

DESENHO TÉCNICO MECÂNICO II (SEM 0565)

Notas de Aulas v.2021

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

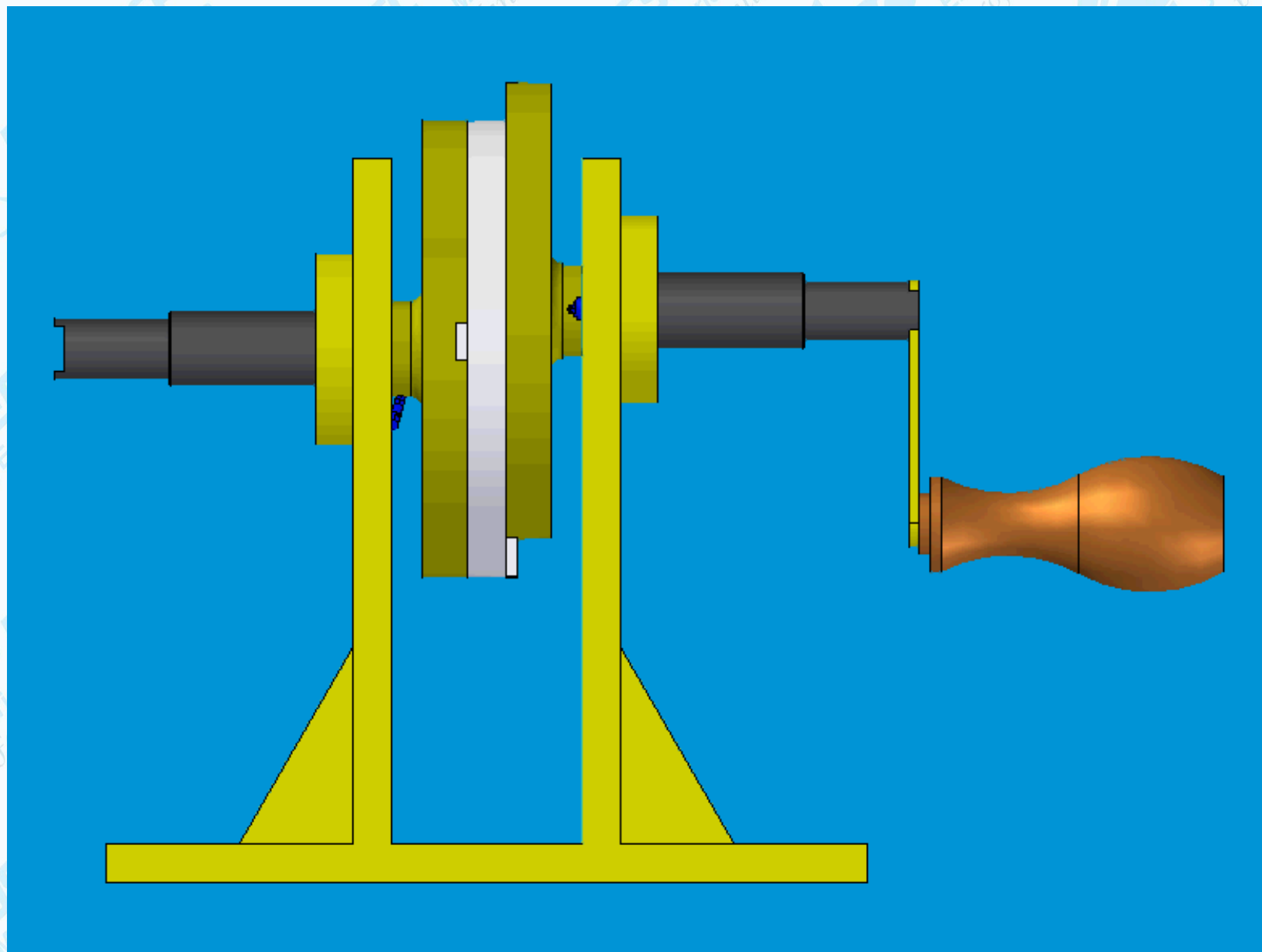
Prova 01 - Desenho projetivo – *na metade do semestre*

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

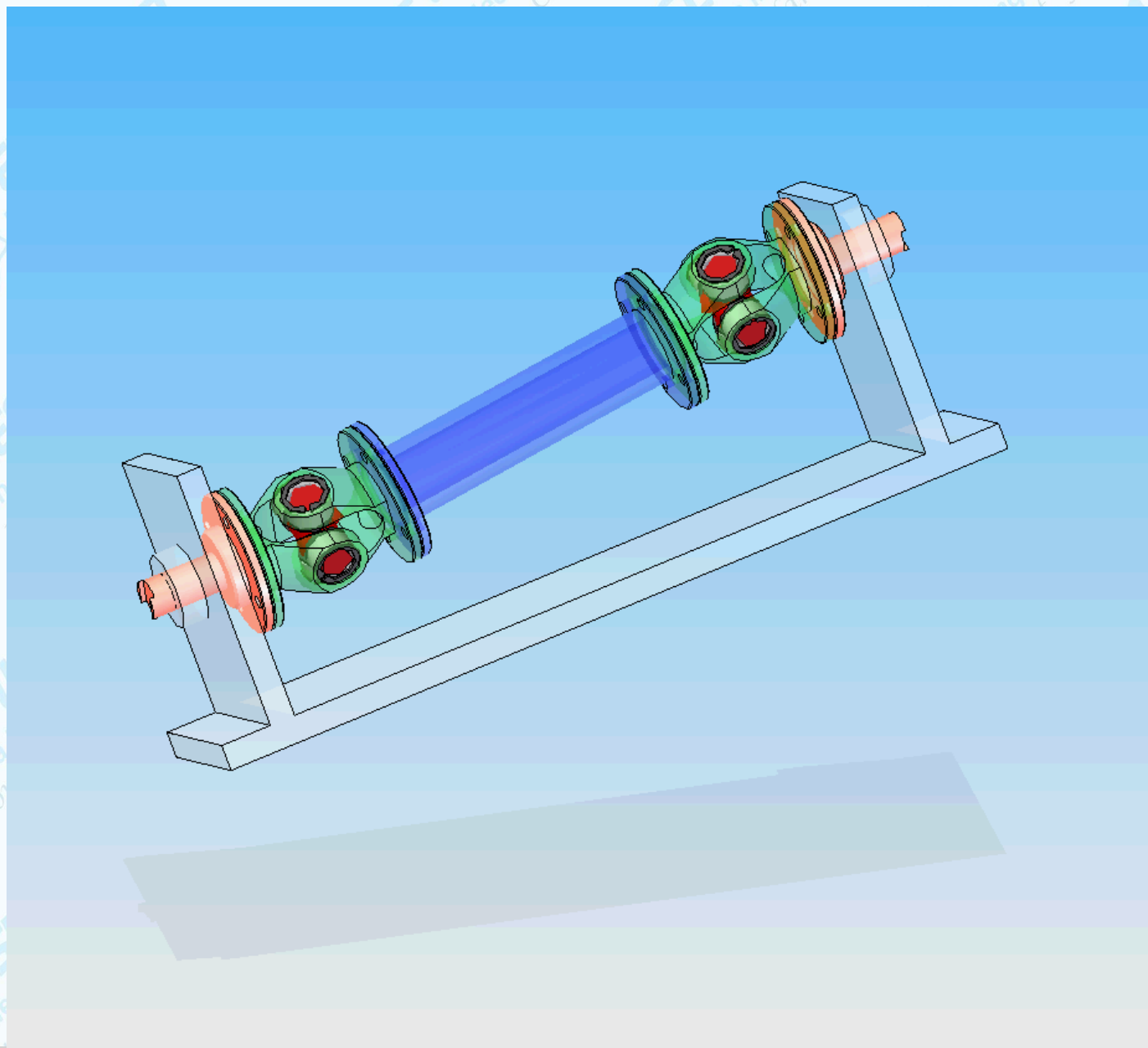
Prova 02 – Desenho 3D *no final do semestre*

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

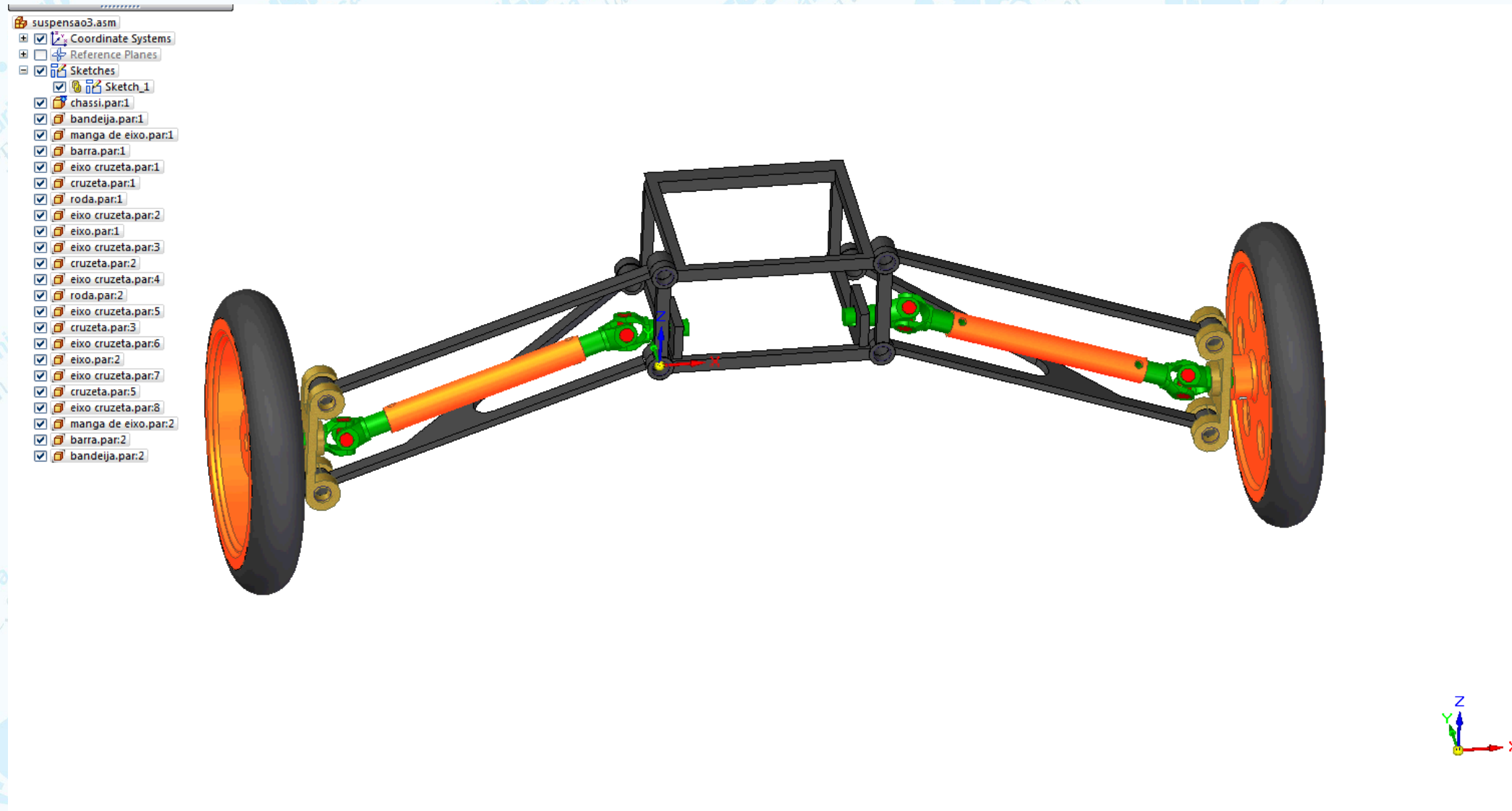
2005



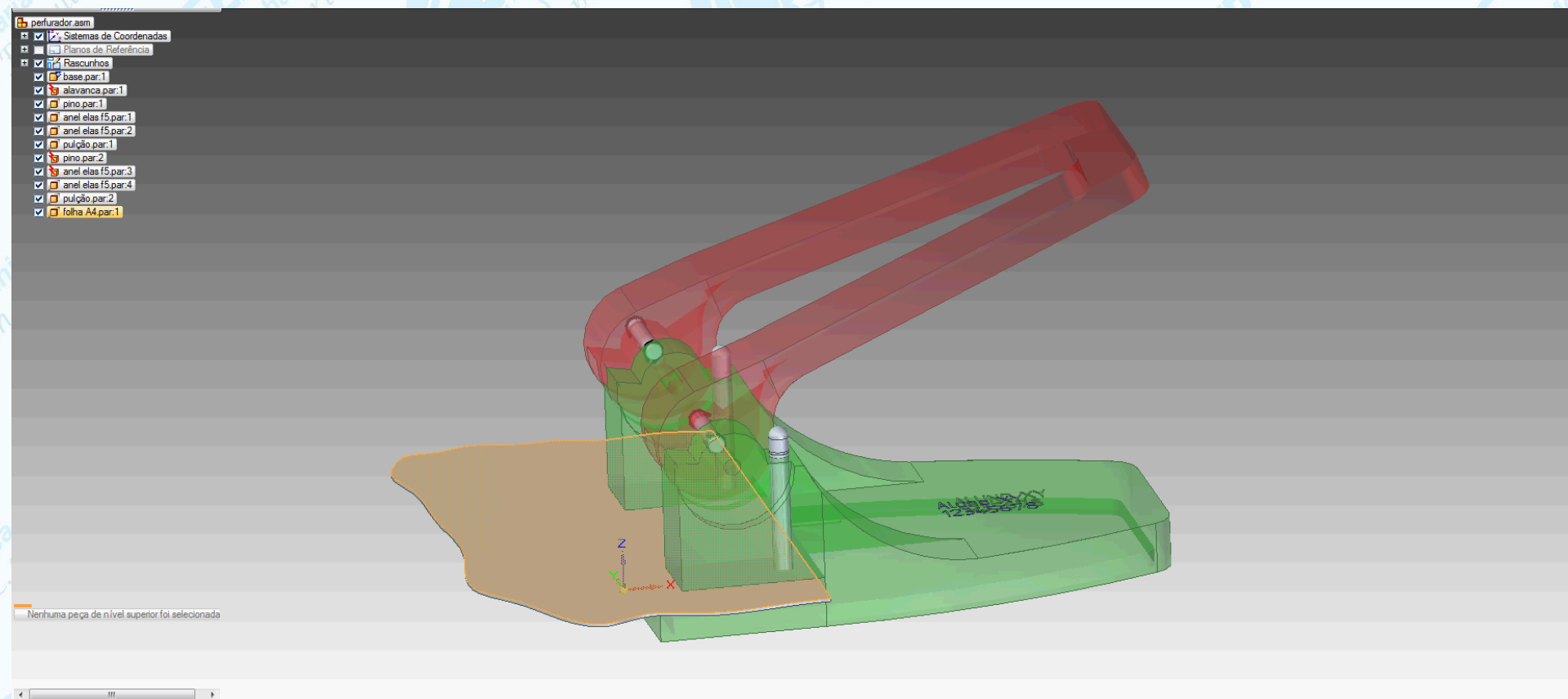
2007



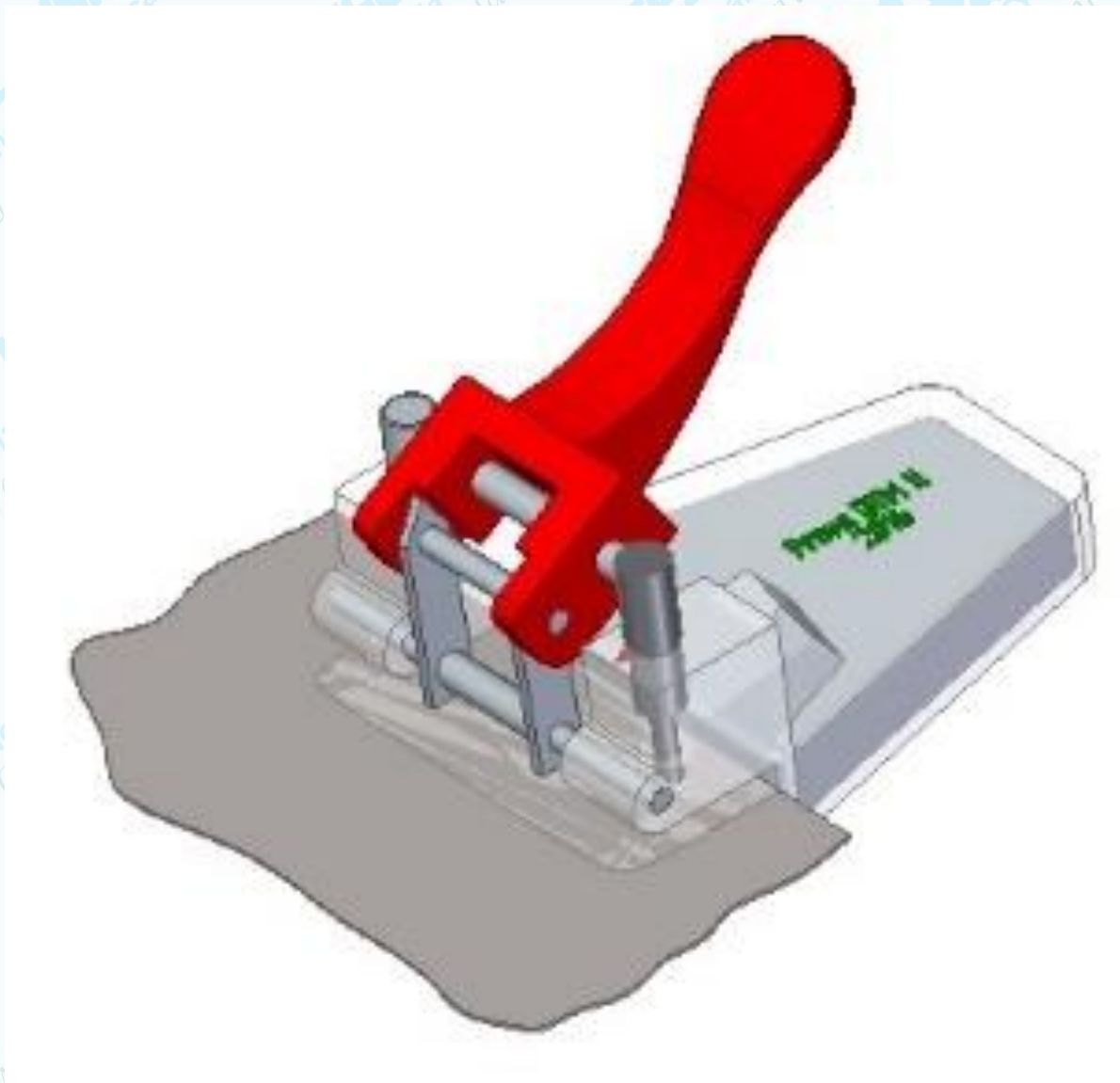
2013



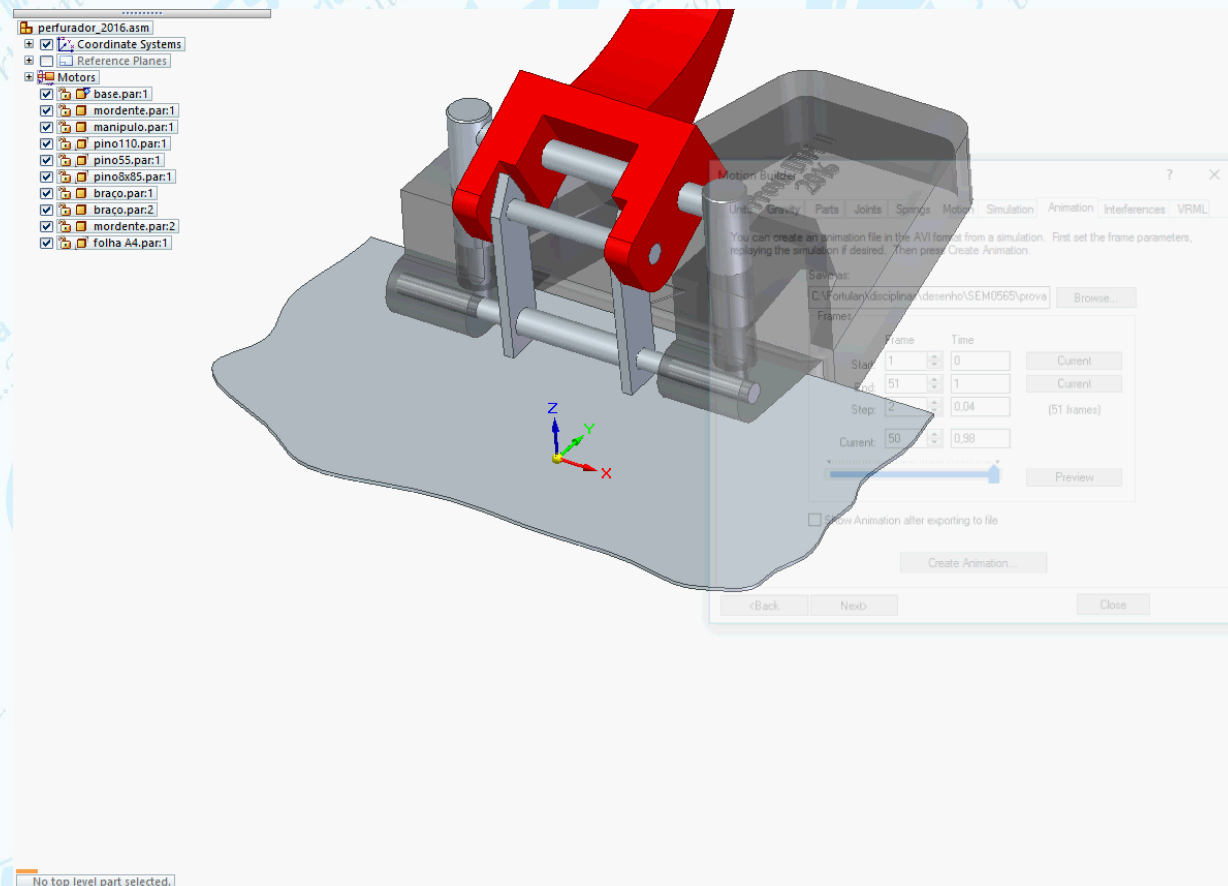
2014



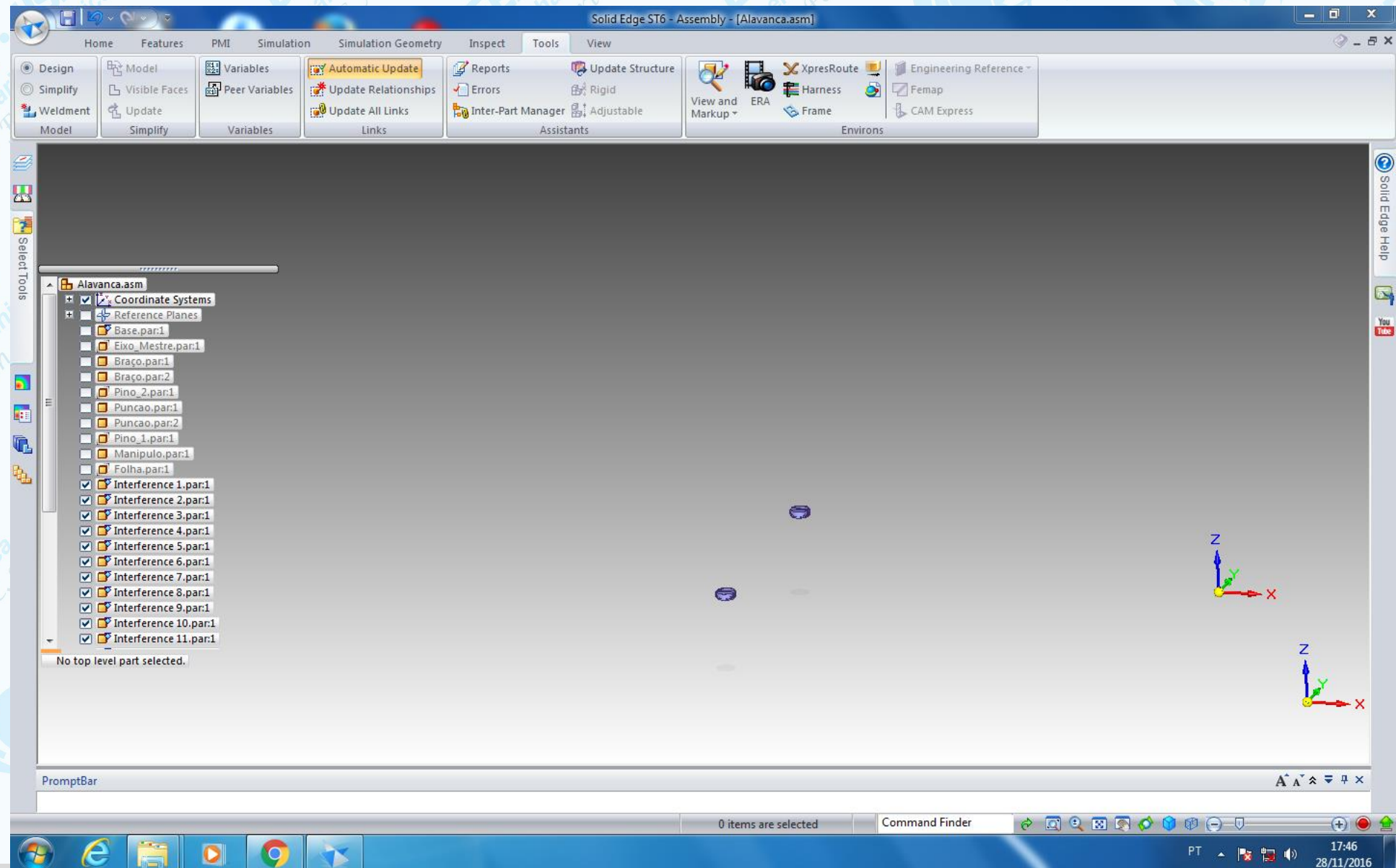
2016



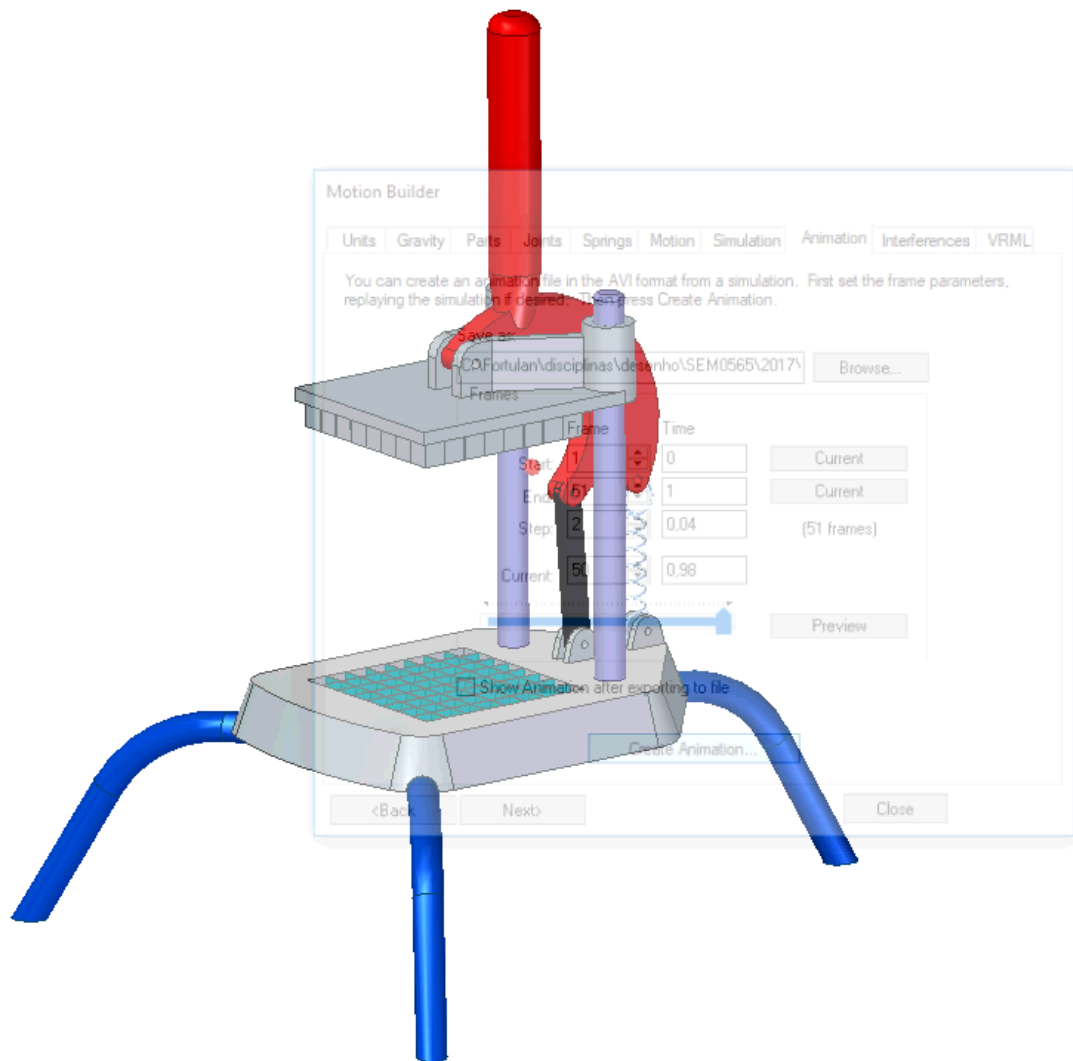
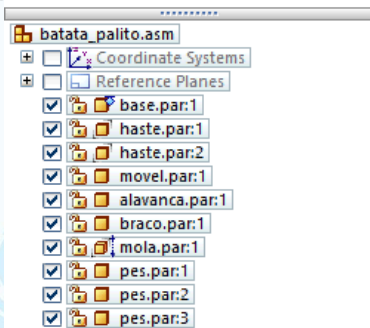
2016



2016

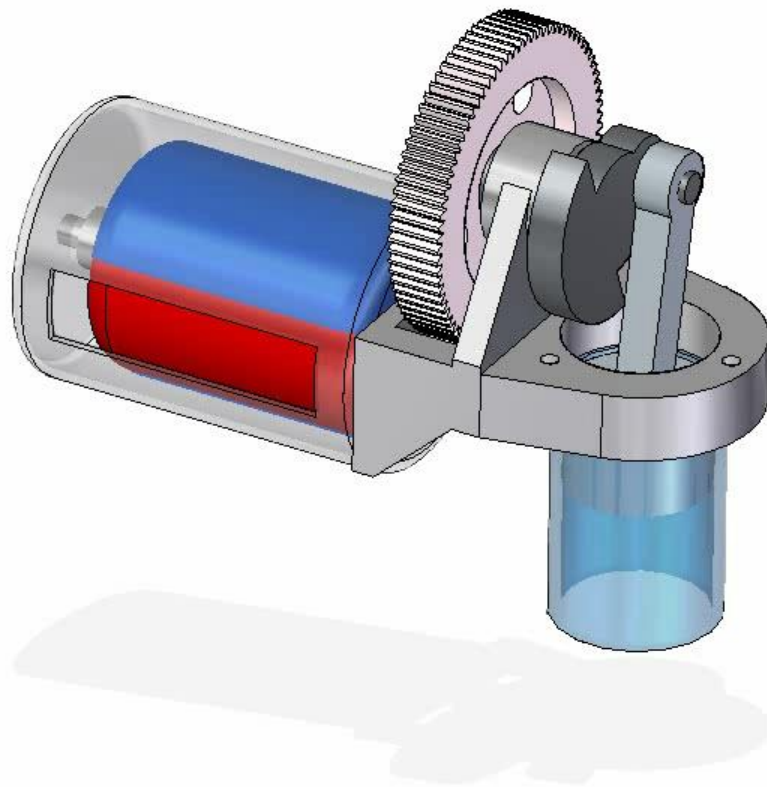


2017

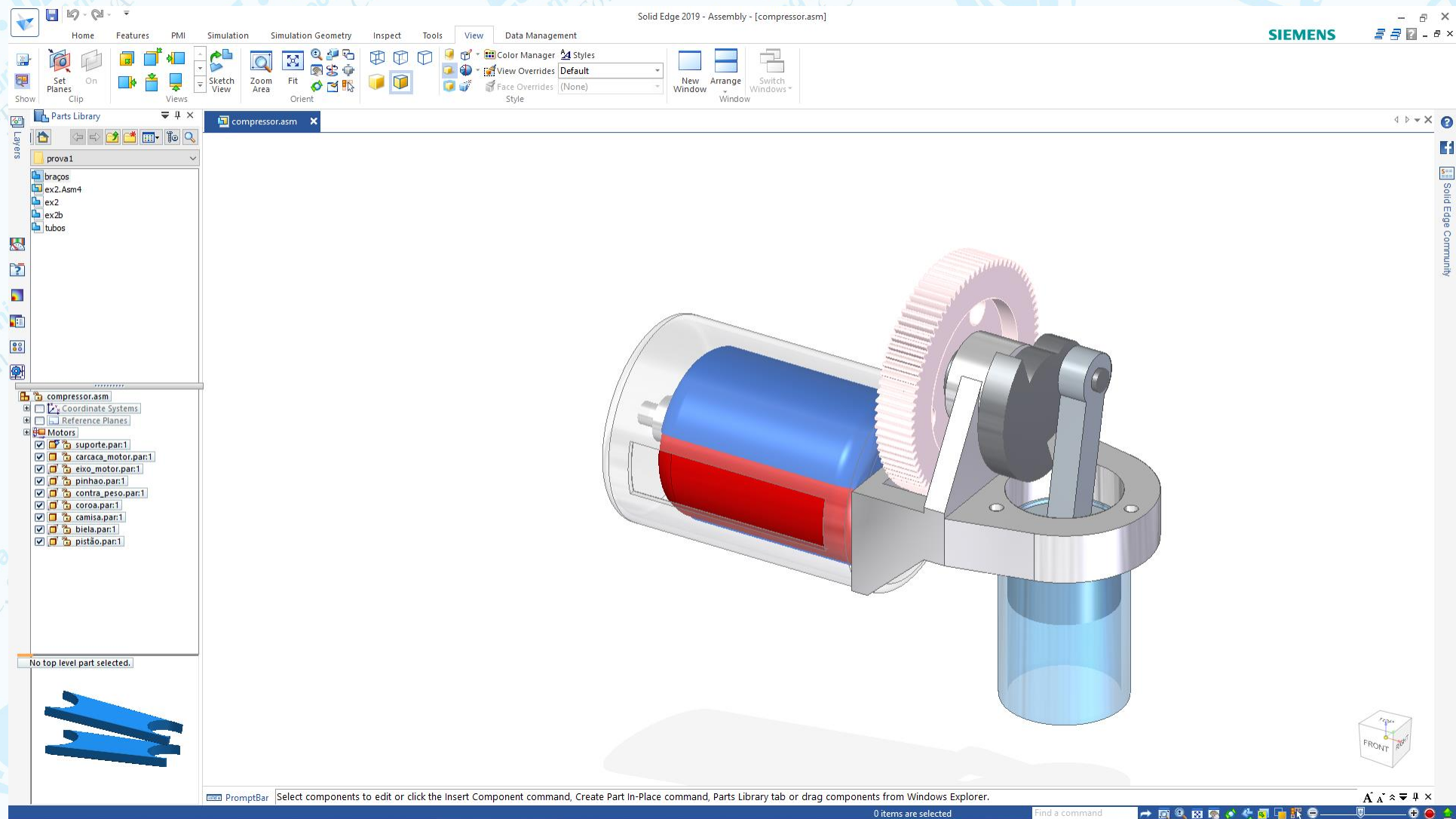


No top level part selected.

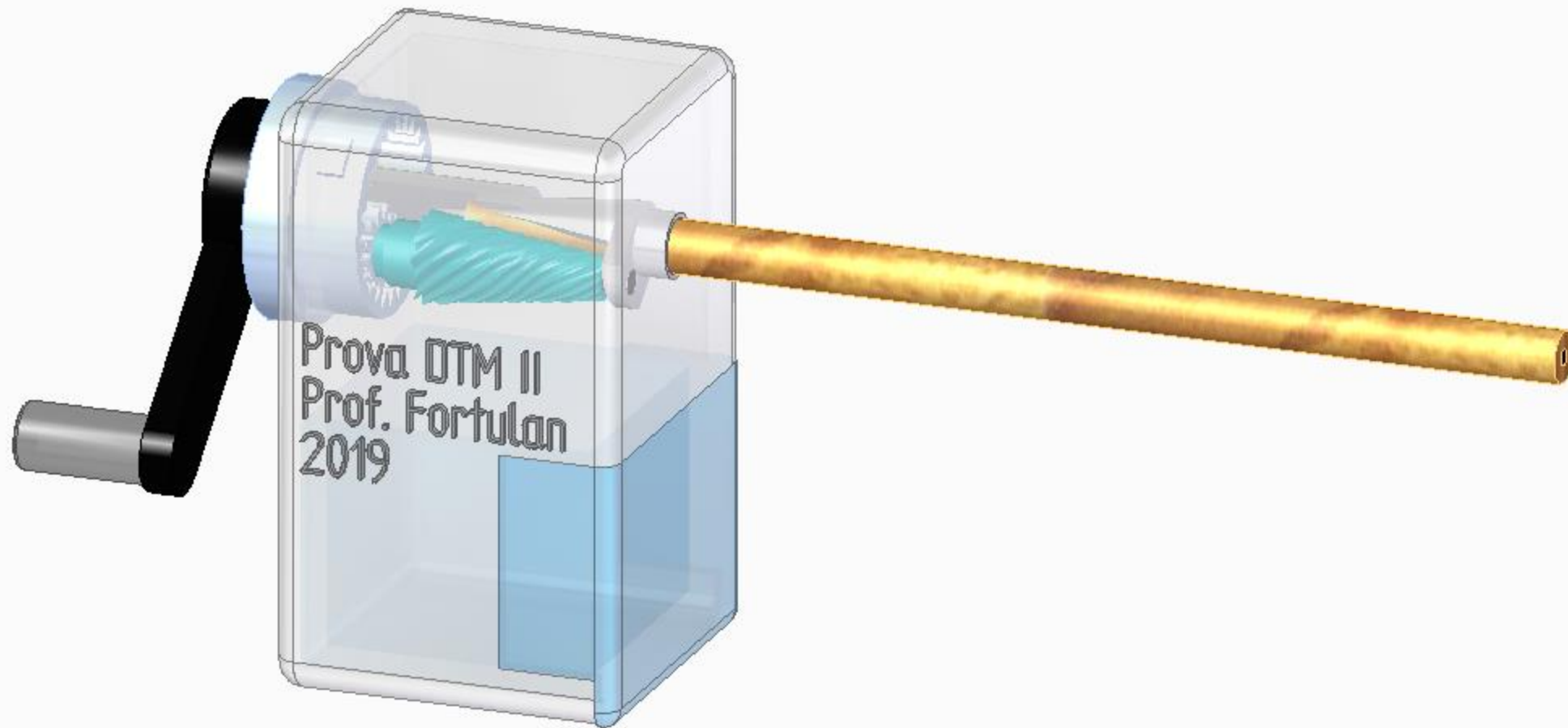
2018



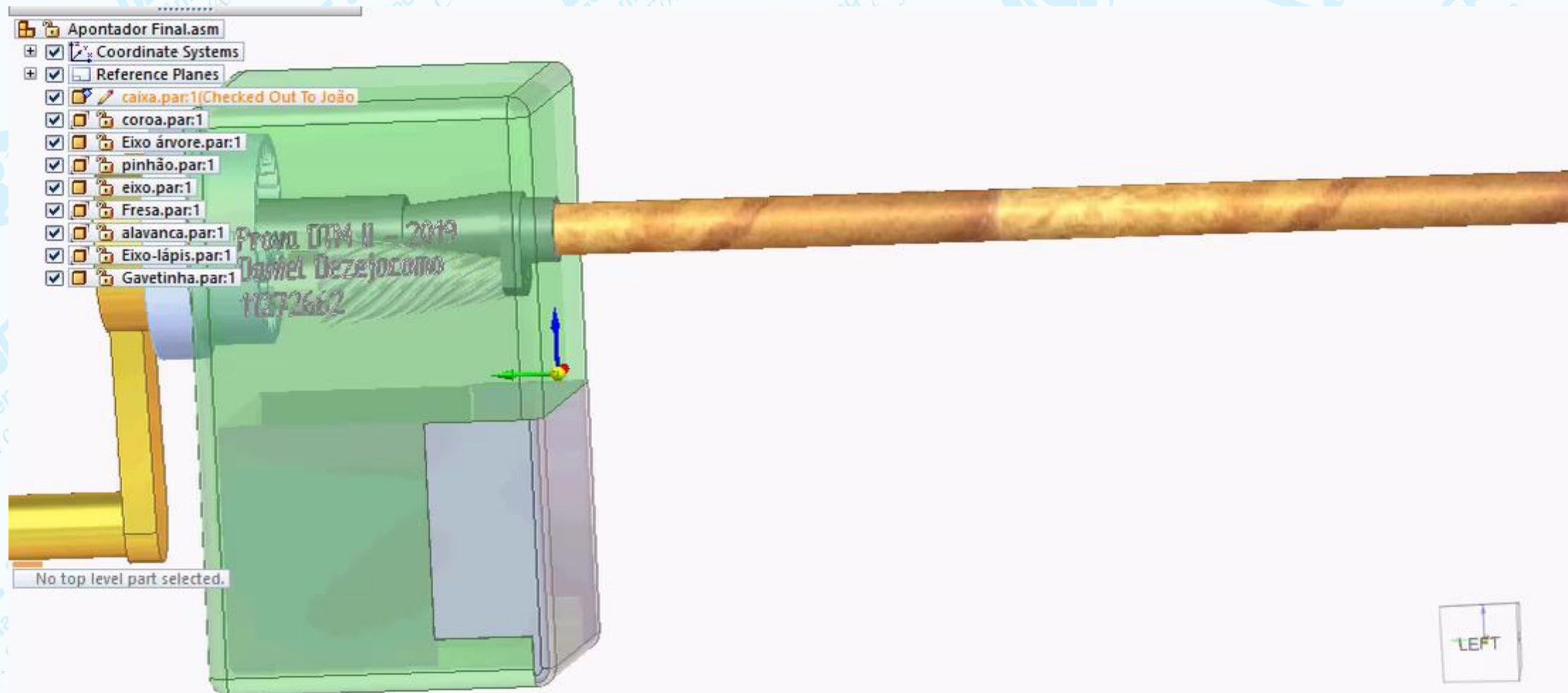
2018



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

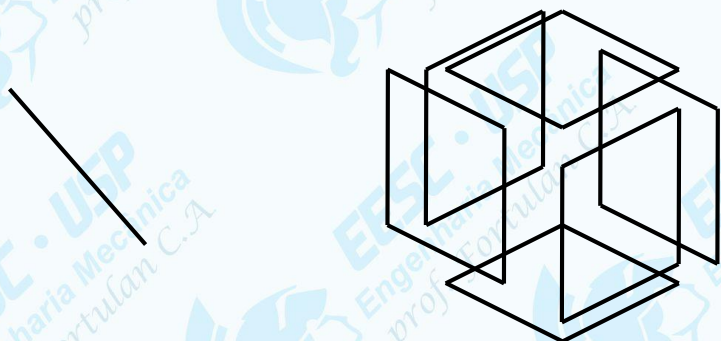
Um projeto mecânico de médio porte pode conter acima de 30.000 desenhos como parte da documentação, geralmente apresentam vida útil de 10 a 40 anos.

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.

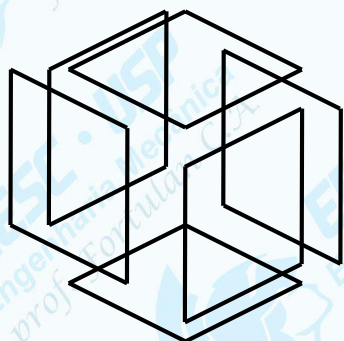
Permite:

- 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.

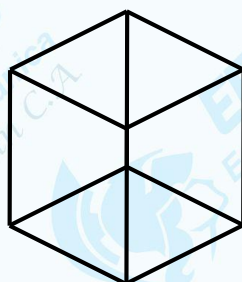
Origens do CAD - 1964



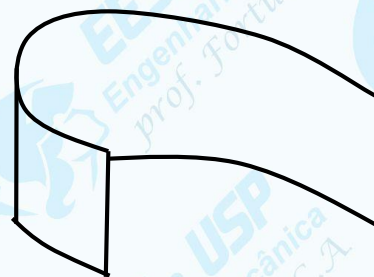
Linhas
1960,



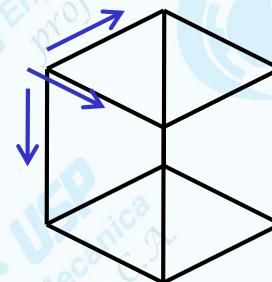
Modelos
2D
1970s,



Modelos
Sólidos
1980s,



Modelos
Superfícies
1960-1980s,



Modelos
Paramétricos
1980s,

Evolução do CAD

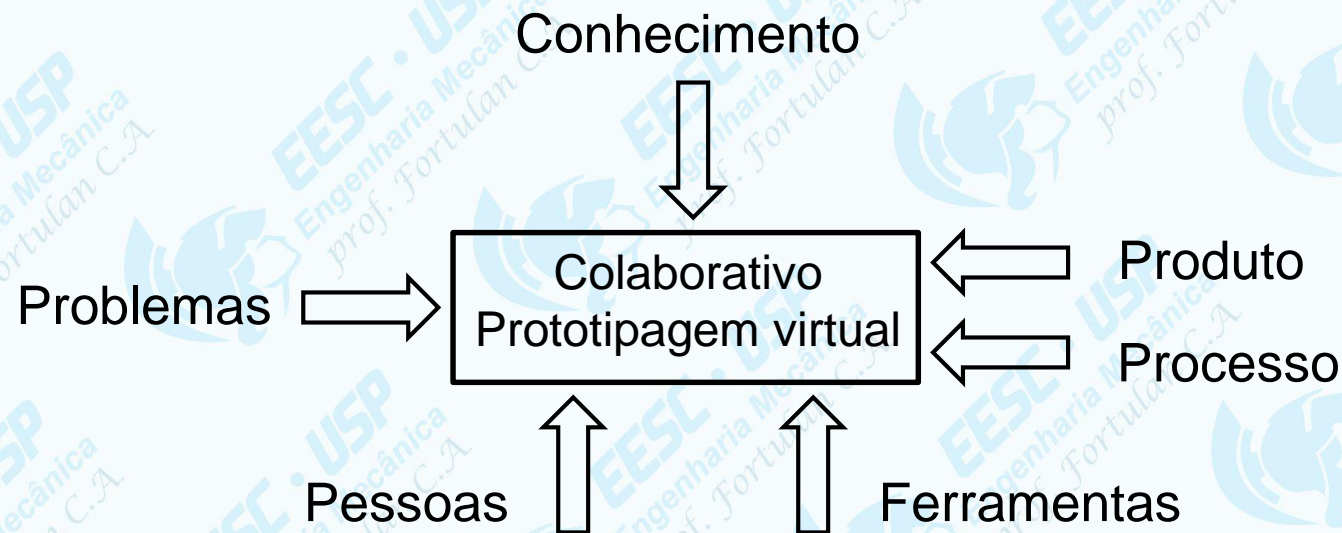
`70s → CAd → desenho → documentação

`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

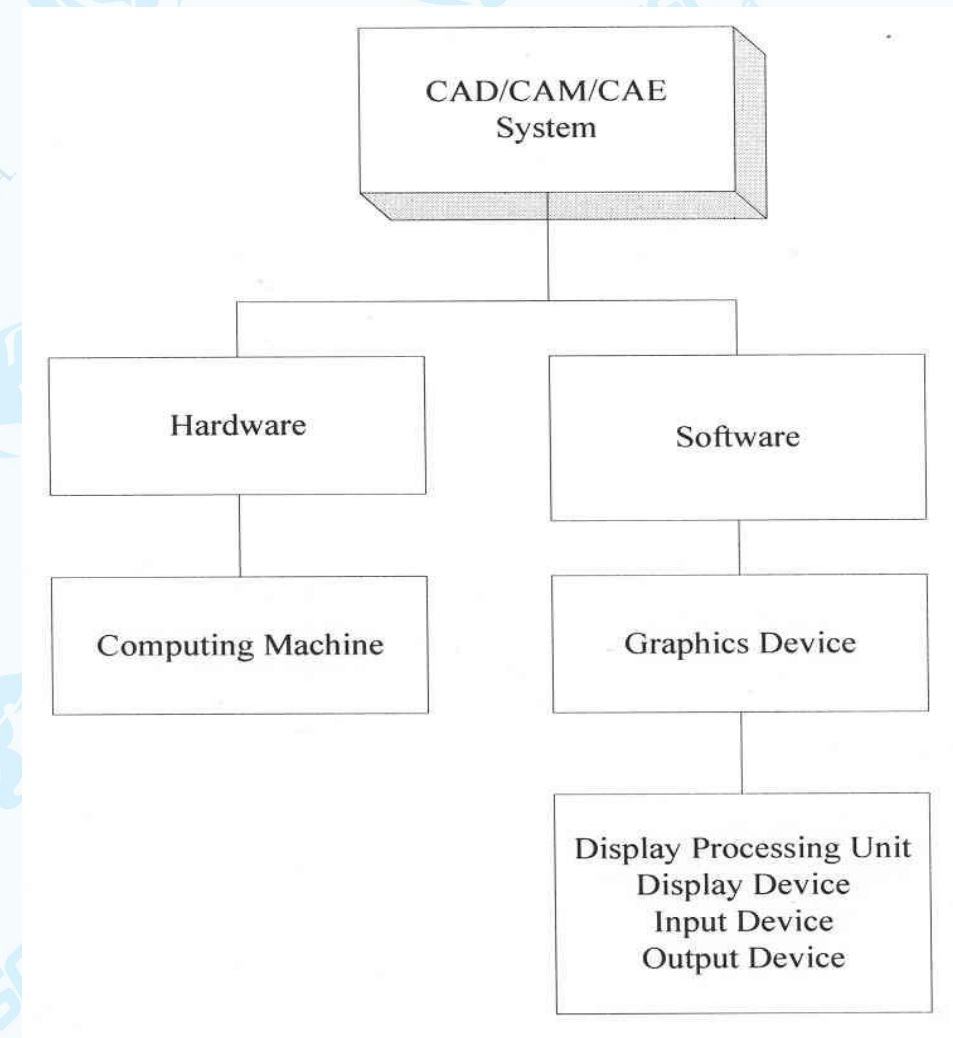
- A síntese é muito qualitativa.
- A análise pode ser grandemente realçada com computadores.

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

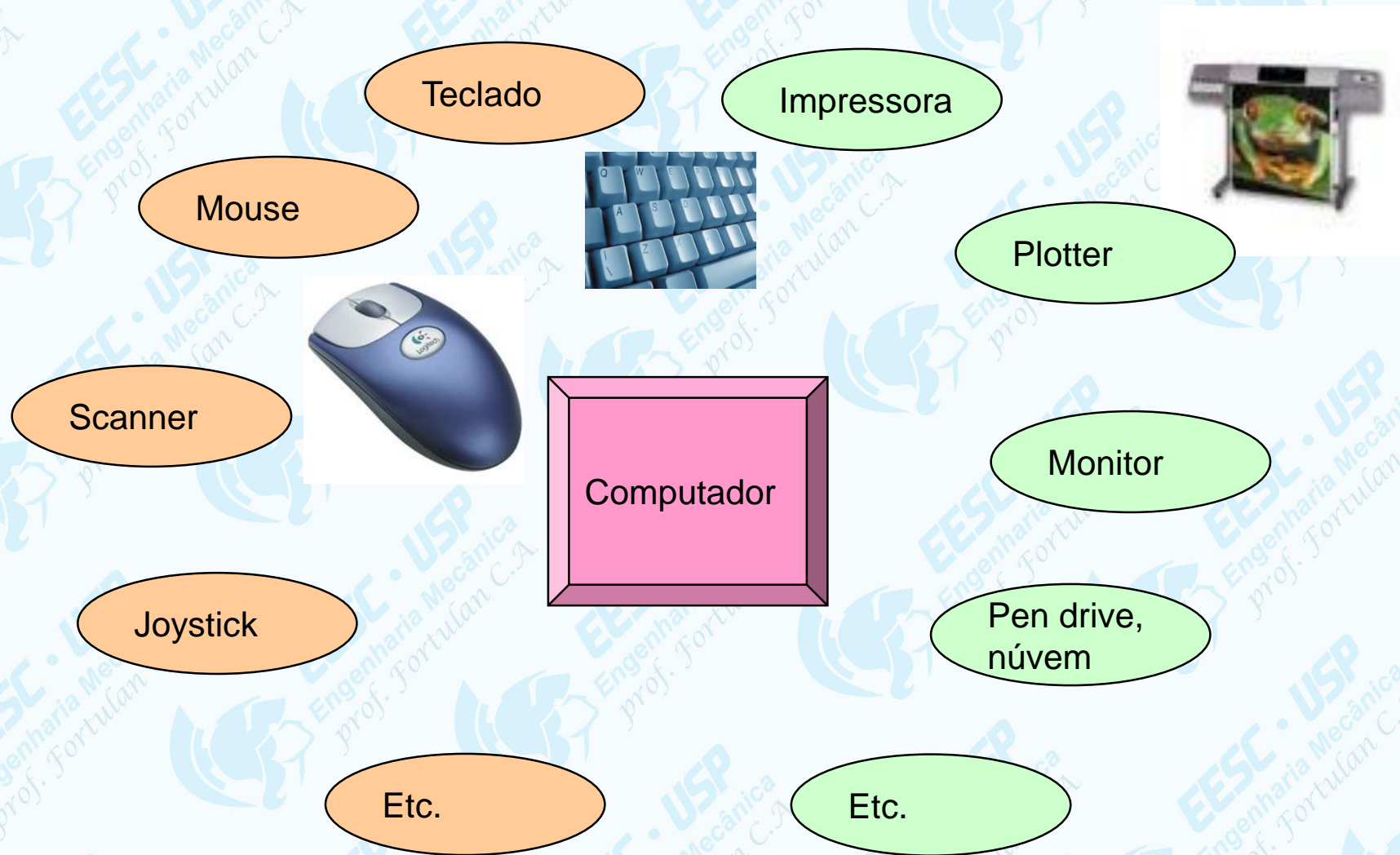
Inventor - Autodesk

SOLIDWORKS - Dassault Systèmes SOLIDWORKS Corp

CATIA - Dassault Systèmes

PTC Creo Parametric (Pro/ENGINEER)

Hardware



Computação Gráfica

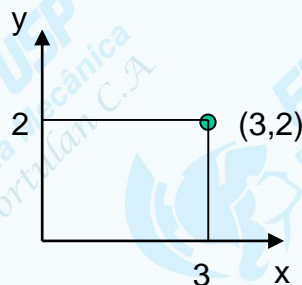
Área da Ciência da Computação que estuda a geração, manipulação e análise de imagens através do computador.

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

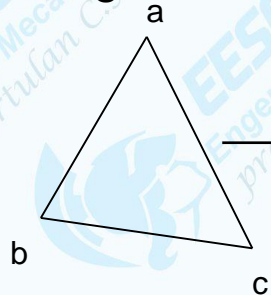
Modelos 2D

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

Ponto

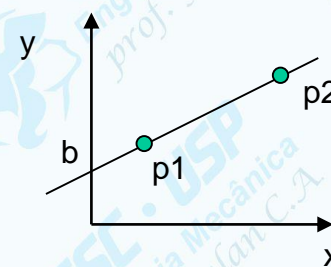


Polígono



$X_a, Y_a; X_b, Y_b; X_c, Y_c$

Linha reta



$$Y=ax+b$$

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

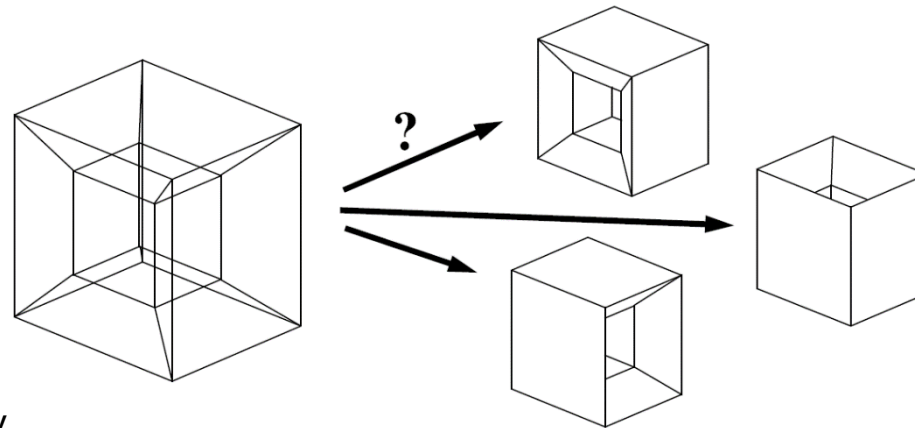
Descrição matemática (modelo) de um objeto: Wireframe, Superfície e Sólida

- **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

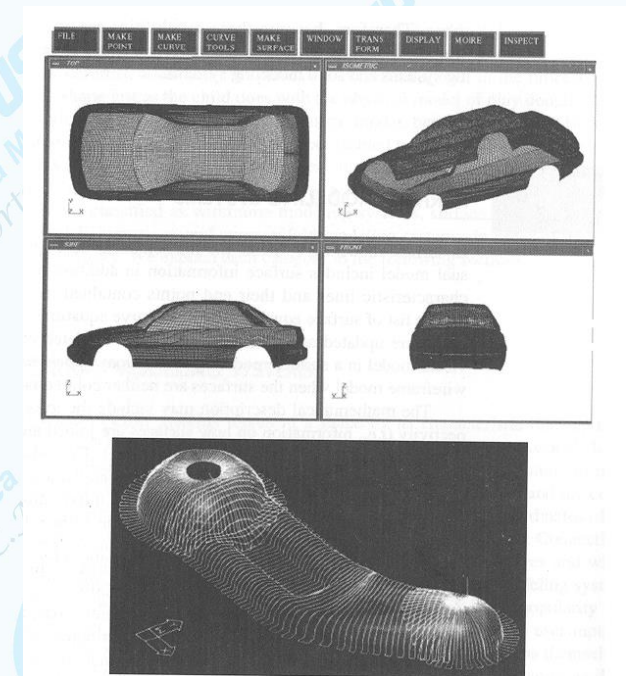
• Superfície

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



• Sólida

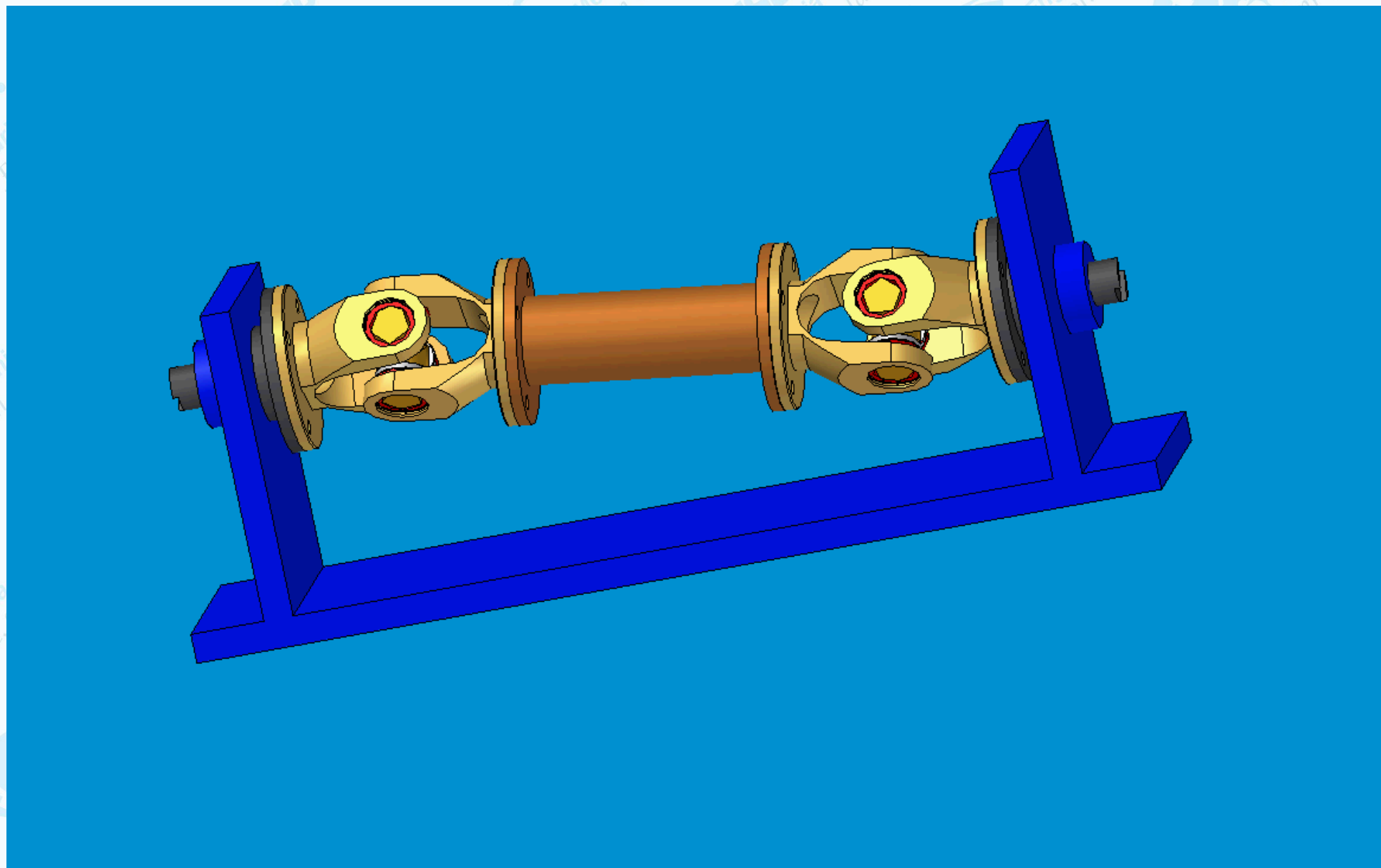
Os objetos são definidos diretamente a partir das formas primitivas, designadas por blocos de construção.

Várias representações matemáticas que permitem classificar cada ponto:

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

Vantagens:

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



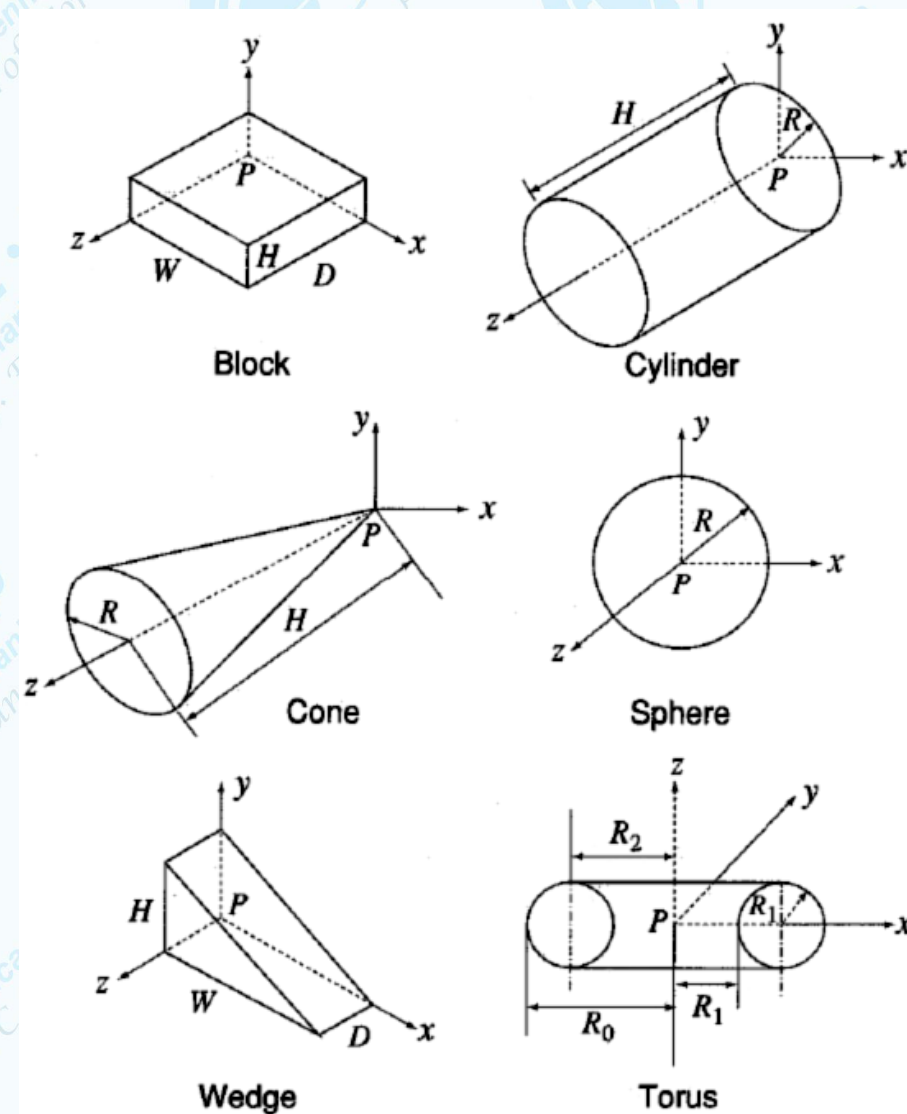
Funções da Modelagem Sólida

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

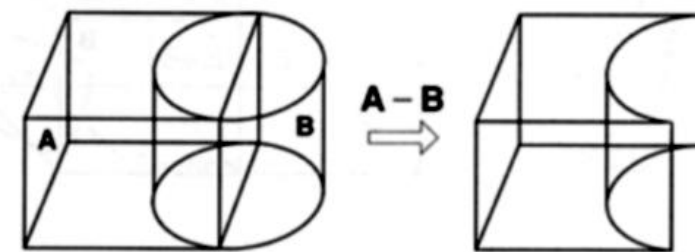
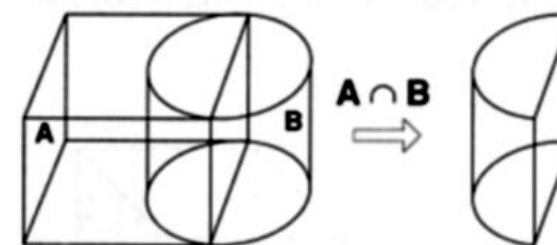
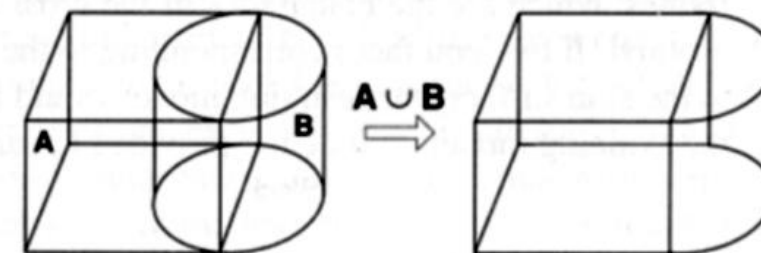
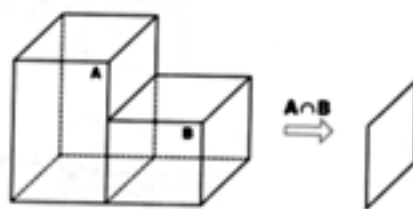
- Primitivas são formatos de sólidos simples com simples superfícies matemáticas.
- Podem ser controladas por um pequeno número de posicionadores utilizando uma matriz de transformação.



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:

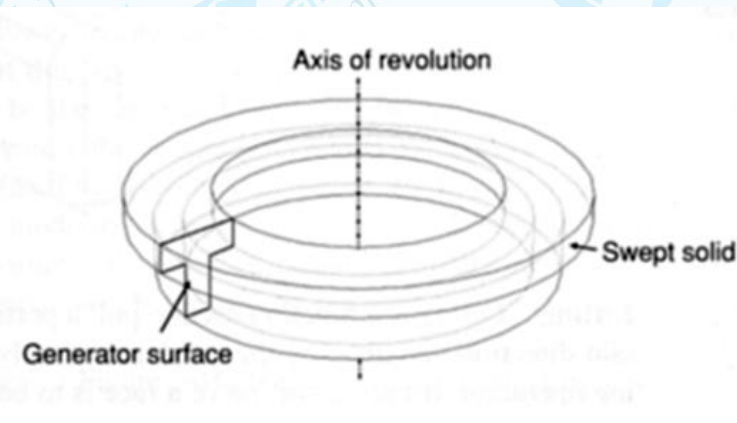
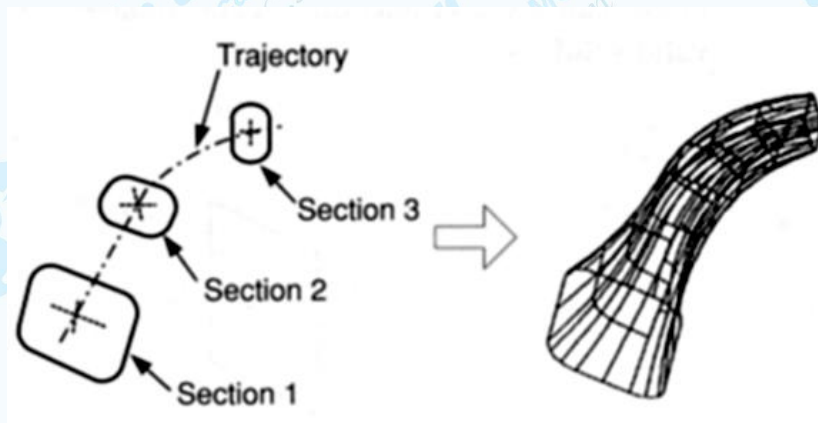
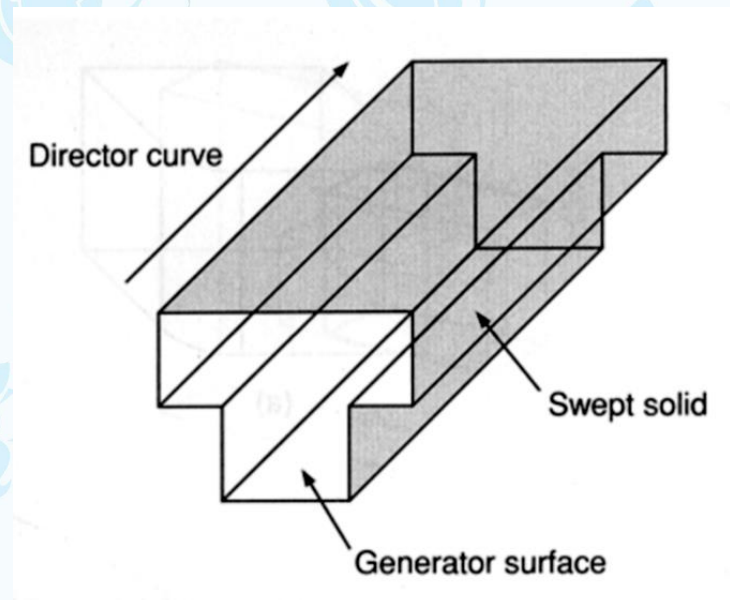


Operações Sweeping

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

Isto inclui operações como:

- extrude
- revolve
- sweep
- loft

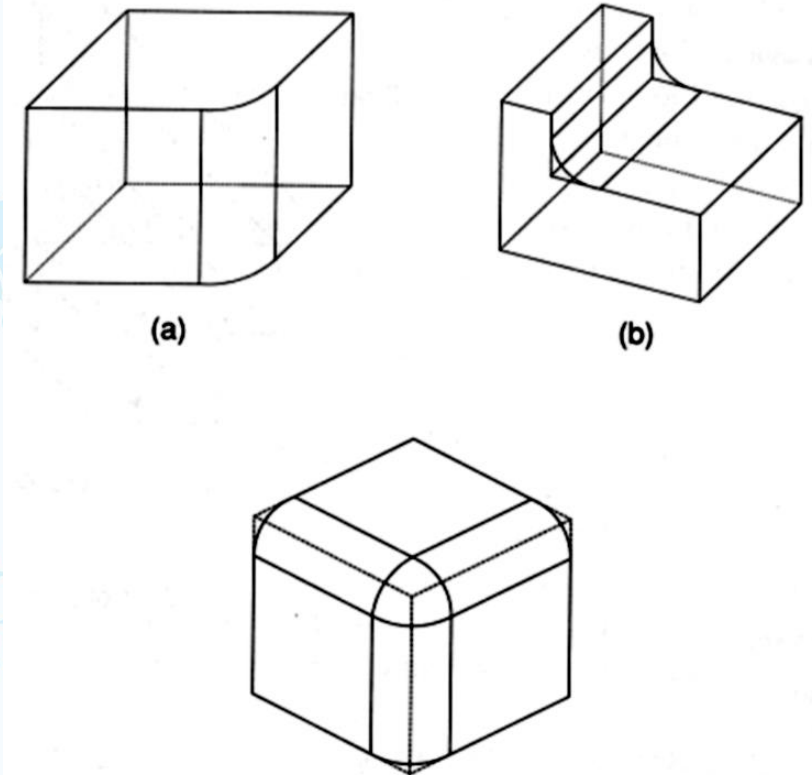


Operações *Surface*

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

Exemplos:

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



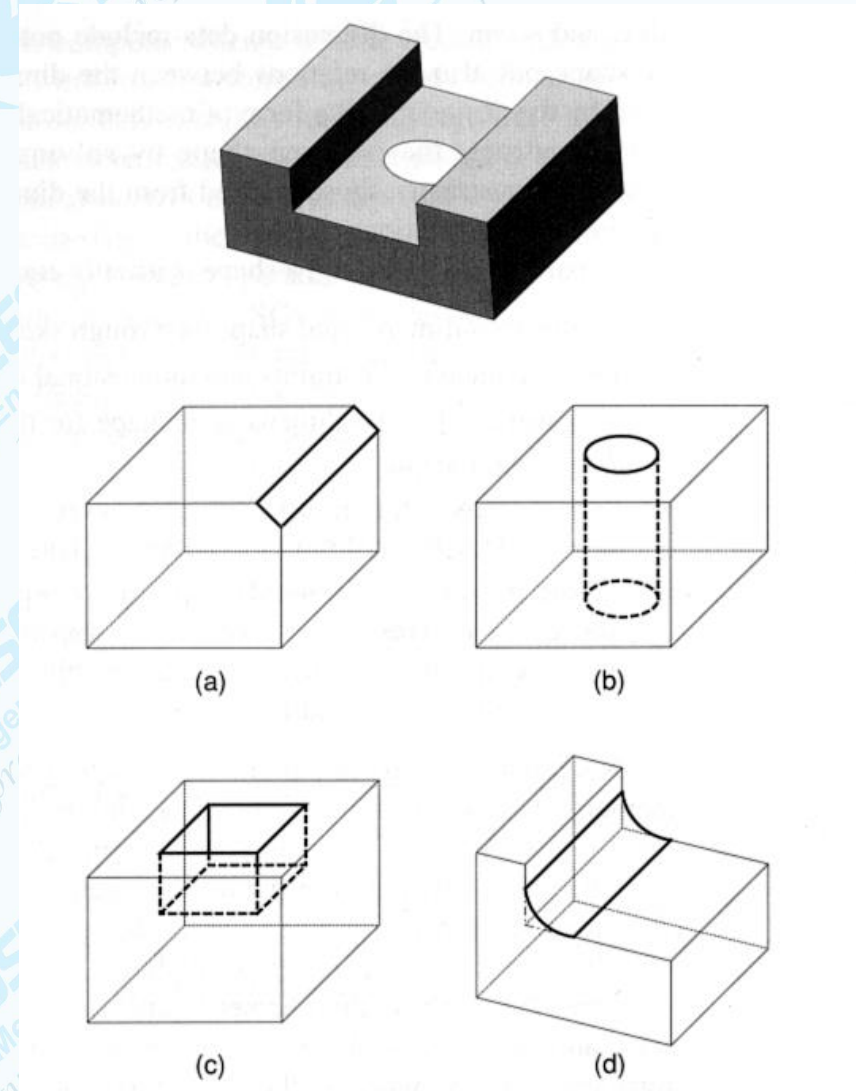
K., Lee “Principles of CAD/CAM/CAE Systems,” Addison-Wesley

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*.

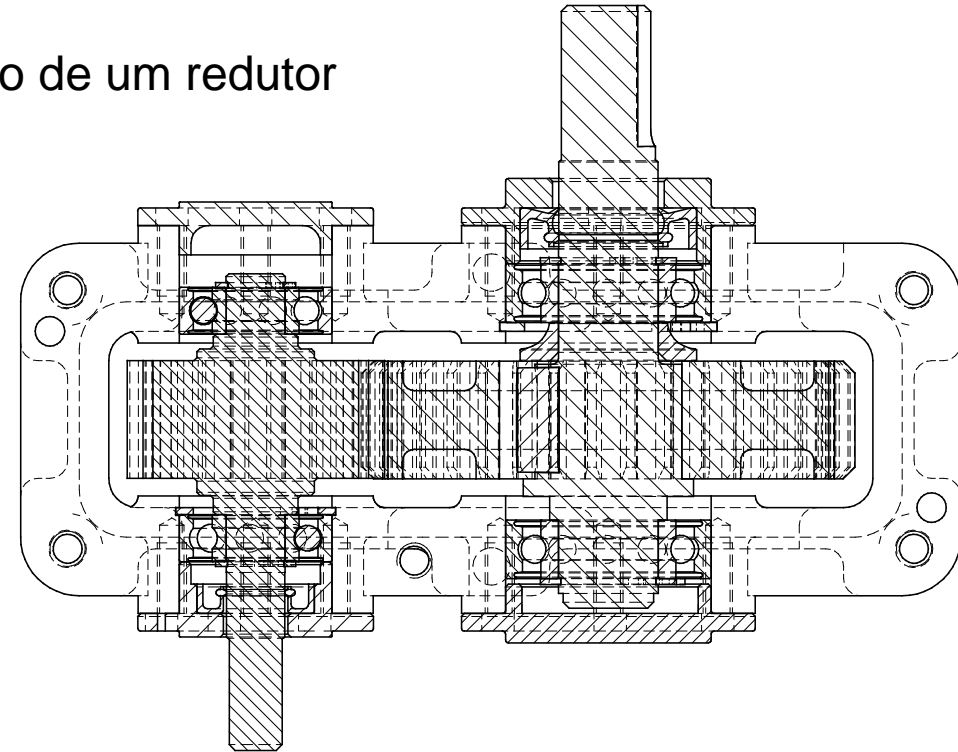
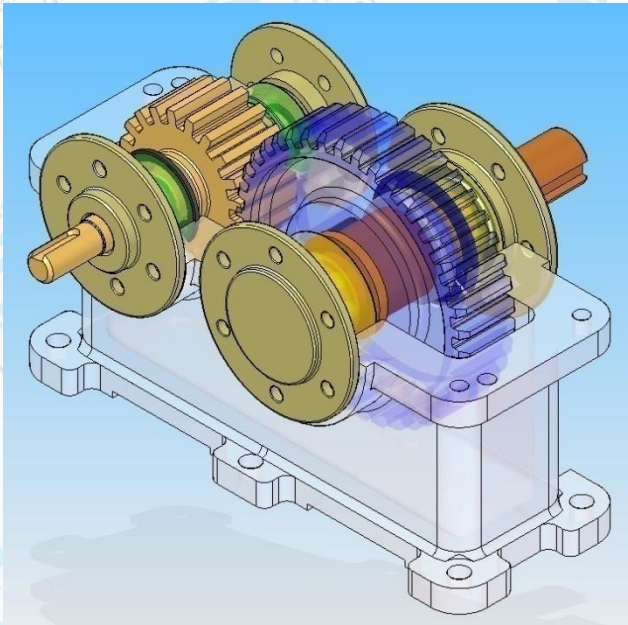


Geração de Vistas 2D à partir de Modelos Sólidos

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

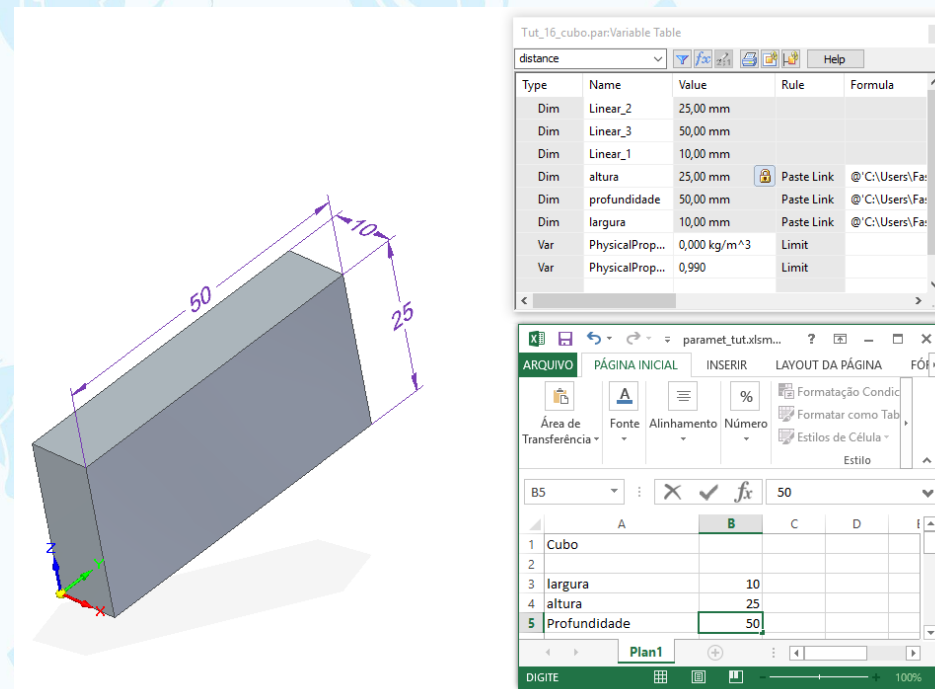
“é preciso re-editar a vista para atendimento da normalização”

Recursos manuais

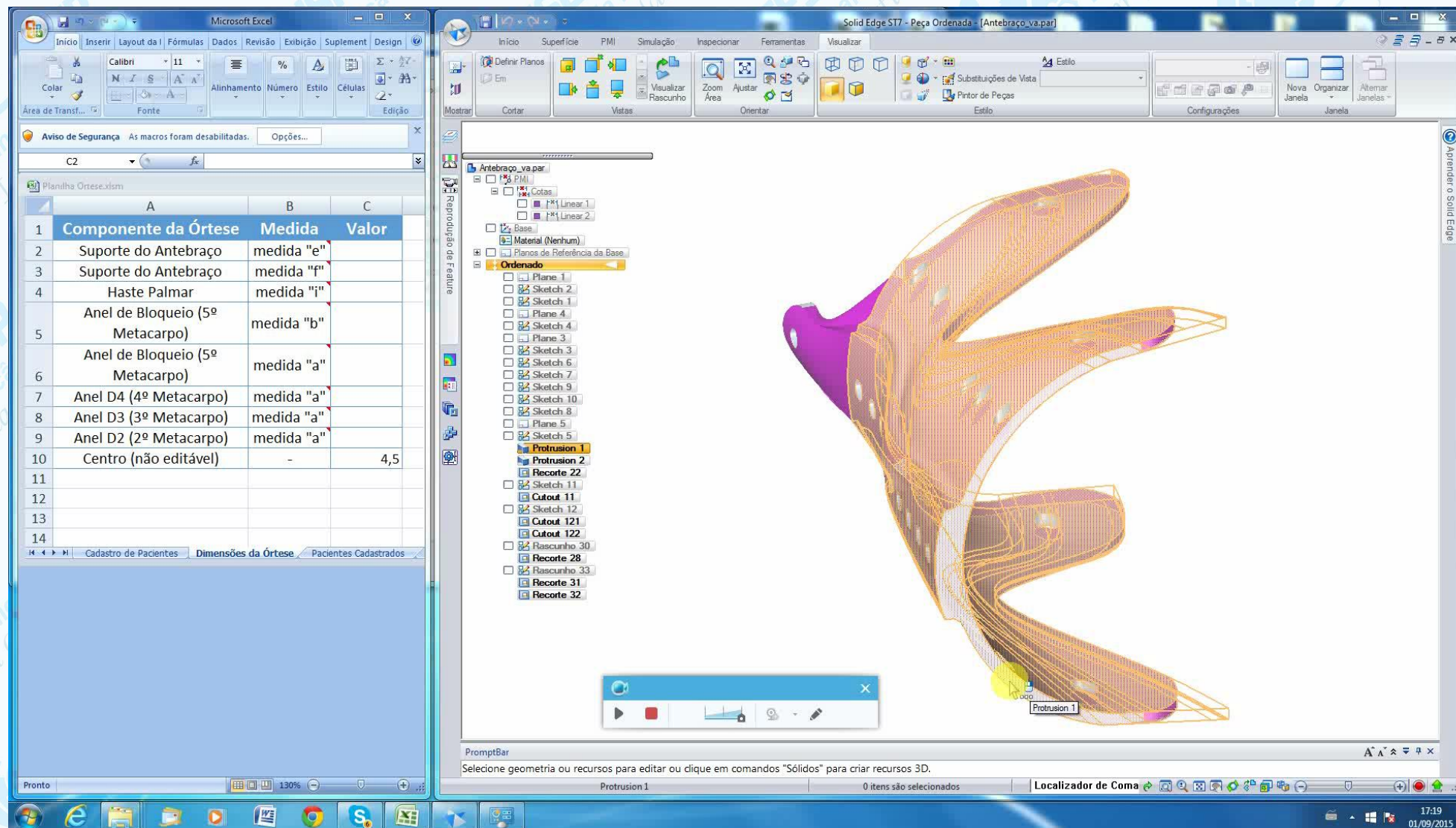
Modelagem Paramétrica

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.



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



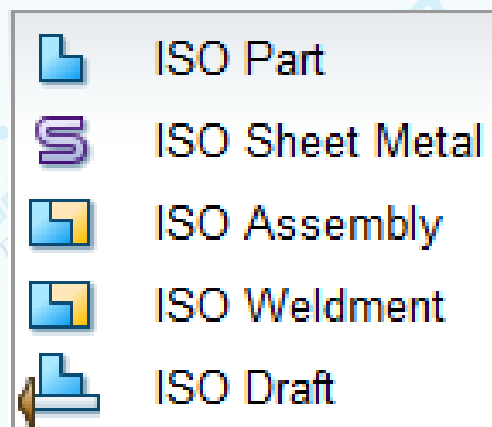
Referências

- Lee, K. “Principles of CAD/CAM/CAE Systems,” Addison-Wesley
- Notas de aula e Tutoriais: edisciplinas

Solid Edge - Introdução

O Solid Edge é um software CAD híbrido 2D/3D que utiliza da tecnologia síncrona. Trabalha com o conceito de **features**.

Ambientes, é constituído por 5 ambientes principais: Part, Draft, Sheet Metal, Weldment e Assembly.



Versão acadêmica grátis:

https://www.plm.automation.siemens.com/pt_br/products/velocity/forms/solid-edge-student.cfm

ISO Part: criação de modelos sólidos de peças individuais;

Seus documentos tem a extensão .part.

É possível fazer simulação (CAE) simples (*simulation express*);

Há duas opções de trabalho: Synchronous ou Ordered.

ISO Draft: criação de desenhos em 2D, diretamente na pagina ou à partir de modelos 3D;

Extensão: .dft

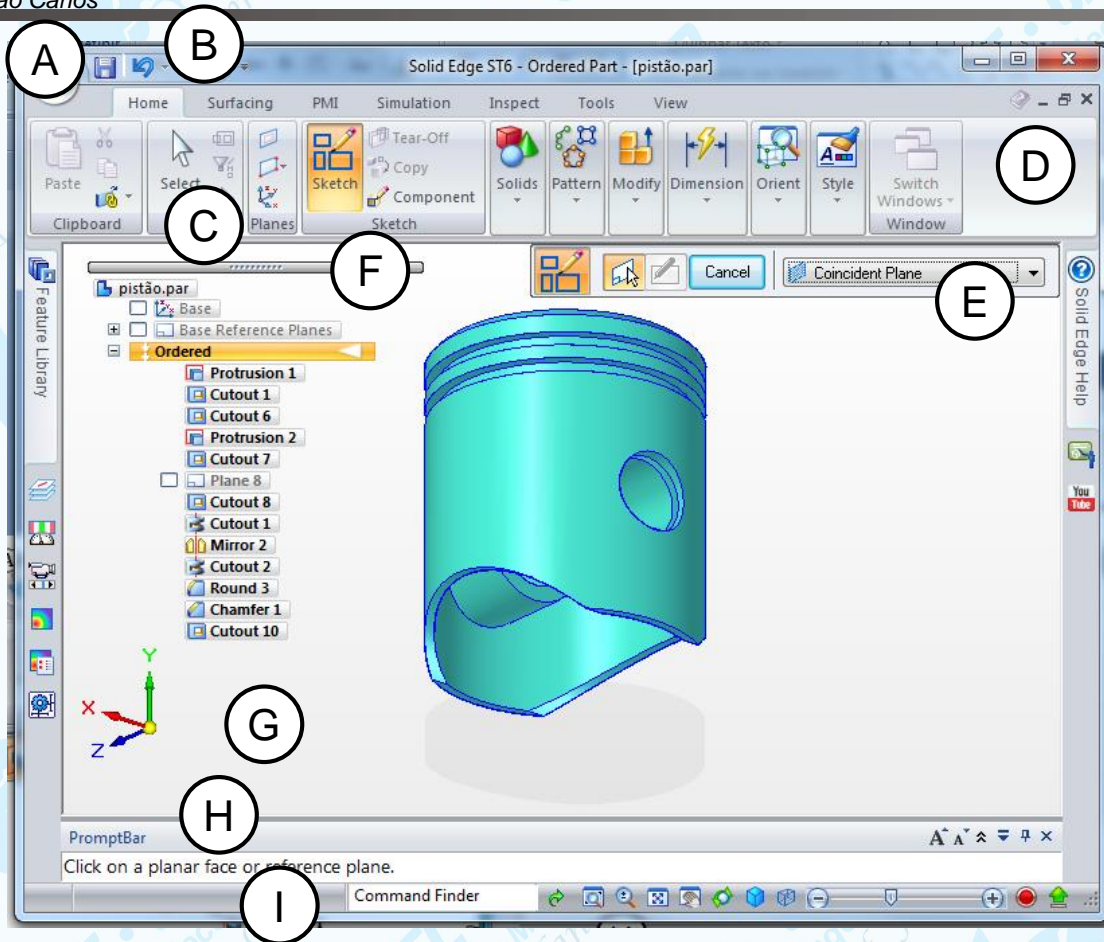
ISO Sheet Metal: desenho de modelos sólidos chapas dobradas, planificação das chapas

Extensão .psm

ISO Assembly: montagens de modelos individuais e/ou/com sub-montagens. Permite a simulação de movimentações e fazer checagem de interferências entre os modelos montados e em movimento.

ISO Weldment: para execução de soldas em montagens (assembly)

Extensão .asm



(A)- Application button: Acesso à todos níveis de funções como: criar, abrir, salvar e gerenciar.

B) Quick Access toolbar: Display frequentemente usado para comandos.

(C), (D) ribbon: comandos agrupados em tabelas. Contem todos os comandos das aplicações que são organizados em grupos ou tabelas funcionais.

(E) command bar: ferramentas de produtividade com comandos nas barras de fitas.

(F) PathFinder: contem todos os elementos ativos no documento, é possível selecionar os elementos e controlar a sua exibição.

(G) graphics window: Exibe os gráficos associados ao documento modelo 3D ou um desenho 2D.

(H) PromptBar: Janela de encaixe móvel (*scroll-able*) que exibe os *prompts* e mensagens relacionadas a um comando selecionado.

(I) status bar (barra de status): Exibe mensagens relacionadas com o próprio aplicativo. Fornece acesso rápido à vista de controle de comandos de zoom, ajuste, pan, girar, estilos de vista, e vistas salvas. Ampliar ou reduzir

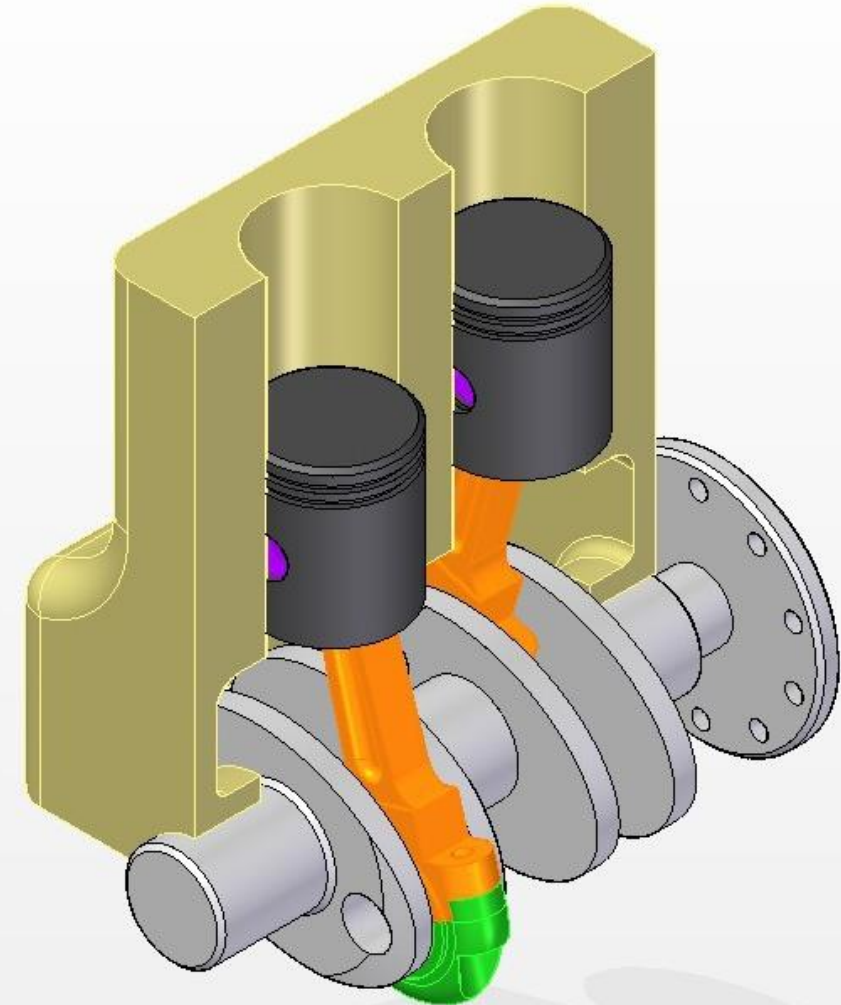
Prática

Resolução de tutoriais na montagem,
desenho de vista explodida, vistas 2D e
movimentação de um motor, busca e
correção de interferências.

Pelos tutoriais busca-se pela apresentação
dos principais *features*.

O modelo do motor será montado
(assembly) pelos modelos individuais:
pino do pistão, pistão, bloco, girabrequim,
biela e capa da biela, hélice.

Tutoriais adicionais serão oferecidos.



Tutoriais

No desenvolvimento dos tutoriais são apresentadas ferramentas com o objetivo de mostrar possibilidades de resolução, tem função acadêmica e não de produtividade;

Tutorial 01 – Instalação do Solid Edge

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

Dicas

Durante a instalação dê preferência para a língua Inglesa*;

Dê preferência ao *Balanced Themes*;

Dê preferencia ao *Metric Units*.

* Essa preferência se deve a facilidade de migração para outros softwares similares e complementares, mas certo que é decisão do operador.

Referências

- Siemens Plm Software - Solid Edge
- Notas de aula e Tutoriais: edisciplinas