

DESENHO TÉCNICO MECÂNICO II (SEM 0565)

Notas de Aulas v.2020

Aula 01 – Introdução ao Projeto Auxiliado por Computador (CAD), Sistema 2D e Modelagem Sólida

Departamento de Engenharia Mecânica
Escola de Engenharia de São Carlos
Universidade de São Paulo

Prof. Assoc. Carlos Alberto Fortulan

Objetivos:

Proporcionar conhecimentos e técnicas para a concepção e leitura de documentação gráfica/digital de um desenho de conjunto mecânico.

Avaliação: Provas em CAD – 2 horas

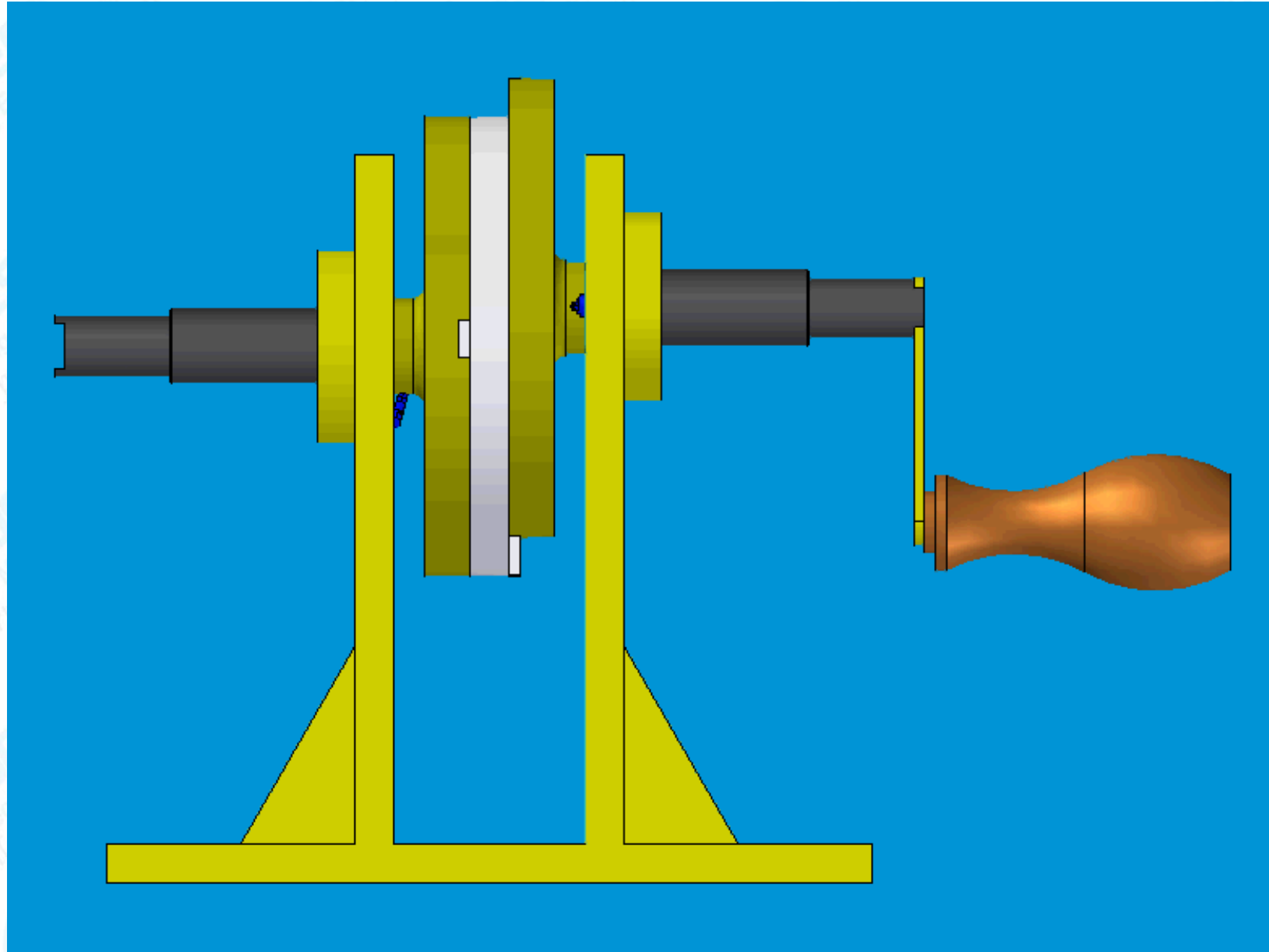
Prova 01 - Desenho projetivo – *na metade do semestre*

- ✓ Desenho de conjunto e componentes à partir de um desenho 3D, parte relativa aos desenho projetivo dos tutoriais de 01 a 08.

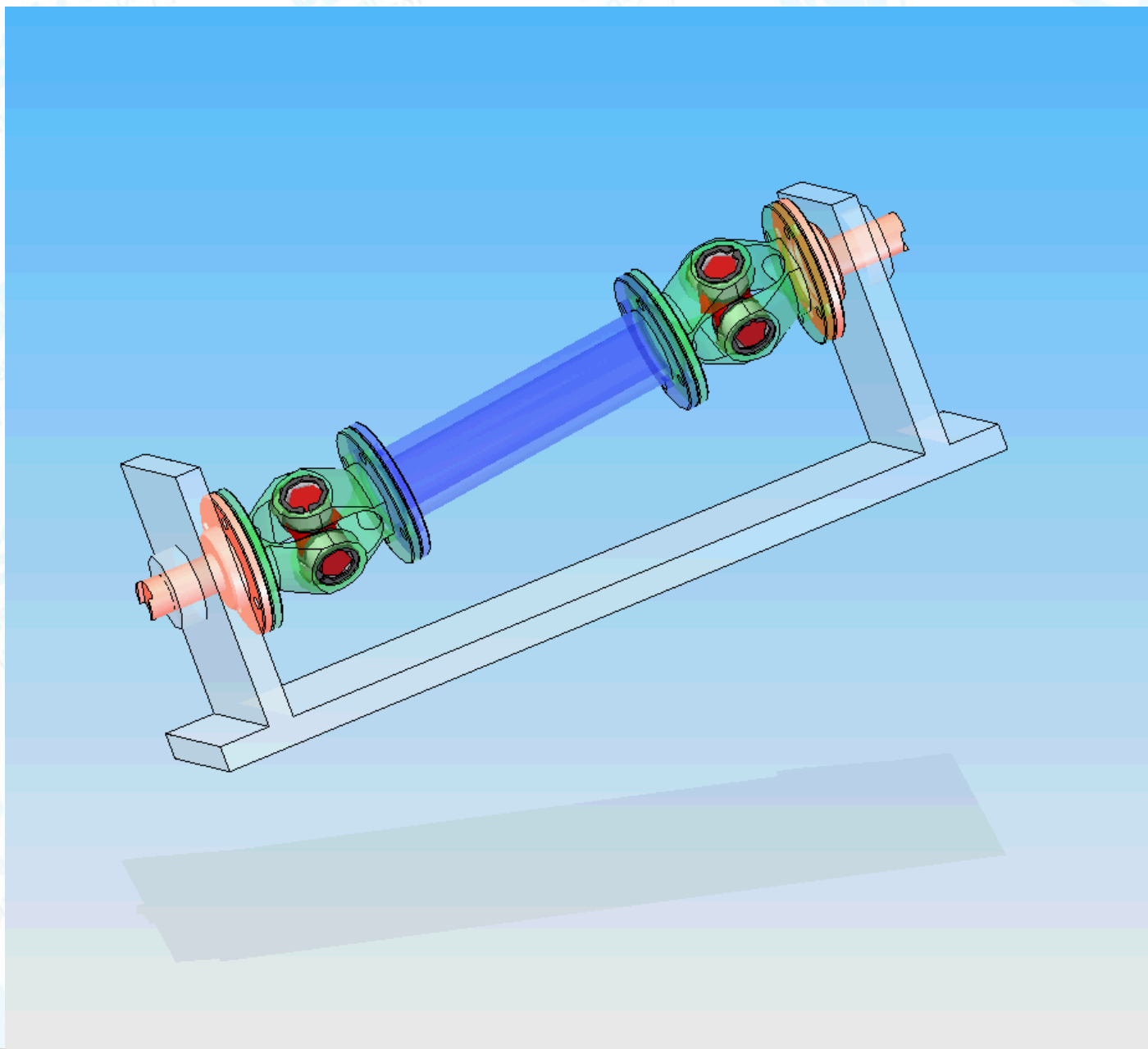
Prova 02 – Desenho 3D *no final do semestre*

- ✓ Desenhos de partes (~7);
- ✓ Montagem;
- ✓ Simulação (Vídeo);
- ✓ Interferência;

2005

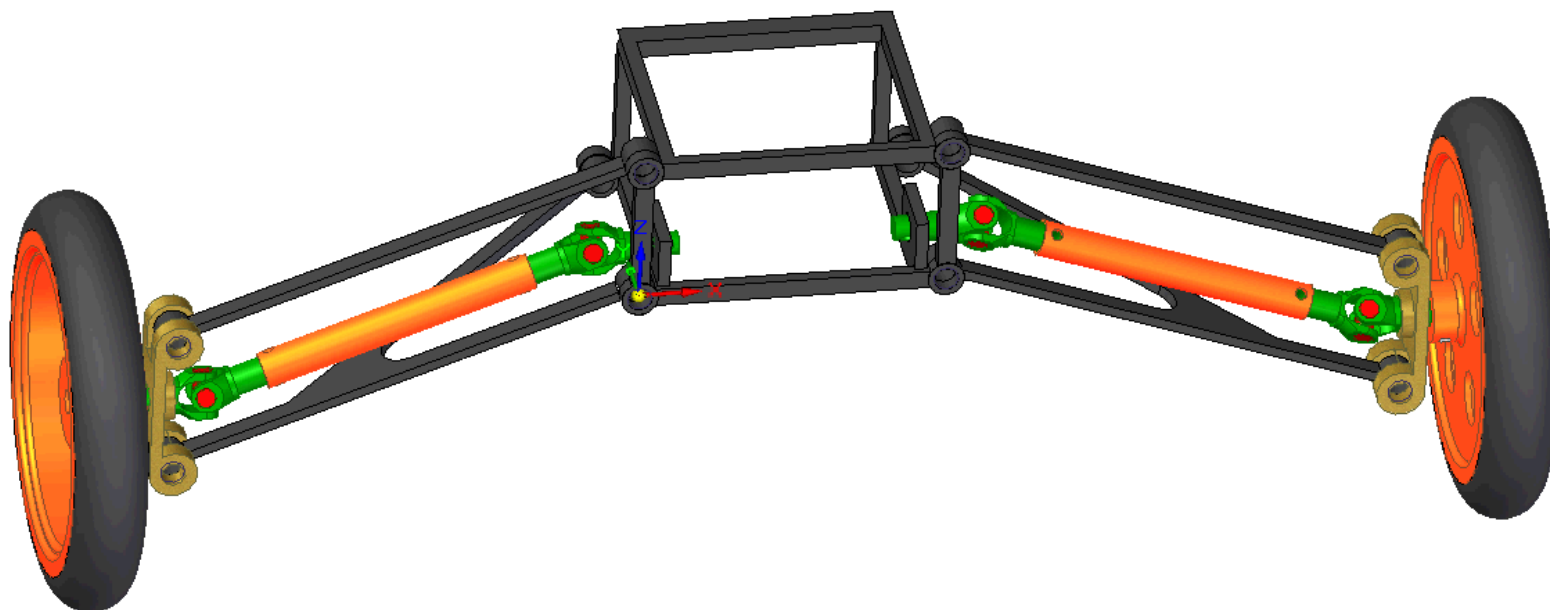


2007

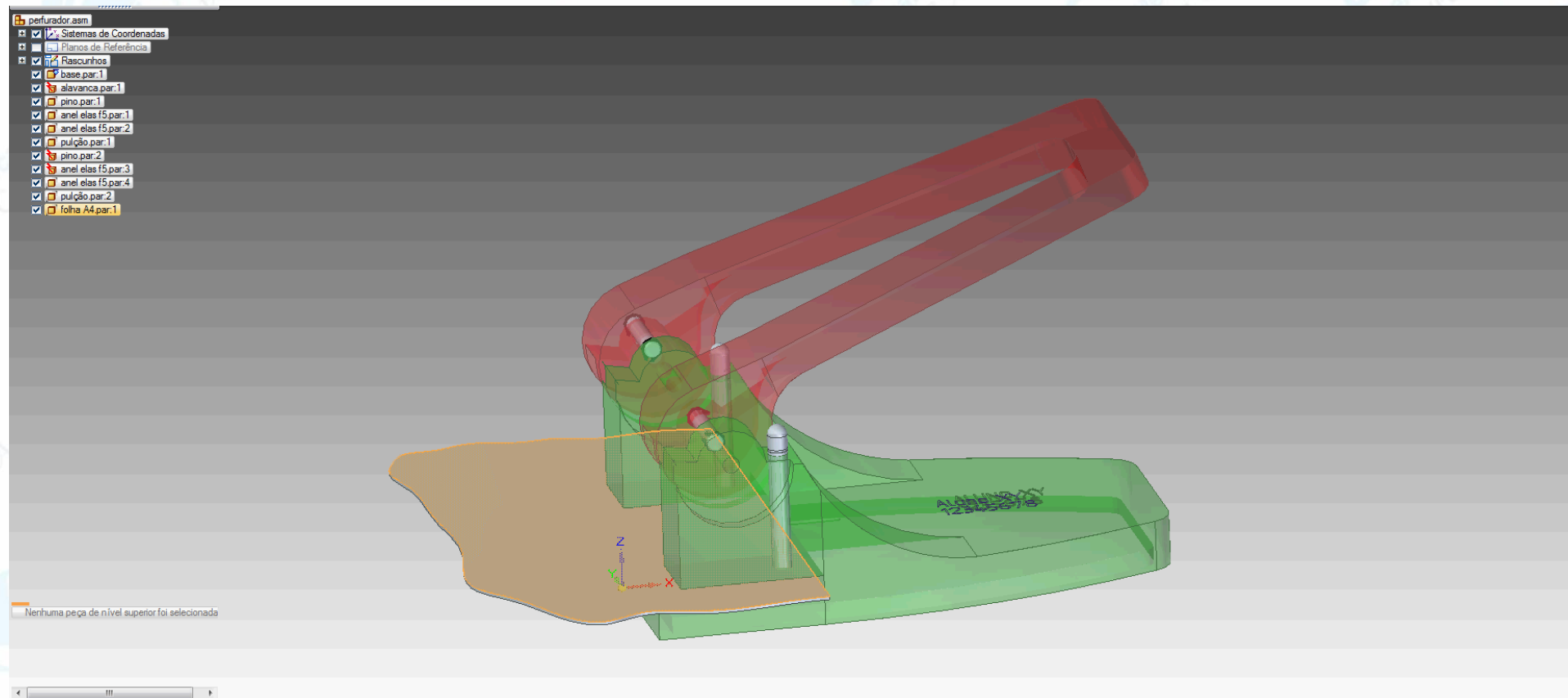


2013

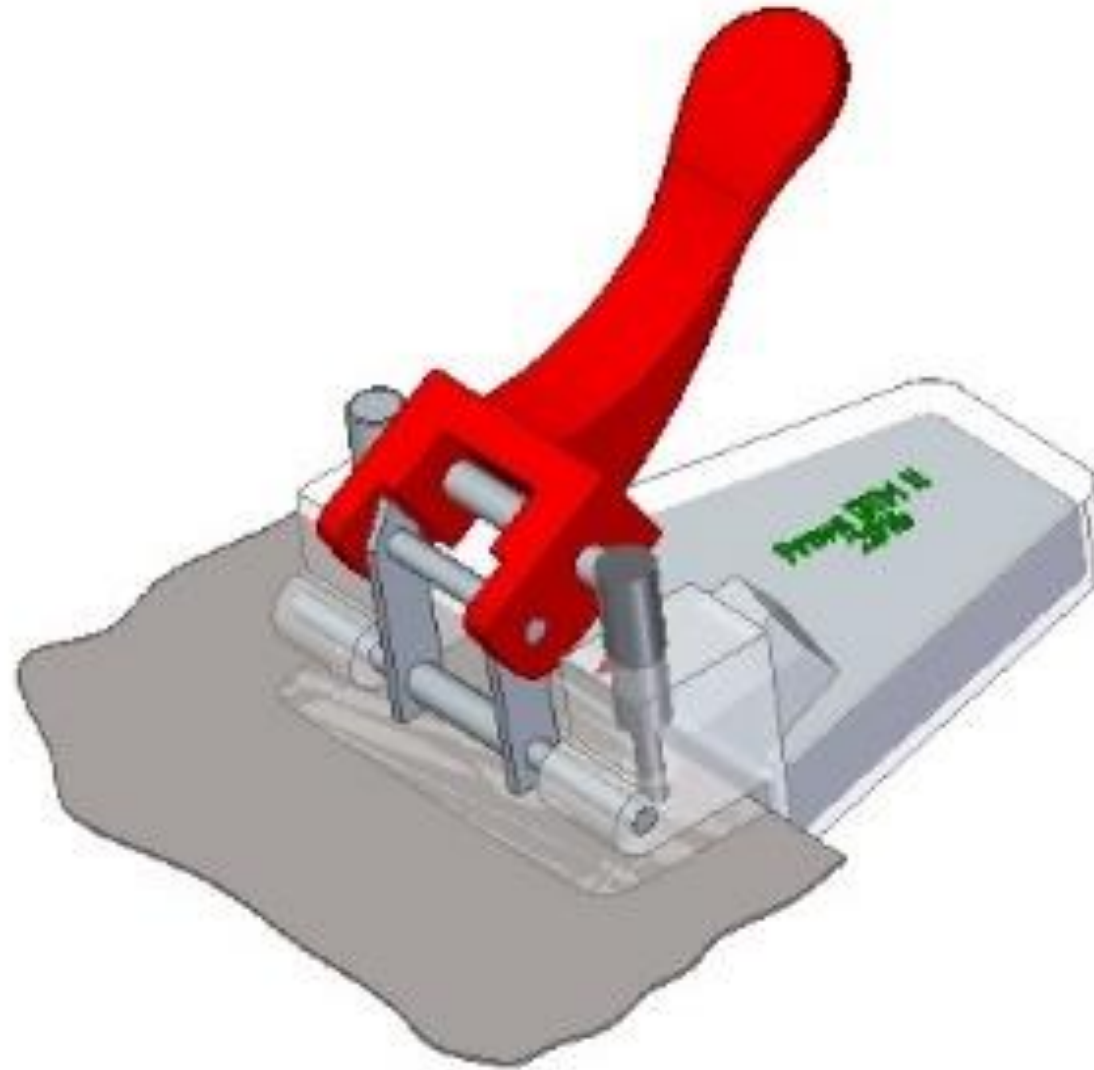
- suspensao3.asm
- ☒ Coordinate Systems
- ☐ Reference Planes
- ☒ Sketches
 - ☒ Sketch_1
- ☒ chassi.par:1
- ☒ bandeja.par:1
- ☒ manga de eixo.par:1
- ☒ barra.par:1
- ☒ eixo cruzeta.par:1
- ☒ cruzeta.par:1
- ☒ roda.par:1
- ☒ eixo cruzeta.par:2
- ☒ eixo.par:1
- ☒ eixo cruzeta.par:3
- ☒ cruzeta.par:2
- ☒ eixo cruzeta.par:4
- ☒ roda.par:2
- ☒ eixo cruzeta.par:5
- ☒ cruzeta.par:3
- ☒ eixo cruzeta.par:6
- ☒ eixo.par:2
- ☒ eixo cruzeta.par:7
- ☒ cruzeta.par:5
- ☒ eixo cruzeta.par:8
- ☒ manga de eixo.par:2
- ☒ barra.par:2
- ☒ bandeja.par:2



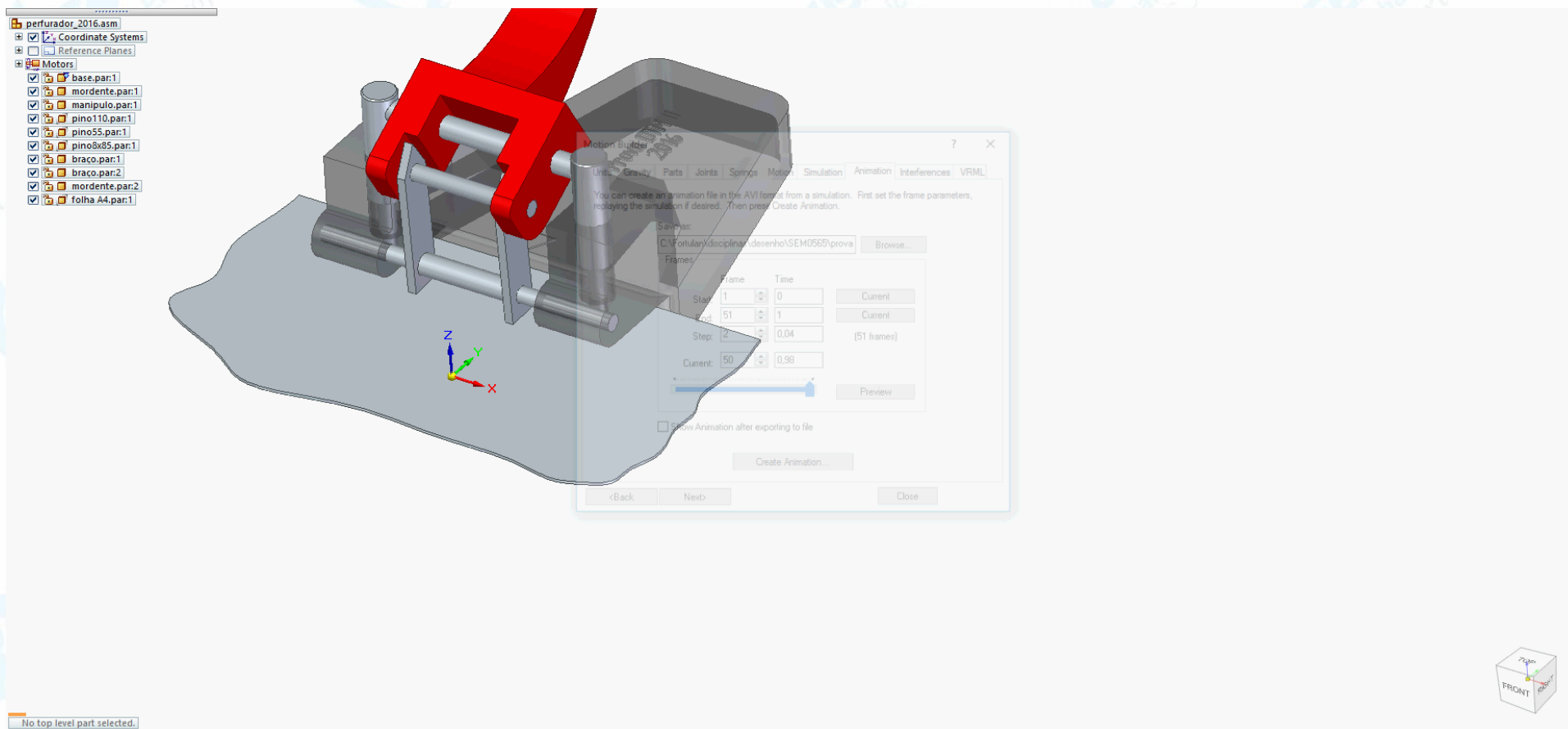
2014



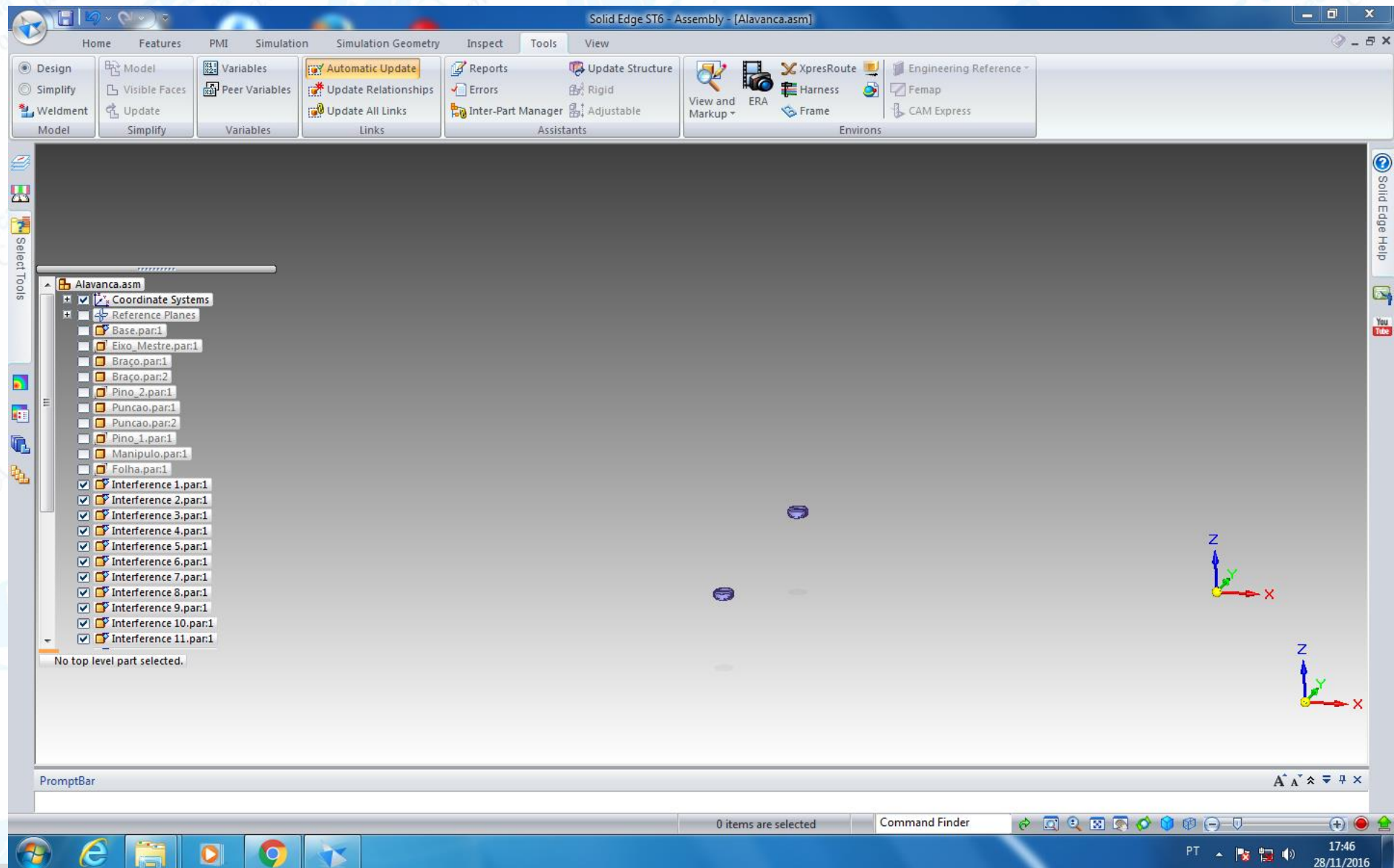
2016



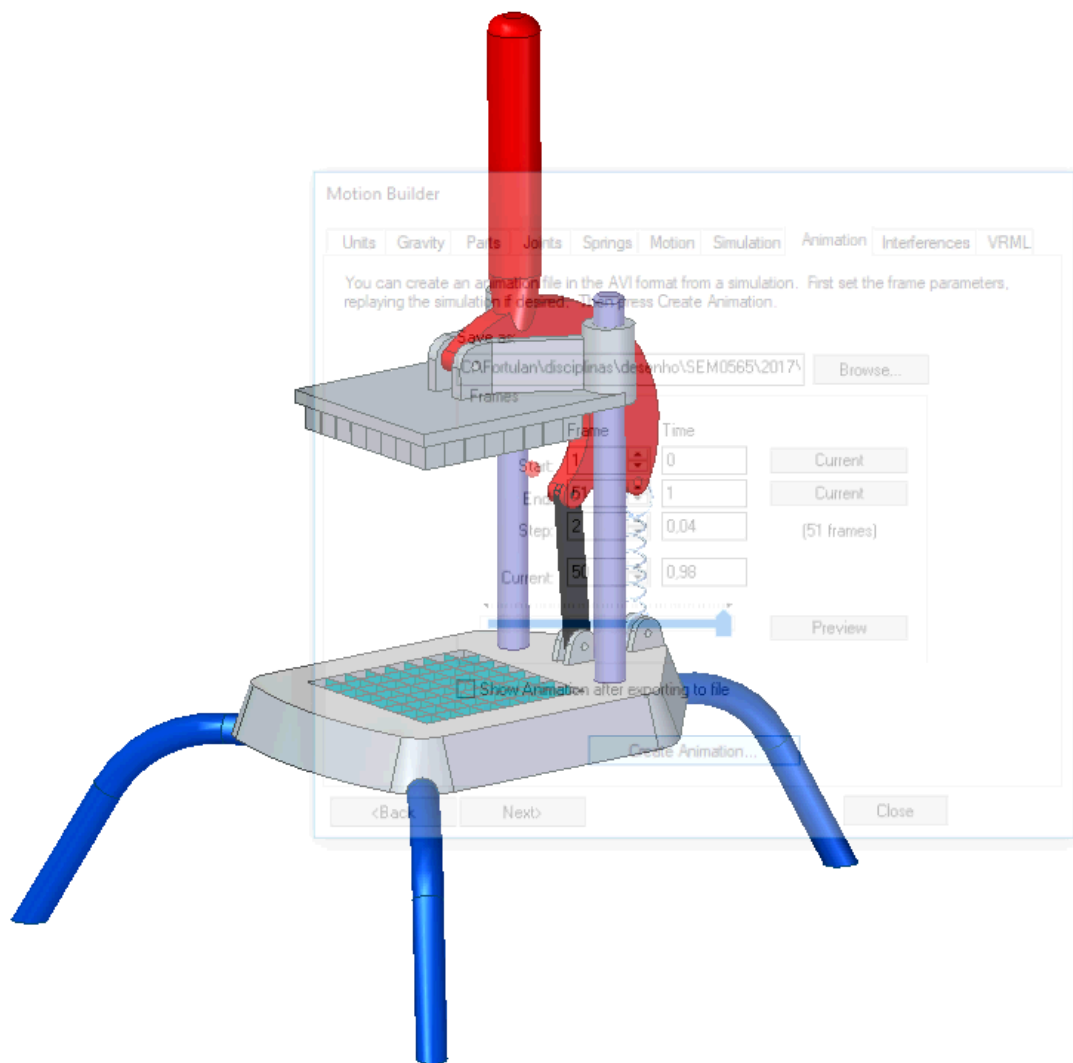
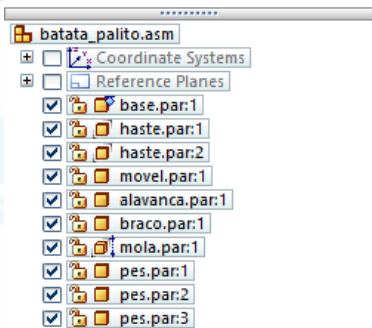
2016



2016

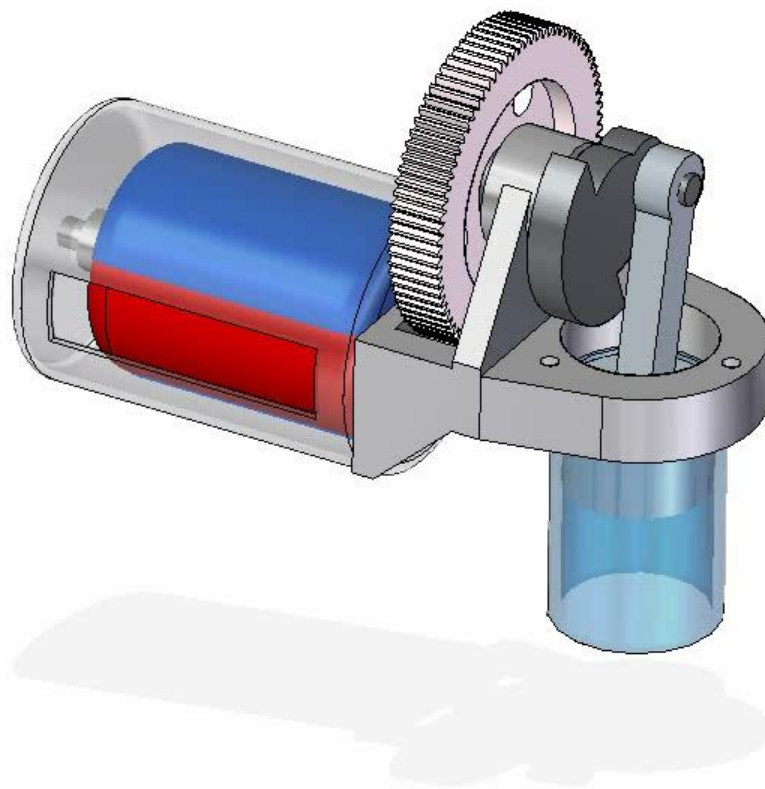


2017

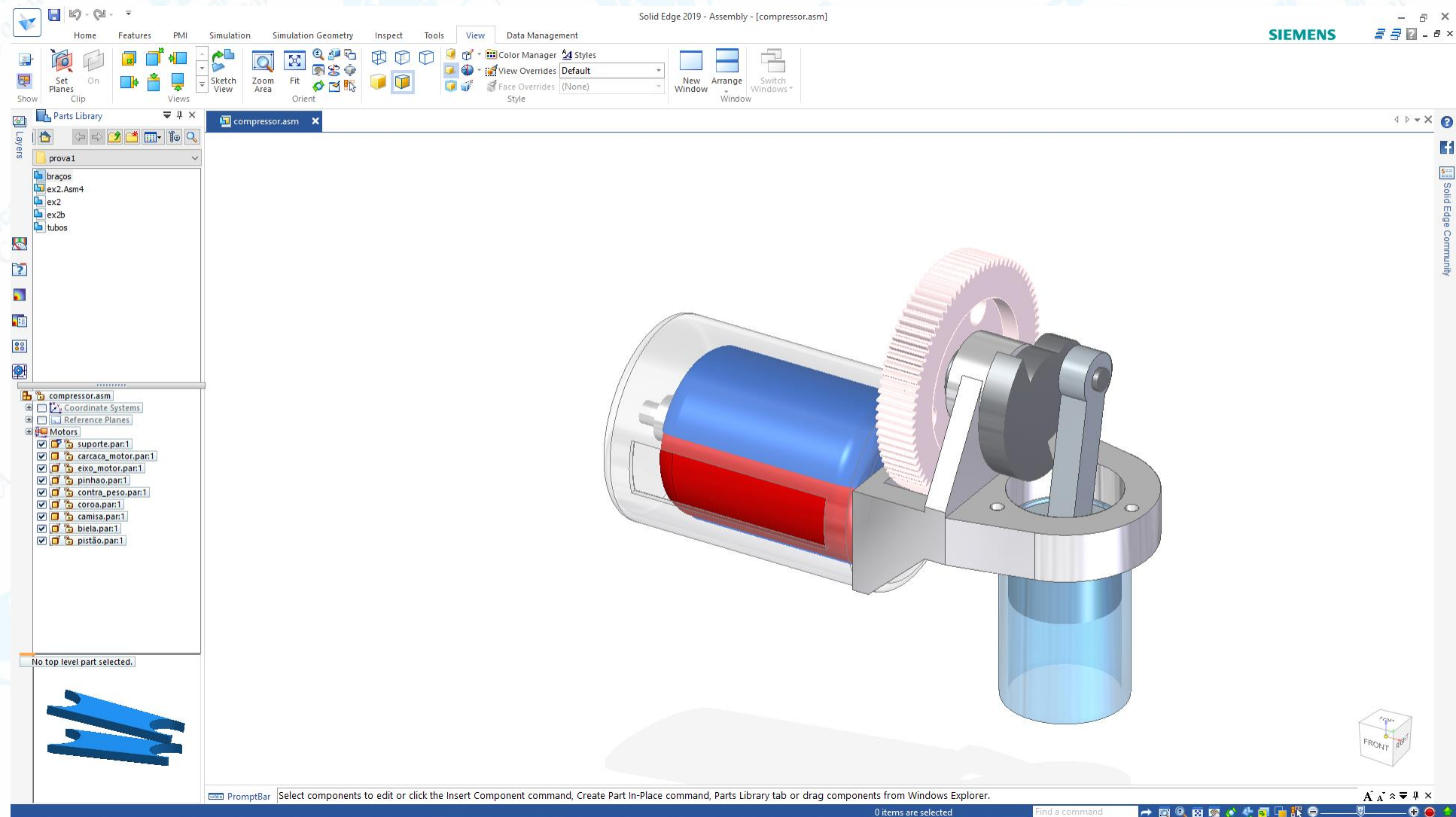


No top level part selected.

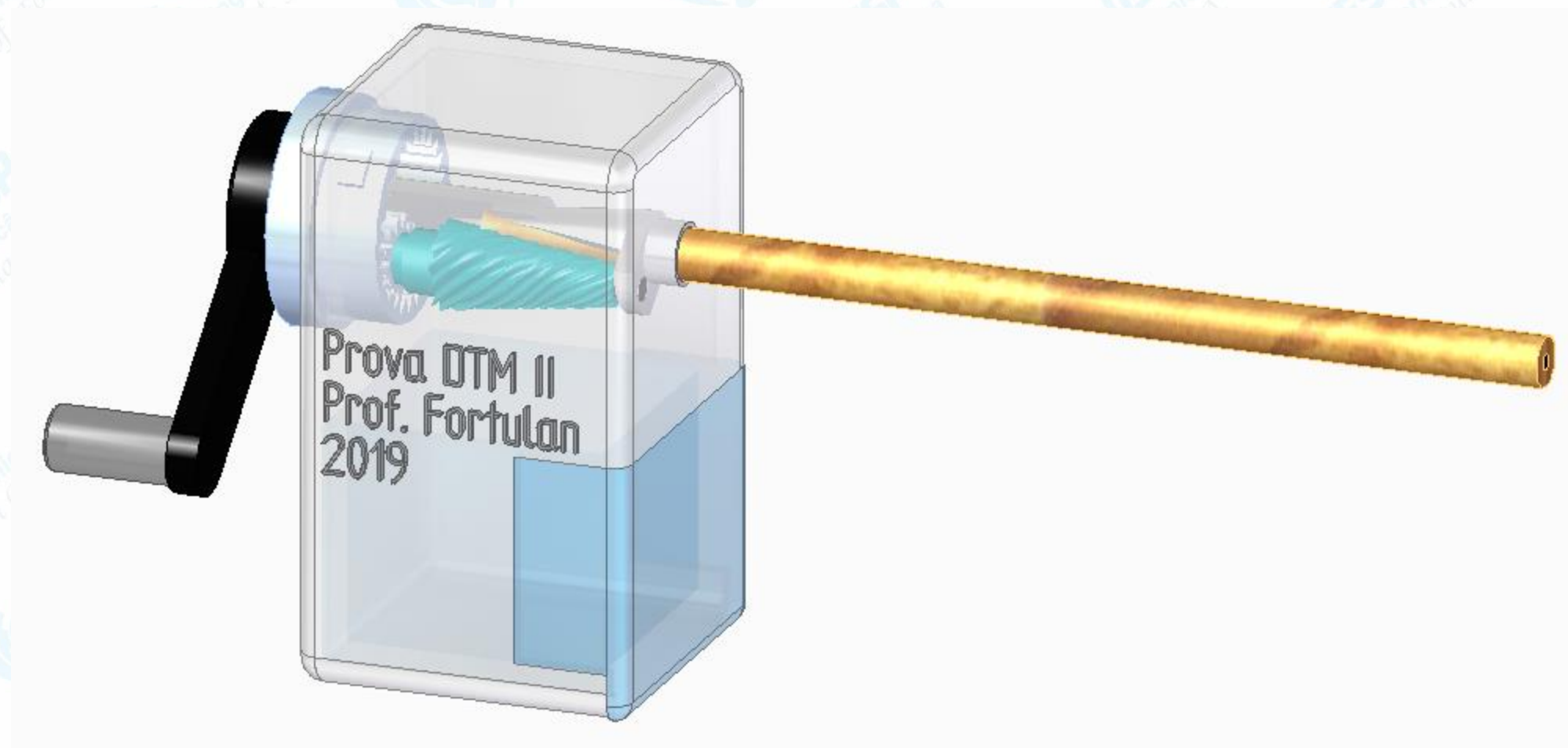
2018



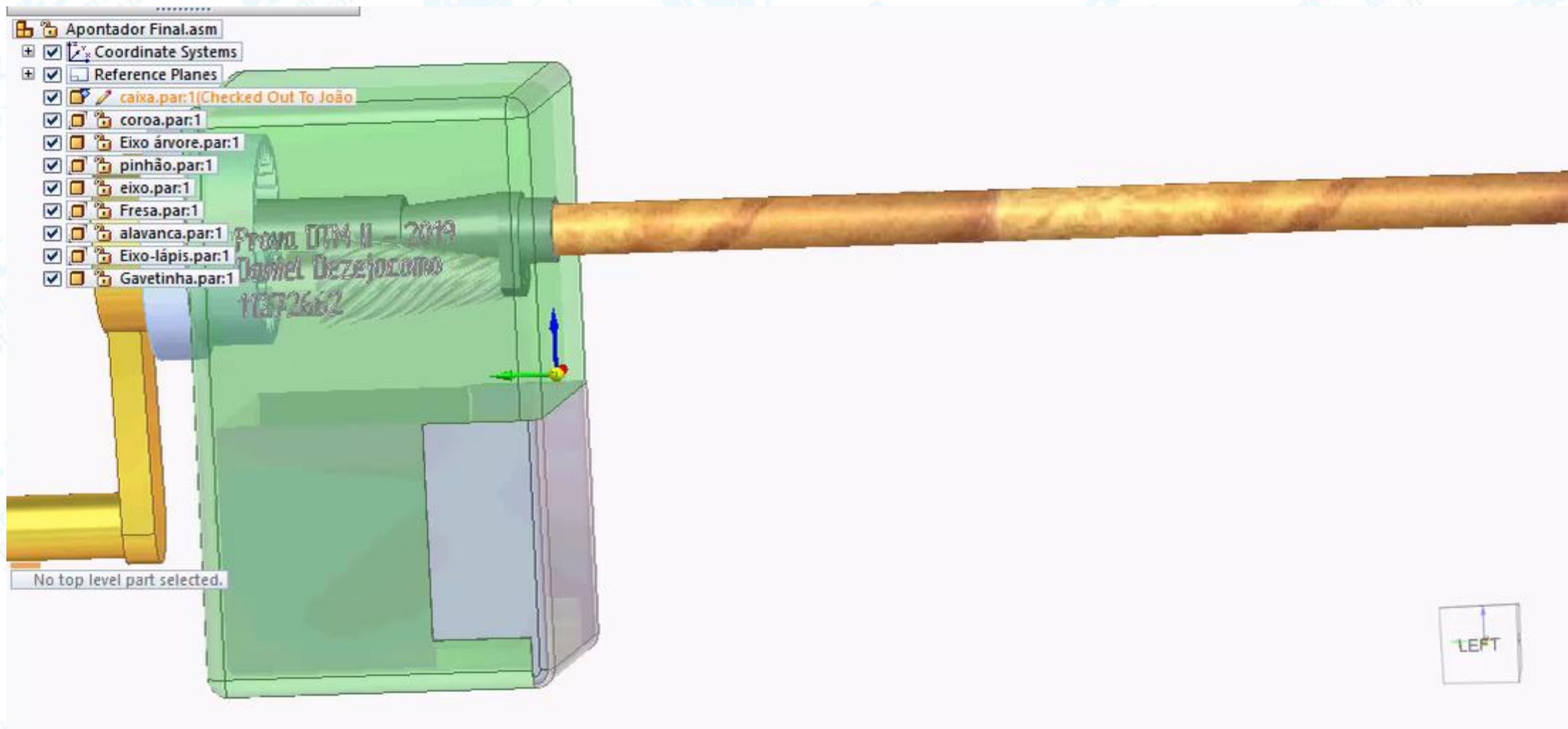
2018



2019



2019



CAD/CAE/CAM

Os termos CAD, CAE e CAM já estão bastante difundidos na engenharia em todos os níveis, do projeto à fabricação. São sistemas (que podem ser integrados) compostos por software e hardware e que permitem projetar e simular a aplicação e a fabricação de um produto.

CAD (Computer Aided Design) - sistema que permite a realização de desenhos bi e tridimensionais de um componente ou de sua montagem. No sistema CAD desenhos pode ser impressos em diversas vistas ou em um ambiente, em movimento e também serve de interface para o CAE e o CAM.

Projeto Mecânico em desenhos

Um projeto mecânico de médio porte pode conter acima de 30.000 desenhos como parte da documentação, geralmente apresentam vida útil de 10 a 40 anos.

O desenho é uma ferramenta de criação e um processo de transferência de informação, através dele registram-se ideias, propostas de projetos, planos e então se compartilha e transfere para outras pessoas.

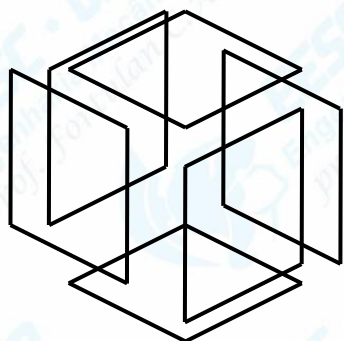
Permite:

- Criação, modificação, análises, e otimização de um projeto;
- Ferramentas típicas:
 - Análise de tolerâncias;
 - Cálculo de propriedades de massa;
 - Modelagem de elementos finitos e visualização.
- Define a geometria do desenho.

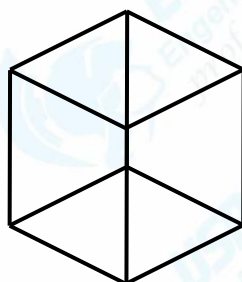
Origens do CAD - 1964



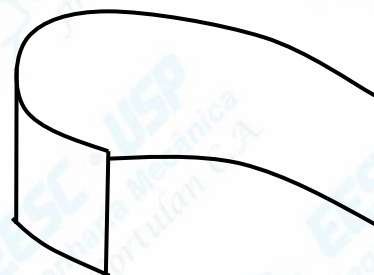
Linhas
1960,



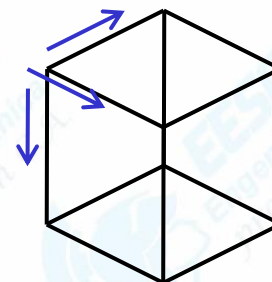
Modelos
2D
1970s,



Modelos
Sólidos
1980s,



Modelos
Superfícies
1960-1980s,



Modelos
Paramétricos
1980s,

Evolução do CAD

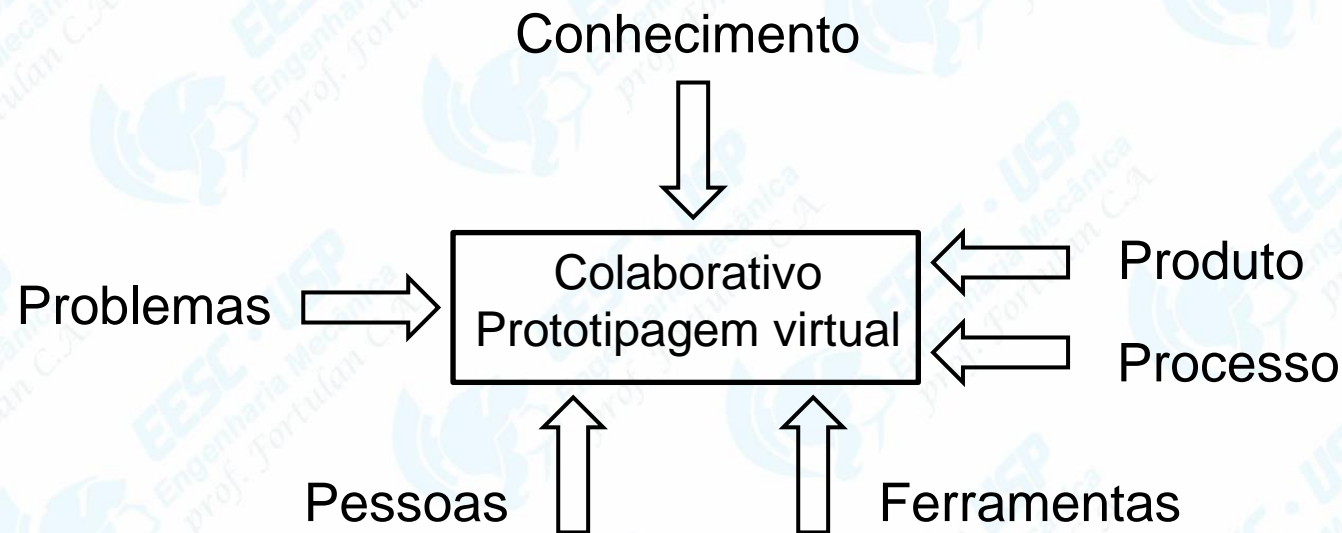
`70s → CAd → desenho → documentação

`80s → CAD → modelagem → modelos geométricos

`90s → KAD → funcionalidade → modelos funcionais, não integrados

2000s → Gerenciamento do Conhecimento Colaborativo

“Problemas, produtos, processos, pessoas”



Processo do CAD - 1964

Dois tipos de tarefas: síntese e análise

- A síntese é muito qualitativa.
- A análise pode ser grandemente realçada com computadores.

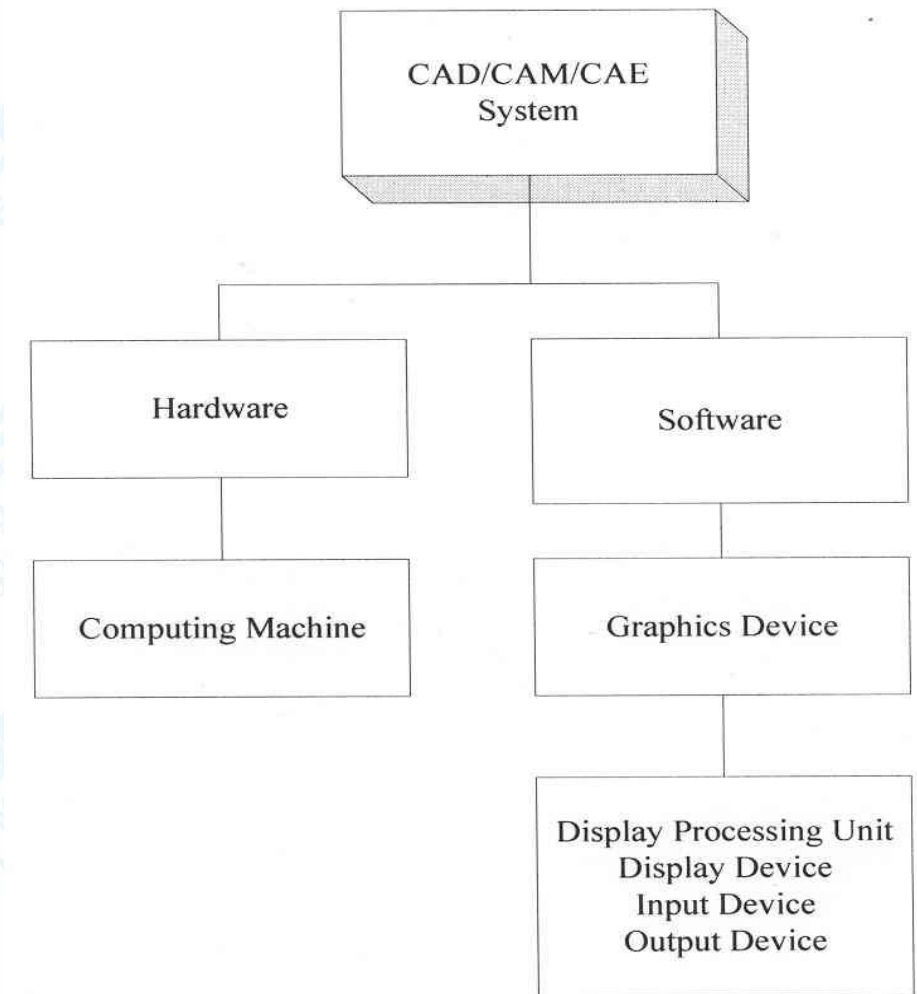
Uma vez que a análise esteja completa,

evolução do projeto → prototipagem rápida.

- Pacotes de software para otimização de projeto.

Componentes de um sistema CAD/CAM/CAE

- Software aplicativo, que consiste na execução das funcionalidades do CAD.
- Hardware, que inclui o computador e dispositivos de entrada e saída.
- Sistema operacional, que atua como interface entre o hardware e o software aplicativo.



Software Aplicativo

Conjunto de programas de computador desenvolvido para realizar, em combinação com a atividade humana, tarefas ou processos específicos relacionados, em geral, com o processamento de informações.

São escritos através de linguagens de programação, e podem ter sua aplicação classificada pelas tarefas ou serviços que podem realizar.

Solid Edge - Siemens

I-DEAS - Siemens

NX (Unigraphics) - Siemens

AutoCAD – Autodesk

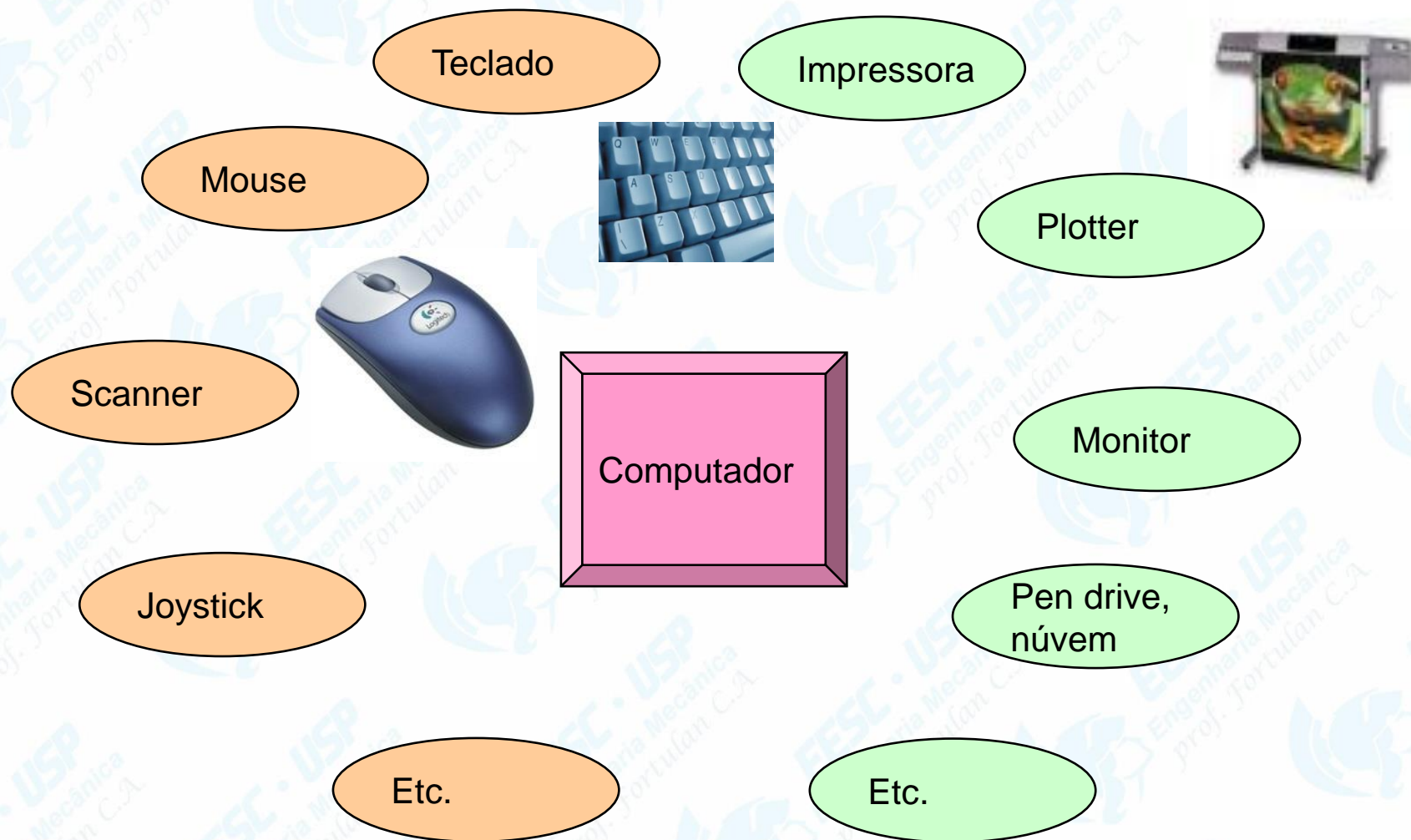
Inventor - Autodesk

SOLIDWORKS - Dassault Systèmes SOLIDWORKS Corp

CATIA - Dassault Systèmes

PTC Creo Parametric (Pro/ENGINEER)

Hardware



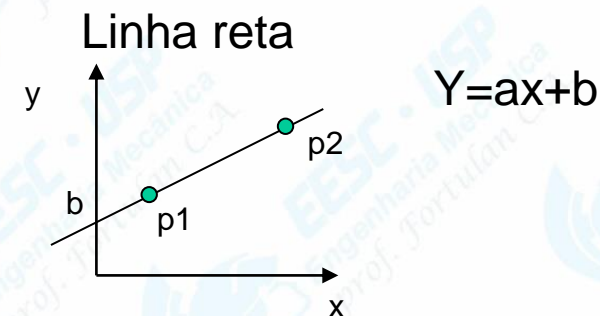
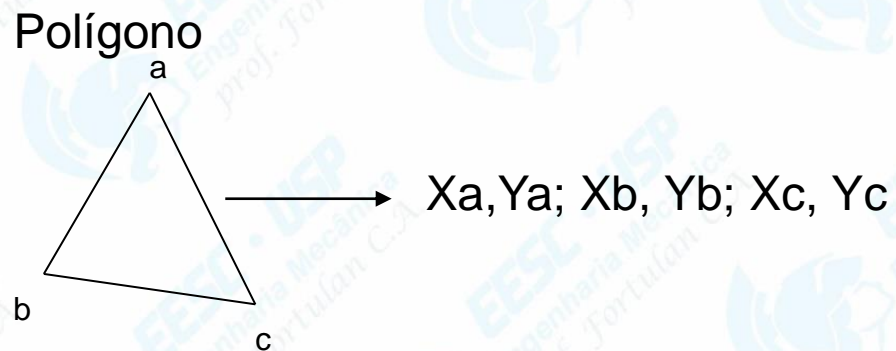
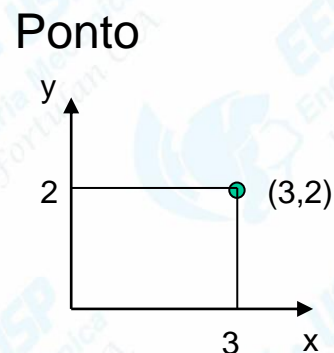
Computação Gráfica

Área da Ciência da Computação que estuda a geração, manipulação e análise de imagens através do computador.

- Modelos 2D (plano XY);
- Modelos 3D (plano XYZ);
- Computação gráfica 4D → modelos 3D x tempo (animação).

Modelos 2D

A estrutura de dados mais empregada nesta computação gráfica são os vetores, outras são: listas e tabelas.



Planos e superfícies não existem em CAD, mas são simulados no plano do vídeo como combinação de entes primitivos.

Transformações Geométricas 2D

Transladar: pontos podem ser transladados para novas posições Tx; Zy

$$X' = X + Tx; Y' = Y + Ty$$

Escalar: afastamento ou aproximação do ponto em relação a origem

Rotacionar: rotação dos pontos através de um ângulo em relação à origem.

Refletir:

Duplicar:

Alongar:

Operandos Geométricos

Tem como função a criação, na estrutura de dados, das entidades geométricas que compõe o desenho:

- Ponto – explícito → coordenadas
implícito → ex: interseção de duas curvas
- Reta
- Circunferência
- Arco
- Curva composta
- Curvas cônicas

Operandos não Geométricos

Entidades utilizadas para elucidação dos elementos geométricos do desenho:

- Texto
- Linhas auxiliar
- Linhas de cota
- Dimensão angular
- Hachura.

Modelagem Geométrica

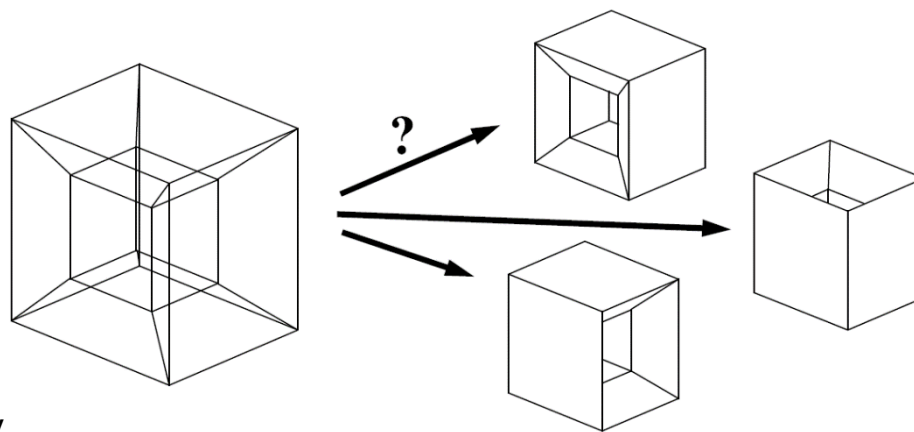
Descrição matemática (modelo) de um objeto: Wireframe, Superfície e Sólida

• Wireframe

Esta modelagem utiliza pontos e curvas (linhas, círculos e arcos) para definir objetos.

Vantagens: fácil edição de vistas, rapidez na visualização

Limitações: impossibilidade de calcular propriedades físicas; superfícies ambíguas dificulta a geração de caminhos para percurso de ferramenta (CAM)...



K., Lee "Principles of CAD/CAM/CAE Systems," Addison-Wesley

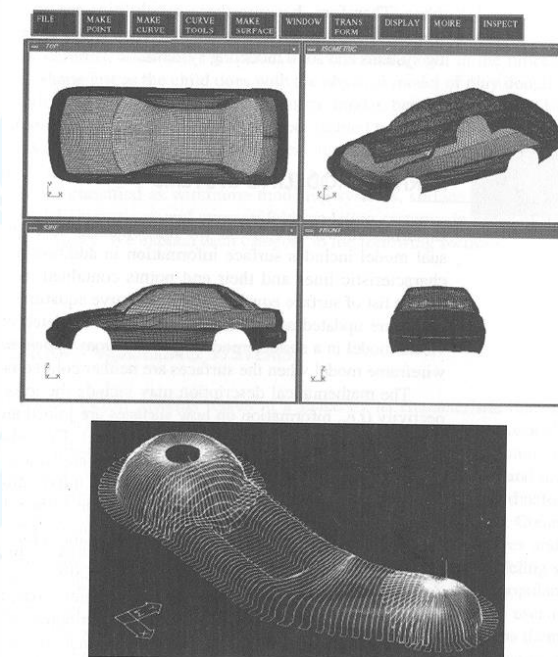
• Superfície

Esta técnica de modelagem define os objetos pelas suas faces do contorno. Contêm definições de superfícies, margens e vértices, assim como a relação entre eles.

- melhor interação gráfica (apesar de complexidade na criação dos modelos)

Vantagem: Informação de caminhos para a as ferramentas (usinagem, deposição...)

Desvantagem: Dificuldade em informar propriedades físicas



K., Lee “Principles of CAD/CAM/CAE Systems,” Addison-Wesley

• Sólida

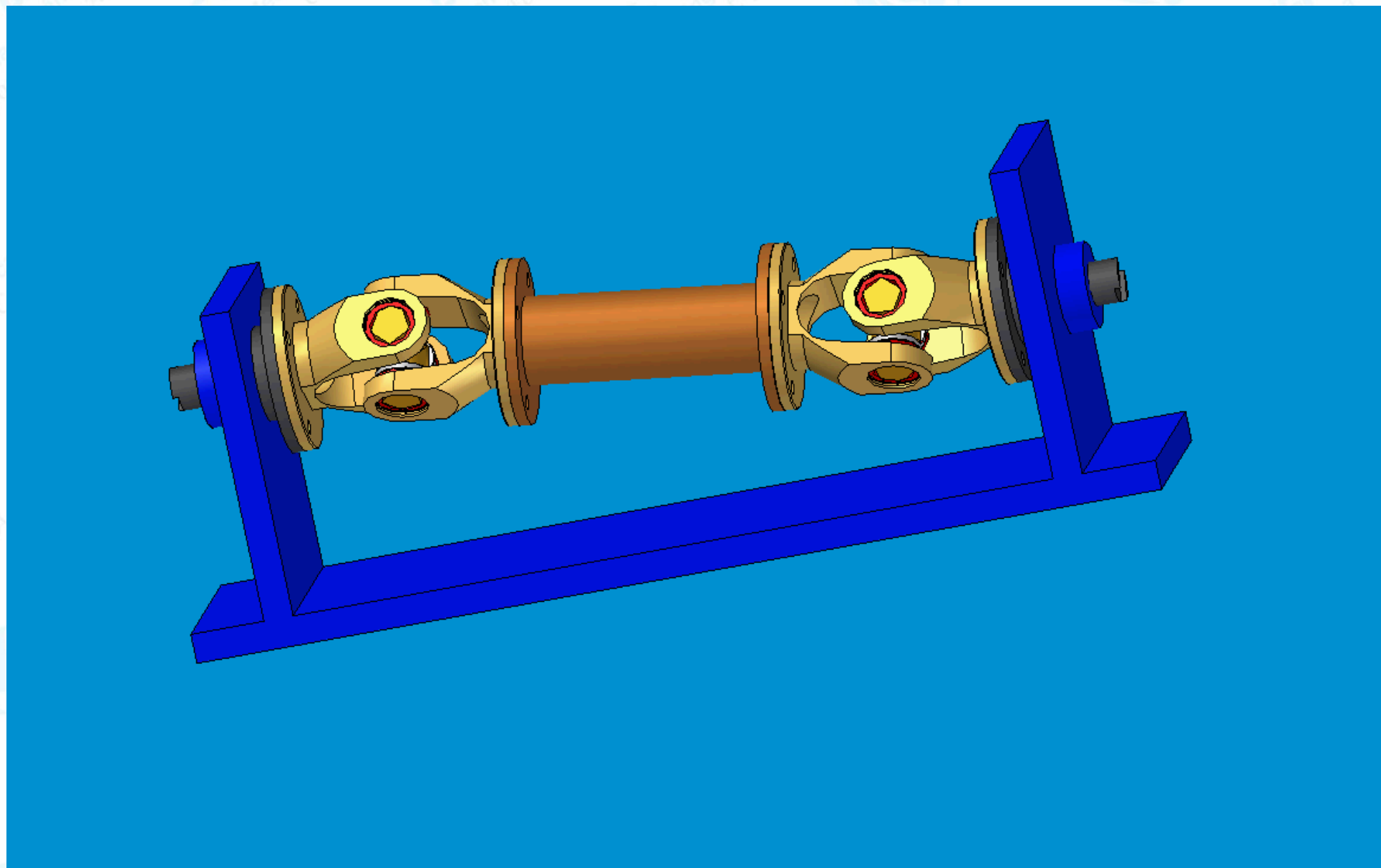
Os objetos são definidos diretamente a partir das formas primitivas, designadas por blocos de construção.

Várias representações matemáticas que permitem classificar cada ponto:

“Um dado ponto está dentro ou fora da região sólida?”

Vantagens:

- cálculo de propriedades físicas;
- geração automática de malhas para Elementos Finitos;
- determinação de colisão em robótica ou caminho para geração CNC.



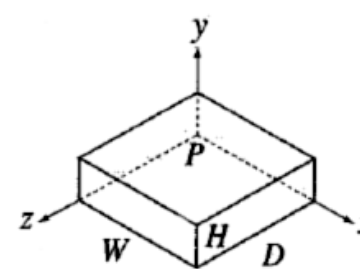
Funções da Modelagem Sólida

Diferentes caminhos podem ser utilizados para criar formatos sólidos:

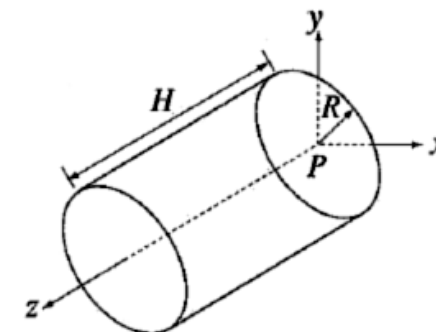
- criações de primitivas
- operações Booleanas
- operações *Sweep*
- operações *Surface*
- modelagem de Engenharia baseadas em *Features*
- modelagem Paramétrica

Criação de primitivas

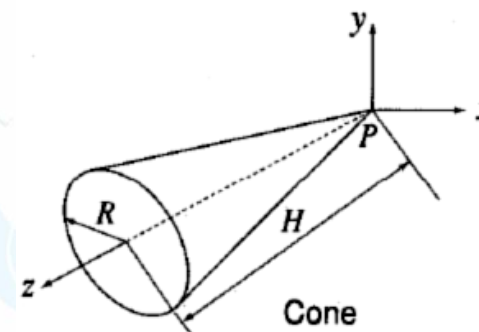
- Primitivas são formatos de sólidos simples com simples superfícies matemáticas.
- Podem ser controladas por um pequeno número de posicionadores utilizando uma matriz de transformação.



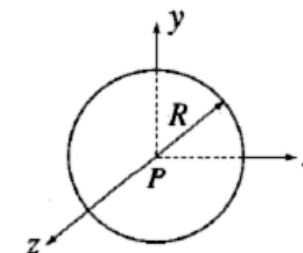
Block



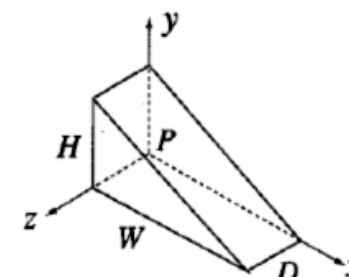
Cylinder



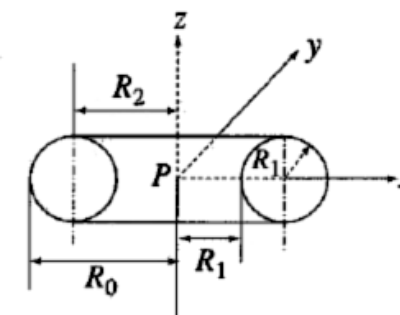
Cone



Sphere



Wedge

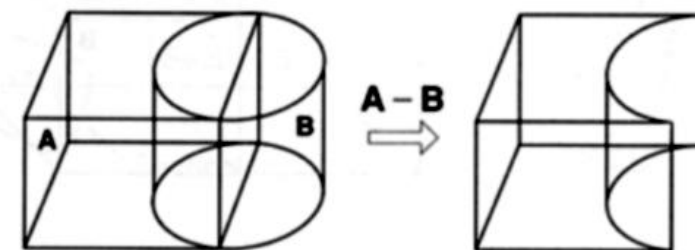
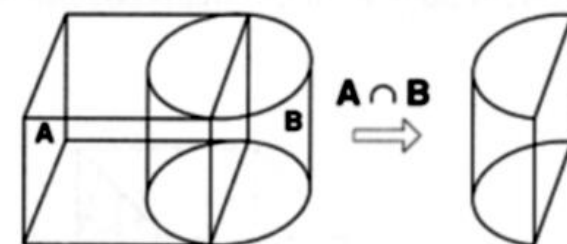
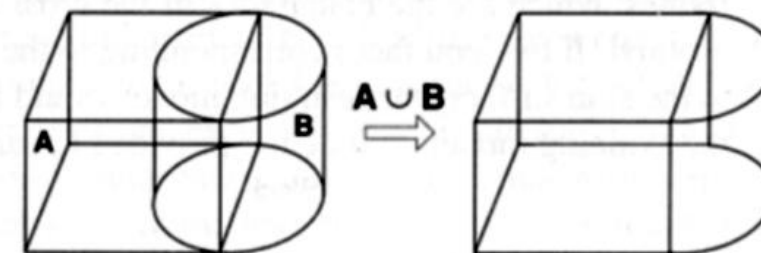
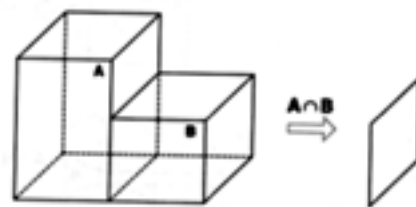


Torus

K., Lee "Principles of CAD/CAM/CAE Systems," Addison-Wesley

Operações Booleanas

- Operações Booleanas são utilizadas para obter formatos mais complexos à partir de da combinação de formatos simples.
- 3 tipos de operações são possíveis:
 - união
 - intersecção
 - subtração
- atenção:

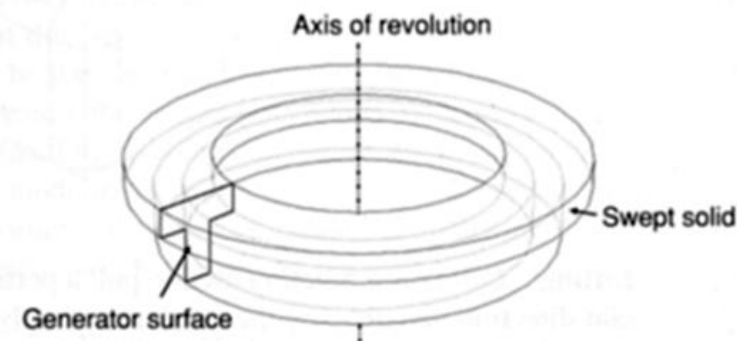
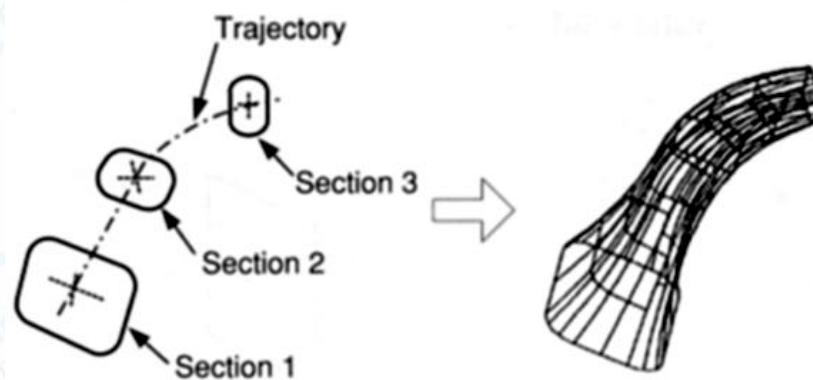
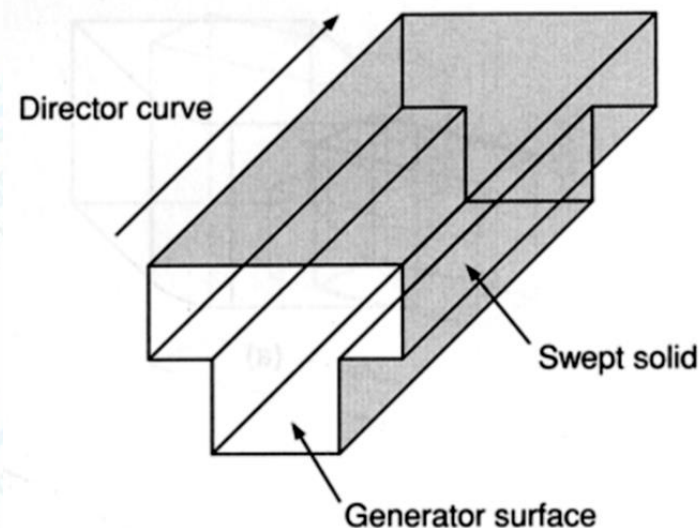


Operações Sweeping

- Utilizando 2D *wireframe* das seções (ou seção) para gerar um sólido 3D;

Isto inclui operações como:

- extrude
- revolve
- sweep
- loft

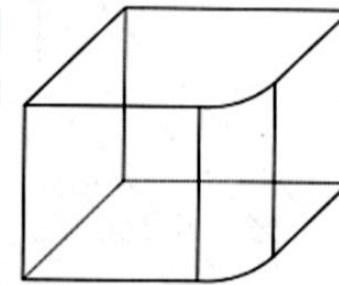


Operações Surface

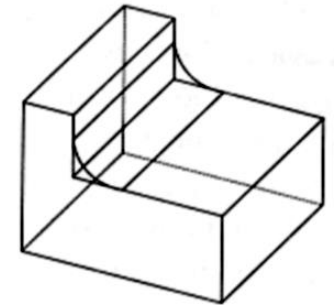
- São operações feitas diretamente nas superfícies, cantos e vértices dos dos modelos sólidos para criar uma modificação desejada.

Exemplos:

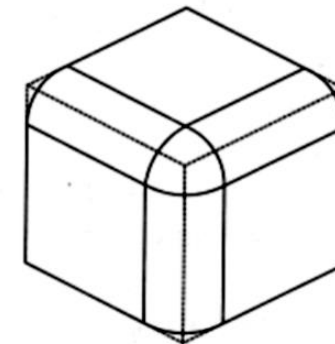
- *chamfering*
- *rounding/filleting*
- *drafting*
- *shelling*



(a)



(b)

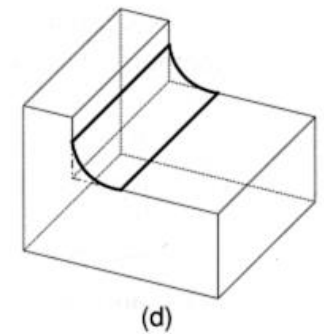
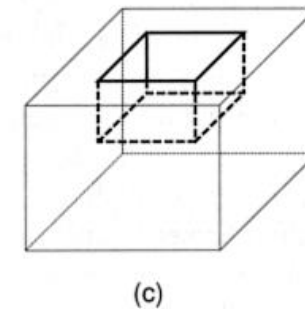
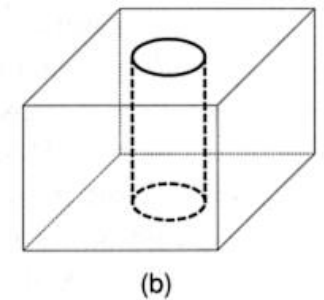
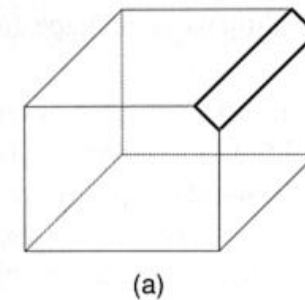
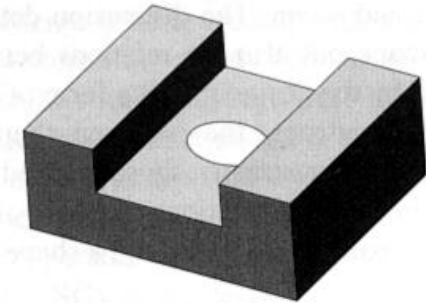


Modelagem baseadas em *Features*

- *Features* são formatos que tem significância para a engenharia. Elas geralmente são geometrias personalizadas de operações de usinagem ou da função de um componente

Exemplos: – furos, roscas, rebaixos,....

- Muitas pessoas usam o termo “*Feature*” para se referir a alguma espécie de operação de modelagem sólida.
- Muitos sistemas disponibilizam uma quantidade definida de *features*.

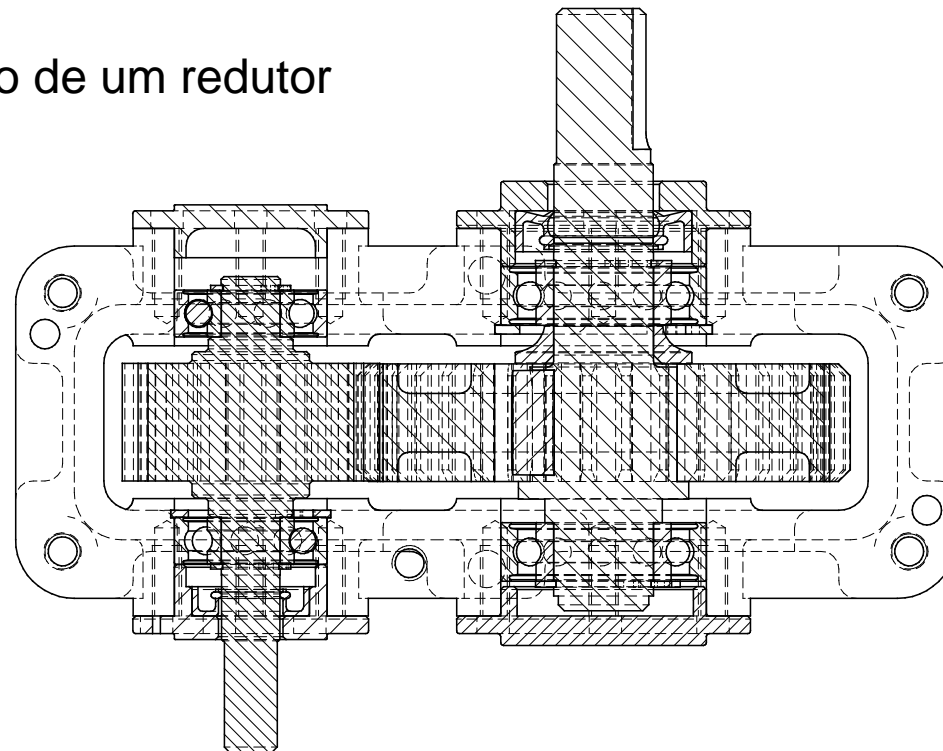
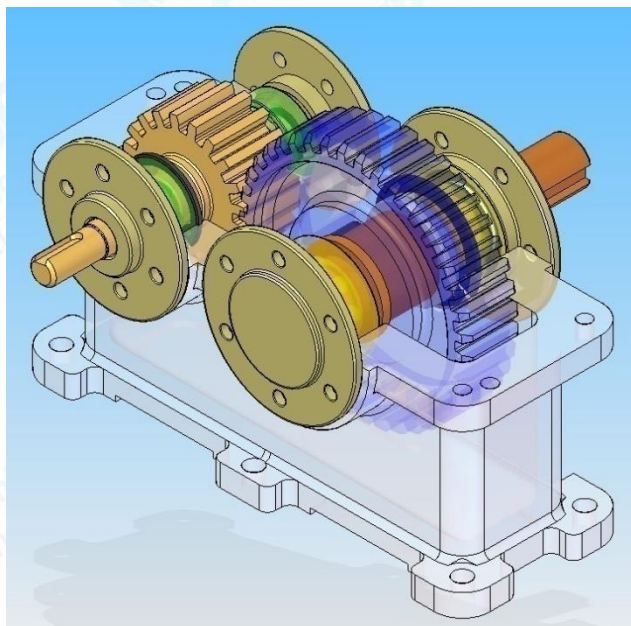


Geração de Vistas 2D à partir de Modelos Sólidos

A maioria dos softwares disponibilizam recursos para geração de vistas 2D à partir de modelos sólidos. A vantagem é que os desenhos e modelos sólidos ficam inter-relacionados. Um alteração no modelo 3D altera o modelo 2D, e ainda registra notas de modificações

Exemplo de Geração de Vistas

Modelo Sólido de um redutor



Vista superior em corte – Pelo Solid Edge v15

Recursos automáticos

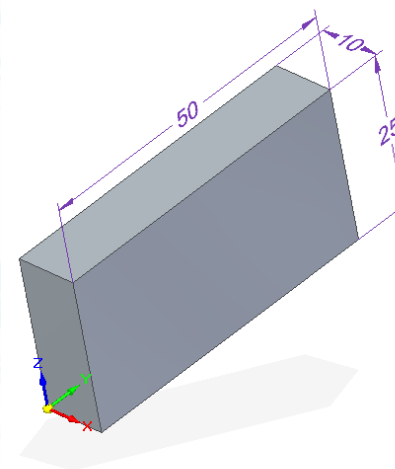
“é preciso re-editar a vista para atendimento da normalização”

Recursos manuais

Modelagem Paramétrica

Parametrização é um processo matemático que relaciona e vincula variáveis com coordenadas, primitivas ou operações geométricas em um modelo digital.

É possível controlar uma variável através de uma função relacionada à outra variável e ou através da comunicação com uma planilha externa, por exemplo: software MS Excel.

A screenshot of a CAD software interface showing a 'Variable Table' for a file named 'Tut_16_cubo.par'. The table lists various parameters and their values.

Type	Name	Value	Rule	Formula
Dim	Linear_2	25,00 mm		
Dim	Linear_3	50,00 mm		
Dim	Linear_1	10,00 mm		
Dim	altura	25,00 mm	Paste Link	@'C:\Users\Fa...
Dim	profundidade	50,00 mm	Paste Link	@'C:\Users\Fa...
Dim	largura	10,00 mm	Paste Link	@'C:\Users\Fa...
Var	PhysicalProp...	0,000 kg/m^3	Limit	
Var	PhysicalProp...	0,990	Limit	

A screenshot of an Excel spreadsheet titled 'paramet_tut.xlsm'. The spreadsheet contains a table with dimensions for a cube.

	A	B	C	D	E
1	Cubo				
2					
3	largura	10			
4	altura	25			
5	Profundidade	50			

Este controle permite a regeneração automática do modelo após cada modificação das variáveis, mantendo a proporcionalidade e o formato desejado do objeto.

The image displays two software applications side-by-side. On the left is Microsoft Excel, showing a spreadsheet titled 'Planilha Ortese.xlsm'. The spreadsheet has three columns: 'Componente da Órtese', 'Medida', and 'Valor'. It lists various parts of a wrist brace and their corresponding measurements. On the right is Solid Edge ST7, showing a 3D model of a wrist brace. The model is a purple solid with an orange wireframe overlay. The software interface includes a ribbon with various tools and a tree view on the left showing the model's structure.

	A	B	C
1	Componente da Órtese	Medida	Valor
2	Suporte do Antebraço	medida "e"	
3	Suporte do Antebraço	medida "f"	
4	Haste Palmar	medida "i"	
5	Anel de Bloqueio (5º Metacarpo)	medida "b"	
6	Anel de Bloqueio (5º Metacarpo)	medida "a"	
7	Anel D4 (4º Metacarpo)	medida "a"	
8	Anel D3 (3º Metacarpo)	medida "a"	
9	Anel D2 (2º Metacarpo)	medida "a"	
10	Centro (não editável)	-	4,5
11			
12			
13			
14			

Referências

- Lee, K. “Principles of CAD/CAM/CAE Systems,” Addison-Wesley
- Notas de aula e Tutoriais
<http://www.ltc.eesc.usp.br/index.php/14-principal/trabalhos/disciplinas/24-desenho-tecnico-mecanico-ii>

Software: Solid Edge 3D Profissional

Este download gratuito:

- Está disponível para qualquer aluno em atividade ou instrutor de qualquer instituição acadêmica (como universidades credenciadas, faculdades técnicas, escolas de negócios e ensino médio)
- É direcionado para cursos acadêmicos
- É válido por um ano mas pode ser estendido com um novo registro

https://www.plm.automation.siemens.com/pt_br/academic/resources/solid-edge/student-download.cfm

Selecione Produtos, Solid Edge, Solutions, Educators, ...
Ou mais

direto: https://solidedge.siemens.com/en/solutions/users/educators/#ui_Solid_Edge_for_Engineering_Students