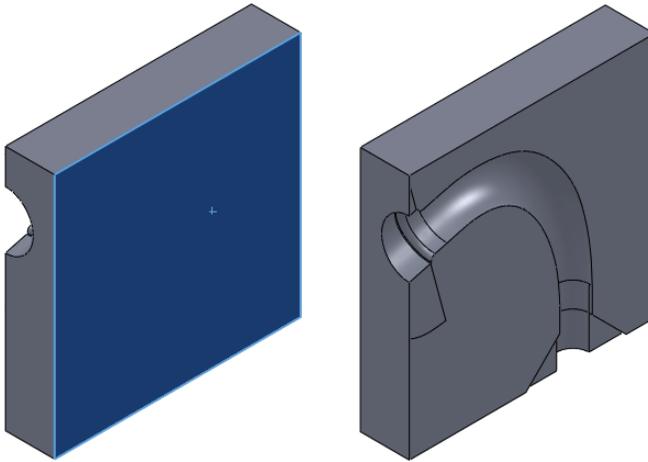
Clique com o botão direito do mouse no corpo sólido com cavidade e selecione **Inserir em nova peça**. Use o nome runner-Cav\_1. É criado o recurso de estoque Stock-runner-1.



### 25 Espelhar a peça.

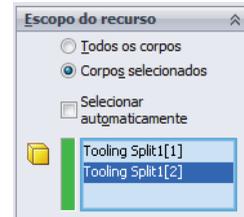
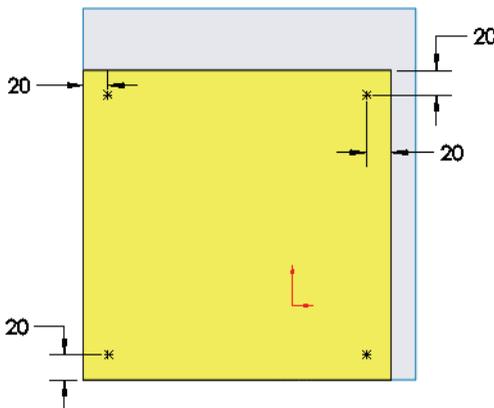
Selecione o plano Right e clique em **Inserir, Espelhar peça**. Clique em **Corpos sólidos, Corpos de superfície e Planos**. Clique em .

Use o nome runner-Cav\_2.



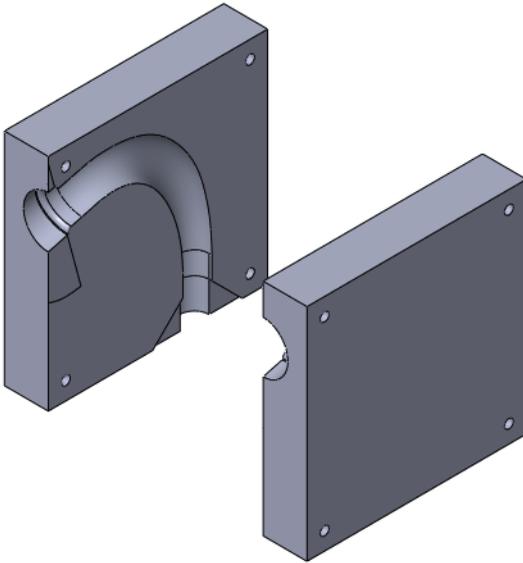
### 26 Furos.

Retorne à peça runner. Selecione a face externa e clique em **Inserir, Recursos, Furo, Assistente** . Adicione **10 mm** a todos os furos posicionados como mostrado e, em seguida, selecione os dois corpos de molde com o **Escopo do recurso**. Clique em .



**27 Nova montagem.**

Crie uma nova montagem e adicione as peças `runner-Cav_1` e `runner-Cav_2`. Os furos foram transferidos para essas peças utilizando as referências externas.



**28 Salve e feche todos os arquivos.**

## **Lição 5**

# **Análise do rotor do freio**

Após a conclusão desta lição, você estará preparado para:

- Configurar e executar uma análise térmica;
- Pós-processar os resultados térmicos;
- Configurar e executar uma análise estática;
- Aplicar carga térmica à análise estrutural;
- Pós-processar a análise estática.

## Projeto do rotor do freio

Quando um veículo está em movimento, diz-se que ele possui energia cinética. Os freios são projetados para parar o veículo através da absorção de sua energia cinética, dissipando-a sob a forma de calor.

A energia cinética de um veículo é representada pela seguinte equação:

$$KE = \frac{1}{2}mv^2$$

onde  $m$  é a massa do veículo e  $v$  é a velocidade do veículo. Se a massa do veículo ou a velocidade for elevada, isso pode representar uma grande quantidade de energia dissipada na forma de calor. O mecanismo do freio deve ser capaz de suportar as temperaturas geradas por esse aquecimento, bem como as forças incorridas durante a frenagem.

Nesta lição, vamos investigar o projeto do rotor do freio. O veículo estará se movendo na velocidade máxima e será freado até parar completamente. Primeiro, será executada uma análise térmica para calcular a distribuição de temperaturas no rotor durante a frenagem. Em seguida, será executada uma análise estática para observar o efeito da carga térmica e das forças nas pastilhas de freio.

### 1 Abra Brake Rotor Assembly.

Clique em **Arquivo, Abrir** e selecione a montagem Brake Rotor Assembly. Clique em **Abrir** para abrir a montagem.

Ative a configuração chamada **Split Line**. Ela contém o modelo com as alterações necessárias para que possamos executar a análise corretamente.

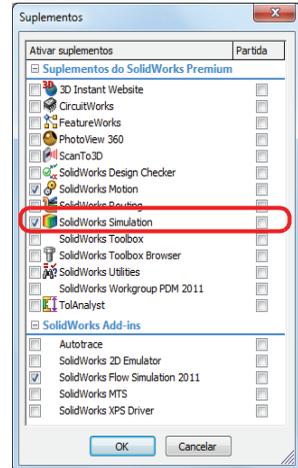


## 2 Inicie o SolidWorks Simulation.

Clique em **Ferramentas, Suplementos.**

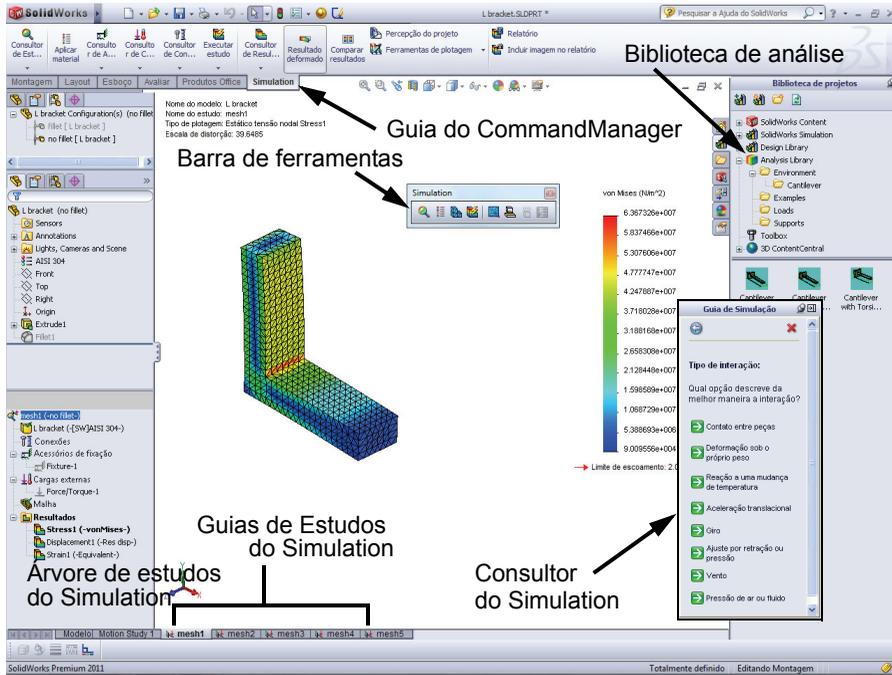
Selecione **SolidWorks Simulation.**

Clique em **OK.**



## Interface do SolidWorks Simulation

As funções do SolidWorks Simulation são acessadas da mesma forma que no SolidWorks. Quando um estudo de simulação é criado, uma árvore de estudos do Simulation aparece embaixo da árvore de projetos do FeatureManager. Cada novo estudo criado é representado por uma guia na parte inferior da tela. Assim como as funções do SolidWorks, as funções do Simulation podem ser acessadas na barra de ferramentas do Simulation, no CommandManager ou no menu suspenso **Simulation**. Além disso, as funções podem ser selecionadas clicando com o botão direito do mouse na geometria ou em itens na árvore de estudos do Simulation.



### 3 Criar um estudo.

No menu suspenso do **Simulation**, selecione **Estudo**.

Selecione **Térmico** como **Tipo**.

Digite **Temperature Distribution** como **Nome**.

Clique em .

A árvore de projetos do FeatureManager será dividida e será criada uma árvore de estudos do Simulation abaixo dela.

A configuração do estudo é realizada utilizando a árvore de estudos do Simulation.

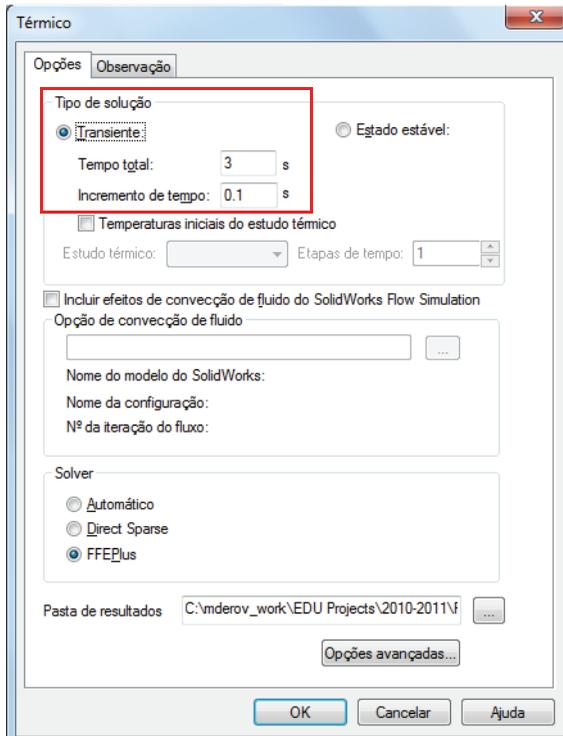


#### 4 Ajustar as propriedades do estudo.

Clique com o botão direito do mouse no nome do estudo, no topo da árvore de estudos do Simulation, e selecione **Propriedades**.

Em **Opções**, selecione **Transiente** e digite **3 seg** como **Tempo total**.

Clique em **OK**.



## Análise térmica transiente

Este modelo é executado como uma análise transiente porque queremos estudar a distribuição do calor durante a frenagem de uma velocidade de 22 m/s até a parada total. Podemos facilmente calcular o tempo até a parada calculando primeiro a força necessária para parar o veículo. Sabemos que o veículo pesa 275 kg e supomos que o coeficiente de atrito entre o asfalto e a borracha é 0,72. Para parar o veículo no menor tempo, a força de frenagem máxima não pode ser maior que a força de atrito máxima entre os pneus e o solo, que pode ser transmitida para o solo. Essa força de atrito máxima é calculada como veremos a seguir.

$$F_f = \mu \cdot m \cdot g = (0,72)(275\text{kg})\left(9,81\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) = 1942,4\text{N}$$

Agora que conhecemos a força de atrito, podemos calcular a aceleração média do carro durante a frenagem.

$$a_x = \frac{F_f}{m} = \frac{1942,4\text{N}}{275\text{kg}} = 7,06\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Finalmente, podemos calcular o tempo que leva para ele parar.

$$t = \frac{v_x}{a_x} = \frac{22\frac{\text{m}}{\text{s}}}{7,06\frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 3\text{s}$$

### 5 Aplicar o material.

Clique com o botão direito do mouse na pasta **Parts** e selecione **Aplicar material a todos**.

Selecione **Gray Cast Iron** em **Iron** como o material. Clique em **Aplicar** e em **Fechar**.

## Condições de limite térmico

O SolidWorks Simulation resolve a distribuição de temperatura no sólido utilizando as equações de condução e as condições de limite aplicadas aos limites do modelo. O SolidWorks Simulation possui várias condições de limite térmico que podem ser aplicadas a estudos térmicos.

- **Temperatura**  
Permite a definição da temperatura em determinada entidade ou corpo.
- **Convecção**  
Aplica uma condição de limite de convecção às faces selecionadas. O coeficiente de convecção e a temperatura ambiente são especificados e a perda de calor devido à convecção é calculada automaticamente.
- **Fluxo de calor**  
Aplica determinada quantidade de calor a uma face por unidade de área.
- **Potência térmica**  
Aplica determinada quantidade de calor a um vértice, aresta, face ou componente.
- **Radiação**  
Permite considerar a radiação superfície-superfície ou superfície-ambiente.

Em nosso modelo, vamos aplicar convecção a todas as faces porque todas estarão expostas ao ar. Além disso, vamos aplicar potência térmica às faces tocadas pelas pastilhas de freio.

## Convecção

Convecção é a transferência de energia térmica entre uma superfície e um fluido. A quantidade de calor transferida por condução é proporcional ao coeficiente de convecção,  $h$ , à área da superfície,  $A$ , e à diferença de temperatura entre a superfície e o fluido circundante.

$$Q_{convection} = hA(T_s - T_f)$$

Nesta lição, vamos supor um coeficiente de convecção de  $90 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$  e temperatura ambiente de  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , todos valores aproximados. Os coeficientes de convecção e a temperatura ambiente reais poderiam ser calculados executando uma análise CFD no SolidWorks Flow Simulation ou através de experimentos.

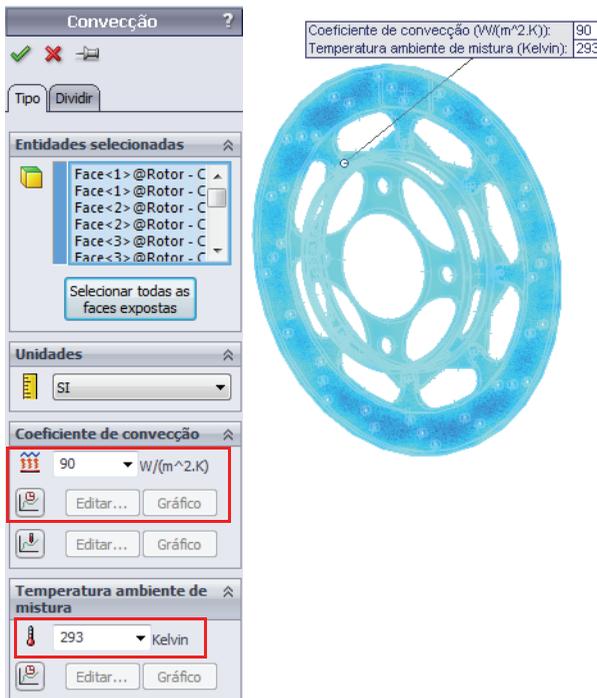
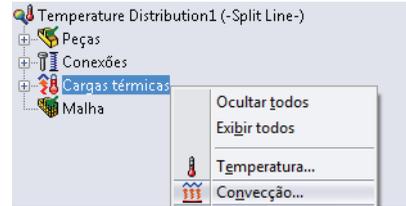
## 6 Aplicar a carga térmica.

Clique com o botão direito do mouse em Cargas térmicas na árvore do estudos do Simulation e selecione **Convecção**.

Selecione **Selecionar todas as faces expostas** no PropertyManager de Convecção. Isso seleciona todas as faces expostas para a condição de limite de convecção.

Digite **90 W/m<sup>2</sup>.K** como **Coefficiente de convecção**.

Digite **293 Kelvin** como **Temperatura volumétrica ambiente**.



## 7 Edite a curva de tempo.

Clique em **Usar curva de tempo** e selecione **Editar**.

A coluna **X** denota o tempo e a coluna **Y**, o fator de multiplicação que será aplicado ao coeficiente de convecção digitado.

Digite **(0, 1)** e **(3, 1)** na tabela. Isso representa a convecção sempre ATIVADA.

Clique em **OK**.

Informações da curva

Nome Curva de tempo

Forma Definido pelo usuário

Visualização

Dados da curva

Unidades sec N/A

Ponto	X	Y
1	0	0
2	3	1

Obter curva...

Salvar curva...

Exibir

Tempo final = 3 s

OK Cancelar Ajuda

Clique em .

**Nota:** Semelhante às cargas dependentes do tempo usando curvas de tempo, qualquer carga térmica pode ser tornada dependente da temperatura usando curvas de temperatura. As soluções que adotam curvas de temperatura são muito mais demoradas por causa das iterações de convergência, pois cada elemento finito pode gerar um nível diferente de potência térmica com base em sua temperatura média.

## Potência térmica

Quando o veículo é freado, o rotor está girando e as pastilhas de freio estão em atrito com a superfície do rotor, criando atrito e potência térmica. Grande parte da energia cinética do carro está sendo transformada em energia térmica através das pastilhas de freio. A potência térmica será aplicada aos rotores do freio na área onde as pastilhas tocam.

A potência térmica pode ser calculada a partir da energia cinética do carro. Se supormos que a massa do carro é 275 kg e ele se desloca a 25 m/s, sua energia cinética é a seguinte:

$$KE = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}(275\text{kg})\left(22\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 66,55\text{kJ}$$

Se supormos que toda essa energia cinética é transformada em energia térmica durante uma frenagem que dura 3 segundos, podemos calcular a potência térmica.

$$\text{HeatPower} = \frac{KE}{\Delta t} = \frac{66,55\text{kJ}}{3\text{s}} = 22,18\text{kW}$$

Como vamos analisar apenas uma pastilha e cerca de 60% da massa do veículo está localizada na parte frontal, a potência térmica é reduzida.

$$\text{HeatPower} = \frac{42,95\text{kW}(0,60)}{2} = 6,66\text{kW}$$

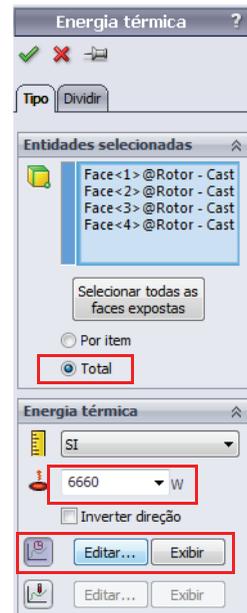
### 8 Aplicar a carga térmica.

Clique com o botão direito do mouse em **Cargas térmicas** na árvore do estudos do Simulation e selecione **Potência térmica**.

Selecione as quatro faces do rotor onde as pastilhas tocam.

Digite **6.660 W** como a **Potência térmica**.

Selecione **Total**.



## 9 Editar a curva de tempo.

Clique em **Usar curva de tempo** e selecione **Editar**.

A coluna **X** denota o tempo e a coluna **Y**, o fator de multiplicação que será aplicado à potência térmica digitada.

Digite **(0,1)** e **(3,1)** na tabela. Isso representa a potência térmica sempre **ATIVADA**.

Clique em **OK**.

Informações da curva

Nome Curva de tempo

Forma Definido pelo usuário

Dados da curva

Unidades sec N/A

Ponto	X	Y
1	0	0
2	3	1

Obter curva...

Salvar curva...

Exibir

Tempo final =3 s

OK Cancelar Ajuda

Clique em .

## 10 Temperatura inicial.

Clique com o botão direito do mouse em **Cargas térmicas** na árvore de estudos do Simulation e selecione **Temperatura**.

Selecione **Temperatura inicial**.

Selecione a montagem na árvore de projetos flyout do FeatureManager.

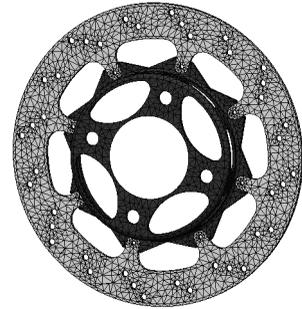
Digite **25 C** como **Temperatura**.

Clique em .

### 11 Aplicar malha ao modelo.

Clique com o botão direito do mouse em **Mesh** na árvore de estudos do Simulation e selecione **Criar malha**.

Clique em .



### 12 Executar o estudo.

Clique em **Executar** no menu suspenso do Simulation.

**Nota:** O estudo deve levar vários minutos para ser executado. Um cálculo é realizado em cada etapa de tempo, conforme especificado nas propriedades do estudo. Os resultados ficam disponíveis para cada etapa de tempo realizada.

**Dica:** Tenha cuidado ao especificar a magnitude da etapa de tempo para que seja obtida a resolução precisa de sua curva de carga.

## Pós-processamento

Não vamos tratar das diversas opções de pós-processamento associadas à análise térmica transiente.

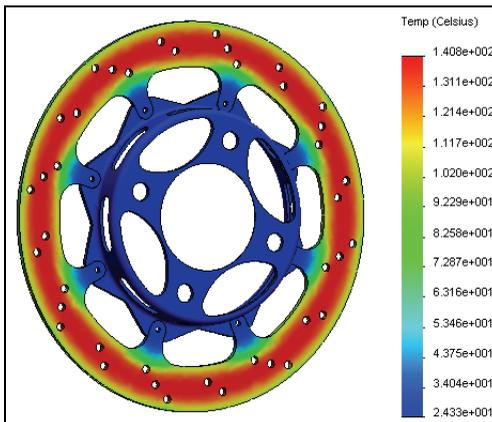
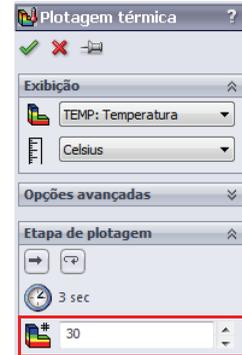
### 13 Plotar a distribuição de temperatura.

Clique com o botão direito do mouse na plotagem **Thermal1** da distribuição de temperatura e selecione **Editar definição**.

Altere as **Unidades** para **Celsius**.

Certifique-se de que a **Etapa de tempo** esteja definida como **30**.

Clique em .



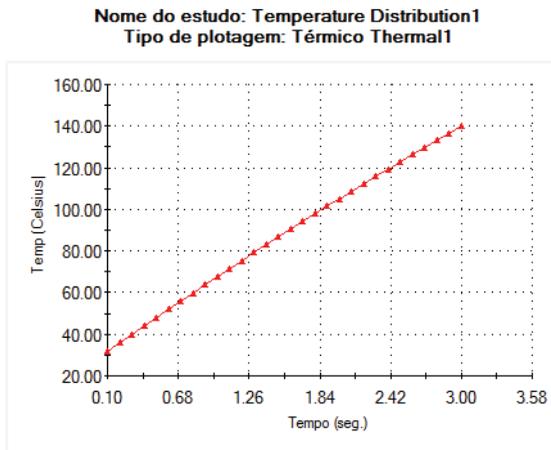
#### 14 Sonda.

Clique com o botão direito do mouse na plotagem de temperatura na pasta Results e selecione **Sonda**.

Selecione qualquer local no rotor do freio.

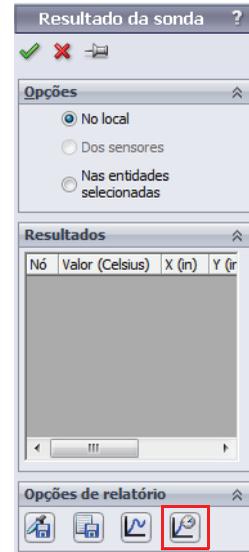
Clique no botão **Resposta**  em **Opções de relatório**.

Será exibida uma plotagem da temperatura em função do tempo.



Clique em .

**Nota:** Você pode fazer isso com qualquer plotagem criada em uma análise térmica transiente.



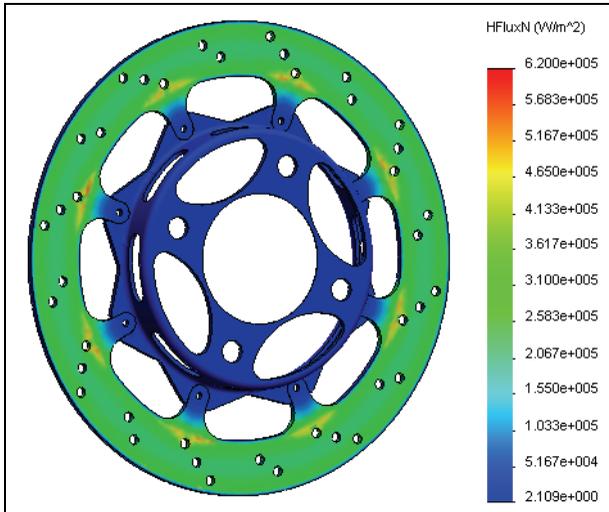
### 15 Plotar fluxo de calor resultante.

Clique com o botão direito do mouse em **Results** na árvore de estudos do Simulation e selecione **Definir plotagem térmica**.

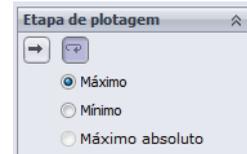
Selecione **HFLUXN: Fluxo de calor resultante** como o **Componente**.

Certifique-se de que a **Etapas de tempo** esteja definida como **30**.

Clique em .



**Dica:** Você também pode selecionar Limites da plotagem em todas as etapas do menu Etapa de plotagem. Isso verificará todas as etapas de tempo da solução e plotará os valores máximos ou mínimos.



**Nota:** Você também pode plotar o gradiente de temperatura. Além disso, você pode plotar os componentes direcionais de cada quantidade do resultado térmico. Recomendamos que você tente realizar essas plotagens.

## Estudo estático

Agora, conhecemos a distribuição de temperatura após o veículo frear de 22 m/s até parar completamente. Esta distribuição de temperatura será transferida para nosso estudo estático como uma condição de carga térmica, sendo permitido que o material expanda ou contraia como resultado da distribuição de temperatura. Além disso, vamos empregar uma condição de carga para simular a carga que a pastilha de freio aplicaria ao rotor. Queremos assegurar que a pastilha de freio não se deforme significativamente durante esta situação extrema de frenagem.

## 16 Criar um estudo.

No menu suspenso do **Simulation**, selecione **Estudo**.

Selecione **Estático** como **Tipo**.

Digite Thermal Stress como **Nome**.

Clique em .

## 17 Aplicar o material.

Clique com o botão direito do mouse na pasta **Parts** e selecione **Aplicar material a todos**.

Selecione **Gray Cast Iron** em **Iron** como o material. Clique em **Aplicar** e em **Fechar**.

**Dica:** Você também pode copiar os materiais do estudo térmico selecionando a pasta **Parts** no estudo térmico e, em seguida, arrastando-a e soltando-a no estudo estático. Outros parâmetros de estudo podem ser copiados de forma semelhante.

## Propriedades de material dependentes de temperatura

As propriedades do material são muitas vezes dependentes da temperatura. Você pode tornar as propriedades do material dependentes da temperatura no SolidWorks Simulation, criando um material com definição personalizada e selecionando **Dependente da temperatura** abaixo de onde você insere o valor do parâmetro.

## Acessórios de fixação

Os acessórios de fixação no estudo representam como a estrutura é conectada no mundo real. É sempre melhor escolher o tipo de acessório que melhor represente a fixação no mundo real. Os seguintes tipos de acessórios de fixação estão disponíveis no SolidWorks Simulation:

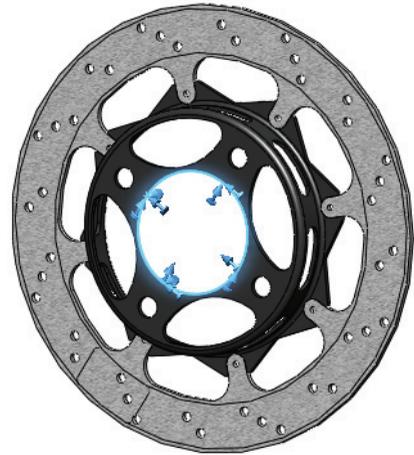
- **Geometria fixa**  
Fixa todos os graus de liberdade. Também conhecida como um suporte rígido.
- **Rolagem/Deslizamento**  
Especifica que uma face plana pode se mover livremente no plano, mas restrita à normal a esse plano.
- **Articulação fixa**  
Pode ser aplicada a uma face cilíndrica e só permite o movimento em torno do eixo da face cilíndrica.
- **Acessórios de fixação avançados**  
Permite diferentes tipos de restrição em várias direções. Analise o menu de ajuda para investigar esses tipos.

### 18 Aplicar acessórios de fixação.

Clique com o botão direito do mouse em **Fixtures** na árvore de estudos do Simulation e selecione **Geometria fixa**.

Selecione a face no diâmetro interno do cubo do rotor, onde seria montado um eixo.

Clique em .



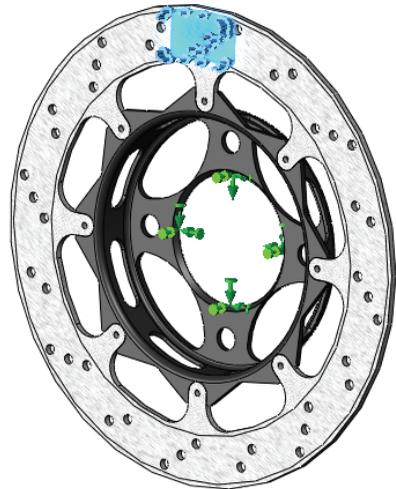
**Nota:** Estamos aplicando uma restrição rígida ao local de montagem do eixo. Isso permite supor que o eixo não se deformará sob qualquer carga aplicada transferida através deste local de montagem. Neste exemplo, estamos supondo que o eixo é muito mais rígido que o cubo do rotor. Se considerássemos a deformação do eixo, seria necessário incluí-lo na análise.

### 19 Aplicar acessórios de fixação.

Clique com o botão direito do mouse em **Fixtures** na árvore de estudos do Simulation e selecione **Rolagem/Deslizamento**.

Selecione a face dividida em um lado do rotor, onde a pastilha de freio entra em contato com o rotor.

Clique em .



## Discussão

Normalmente, as pinças de freio são projetadas de tal forma que uma pastilha aplica uma carga ao rotor para empurrá-lo de encontro à outra pastilha. Com esta restrição, estamos simulando a pastilha estacionária e supondo que ela não se deformará sob carga. Vamos agora aplicar a carga.

## Aplicar carga

Como nos acessórios de fixação, a carga em sua estrutura deve representar melhor as condições de carga em serviço. Os seguintes tipos de carregamento estrutural estão disponíveis no SolidWorks Simulation:

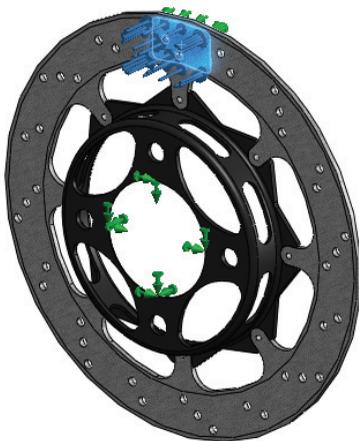
- **Força**  
Aplica força a uma aresta, face ou vértice na direção definida pela geometria de referência.
- **Torque**  
Aplica torque em torno de um eixo de referência.
- **Pressão**  
Aplica pressão a uma face.
- **Gravidade**  
Aplica aceleração linear a peças ou montagens.
- **Força centrífuga**  
Aplica uma velocidade angular e aceleração.
- **Carga do rolamento**  
Definida entre as faces cilíndricas em contato.

### 20 Aplicar carga.

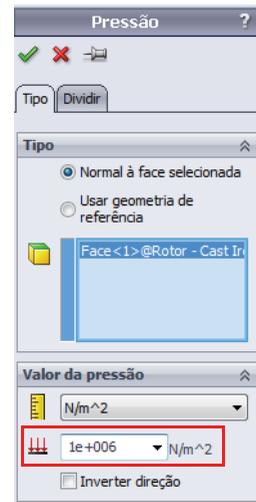
Clique com o botão direito do mouse em **External Loads** na árvore de estudos do Simulation e selecione **Pressão**.

Selecione a face dividida, onde a pastilha de freio é comprimida contra o rotor.

Digite **1e6 N/m<sup>2</sup>** como **Valor da pressão**. Este valor pode ser conhecido a partir de experimentos.



Clique em .



## Força de frenagem

Além da carga aplicada ao rotor através da pastilha de freio, existe também um componente de atrito da força de frenagem na direção circunferencial. Se conhecemos a carga normal aplicada ao suporte (1 MPa) e o coeficiente de atrito entre o rotor e as pastilhas (0,6), a força de atrito pode ser calculada utilizando a área da aplicação da pastilha.

$$F_f = \mu \cdot F_N = (0,6) \cdot \left(1 \times 10^6 \frac{N}{m^2} \cdot 8,2781 \times 10^{-4} m^2\right) = 497 N$$

**Nota:** O coeficiente de atrito entre o bloco e o rotor pode variar muitas vezes, dependendo da temperatura. Usando 0,6 como coeficiente de atrito é uma simplificação para este exemplo.

### 21 Aplicar carga.

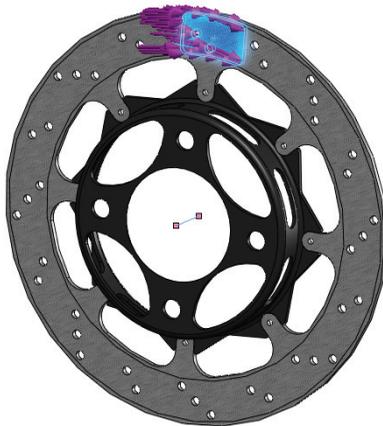
Clique com o botão direito do mouse em **External Loads** na árvore de estudos do Simulation e selecione **Força**.

Selecione as duas faces divididas no rotor, onde as pastilhas de freio fazem contato.

Selecione **Direção selecionada**.

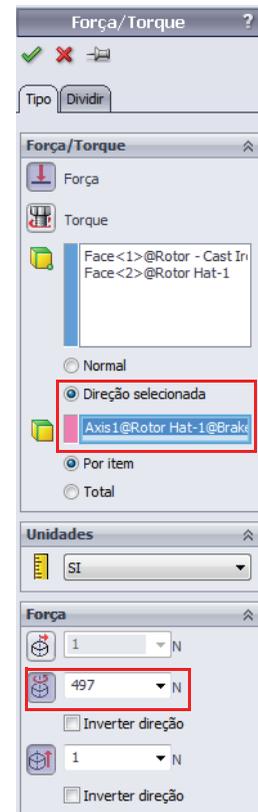
Selecione **Axis1** da peça **Rotor Hat** como referência.

Selecione a direção **Circunferencial** e digite **497 N**.



Clique em .

**Nota:** Quando um eixo é selecionado como referência, o sistema de coordenadas muda para o sistema de coordenadas cilíndricas e a carga pode ser aplicada circunferencialmente.



## Carga térmica

Agora que as cargas estruturais foram aplicadas, devemos aplicar a carga térmica. Queremos aplicar a quantidade máxima de carga térmica verificada na frenagem. Esta, é claro, é a distribuição de temperatura ao final da frenagem. As temperaturas calculadas no estudo térmico são transferidas para o estudo estático, e o material será capaz de responder às mudanças de temperatura. Isso provoca um deslocamento adicional e faz com que tensões térmicas se desenvolvam na estrutura.

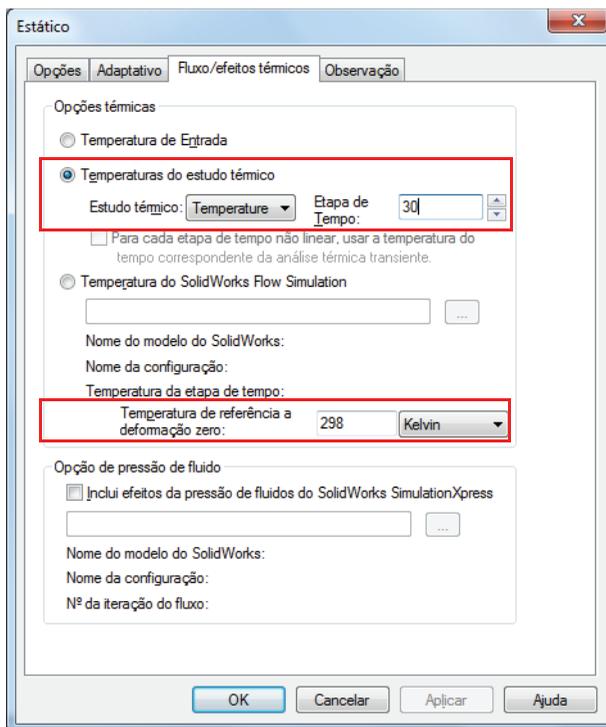
### 22 Ajustar as propriedades do estudo.

Clique com o botão direito do mouse no nome do estudo, no topo da árvore de estudos do Simulation, e selecione **Propriedades**.

Selecione a guia **Fluxo/efeitos térmicos**.

Selecione **Temperaturas do estudo térmico** e selecione **Distribuição de temperatura**, **Etapa de tempo 30** como o estudo térmico.

Digite **298 Kelvin** como a **Temperatura de referência com deformação zero**.



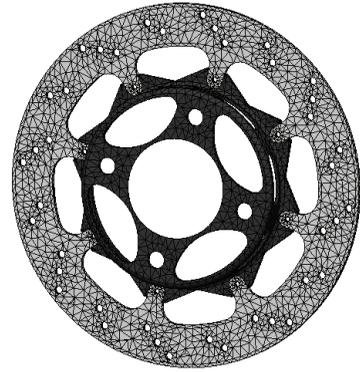
Clique em **OK**.

A carga **Thermal** aparecerá na pasta **External Loads**.

### 23 Aplicar malha ao modelo.

Clique com o botão direito do mouse em **Mesh** na árvore de estudos do Simulation e selecione **Criar malha**.

Clique em .



### 24 Executar o estudo.

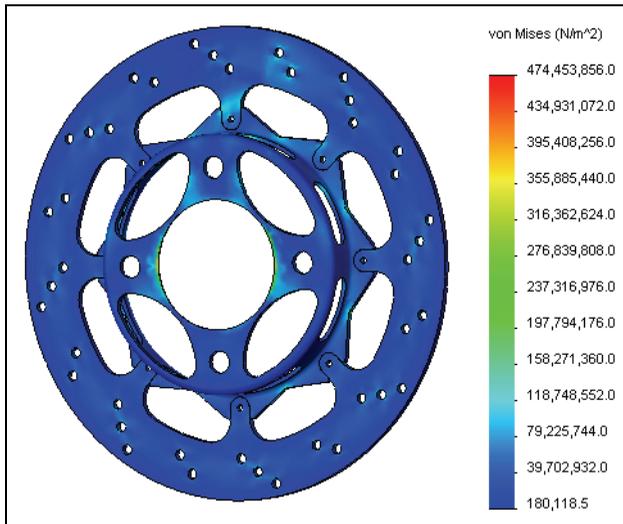
Clique em **Executar** no menu suspenso do Simulation.

## Pós-processamento

Vamos aprender agora as diversas opções de pós-processamento disponíveis para estudos estáticos.

### 25 Plotagem de tensão.

Ative a plotagem **Stress1** clicando nela duas vezes na pasta **Results**. Ela é uma plotagem da tensão de von Mises no modelo.



## Editar plotagens

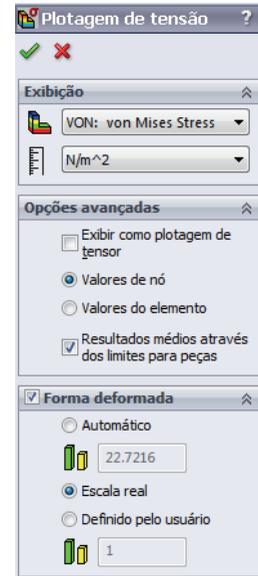
Para editar uma plotagem, clique com o botão direito do mouse na plotagem e selecione **Editar definição**.

A caixa de diálogo **Exibição** permite especificar um componente de tensão e as unidades.

**Opções avançadas** permite optar pela plotagem do valor de um **Nó** ou **Elemento**. Para valores nodais, as médias das tensões são calculadas e exibidas nos nós. Para valores de elementos, são calculadas as médias das tensões em um determinado elemento; em seguida, o elemento recebe essa média e é exibido.

A opção **Exibir como plotagem de tensor** permite plotar a orientação e a magnitude das tensões.

O diálogo **Forma deformada** permite mostrar a forma deformada e escolher a escala da janela de gráficos.

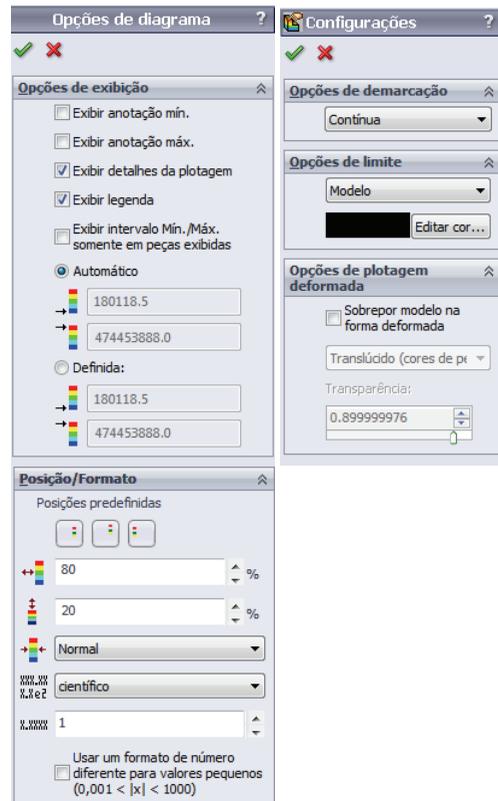


## Opções de diagrama

As opções de diagrama podem ser acessadas clicando com o botão direito do mouse na plotagem e selecionando **Opções de diagrama**, ou clicando duas vezes na legenda. As opções de diagrama controlam as anotações e outras opções, incluindo cor, tipo de unidades (científica, flutuante, etc.) e número de casas decimais mostradas na legenda.

## Configurações

As configurações de plotagem podem ser acessadas clicando na plotagem e selecionando **Configurações**. Elas são usadas para controlar várias opções de exibição.

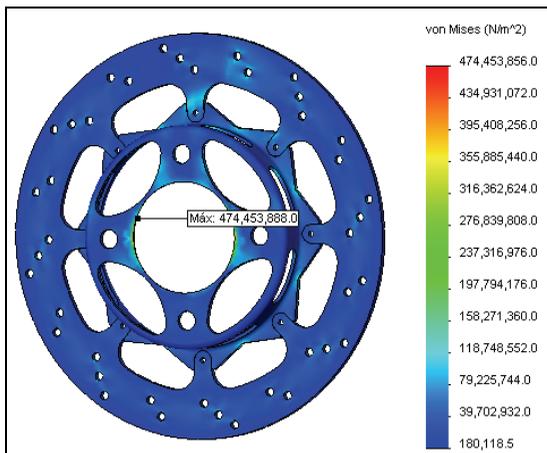


## 26 Exibir o máximo do modelo.

Clique com o botão direito do mouse na plotagem e selecione **Opções de diagrama**.

Clique em **Exibir anotação máx.**.

Clique em .

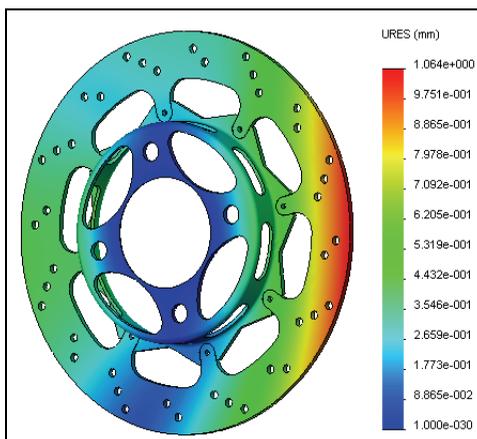


## Discussão

Observe que o máximo ocorre em um canto agudo, onde a malha é bastante grossa. Se as tensões forem de interesse nesse local, seria necessário aplicar um refinamento de malha significativo. Além disso, esta pode ser uma área de tensão singular devido a condições de limite e canto agudo. Se esse fosse o caso, o valor da tensão poderia ser ignorado.

## 27 Fazer a plotagem dos deslocamentos.

Clique duas vezes na plotagem Displacement1 para exibir a plotagem de deslocamento.



## **Conclusões**

Nesta lição, analisamos um rotor de freio. Aprendemos a configurar e executar um estudo térmico e um estudo estático. Aprendemos também algumas opções de pós-processamento disponíveis no SolidWorks Simulation.

Para realizar esta análise, fizemos algumas suposições significativas. Primeiro de tudo, a convecção foi suposta como uma constante de  $90 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$  em toda a análise. Essa é uma suposição um pouco agressiva pois, à medida que o carro diminui de velocidade, existe menos fluxo de ar sobre o rotor e, portanto, menos perda de calor devido à convecção. Como mencionado anteriormente, o SolidWorks Flow Simulation poderia ser usado para calcular as áreas de convecção em torno do rotor com mais exatidão.

Outra suposição adotada neste modelo é que a potência térmica é aplicada a toda a superfície do rotor, em vez de apenas no local de contato das pastilhas. Na realidade, a potência térmica é gerada apenas no local de contato das pastilhas e, com o movimento do carro, esse local gira em torno de toda a superfície do rotor. Ao aplicá-la em toda a superfície do rotor, “espalhamos” a potência térmica por toda a superfície, o que poderia ser considerado uma suposição conservadora. Você poderia imaginar uma maneira de aplicar a potência térmica de forma a corresponder melhor ao modelo real?

Foram feitas suposições adicionais para neste modelo, como coeficiente de atrito, propriedades do material e condições de limite estrutural. Portanto, esta análise deve servir como uma primeira aproximação, exigindo testes ou investigações adicionais para que se possam obter resultados mais conclusivos.

## **Lição 6**

# **Análise de uma estrutura**

Após a conclusão desta lição, você estará preparado para:

- Configurar uma análise utilizando elementos de viga;
- Criar elementos da treliça;
- Calcular a rigidez torcional de sua estrutura;
- Pós-processar resultados em coordenadas cilíndricas;
- Definir diagramas de cisalhamento e de momento em vigas;
- Avaliar o projeto da estrutura.

## Rigidez torcional

A rigidez torcional é definida como a resposta torcional (definida por um determinado ângulo de deflexão) de uma estrutura submetida a carga de torque. A ilustração à direita mostra a deformação de uma estrutura devido à aplicação de uma carga de torque. A rigidez torcional seria matematicamente formulada da seguinte maneira:



$$\text{Torsional Rigidity} = \frac{\text{Torque Load}}{\text{Angular Deflection}}$$

Com relação ao projeto da estrutura, a rigidez torcional é uma característica importante do veículo por várias razões. Como veremos, a regra prática geral para a rigidez torcional é “quanto mais rígido, melhor.”

Imagine que você colocou rodas em um colchão e vai tentar dirigi-lo em uma estrada cheia de curvas. Um carro-colchão, como você pode imaginar, não iria lidar bem com as cargas laterais e seria muito difícil manter as rodas no chão. A rigidez torcional afeta significativamente a dirigibilidade de um carro.

A carga lateral de um veículo é aplicada em dois locais: na estrutura e na suspensão. Agora, considere ajustar a rigidez torcional do carro para dirigir em diferentes tipos de estradas. A suspensão pode ser ajustada, mas a estrutura não. O ideal é que a suspensão suporte a maior parte da carga lateral. Ajustar a rigidez da suspensão determina como o carro trata diferentes tipos de carga. Se a carga for suportada pela estrutura, será muito difícil ajustar a rigidez torcional do carro.

Nesta lição, vamos utilizar o SolidWorks Simulation para avaliar a rigidez torcional do projeto de uma estrutura. E, talvez o mais importante, também vamos avaliar como as alterações no projeto afetam a rigidez torcional (ou seja, este projeto é mais rígido ou mais flexível que o anterior?).

## Tipos de elemento

Até aqui, utilizamos o SolidWorks Simulation para analisar as características térmicas e estruturais de nosso rotor de freio usando elementos sólidos. Os elementos sólidos funcionaram bem na análise do rotor porque a estrutura era relativamente espessa e nosso computador tinha os recursos necessários para aplicar a malha e executar a análise.

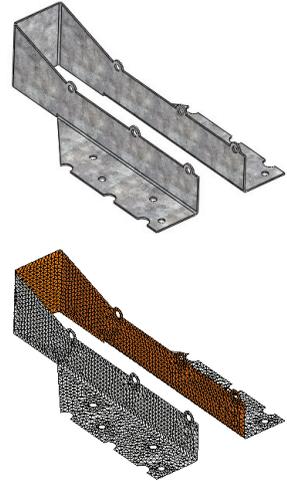
Nesta lição, vamos analisar a estrutura que modelamos na lição anterior. Poderíamos usar elementos sólidos nesta análise, entretanto veremos outro tipo de elemento que permitirá simplificar muito nossos cálculos.

## Elementos de casca

Quando a estrutura se torna fina em uma direção, como em uma peça de chapa metálica, o SolidWorks Simulation pode usar elementos de casca para simplificar significativamente os cálculos. O elemento de casca no SolidWorks Simulation é um elemento bidimensional triangular. Cada nó do elemento de casca possui seis graus de liberdade (3 translacionais, 3 rotacionais), permitindo que os nós transfiram momentos. A espessura da geometria é levada em conta automaticamente na formulação do elemento.

Os elementos de casca podem ser criados no SolidWorks Simulation das seguintes maneiras:

- Os elementos de casca são criados automaticamente no SolidWorks Simulation quando uma peça de chapa metálica é utilizada.
- Se existir alguma geometria de superfície na peça, o SolidWorks Simulation também as reconhece automaticamente como elementos de casca.
- Para definir manualmente os elementos de casca, clique com o botão direito do mouse no corpo sólido na pasta **Parts** da árvore de estudos do Simulation e selecione **Definir casca pela seleção de faces**.

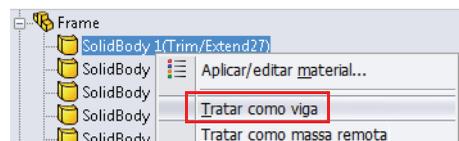
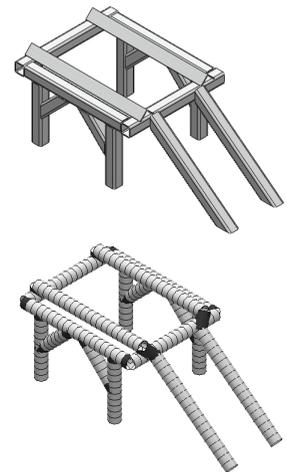


## Elementos de viga

O elemento de viga é outro tipo de elemento estrutural disponível no SolidWorks Simulation. Ele é um elemento unidimensional com dois nós. Assim como as cascas, cada nó de um elemento de viga possui seis graus de liberdade. As características da seção transversal da viga são levadas em conta na formulação do elemento. Essas características são calculadas automaticamente no software, simplificando a configuração do modelo significativamente.

Os elementos de viga podem ser criados no SolidWorks Simulation das seguintes maneiras:

- Os elementos de viga são criados automaticamente no SolidWorks Simulation quando uma peça de soldagem é utilizada.
- Clique com o botão direito do mouse no corpo sólido na pasta **Parts** da árvore de estudos do Simulation e selecione **Tratar como viga**.



## Preparação para a análise

Conforme discutido anteriormente, o primeiro passo do processo de análise é simplificar o modelo. É necessário ter cuidado na simplificação do modelo para não remover algo que poderia ter efeito significativo nos resultados.

### 1 Abra **Frame**.

Clique em **Arquivo, Abrir** e selecione a peça **Frame**. Clique em **Abrir** para abrir a peça.

Esta é a peça **Frame** criada na lição anterior.

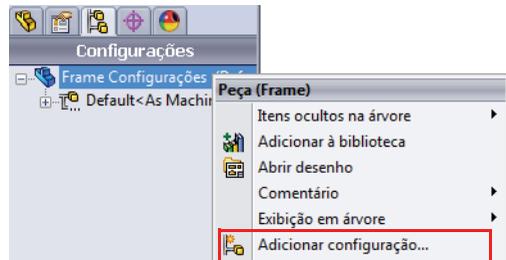
**Dica:** O modelo utilizado para análise de elementos finitos é frequentemente simplificado a partir de seu estado de produção final. Portanto, muitas vezes é benéfico ter várias configurações do modelo, umas para análise e outras para produção.

### 2 Adicionar uma configuração.

No ConfigurationManager, clique com o botão direito do mouse na peça e selecione **Adicionar configuração**.

Digite **FEA** como **Nome da configuração**.

Clique em .



A nova configuração será criada e ativada no ConfigurationManager. Agora podemos suprimir os elementos indesejados em nossa peça, desnecessários na análise.

Além disso, pode haver recursos cuja supressão deve ser cancelada que não fazem parte do modelo final, mas que são necessários para a análise.

**Nota:** Neste modelo, estamos analisando uma peça. Se estivéssemos analisando uma montagem, seria necessário criar configurações alternativas no nível de peça, tornando essas configurações ativas ou inativas na configuração separada no nível de montagem.

### 3 Suprimir recursos.

Na lição anterior, os locais de montagem foram criados para a suspensão e o motor. Na análise, estes não terão qualquer efeito sobre a rigidez torcional do veículo.

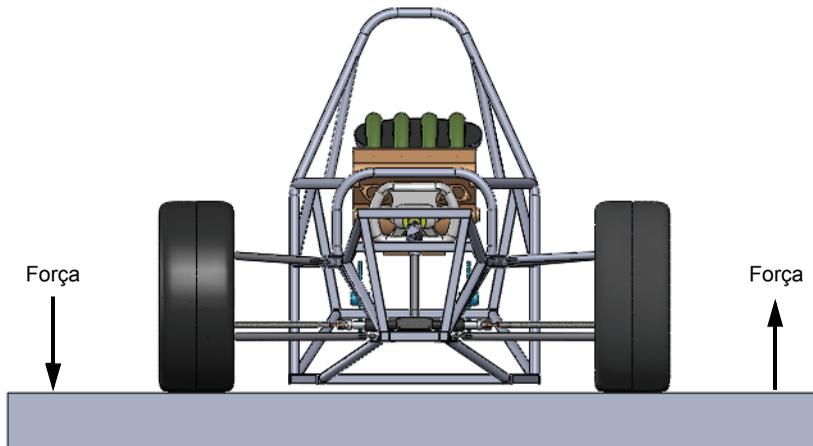
Clique com o botão direito do mouse na pasta **Tab**s e selecione **Suprimir**.

Clique com o botão direito do mouse no recurso **EngineMount** e selecione **Suprimir**.

## Projeto experimental

É importante, ao preparar um modelo de elementos finitos, considerar a representação física de o que você está tentando analisar. As cargas e os acessórios de fixação serão aplicados ao modelo com base na representação mais exata do modelo físico. Essas condições de limite introduzem suposições ao modelo, sendo fundamental que tais suposições sejam compreendidas e razoáveis em termos de o que o modelo está tentando realizar.

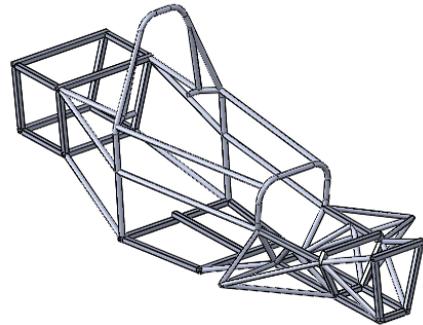
Há uma série de técnicas para medir experimentalmente a rigidez torcional. Nesta simulação, vamos tentar representar com mais exatidão o experimento na configuração da análise. Neste experimento, as rodas dianteiras e traseiras são montadas em vigas, e os componentes da suspensão são considerados fixos, de modo que toda a carga aplicada seja transferida para a própria estrutura. A traseira do veículo é mantida estacionária (fixa), enquanto uma carga é aplicada à viga com as rodas da frente para simular o torque, como mostrado na figura abaixo.



**Nota:** Nossa análise será configurada com relação a este método para medir a rigidez torcional. Outros métodos existem, e você talvez queira projetar sua análise de acordo com a configuração física do experimento para comparar os resultados corretamente.

#### 4 Cancelar a supressão de recursos.

Neste modelo, a suspensão não foi incluída na análise. Precisamos de um local para aplicar a carga de torque e um local para medir o deslocamento angular a fim de calcular a rigidez torcional. Para isso, componentes de viga foram criados para conectar a estrutura ao local onde a roda é montada.



Clique com o botão direito do mouse na pasta **Rigid\_Supports** e selecione **Cancelar supressão**.

Agora, estamos prontos para iniciar a análise. Certifique-se de que o suplemento SolidWorks Simulation está ativo no menu **Ferramentas, Suplementos**.

#### 5 Criar um estudo.

No menu suspenso do **Simulation**, selecione **Estudo**.

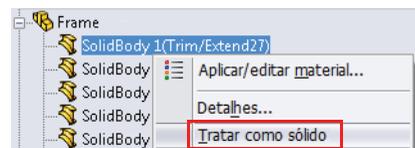
Selecione **Estático** como **Tipo**.

Digite **Torsional Rigidity** como **Nome**.

Clique em .

### Malha de viga

Como mencionado anteriormente, os recursos de soldagem são automaticamente tratados como elementos de viga no SolidWorks Simulation. Se quiser elementos sólidos para análise, clique com o botão direito do mouse na árvore de estudos do Simulation e selecione **Tratar como sólido**.



#### 6 Examine a pasta **Frame**.

A pasta **Frame** deve conter corpos sólidos que receberão malha como vigas. Você pode perceber que serão vigas por causa do ícone de viga  ao lado do nome do corpo.



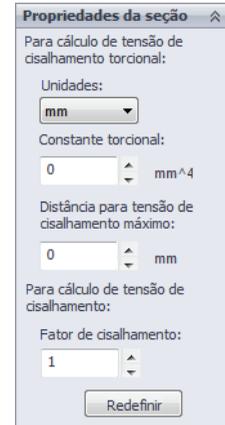
Qualquer corpo sólido que deva receber malha como sólido deve ser excluído da análise. Para isso, clique com o botão direito do mouse no corpo sólido e selecione **Excluir da análise**.

## Propriedades da seção

Já mencionamos que todas as características da seção transversal da viga são automaticamente levadas em consideração pelo SolidWorks Simulation. As propriedades da seção transversal não calculadas automaticamente são as constantes de cisalhamento torcional e de cisalhamento devido ao cálculo de flexão. Essas constantes devem ser inseridas manualmente, caso essa informação seja exigida pela análise. Para inserir as constantes, clique com o botão direito do mouse na viga e selecione **Editar definição**.

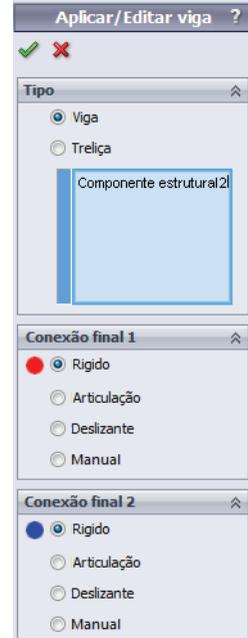
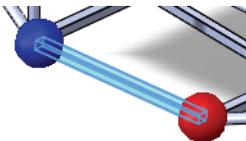
Os contatos necessários para o cálculo de cisalhamento torcional são os seguintes:

- **Constante torcional, K**  
O valor da constante torcional pode ser calculado ou obtido na literatura.
- **Distância para cisalhamento máximo**  
A distância do centro da seção até o ponto de cisalhamento torcional máximo.
- **Fator de cisalhamento**  
Razão entre a área efetiva sob cisalhamento e a área da seção transversal da viga. A quantidade é calculada em ambas as direções da seção transversal.



## Condições nas extremidades

Na extremidade de cada viga, existe um nó que se conecta a outra junta de viga ou a uma condição de limite. Como mencionado anteriormente, os nós das vigas possuem seis graus de liberdade (três translacionais e três rotacionais). Esses graus de liberdade podem ser restritos ou liberados para refletir várias configurações de conexão estrutural. Para configurar manualmente esses graus de liberdade, clique com o botão direito do mouse e selecione **Editar definição**. A janela de gráficos mostra a viga com duas extremidades, como mostrado na figura.



As seguintes opções são permitidas para condições finais de viga:

- **Rígida**  
Todos os seis graus de liberdade são aplicados à junta. Todas as forças translacionais e momentos rotacionais são transferidos do elemento de viga para a junta, e vice-versa.
- **Articulação**  
Três graus de liberdade translacional são aplicados à junta. Todas as forças translacionais são transferidas do elemento de viga para a junta, e vice-versa. Os momentos rotacionais não são transferidos.
- **Deslizante**  
Três graus de liberdade rotacional são aplicados à junta. Todos os momentos rotacionais são transferidos do elemento de viga para a junta, e vice-versa. As forças translacionais não são transferidas.
- **Manual**  
É possível definir uma conexão personalizada.

## Treliças

No mesmo local, a viga pode ser definida como uma **Treliça** 🏗️ que só pode resistir a cargas axiais.

Queremos aplicar a carga torcional ao local onde as rodas serão montadas, para que possamos representar melhor o experimento. Foram criados recursos de soldagem que definem esse local. Queremos que a carga seja transferida diretamente para as juntas da estrutura onde a suspensão é montada; entretanto, não queremos transferir nenhum momento, somente forças. Para permitir apenas a transferência de forças, vamos tornar esses componentes treliças.

### 7 Definir treliças.

Selecione um dos componentes da treliça na janela de gráficos. Isso deve realçar o componente na pasta **Frame** da árvore de estudos do Simulation.

Clique com o botão direito do mouse no componente na árvore de estudos do Simulation e selecione **Editar definição**.

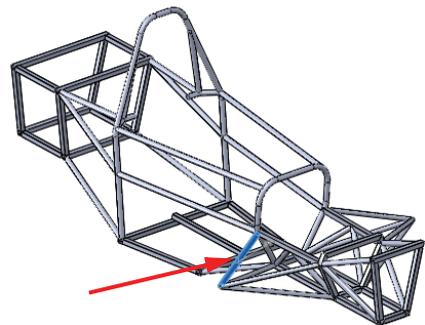
Selecione **Treliça** como **Tipo**.

Repita este procedimento para os sete componentes da treliça restantes aplicados aos pontos de montagem da suspensão.

### 8 Aplicar o material.

Clique com o botão direito do mouse na pasta **Frame** e selecione **Aplicar material a todos os corpos**.

Selecione **Alloy Steel** como material. Clique em **Aplicar** e em **Fechar**.



## Grupo de juntas

A malha da viga é composta por uma série de linhas unidimensionais que podem ser conectadas. Os pontos finais dessas linhas são chamados juntas. O SolidWorks Simulation detecta automaticamente as posições das juntas; entretanto, algumas delas podem estar muito próximas e talvez seja melhor mesclá-las (ou cancelar a mesclagem). Neste caso, os locais das juntas podem ser modificados manualmente utilizando **Unir grupo**. Vamos praticar isso nesta lição.



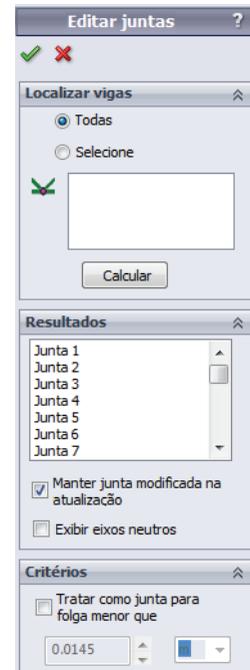
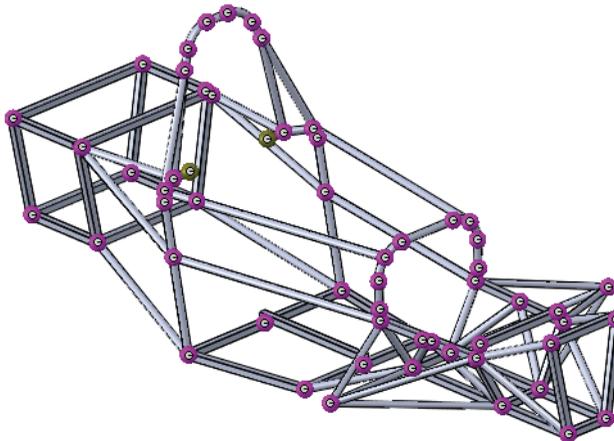
As juntas das vigas são mostradas como esferas amarelas ou magenta na janela de gráficos.

-  juntas são conectadas a dois ou mais componentes de viga.
-  juntas são conectadas a um único componente.

### 9 Editar grupo de junta.

Quando uma viga é definida no SolidWorks Simulation, uma pasta chamada **Joint Group** é criada na árvore de estudos do Simulation.

Clique com o botão direito do mouse na pasta **Joint Group** e selecione **Editar**.

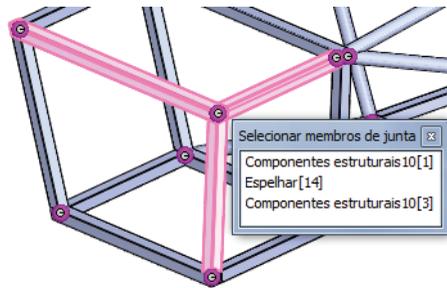


### 10 Examine as juntas.

Clique com o botão direito do mouse no ícone de uma junta para examinar as vigas conectadas por essa junta.

Para adicionar ou remover um componente de viga da lista, clique nessa viga na janela de gráficos.

Para salvar a nova junta, basta fechar a janela **Selecionar componentes de juntas**.



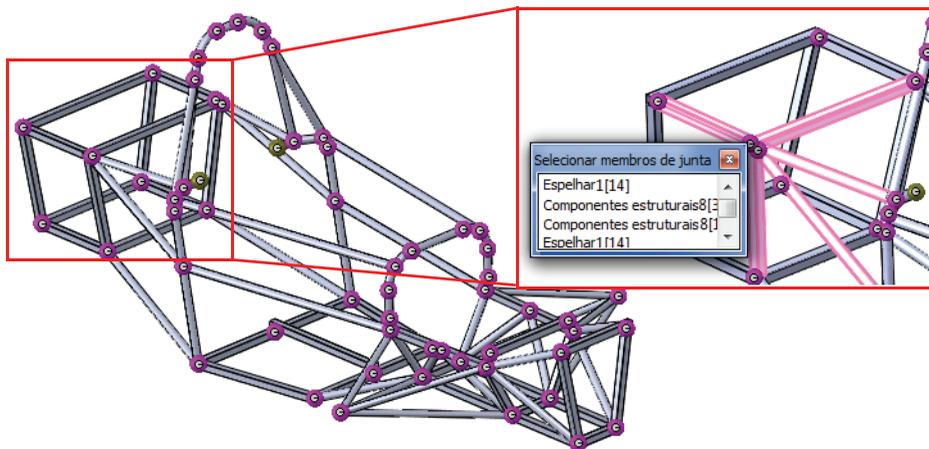
### 11 Editar junta.

Examine as juntas na parte traseira da estrutura do veículo. Observe que, em um dos pontos de montagem da suspensão traseira, há duas juntas. Esse local deve ter apenas uma junta que conecta todas as vigas.

Clique com o botão direito do mouse em uma das juntas e adicione as vigas omitidas.

Clique com o botão direito do mouse na outra junta e remova todas as vigas. Isso excluirá essa junta, pois ela é redundante.

Clique em **Calcular** para recalculer as juntas.

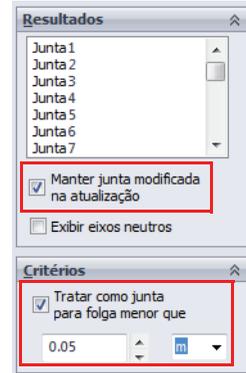


**Nota:** Este procedimento pode ser repetido conforme necessário até que as juntas sejam calculadas corretamente.

**Dica:** Certifique-se de verificar as juntas para assegurar que tenham sido calculadas corretamente pelo software. Pode ser útil examinar meticulosamente a malha após sua aplicação.

## Mesclar juntas automaticamente

O software calcula automaticamente os locais das juntas com base nas extremidades das vigas. Na extremidade da junta, uma esfera hipotética é desenhada com um diâmetro escolhido automaticamente de acordo com a geometria do modelo. Se duas juntas penetrarem em uma esfera, as extremidades das vigas serão mescladas formando uma junta. É possível modificar o diâmetro dessa esfera hipotética utilizando **Tratar como junta para folga menor que**. É necessário recalcular as juntas para que elas sejam mescladas.



## Acessórios de fixação

O SolidWorks Simulation possui diversos acessórios de fixação que podem ser aplicados a juntas de vigas:

### ■ Geometria fixa

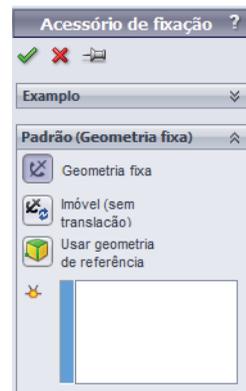
Fixa todos os seis graus de liberdade (translacionais e rotacionais).

### ■ Imóvel (sem translação)

Fixa somente os graus de liberdade translacionais. Os graus de liberdade rotacionais são deixados sem restrições.

### ■ Usar geometria de referência

O usuário pode especificar uma referência e escolher quais graus de liberdade são fixos (translacionais ou rotacionais) em relação a essa referência.



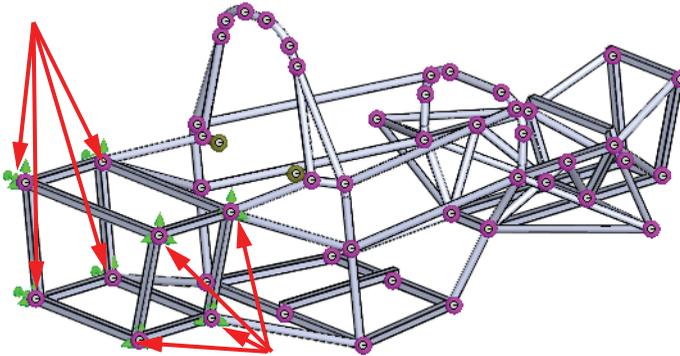
Foi mencionado que, neste experimento, as rodas traseiras são mantidas estacionárias. Para medir a rigidez torcional, a totalidade da carga deve ser transferida diretamente para a estrutura. Assim, quaisquer componentes fixados à estrutura que transferirem carga devem ser considerados rígidos. Se este for o caso, faz sentido fixar as juntas traseiras onde se conecta a suspensão traseira.

## 12 Aplicar acessórios de fixação.

Clique com o botão direito do mouse em **Acessórios de fixação** na árvore de estudos do Simulation e selecione **Geometria fixa**.

Selecione as oito juntas na parte traseira da estrutura onde a suspensão será montada.

Clique em .



**Nota:** Você pode ver quais graus de liberdade estão sendo fixados observando as setas. Uma seta em determinada direção significa que a translação nesse sentido está restrita. Se a seta tiver uma cauda, a rotação em torno daquela direção também está restrita.



Geometria fixa



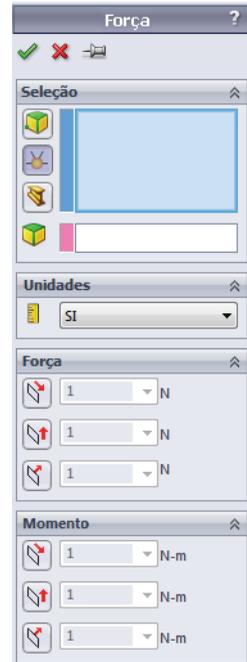
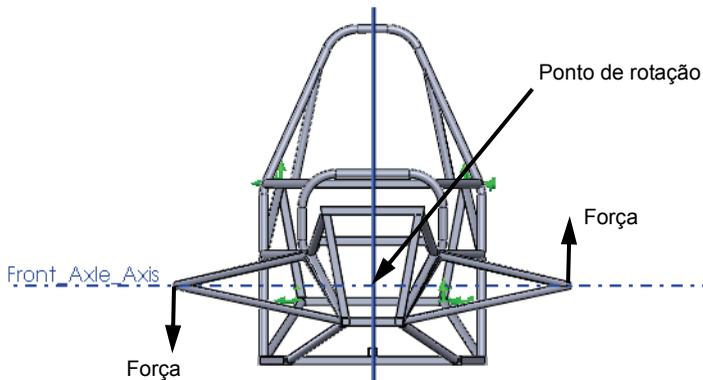
Imóvel

## Aplicar carga

O SolidWorks Simulation permite a aplicação de forças e torques em vigas ou juntas de vigas. A força é aplicada à viga ou junta e a direção é definida pela escolha de uma referência.

Tal como fizemos para os acessórios de fixação, vamos supor que a carga do experimento é transferida diretamente para as juntas das vigas da estrutura através dos pontos de montagem da suspensão.

Supondo que a estrutura da roda seja rígida, a carga seria aplicada ao eixo do eixo mecânico dianteiro e a estrutura giraria em torno do seu centro no eixo do eixo mecânico dianteiro. Esse é o local onde o deslocamento angular deve ser medido.



Para simplificar a análise, não incluímos os componentes da suspensão, por isso devemos definir condições de carga representativas que simularão nosso experimento. A aplicação da carga aos componentes da treliça transferirá para a estrutura o torque equivalente através dos pontos de montagem da suspensão.

**Nota:** Os componentes da treliça são usados somente no modelo de elementos finitos para transferir a carga diretamente. Não são parte do projeto da estrutura real.

### 13 Aplicar cargas.

Clique com o botão direito do mouse em **Cargas externas** na árvore de estudos do Simulation e selecione **Força**.

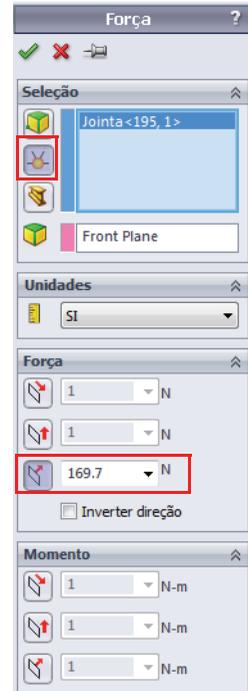
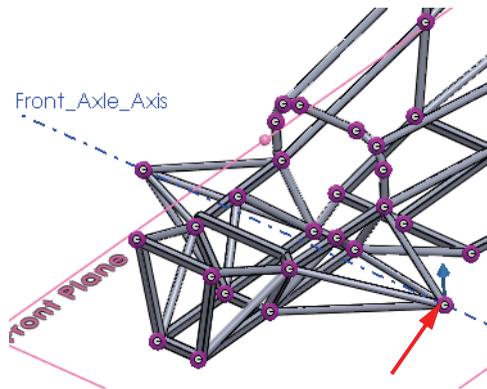
Selecione **Juntas** em **Seleção**.

Selecione a junta da viga onde terminam os componentes da treliça.

Selecione o plano **Front** como referência.

Selecione **Normal ao plano** e digite **169,7 N**.

Clique em .



Repita este procedimento para o lado oposto.

Certifique-se de que a direção está invertida no lado oposto.

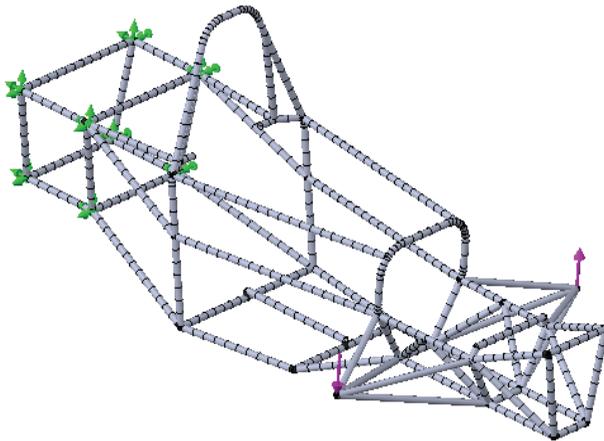
**Nota:** A magnitude de carga foi calculada de forma que um torque de 100 Nm seja aplicado à estrutura.

$$Force = \frac{100Nm}{0,5892m}$$

#### 14 Aplicar malha ao modelo.

Clique com o botão direito do mouse em **Mesh** na árvore de estudos do Simulation e selecione **Criar malha**.

A malha da viga é criada automaticamente.



**Nota:** Os componentes da treliça recebem malha como se fossem um único elemento, porque não sofrem deformação de flexão, pois seus nós só transferem forças axiais.

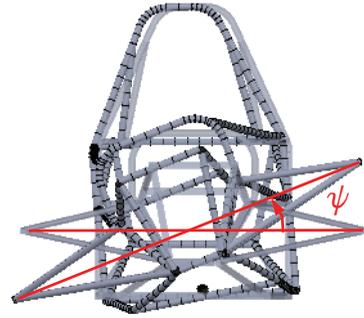
#### 15 Executar o estudo.

Clique em **Executar** no menu suspenso do Simulation.

## Pós-processamento

Após o estudo ser executado, a pasta **Results** na árvore de estudos do Simulation se torna ativa e os resultados ficam acessíveis. Nesta lição, vamos investigar as diferentes opções de pós-processamento disponíveis para vigas.

O primeiro resultado que gostaríamos de calcular é a rigidez torcional. Para isso, devemos conhecer a deformação angular da estrutura resultante da aplicação da carga torcional.



## Coordenadas cilíndricas

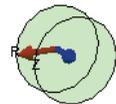
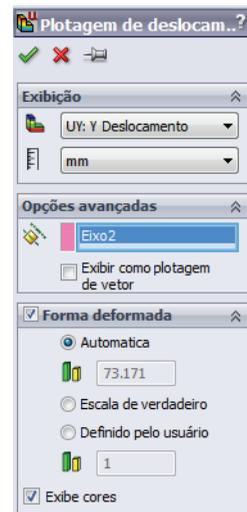
Por padrão, o SolidWorks Simulation plota os resultados usando um sistema de coordenadas cartesianas. Sabendo isso, podemos converter os resultados para outro sistema de coordenadas desejado.

O SolidWorks Simulation também permite a plotagem dos resultados em coordenadas cilíndricas. Utilizaremos este método para medir a deformação angular da estrutura necessária para calcular a rigidez torcional.

Para alterar as coordenadas cilíndricas, um eixo de referência deve ser selecionado em **Opções avançadas**. Quando em coordenadas cilíndricas, as seguintes alterações são aplicadas às coordenadas em relação ao eixo de referência selecionado:

- Direção X = Direção radial
- Direção Y = Direção circunferencial
- Direção Z = Direção axial

Além disso, o sistema de coordenadas cilíndricas aparece na parte inferior direita da janela de gráficos para informá-lo sobre sua seleção de coordenadas.



## 16 Plotar deslocamento angular.

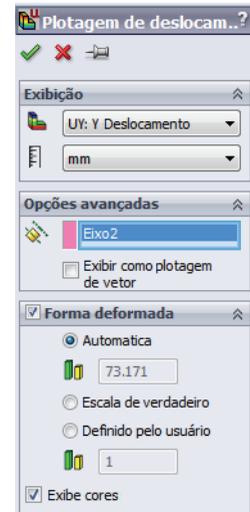
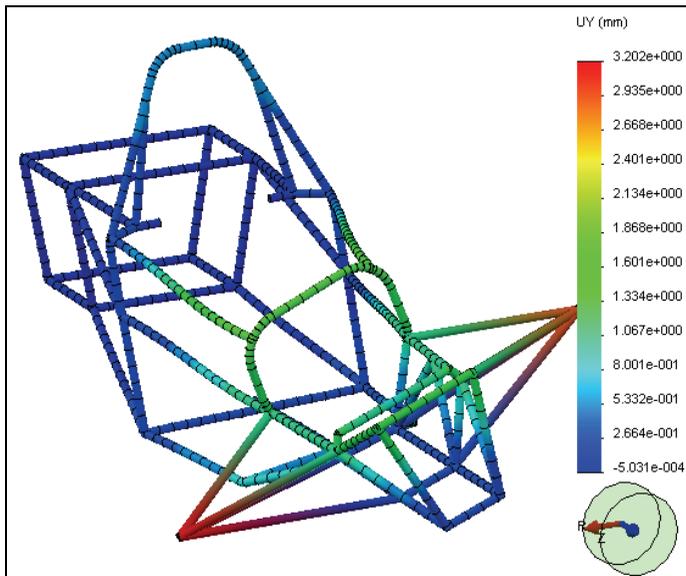
Clique com o botão direito do mouse na pasta **Results** e selecione **Definir plotagem de deslocamento**.

Selecione **UY: Deslocamento Y** como **Componente**.

Expanda **Opções avançadas** e selecione **Axis2** como referência.

Selecione a escala **Automática**.

Clique em .

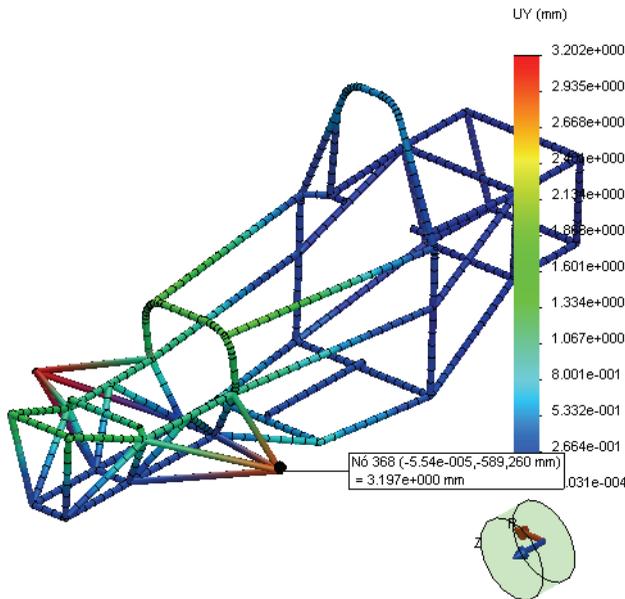
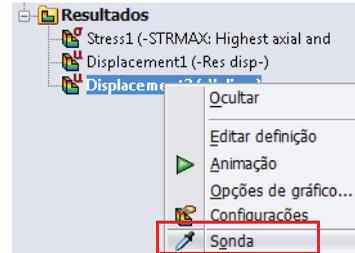


**Nota:** O sistema de unidades desta plotagem ainda está em mm e, com isso, podemos esperar que ele tenha uma unidade angular, uma vez que é um deslocamento circunferencial. Na realidade, o software está usando a deformação angular em torno do eixo e multiplicando-a pela distância de afastamento do eixo. Para calcular a deformação angular real, precisamos dividi-la pela distância de afastamento do eixo.

### 17 Sonda.

Clique com o botão direito do mouse na plotagem Displacement na pasta Results e selecione **Sonda**.

Selecione uma das extremidades da treliça onde a carga é aplicada.



Agora, conhecemos a deformação angular da extremidade da estrutura. Devemos dividir isso pela distância de afastamento do eixo para medir o ângulo.

$$\psi = \frac{3,197\text{mm}}{589,2\text{mm}} = 0,00543\text{rad}$$

Clique em .

**Nota:** A deformação angular sempre será calculada em radianos, não em graus.

### Rigidez torcional

Podemos agora calcular a rigidez torcional da estrutura.

$$\tau = \frac{100\text{Nm}}{0,00543\text{rad}} = 18.416 \frac{\text{Nm}}{\text{rad}}$$

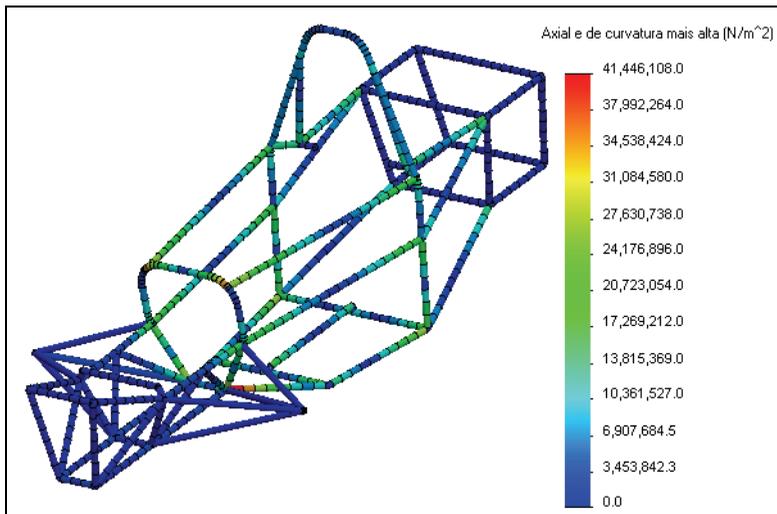
## Tensões da viga

Existem vários componentes de tensão que se desenvolvem em vigas. Axial, torcional, de cisalhamento e de flexão são todos componentes de tensão observados em vigas. O SolidWorks Simulation permite plotar todos eles.

Por padrão, o SolidWorks Simulation cria uma plotagem de tensão denominada **Axial e de curvatura mais altas**, a qual verifica cada elemento da viga e plota o componente de tensão mais elevado. Esse tipo de plotagem é útil na avaliação da tensão máxima verificada nas vigas.

### 18 Plotagem de tensão.

Ative a plotagem Stress1 criada por padrão pelo SolidWorks Simulation.



Esta é uma plotagem da mais alta tensão (axial ou de flexão) em cada elemento de viga.

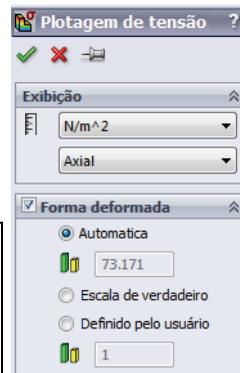
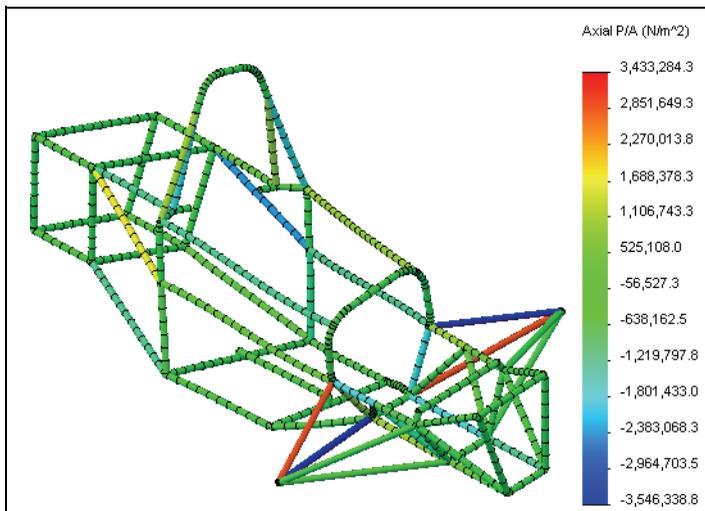
Podemos visualizar esses componentes de tensão em separado.

### 19 Plotar a tensão axial.

Clique com o botão direito do mouse na pasta Results e selecione **Definir plotagem de tensão**.

Selecione **Axial** e **Automático**.

Clique em .



Observe que alguns componentes estão sob tensão e outros, sob compressão. Você pode usar esta informação em decisões de mudança de projeto.

### Direções 1 e 2 da seção transversal

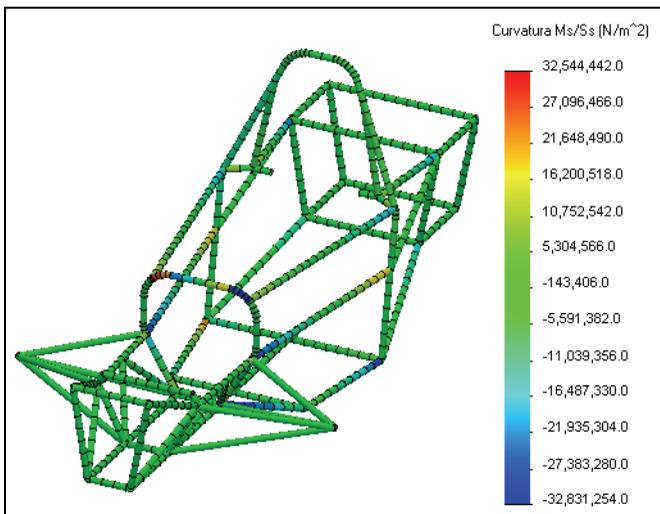
Para pós-processar as tensões de flexão e de cisalhamento, as direções 1 e 2 devem ser definidas. O SolidWorks Simulation define a direção 1 ao longo do lado maior da seção transversal, e a direção 2 como sua perpendicular.

## 20 Plotar a tensão de flexão.

Clique com o botão direito do mouse na pasta **Results** e selecione **Definir plotagem de tensão**.

Selecione **Dobrando na direção local 1** e **Automático**.

Clique em .



**Nota:** Se sondar um dos componentes da treliça, você verá que ele tem zero tensão de flexão. Isso faz sentido, porque as treliças não transferem momentos.

## Diagramas de cisalhamento e flexão

O SolidWorks Simulation também permite plotar diagramas de cisalhamento e flexão nas diferentes direções da viga. Esses diagramas podem ser usados para estudar como os momentos internos de flexão e as forças de cisalhamento variam ao longo do comprimento da viga.

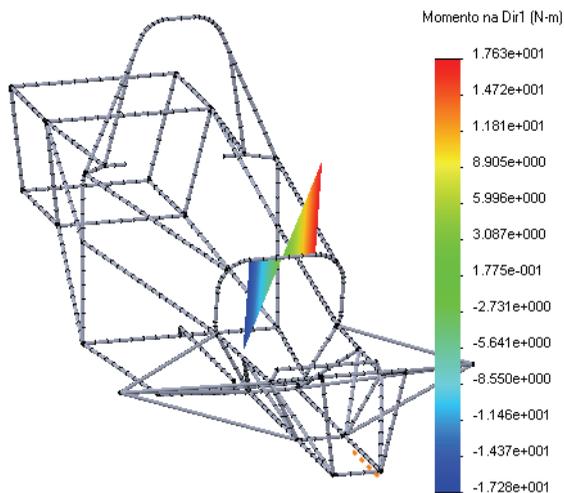
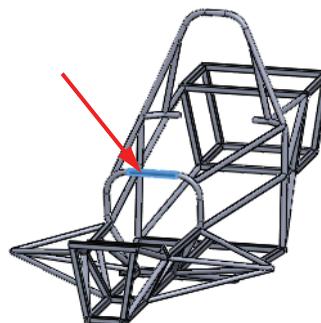
## 21 Plotar a tensão de flexão.

Clique com o botão direito do mouse na pasta Results e selecione **Definir diagramas de viga**.

Selecione **Momento na Dir1**.

Em **Vigas selecionadas**, escolha **Selecionar** e selecione o componente de viga mostrado na frente da estrutura.

Clique em .



## 22 Listar forças da viga.

Clique com o botão direito do mouse na pasta Results e selecione **Listar forças de viga**.

Clique em .

Uma lista das forças em cada elemento de viga é apresentada. Você pode salvar essa lista para ser usada mais tarde.

## **Conclusão**

Nesta lição, avaliamos a rigidez torcional de nosso projeto de uma estrutura. Aprendemos a configurar uma análise usando elementos de viga. Aprendemos também sobre as diversas opções de pós-processamento disponíveis quando são usadas vigas.

Neste ponto, pode ser vantajoso mudar o projeto da estrutura e reavaliar a rigidez torcional. O objetivo mais comum para um projeto de estrutura é que ela seja leve e torcionalmente rígida. As alterações de projeto poderiam incluir diferentes comprimentos de viga, seções transversais ou propriedades de material.

É importante observar que a rigidez torcional foi avaliada e configurada visando o experimento a ser realizado após sua construção. Podemos comparar o experimento com a análise somente se as condições de limite forem estabelecidas da mesma maneira. Além disso, as suposições feitas em relação ao modelo de elementos finitos podem não refletir a situação real com perfeição. Portanto, é mais vantajoso avaliar diferentes projetos de estrutura usando o software para decidir qual é a mais rígida, e não aquela que atende ao experimento perfeitamente.

## **Lição 7**

# **Análise de um coletor de admissão**

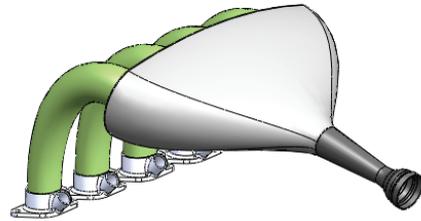
Após a conclusão desta lição, você estará preparado para:

- Configurar e executar uma simulação de fluxo;
- Pós-processar uma simulação de fluxo.

## Projeto do coletor de admissão

O objetivo comum dos projetos de coletor de admissão é a distribuição homogênea do fluxo para as cabeças dos pistões. Isso garante o rendimento ideal do motor.

Nesta lição, o SolidWorks Flow Simulation será utilizado para investigar o projeto de nosso coletor de admissão quando o carro estiver se movendo a 22 m/s.



Esta lição vai apresentar a configuração completa de um projeto do SolidWorks Flow Simulation. Vamos preparar o modelo para análise, configurar as condições de limite e metas de engenharia, executar o projeto e aprender a pós-processar os resultados.

## Preparação do modelo

Na análise estrutural, normalmente é necessário simplificar a geometria do SolidWorks para permitir a execução da simulação. O mesmo é verdadeiro para a análise de fluxo. Um modelo simplificado resulta em mais rapidez na aplicação de malha e execução, fornecendo resultados mais rápidos. Parte da preparação do modelo é decidir qual tipo de modelo será executado. O SolidWorks Flow Simulation categoriza a análise de fluxo em termos de fluxo interno ou externo.

## Análise de fluxo externo

Este tipo de análise envolve o estudo de fluxo em torno de uma região não necessariamente limitada por uma geometria sólida. Esse tipo de análise normalmente é utilizado para estudos de fluxo em aeronaves, automóveis, edifícios, etc.

## Análise de fluxo interno

A análise de fluxo interno estuda os fluxos no interior de uma região delimitada por geometria sólida. Um exemplo típico de análise de fluxo interno seria o que ocorre em sistemas HVAC (climatização). Neste tipo de análise, o fluxo penetra no modelo por uma entrada e deixa o modelo por uma saída. O Flow Simulation exige que o modelo esteja totalmente fechado para realizar uma análise interna, portanto pode ser necessário realizar algumas modificações na geometria antes de configurar o modelo. Este é o caso de nossa análise do coletor de admissão.

### 1 Abra Intake Assembly.

Clique em **Arquivo, Abrir** e selecione a peça Intake Assembly. Clique em **Abrir** para abrir a peça.

## SolidWorks

Série de Projeto de Engenharia e Tecnologia

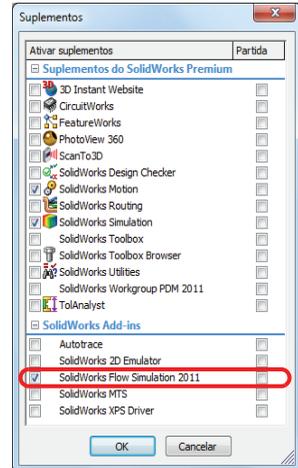
### 2 Inicie o SolidWorks Flow Simulation.

Clique em **Ferramentas, Suplementos**.

Selecione o **SolidWorks Flow Simulation**.

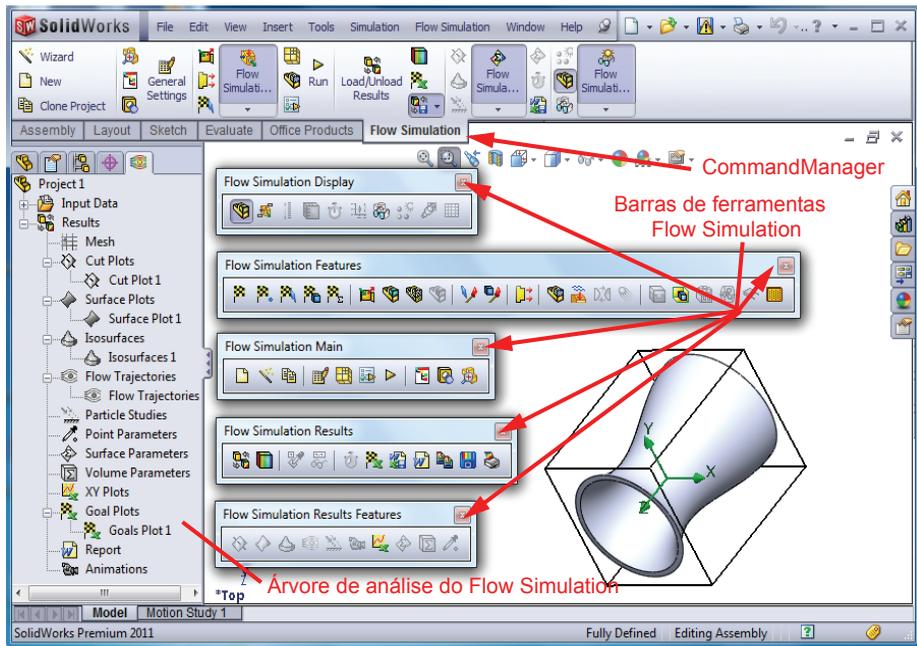
Clique em **OK**.

## Análise de um coletor de admissão



## Interface do SolidWorks Flow Simulation

As funções do SolidWorks Flow Simulation são acessadas da mesma forma que no SolidWorks. Quando um estudo de simulação é criado, uma árvore de análise do Flow Simulation aparece ao lado da árvore de projetos do FeatureManager. Cada novo estudo criado é vinculado a uma configuração específica criada no ConfigurationManager. Como as funções do SolidWorks, as funções do Flow Simulation podem ser acessadas na barra de ferramentas do Flow Simulation, no CommandManager ou no menu suspenso **Flow Simulation**. Além disso, as funções podem ser selecionadas clicando com o botão direito do mouse na geometria ou em itens na árvore de análise do Flow Simulation.



## Tampas

Como mencionado anteriormente, a análise interna exige que a geometria do modelo seja totalmente fechada. No coletor de admissão, existe uma abertura para o fluxo de entrada e quatro aberturas para o fluxo aos cilindros. Devemos fechar essas aberturas com tampas. Em seguida, vamos aplicar as condições de limite apropriadas às superfícies dessas tampas para indicar ao Flow Simulation como o fluido vai entrar ou sair através da superfície da tampa.

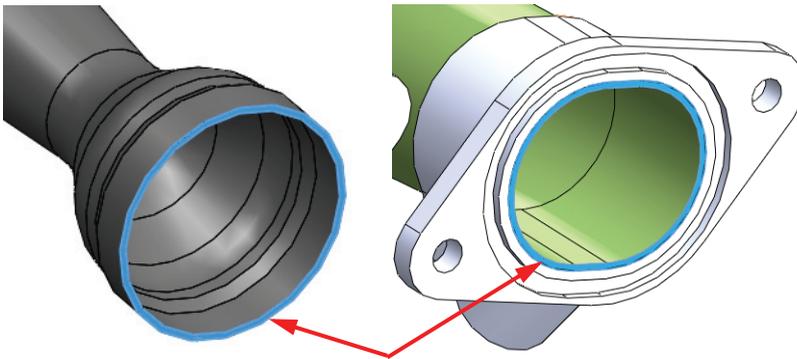
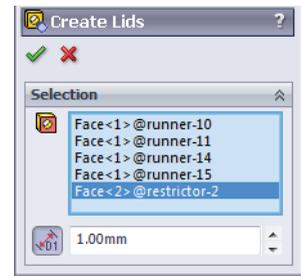
### 3 Criar as tampas.

No menu suspenso **Flow Simulation**, selecione **Ferramentas**, **Criar tampas**.

Selecione as faces planas na entrada e as quatro portas de saída que a tampa vai cobrir.

Selecione **Ajustar espessura** e digite **1 mm** como a **Espessura**.

Clique em .



Você pode observar cinco novas peças na árvore de projetos do FeatureManager. As tampas são extrusões cegas das faces planas selecionadas nas aberturas na distância especificada pela **Espessura**.

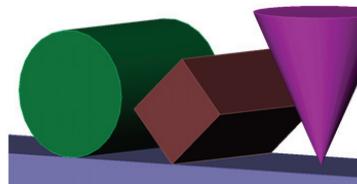
**Nota:** A espessura da tampa normalmente não é importante em uma análise interna, mas ela não deve ser tão espessa a ponto de afetar o padrão de fluxo a jusante. Na maioria dos casos, a espessura da tampa pode ser a mesma espessura utilizada para criar as paredes vizinhas.

**Dica:** Se a face da tampa não for plana, a ferramenta de tampa não pode ser usada. Neste caso, basta criar a tampa manualmente através de uma extrusão de plano médio.

## Verificar geometria

O SolidWorks Flow Simulation possui uma ferramenta chamada **Verificar geometria** para permitir aos usuários verificar a geometria do sólido para ter certeza de que ele está pronto para análise. Sabemos que a geometria deve estar totalmente fechada para uma análise interna.

Além disso, precisamos ter certeza de que não existem contatos inválidos em nosso modelo. Um contato inválido fará com que a ferramenta **Verificar geometria** informe que o volume interno é igual a zero, e o Flow Simulation não conseguirá resolver o modelo. Alguns exemplos de contato inválido são mostrados na figura.



### 4 Verificar geometria.

No menu do **Flow Simulation**, selecione: **Ferramentas, Verificar geometria**.

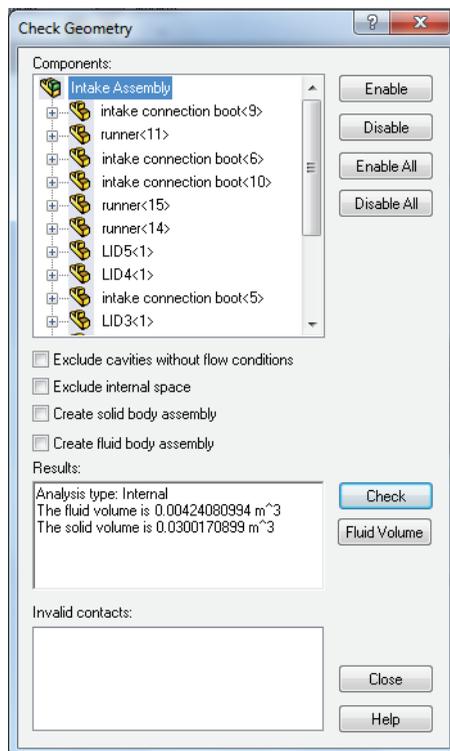
Certifique-se de que a caixa de seleção **Excluir cavidades sem condições de fluxo** está desmarcada.

Clique em **Verificar**.

A ferramenta deve calcular o volume de fluido corretamente e não deve haver contatos inválidos.

Se houver contatos inválidos, você deve corrigi-los antes do início do projeto de simulação de fluxo.

Clique em **Fechar** quando estiver satisfeito.



## Criar o projeto

Agora que nossa geometria foi devidamente modificada, podemos prosseguir com o projeto do Flow Simulation.

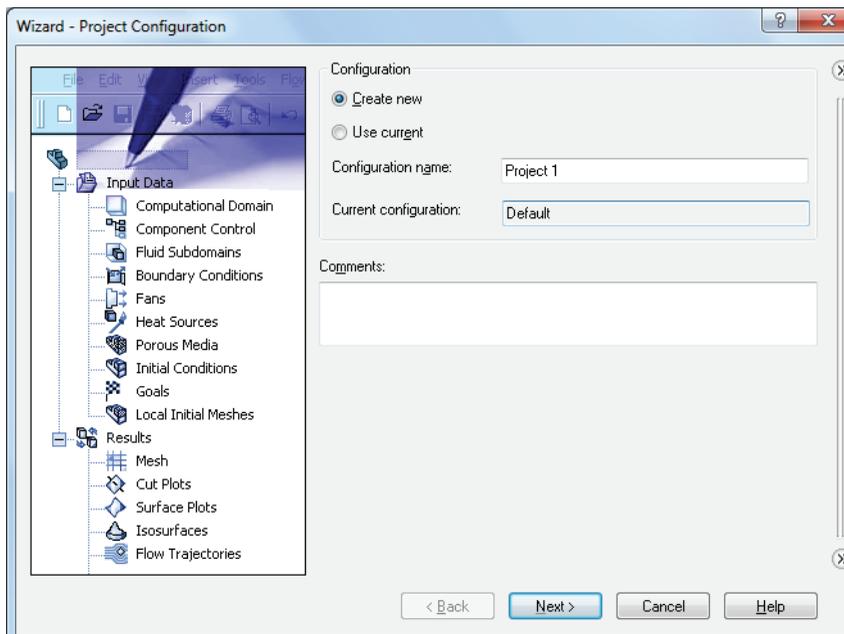
### 5 Criar um projeto.

No menu do **Flow Simulation**, selecione: **Projeto, Assistente**.

### 6 Criar o novo projeto.

Em **Configuração**, clique em **Criar nova** para criar uma nova configuração.

Na caixa **Nome da configuração**, digite **Project 1**.

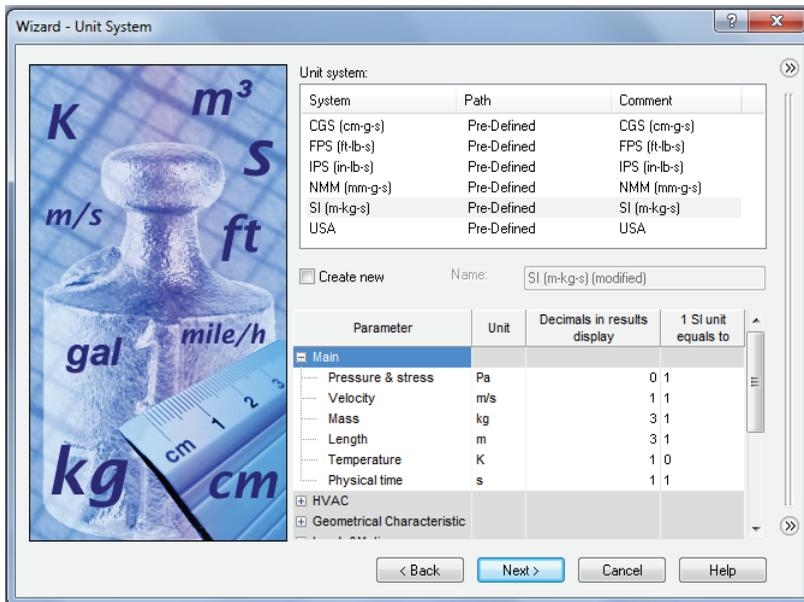


Clique em **Avançar**.

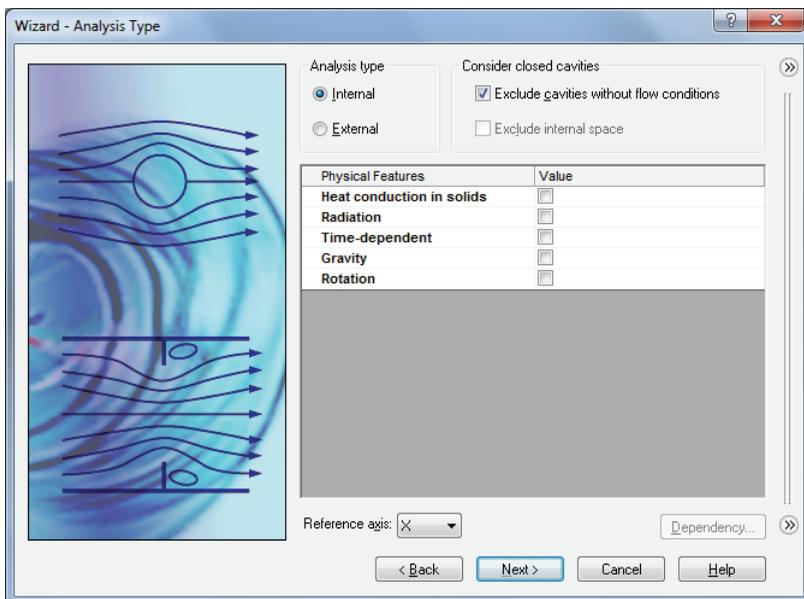
**Nota:** O SolidWorks Flow Simulation vai criar e ativar uma nova configuração chamada **Project 1** quando o assistente for concluído. Todos os dados associados à execução da análise serão armazenados em uma pasta separada no diretório modelo e numerados sequencialmente, ou seja, “1”, “2”, “3” ..., etc. com base em quantos projetos estão definidos neste modelo.

## 7 Selecionar as unidades.

Selecione **SI (m-kg-s)** como o **Sistema de unidades** para este projeto.



## 8 Selecione o tipo de análise.



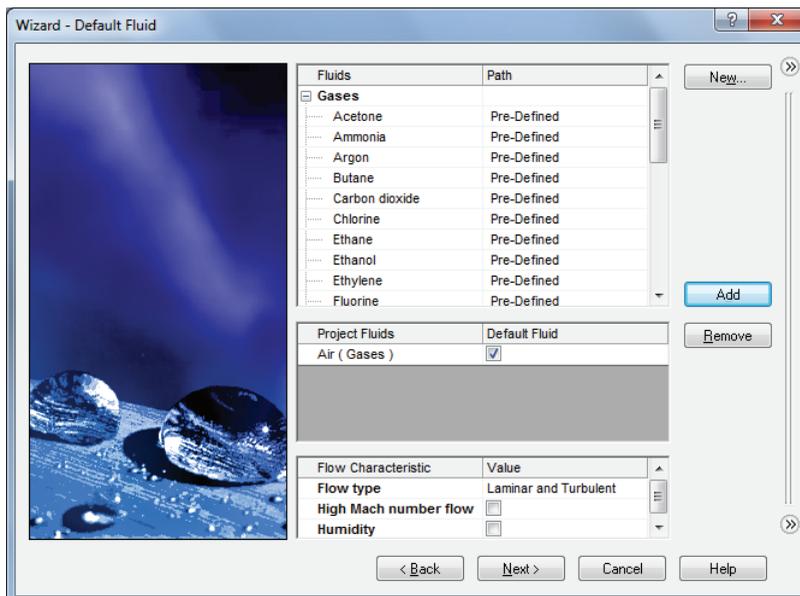
Selecione **Interna** em **Tipo de análise**.

Clique em **Avançar**.

**9 Selecione o fluido.**

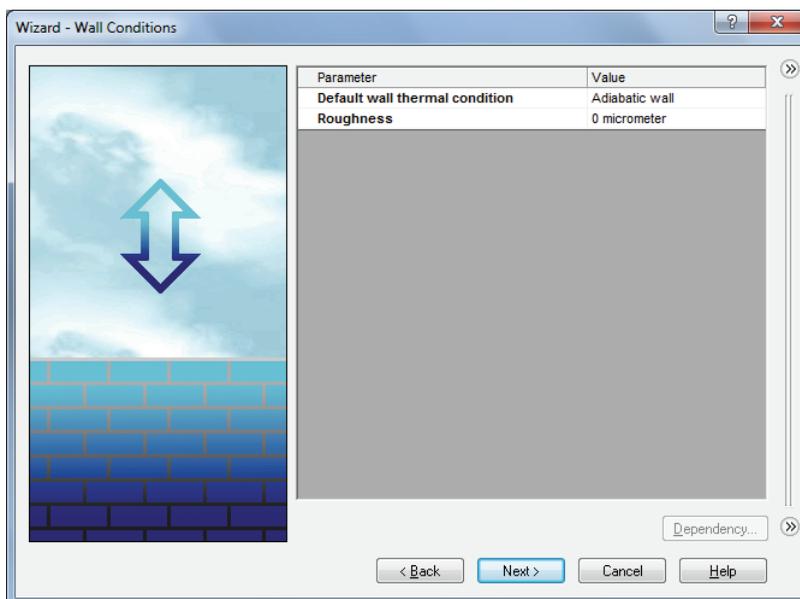
Expanda a árvore **Gases** e clique duas vezes em **Ar** para adicioná-lo à lista **Fluidos do projeto**.

Clique em **Avançar**.



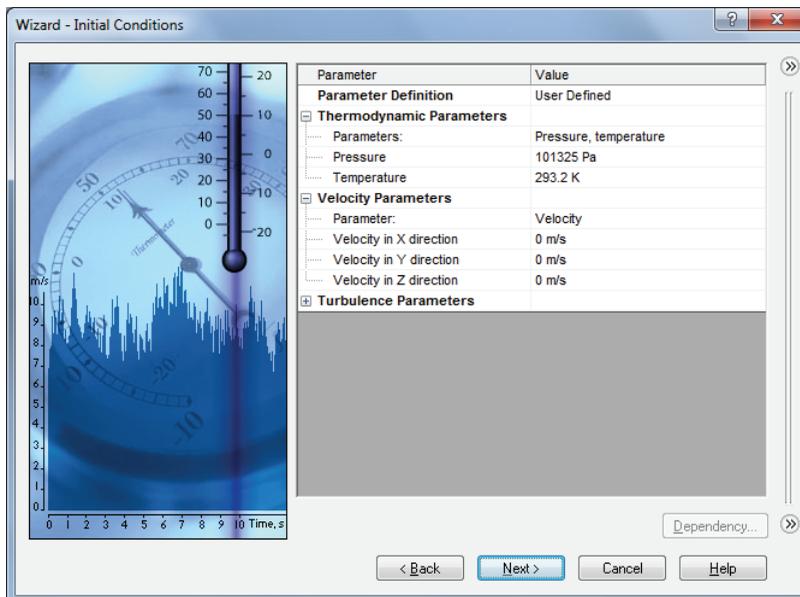
**10 Selecionar as condições das paredes.**

Aceite as condições predeterminadas e clique em **Avançar**.



## 11 Condições iniciais.

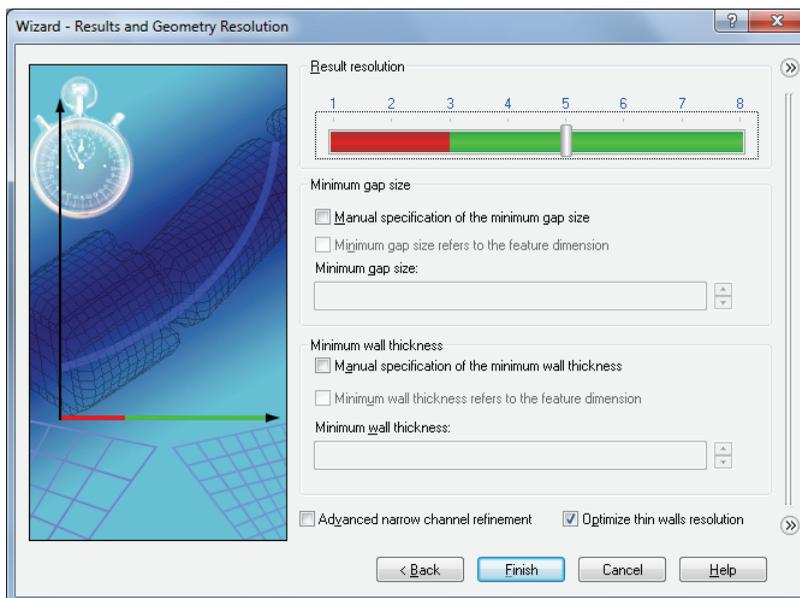
Aceite as condições predeterminadas e clique em **Avançar**.



## 12 Resultados e resolução da geometria.

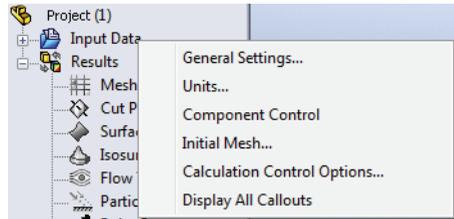
Defina a **Resolução dos resultados** como **5**.

Clique em **Concluir**.



### 13 Observe a árvore de análise do Flow Simulation.

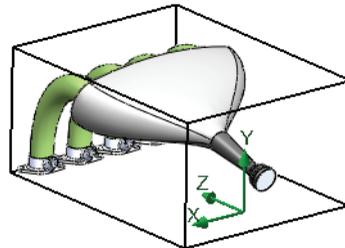
O SolidWorks Flow Simulation criou e ativou uma configuração adicional chamada Project 1. Além disso, foi criada no FeatureManager uma guia para a árvore de análise do Flow Simulation.



Clique na guia da árvore de análise do Flow Simulation .

Se for necessário fazer alterações nas configurações do projeto, você pode clicar com o botão direito do mouse na pasta **Input Data** e selecionar a opção adequada.

Na janela de gráficos, o domínio computacional é mostrado como uma caixa de arame que envolve o modelo. Essa é a área onde o modelo irá resolver a simulação de fluxo. Por ser uma análise interna, o modelo será resolvido dentro da geometria do sólido dentro da caixa.

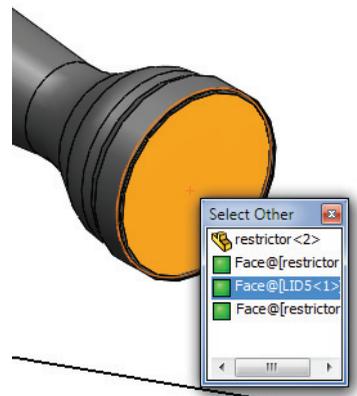


### 14 Insira a condição de limite.

Na árvore de análise do Flow Simulation, em **Input Data**, clique com o botão direito do mouse em **Boundary Conditions** e selecione **Inserir condição de limite**.

Selecione a superfície interna da tampa que cobre a entrada, como mostrado na figura.

Para acessar a face interna, clique com o botão direito do mouse na face externa da tampa e clique em **Selecionar outra**. Na janela **Selecionar outra**, percorra as faces movimentando o ponteiro de forma a destacar cada face dinamicamente na janela de gráficos.



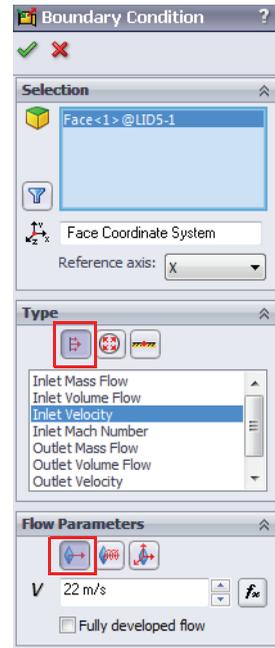
**15 Defina as condições de limite.**

Em Tipo, selecione **Aberturas de fluxo**.

Selecione **Velocidade na entrada**.

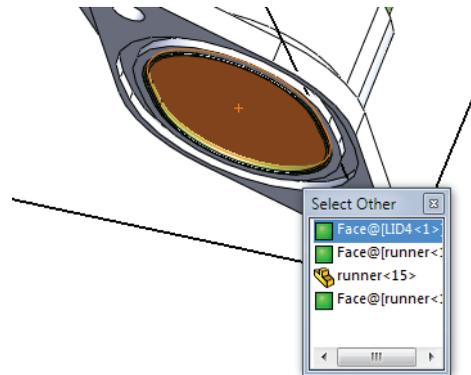
Em **Parâmetros de fluxo**, clique em **Normal à superfície** e digite **22 m/s**.

Clique em .

**16 Inserir a condição de limite.**

Na árvore de análise do Flow Simulation, em **Input Data**, clique com o botão direito do mouse em **Boundary Conditions** e selecione **Inserir condição de limite**.

Selecione a face interna de uma das tampas que cobrem as aberturas de entrada, como mostrado na figura.

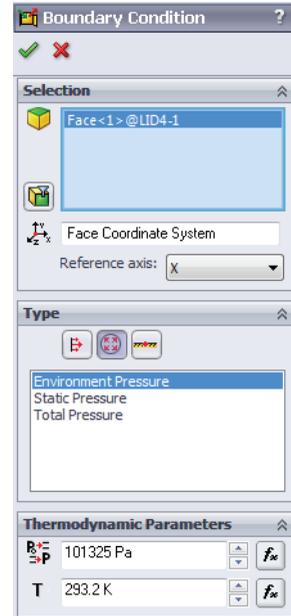


**17 Defina as condições de limite.**

Em **Tipo**, selecione **Aberturas de pressão**.

Selecione **Pressão ambiente**.

Clique em .

**18 Defina as condições de limite.**

Repita este procedimento para criar as condições de limite de pressão ambiente para as três aberturas de saída restantes.

## Metas de engenharia

O SolidWorks Flow Simulation contém critérios integrados para interromper o processo da solução. Além disso, é melhor usar seus próprios critérios usando metas de engenharia. Metas de engenharia são parâmetros de interesse especificados pelo usuário que podem ser exibidos durante a execução do solver e fornecer informações após a convergência ser alcançada. As metas podem ser definidas para todo o domínio (Global), para uma área selecionada (Superfície, Ponto) ou dentro de um volume selecionado (Volume). Finalmente, as expressões matemáticas que usam outras metas podem ser representadas em uma meta de equação.

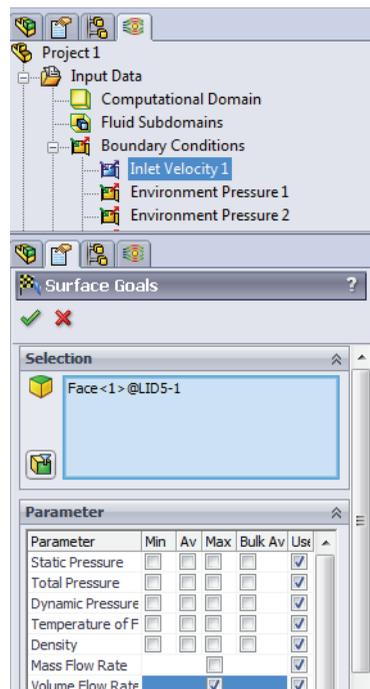
### 19 Meta de superfície.

Na árvore de análise do SolidWorks Flow Simulation, clique com o botão direito do mouse em Goals e selecione **Inserir metas de superfície**.

Para selecionar a superfície de entrada para as metas de superfície, divida o painel de recursos e, na parte superior, clique no item da condição de limite **Inlet Velocity 1** na árvore de análise do Flow Simulation para inserir a face onde a meta de superfície deve ser aplicada.

Na lista **Parâmetro**, localize **Vazão volumétrica** e marque sua caixa.

Clique em .



### 20 Renomear a meta.

Renomeie a meta para que ela apareça como **Inlet Volume Flow Rate**.

## 21 Meta de superfície.

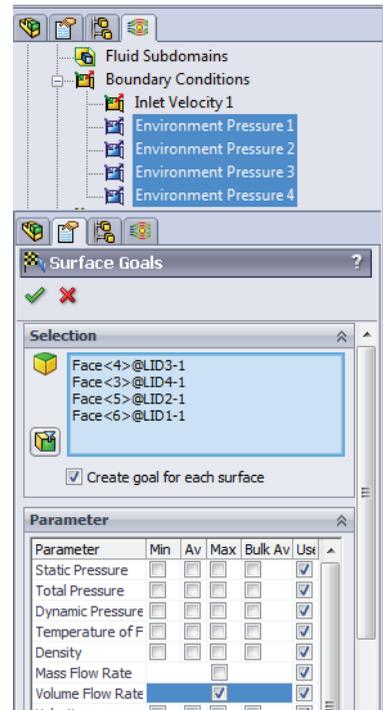
Repita os passos anteriores para aplicar uma meta de superfície à vazão volumétrica nas saídas.

Ao selecionar as condições de limite de **Environment Pressure**, mantenha a tecla **Control** pressionada e selecione todas as condições de saída.

Clique em **Criar uma meta separada para cada superfície**. Isso cria uma meta separada para cada saída.

Clique em .

Renomeie cada meta para representar as saídas.



## 22 Meta de equação.

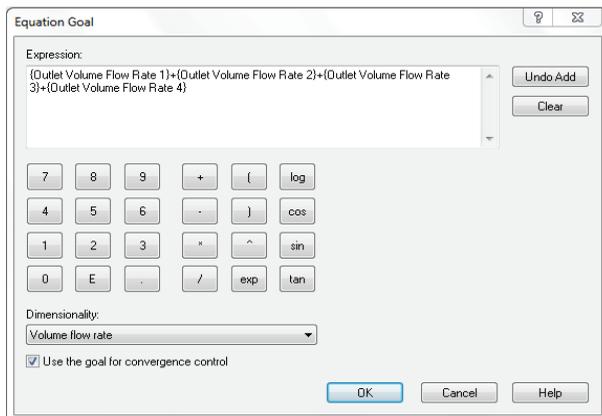
Clique com o botão direito do mouse em **Goals** e selecione **Inserir meta de equação**.

Selecione a meta de superfície **Outlet Volume Flow Rate 1** que foi definida na etapa anterior e adicione-a à caixa **Expressão**.

Clique em **+** na janela **Meta de equação**.

Repita este procedimento para somar todas as metas de saída.

Clique em **OK**.



### 23 Renomear a meta.

Renomeie a meta para que ela apareça como Sum of Outlet Volume Flow Rates.

### 24 Resolva.

Na árvore de análise do Flow Simulation, clique com o botão direito do mouse no projeto e selecione **Executar**.

Certifique-se de que **Carregar resultados** esteja selecionada.

Clique em **Executar** com as configurações predeterminadas.

Esse estudo pode levar até uma hora para ser executado.

## Pós-processamento

Podemos começar o pós-processamento dos resultados após a conclusão do solver. Nesta parte da lição, vamos aprender sobre as várias opções de pós-processamento disponíveis no SolidWorks Flow Simulation. Primeiro, devemos alterar a transparência do modelo para que possamos visualizar os resultados.

### 25 Alterar a transparência.

No menu **Flow Simulation**, selecione **Resultados, Exibição, Transparência**.

Mova o controle deslizante até 0,75.

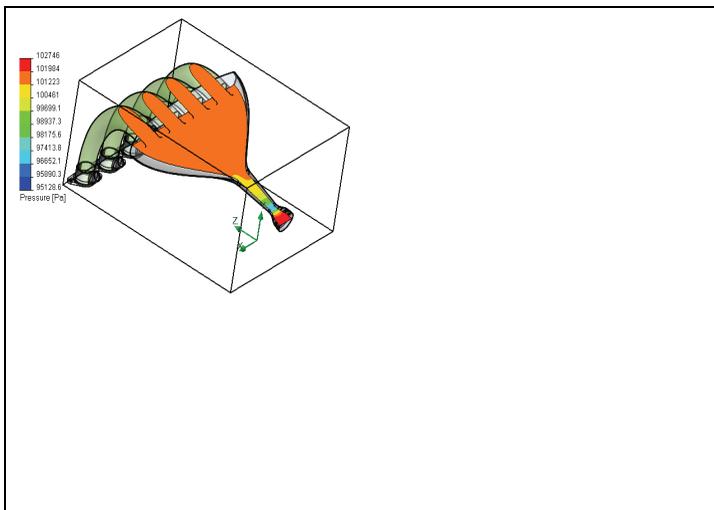
**Nota:** A transparência também pode ser alterada clicando com o botão direito do mouse nas peças na árvore de projetos do FeatureManager.

### 26 Plotagem de corte.

Na árvore de análise do Flow Simulation, clique com o botão direito do mouse em **Plotagens de corte** e selecione **Inserir**.

Selecione o plano Top da montagem plenum.

Clique em .



## Exibir configurações

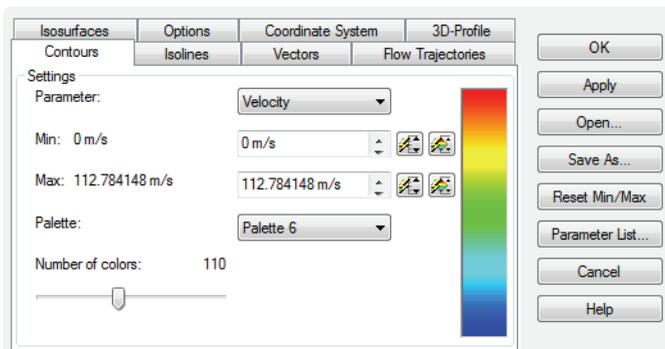
Na caixa de diálogo **Configurações de vista**, você pode especificar um parâmetro físico para a exibição. Você também tem controle sobre diversas configurações de exibição. Você pode acessar **Configurações de vista** clicando no botão **Configurações de vista** no PropertyManager ou clicando duas vezes na legenda da plotagem.

### 27 Ajuste as configurações de vista.

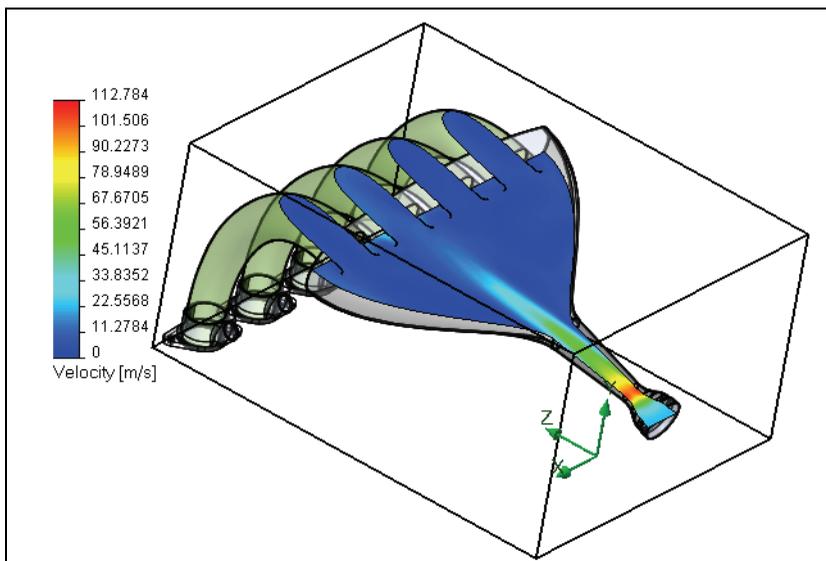
Clique duas vezes na legenda para abrir o diálogo **Configurações de vista**.

Altere o **Parâmetro** para **Velocidade**.

Altere o **Número de cores** para **110**.



Clique em **OK**.



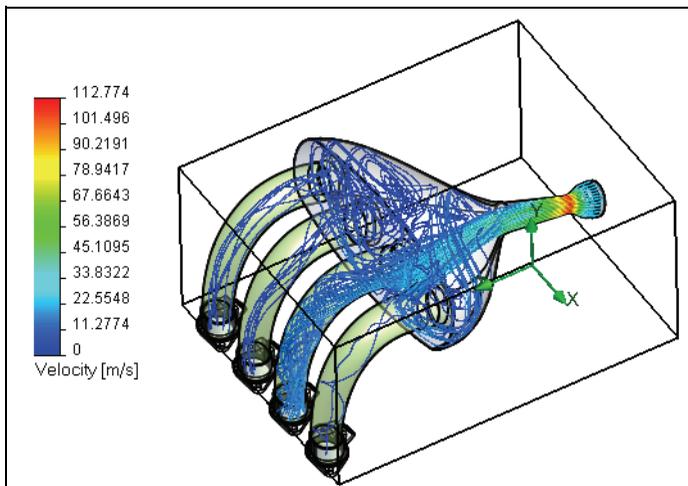
Oculte a plotagem de corte ao concluir.

## 28 Trajetória de fluxo.

Na árvore de análise do Flow Simulation, clique com o botão direito do mouse em **Trajetórias de fluxo** e selecione **Inserir**.

Selecione a condição de limite **Inlet Velocity 1**.

Digite **50** para Number of trajectories. Clique em .



Oculte as trajetórias de fluxo ao concluir.

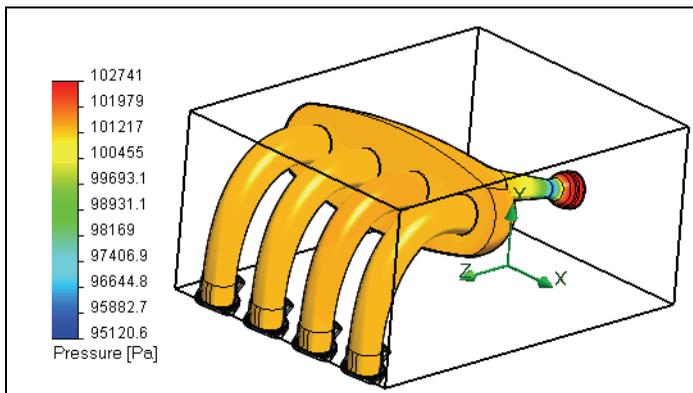
## 29 Plotagem de superfície.

Na árvore de análise do Flow Simulation, clique com o botão direito do mouse em **Plotagens de superfície** e selecione **Inserir**.

Selecione **Usar todas as faces**.

Certifique-se de que **Contornos** esteja selecionada e o **Parâmetro** seja **Pressão**.

Clique em .

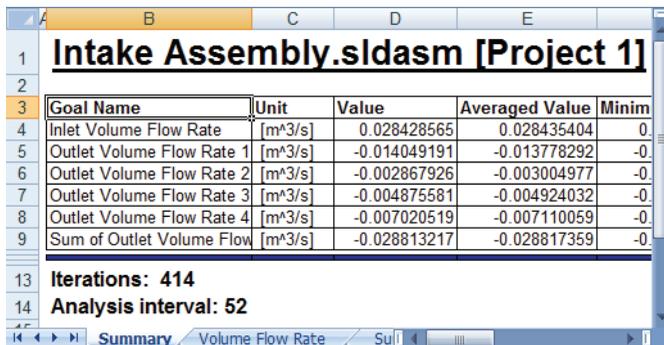


### 30 Plotagem de meta.

Na árvore de análise do Flow Simulation, clique com o botão direito do mouse em **Metas** e selecione **Inserir**.

Clique em **Adicionar todos** na janela **Metas** e clique em **OK**.

Uma planilha do Excel será automaticamente criada, contendo informações sobre as metas.



Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minim
Inlet Volume Flow Rate	[m³/s]	0.028428565	0.028435404	0.
Outlet Volume Flow Rate 1	[m³/s]	-0.014049191	-0.013778292	-0.
Outlet Volume Flow Rate 2	[m³/s]	-0.002867926	-0.003004977	-0.
Outlet Volume Flow Rate 3	[m³/s]	-0.004875581	-0.004924032	-0.
Outlet Volume Flow Rate 4	[m³/s]	-0.007020519	-0.007110059	-0.
Sum of Outlet Volume Flow	[m³/s]	-0.028813217	-0.028817359	-0.

Iterations: 414  
Analysis interval: 52

### Discussão

Como podemos ver na plotagem de metas, a vazão volumétrica na entrada corresponde à vazão volumétrica na saída. Este é um bom teste de integridade, onde todo o fluxo que entra no modelo está saindo do modelo. Além disso, percebemos as diferentes vazões volumétricas saindo de cada condição de saída. Grande parte do fluxo está saindo por uma das aberturas centrais. Isso também foi visto na plotagem da trajetória do fluxo. Isto pode estar acontecendo porque a abertura de saída é um pouco deslocada em relação ao centro do plenum, fazendo com que haja mais fluxo de saída em um lado. O reprojeto do plenum poderia distribuir melhor o fluxo entre as aberturas de saída.

No mundo real, cada pistão estaria sob combustão em um momento diferente durante o funcionamento do motor. Para representar com mais exatidão esta situação, um estudo transiente pode ser configurado com as aberturas de saída sendo ativadas e desativadas nos instantes da combustão usando curvas do tempo. Para configurar isso no SolidWorks Flow Simulation, **Dependente do tempo** precisaria ser selecionada na janela **Tipo de análise** do **Assistente**. Além disso, seriam necessárias alterações nas condições de limite de saída para especificar quando elas seriam ativadas (o fluxo é permitido) e desativadas (o fluxo é restrito).

## **Conclusões**

Nesta lição, estudamos um projeto de coletor de admissão utilizando o SolidWorks Flow Simulation. Aprendemos a configurar e a executar uma análise de fluxo. Aprendemos também boas técnicas de pós-processamento para avaliar nossos projetos. Recomendamos que você prossiga no estudo das opções de pós-processamento disponíveis por sua própria conta. Informações adicionais estão disponíveis na forma de tutoriais e textos técnicos nos menus de ajuda.